

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del**  
**Ambiente**  
**Escuela Profesional de Ingeniería Civil**



**“ESTUDIO DEL USO DE PARTÍCULAS DE VIDRIO EN CONCRETOS CON  
RESISTENCIAS CONVENCIONALES EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”**

Tesis presentada por los Bachilleres:

**Palma Medina, Ricardo Franco**

**Manrique Avendaño, Jesús Rolando**

Para optar el Título Profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Asesor:**

**Ing. Ugarte Calderón, Enrique Alfonso**

**Arequipa – Perú**

**2019**

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DICTAMEN DE BORRADOR

TESIS (X)  
TRABAJO SUFICIENCIA PROFESIONAL ( )

VISTO

El BORRADOR DE TESIS/TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL Titulado:

"ESTUDIO DEL USO DE PARTICULAS DE VIDRIO EN CONCRETOS  
CON RESISTENCIAS CONVENCIONALES EN LA CIUDAD DE  
AREQUIPA"

Presentado por el (la) (los) Bachiller (es):

RICARDO FRANCO PALMA MEDINA

JESUS ROLANDO MANRIQUE AVENDAÑO

Nuestro DICTAMEN es:

APROBADO

OBSERVACIONES:

Arequipa, 12 de Diciembre del 2019

COD 1945

COD 2778

COD. 1938

## DEDICATORIAS

Quiero dedicar esta tesis ante todo a Dios, por permitirme estar rodeado de tantas personas de buen corazón, que con su cariño y buenos valores supieron formar y hacer de mi un hombre de bien, a mis abuelos Cosme, Hermelinda y Petronila que me enseñaron que el cariño de la familia no tiene fronteras, a mis padres Ricardo y Enma que supieron enseñarme que con respeto, responsabilidad y optimismo uno puede lograr todo lo que se proponga en la vida, finalmente a mi hermana Maryorie que me dio su apoyo cuando más lo necesitaba.

**Ricardo Franco Palma Medina.**

Dedico esta tesis a toda mi familia y a Dios sobre todo por ser mi apoyo y sustento en todo momento. A mis amados padres, Rolando y Alberta por darme todo lo que han podido en su vida y más, por ser la razón por la que siempre he seguido adelante, por acompañarme y tolerarme, por enseñarme el valor de un hogar de verdad y haberme inculcado valores para toda la vida. A mis dos hermanas Sofía y María por siempre ser mi compañía en cualquier situación y todo el cariño que han dado en todos estos años. A mi querido colegio San José jesuitas, por enseñarme a ser un hombre de bien, siempre siendo más para servir mejor.

**Jesús Rolando Manrique Avendaño**

A nuestra querida Universidad Católica de Santa María, por habernos formado en toda mi carrera universitaria a lo largo de varios años de estudio, trabajo y los mejores recuerdos que nos hemos podido llevar. A todos los docentes participantes de nuestra formación académica en la carrera de Ing. Civil, encargados no solo impartirnos conocimientos sino también por formarnos como futuros profesionales éticos y correctos.

**Ricardo Franco Palma Medina y Jesús Rolando Manrique Avendaño**

## RESUMEN

La presente investigación “ESTUDIO DEL USO DE PARTÍCULAS DE VIDRIO EN CONCRETOS CON RESISTENCIAS CONVENCIONALES EN LA CIUDAD DE AREQUIPA” plantea diferentes combinaciones de partículas de vidrio triturado adicionado al concreto y reemplazado parcialmente al agregado fino, para así, finalmente poder obtener el diseño de mezcla más beneficioso y con mejor comportamiento del concreto.

Para poder realizar las mezclas de concreto se utilizaron materiales de la ciudad de Arequipa, como son el agregado fino y grueso de la cantera La Poderosa – Supermix, se trabajó con 2 marcas de cemento IP (Yura IP y Wari IP), siendo Wari IP una marca relativamente nueva en el mercado del sur del país.

Para poder usar el vidrio, primero tuvimos que recolectar las botellas, para posteriormente desinfectarlas, luego las llevamos a un molino de bolas con una producción de 0.67 - 2 toneladas por hora donde fueron trituradas, para luego aplicarles los ensayos correspondientes y luego adicionarlas a la mezcla de concreto.

Se realizaron 4 diseños base para poder determinar el más óptimo, posteriormente otros 4 ya adicionados con vidrio y finalmente 36 diseños con diferentes combinaciones de vidrio (adicionado y en reemplazo parcial del agregado fino).

Para cada diseño fueron realizados todos los ensayos del concreto tanto en estado fresco como endurecido, donde posteriormente se realizó el análisis y comparación de todos los resultados obtenidos en el laboratorio.

Toda nuestra investigación fuera realizada en el Laboratorio de Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María.

**Palabras clave: concreto, vidrio, adición, reemplazo, resistencia.**



## ABSTRACT

This research "Study of the USE OF GLASS PARTICLES IN CONCRETES WITH CONVENTIONAL RESISTANCES IN THE CITY OF AREQUIPA" proposes different combinations of crushed glass particles added to concrete and replaced partially to the fine aggregate, in order to finally obtain the most beneficial mixing design and with better concrete behavior.

To be able to make the concrete mixtures were used materials from the city of Arequipa, such as the fine and thick aggregate of the quarry La Ponderosa – Supermix, worked with 2 brands of IP cement (Yura IP and Wari IP), Being Wari IP a relatively new brand in the market of L south of the country.

4 base designs were made to be able to determine the most optimal, then another 4 already added with glass and finally 36 designs with different glass combinations (added and partially replaced by the fine aggregate).

For each design, all concrete tests were carried out both in the fresh and hardened state, where the analysis and comparison of all the results obtained in the laboratory were subsequently carried out. All our research was carried out in the Concrete Laboratory of the Professional School of Civil Engineering of the Catholic University of Santa Maria.

**Key Words: concrete, glass, addition, replacement, resistance**

## INTRODUCCIÓN

En esta última década la emisión de gases del efecto invernadero ha crecido de una manera muy significativa y descontrolada. Esto nos lleva a analizar y proyectarnos que, en un futuro no muy lejano, nuestro planeta seguirá sufriendo grandes cambios afectando los ecosistemas del planeta de manera negativa.

Hoy por hoy, la contaminación ambiental, es un gran problema donde todos nos vemos afectados y esto nos lleva a preguntarnos ¿Qué hacemos para poder combatirla?

Es por ello que en nuestra investigación busca implementar y reutilizar uno de los materiales más contaminantes, como es el vidrio, como adición y/o sustitución del agregado fino en el concreto para que así nos pueda ayudar a reutilizar materiales.

En la presente investigación se plantea analizar el uso del vidrio incorporado en una mezcla de concreto convencional y comparar la resistencia a la compresión entre cada uno de los concretos elaborados con los distintos porcentajes de adición de partículas de vidrio planteados en esta investigación.

El tipo de cemento a usar será el cemento portland tipo: Yura IP y Wari IP, ya que este segundo utiliza Clinker importado en su composición, para así poder realizar una comparación entre ambos, se analizarán y compararán los resultados de las curvas de esfuerzo-edad obtenidas para cada uno de los diseños propuestos de manera que resulte rápido y útil de manejar este tipo de información para los profesionales que lo necesiten. Asimismo, se realizará el análisis de costo-beneficio de los resultados obtenidos entre los concretos propuestos con los distintos porcentajes planteados en la investigación.

Se dirigirá la investigación para obtener resultados que evidencien los efectos de la adición de partículas de vidrio en la mezcla de concreto utilizando cemento tipo IP y determinar cuales tienen mejores resultados en su resistencia a la compresión y una tendencia creciente en sus resultados.

En nuestra presente investigación se podrá ver la evolución del concreto adicionando partículas de vidrio, que será obtenido principalmente de botellas de vidrio de licor y no alcohólicas de la ciudad de Arequipa, ya que de las bebidas gasificadas tanto como gaseosas o cervezas son embaces retornables.

Se optará por trabajar con este tipo de envases pues es la principal línea de producción de vidrio en el país y la producción de botellas de vidrio para licores y bebidas no alcohólicas en general ocupan el tercer puesto dentro de la producción de los principales productos de vidrio según “CIU 2610 - Fuente: Oficina de Estadística – OGIER - MITINCI”.

Se trabajará con envases reciclados de botellas de vidrio de licor de la ciudad de Arequipa, ya que las bebidas gasificadas tanto como las gaseosas o cervezas son embaces retornables; siendo estas producidas principalmente por la empresa Latinoamericana de envases E.I.R.L., siendo esta una empresa con gran mercado a nivel del sur del país, abarcando la gran mayoría de bebidas de licor. Latinoamericana de envases es socio y empresa licenciada de la compañía transnacional “Owens-Illinois” la cual es uno de los principales fabricantes del mundo de productos de embalaje, y el mayor en envases de vidrio. Todos los envases de vidrio de Latinoamericana de envases siguen la clasificación y estándares de Owens-Illinois.

Se presenta dos tipos de vidrio para envasado de bebidas tanto de licor como no alcohólicas. Botellas de vidrio transparente, usado para bebidas no alcohólicas en general, y bebidas de licor como pisco, ron, vino, entre otras.



## INDICE

|                                                             |       |
|-------------------------------------------------------------|-------|
| DEDICATORIAS .....                                          | ii    |
| RESUMEN .....                                               | iv    |
| ABSTRACT .....                                              | v     |
| INTRODUCCIÓN .....                                          | vi    |
| LISTADO DE TABLAS .....                                     | xiv   |
| LISTADO DE IMÁGENES .....                                   | xviii |
| LISTADO DE GRÁFICOS .....                                   | xix   |
| LISTADO DE ANEXOS .....                                     | xxii  |
| CAPITULO I .....                                            | 1     |
| 1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO – OPERACIONAL .....                | 2     |
| 1.1. Título de la Investigación .....                       | 2     |
| 1.2. Problema de Investigación .....                        | 2     |
| 1.3. Justificación de la Investigación .....                | 3     |
| 1.4. Objetivos .....                                        | 3     |
| 1.4.1. Objetivo General. ....                               | 3     |
| 1.4.2. Objetivos Secundarios. ....                          | 3     |
| 1.5. Hipótesis .....                                        | 4     |
| 1.6. Limitaciones .....                                     | 4     |
| 1.7. Variables .....                                        | 4     |
| 1.7.1. Variable Dependiente. ....                           | 4     |
| 1.7.2. Variables Independientes. ....                       | 4     |
| 1.8. Tipo de Investigación .....                            | 4     |
| 1.9. Método .....                                           | 5     |
| 1.10. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos ..... | 6     |
| CAPITULO II .....                                           | 7     |
| 2. MARCO TEORICO .....                                      | 8     |
| 2.1. Cemento .....                                          | 8     |
| 2.1.1. Definición. ....                                     | 8     |
| 2.1.2. Clasificación .....                                  | 8     |
| 2.2. Concreto .....                                         | 9     |
| 2.2.1. Definición. ....                                     | 9     |
| 2.2.2. Clasificación. ....                                  | 9     |
| 2.2.2.1. Por su función. ....                               | 9     |
| 2.2.2.1.1. Concreto Armado. ....                            | 9     |
| 2.2.2.1.2. Concreto Simple. ....                            | 9     |



|                                                  |    |
|--------------------------------------------------|----|
| 2.2.2.1.3. Concreto Ciclópeo. ....               | 10 |
| 2.2.2.2. Por su densidad. ....                   | 10 |
| 2.2.2.2.1. Concreto Liviano. ....                | 10 |
| 2.2.2.2.2. Concreto Normal.....                  | 10 |
| 2.2.2.2.3. Concreto Pesado. ....                 | 10 |
| 2.2.2.3. Por su fabricación. ....                | 10 |
| 2.2.2.3.1. Concreto Premezclado.....             | 10 |
| 2.2.2.3.2. Concreto Prefabricado.....            | 10 |
| 2.2.2.3.3. Concreto a pie de obra.....           | 10 |
| 2.3. Uso y aplicaciones del concreto .....       | 10 |
| 2.4. Agregados .....                             | 11 |
| 2.4.1. Clasificación. ....                       | 11 |
| 2.4.1.1. Por su composición granulométrica. .... | 11 |
| 2.4.1.2. Por su densidad. ....                   | 11 |
| 2.4.1.3. Por su composición mineralógica. ....   | 11 |
| 2.4.1.4. Por su forma. ....                      | 11 |
| 2.4.1.5. Por la textura.....                     | 11 |
| 2.4.2. Agregado grueso. ....                     | 12 |
| 2.4.2.1. Definición.....                         | 12 |
| 2.4.3. Agregado fino. ....                       | 17 |
| 2.4.3.1. Definición.....                         | 17 |
| 2.5. Agua.....                                   | 18 |
| 2.5.1. Definición. ....                          | 18 |
| 2.6. Vidrio .....                                | 18 |
| 2.6.1. Definición. ....                          | 18 |
| 2.6.1.1. Clasificación. ....                     | 19 |
| 2.6.1.2. Vidrios Primarios. ....                 | 19 |
| 2.6.1.2.1. Por su proceso de fabricación: ....   | 19 |
| 2.6.1.2.2. Por su visibilidad: ....              | 19 |
| 2.6.1.2.3. Por su coloración: ....               | 20 |
| 2.6.1.3. Vidrios Secundarios. ....               | 20 |
| 2.6.2. Obtención del vidrio. ....                | 20 |
| 2.6.3. Ensayos aplicados al vidrio. ....         | 22 |
| 2.6.3.1. Granulometría. ....                     | 22 |
| 2.6.3.2. Peso unitario. ....                     | 22 |
| 2.6.3.3. Humedad. ....                           | 22 |
| 2.7. Reacciones expansivas.....                  | 23 |
| 2.7.1. Reacción Álcali – Sílice. ....            | 23 |
| 2.7.2. Reacción Álcali – Silicato. ....          | 24 |
| 2.8. Diseño de Mezcla .....                      | 24 |

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| 2.9. Concreto en Estado Fresco.....                        | 25 |
| 2.9.1. Propiedades del concreto en estado fresco. ....     | 25 |
| 2.9.1.1. Asentamiento.....                                 | 25 |
| 2.9.1.1.1. Estabilidad.....                                | 25 |
| 2.9.1.1.2. Compactibilidad.....                            | 26 |
| 2.9.1.1.3. Movilidad.....                                  | 26 |
| 2.9.1.2. Segregación. ....                                 | 26 |
| 2.9.1.3. Exudación.....                                    | 27 |
| 2.9.1.4. Contracción.....                                  | 27 |
| 2.10. Concreto en Estado Endurecido .....                  | 28 |
| 2.10.1. Propiedades del concreto en estado endurecido..... | 28 |
| 2.10.1.1. Curado.....                                      | 28 |
| 2.10.1.2. Densidad.....                                    | 28 |
| 2.10.1.3. Resistencia.....                                 | 28 |
| 2.10.1.3.1. Resistencia a la compresión.....               | 28 |
| 2.10.1.3.2. Resistencia a la tracción. ....                | 28 |
| 2.10.1.3.3. Abrasión.....                                  | 29 |
| 2.11. Plan de Seguridad .....                              | 29 |
| 2.11.1. Efectos adversos potenciales para la salud. ....   | 29 |
| 2.11.2. Medidas de primeros auxilios. ....                 | 30 |
| 2.11.3. Información toxicológica.....                      | 30 |
| CAPITULO III .....                                         | 31 |
| 3.PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL .....                         | 32 |
| 3.1. Propiedades de los Materiales .....                   | 32 |
| 3.1.1. Granulometría. ....                                 | 32 |
| 3.1.1.1. Análisis Granulométrico del Agregado fino. ....   | 33 |
| 3.1.1.2. Análisis Granulométrico del Agregado grueso. .... | 36 |
| 3.1.2. Peso específico.....                                | 41 |
| 3.1.2.1. Peso específico del agregado fino. ....           | 41 |
| 3.1.2.2. Peso específico del agregado grueso. ....         | 46 |
| 3.1.3. Peso unitario suelto y compactado.....              | 50 |
| 3.1.3.1. Peso unitario suelto. ....                        | 51 |
| 3.1.3.1.1. Peso unitario suelto Agregado Fino: .....       | 51 |
| 3.1.3.1.2. Peso unitario suelto Agregado Grueso: .....     | 52 |
| 3.1.3.2. Peso unitario compactado.....                     | 52 |
| 3.1.3.2.1. Peso unitario compactado Agregado Fino: .....   | 53 |
| 3.1.3.2.2. Peso unitario compactado Agregado Grueso: ..... | 53 |
| 3.1.4. Contenido de humedad. ....                          | 54 |
| 3.1.5. Resumen de las propiedades de los agregados .....   | 56 |
| 3.1.6. Propiedades de las partículas de vidrio. ....       | 56 |

|            |                                                                                                                                              |    |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.1.6.1.   | Granulometría .....                                                                                                                          | 56 |
| 3.1.6.2.   | Peso unitario suelto y compactado.....                                                                                                       | 60 |
| 3.1.6.2.1. | Peso unitario suelto del vidrio .....                                                                                                        | 60 |
| 3.1.6.2.2. | Peso unitario compactado del vidrio.....                                                                                                     | 61 |
| 3.2.       | Metodología del Diseño de Mezcla .....                                                                                                       | 62 |
| 3.2.1.     | Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa); $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) (Método ACI) .....                                       | 62 |
| 3.2.1.1.   | Selección de la resistencia promedio requerida .....                                                                                         | 63 |
| 3.2.1.2.   | Selección del asentamiento.....                                                                                                              | 63 |
| 3.2.1.3.   | Selección del tamaño nominal máximo.....                                                                                                     | 64 |
| 3.2.1.4.   | Selección del volumen unitario del agua .....                                                                                                | 65 |
| 3.2.1.5.   | Selección del contenido de aire.....                                                                                                         | 65 |
| 3.2.1.6.   | Selección de la relación agua/cemento .....                                                                                                  | 66 |
| 3.2.1.7.   | Determinación del peso del cemento.....                                                                                                      | 67 |
| 3.2.1.8.   | Determinación del agregado grueso .....                                                                                                      | 68 |
| 3.2.1.9.   | Determinación de volúmenes absolutos de los componentes.....                                                                                 | 70 |
| 3.2.1.10.  | Determinación del peso del agregado fino.....                                                                                                | 71 |
| 3.2.1.11.  | Presentación de valores de diseño .....                                                                                                      | 72 |
| 3.2.1.12.  | Corrección por humedad y absorción de los agregados.....                                                                                     | 73 |
| 3.2.1.13.  | Determinación de la proporción en peso .....                                                                                                 | 73 |
| 3.2.2.     | Concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa); $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) con adición de partículas de vidrio.....                 | 74 |
| 3.2.2.1.   | Diseños de mezclas con adición de partículas de vidrio para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) (Yura IP).....                              | 74 |
| 3.2.2.2.   | Diseños de mezclas con adición de partículas de vidrio para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) (Wari IP).....                              | 76 |
| 3.2.2.3.   | Diseños de mezclas con adición de partículas de vidrio para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) (Yura IP).....                              | 78 |
| 3.2.2.4.   | Diseños de mezclas con adición de partículas de vidrio para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) (Wari IP).....                              | 80 |
| 3.2.2.5.   | Diseños de mezclas con reemplazo parcial de partículas de vidrio como agregado fino para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) (Yura IP)..... | 82 |
| 3.2.2.6.   | Diseños de mezclas con reemplazo parcial de partículas de vidrio como agregado fino para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) (Wari IP)..... | 84 |
| 3.2.2.7.   | Diseños de mezclas con reemplazo parcial de partículas de vidrio como agregado fino para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) (Yura IP)..... | 86 |
| 3.2.2.8.   | Diseños de mezclas con reemplazo parcial de partículas de vidrio como agregado fino para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) (Wari IP)..... | 88 |
| 3.2.3.     | Elaboración de probetas cilíndricas.....                                                                                                     | 89 |



|                                                                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.2.4. Ensayos al concreto en estado fresco. ....                                                                                  | 90  |
| 3.2.5. Estados al concreto en estado endurecido. ....                                                                              | 91  |
| CAPITULO IV .....                                                                                                                  | 92  |
| 4.PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO.....                                                                                          | 93  |
| 4.1. Ensayos de Concreto en Estado Fresco .....                                                                                    | 93  |
| 4.1.1. Embudo de asentamiento (cono de Abrams). ....                                                                               | 93  |
| 4.1.2. Temperatura. ....                                                                                                           | 96  |
| 4.1.3. Peso Unitario.....                                                                                                          | 98  |
| 4.2. Ensayos de Concreto en Estado Endurecido .....                                                                                | 102 |
| 4.2.1. Ensayo de resistencia a compresión. ....                                                                                    | 102 |
| 4.2.1.1. Ensayo de resistencia a la compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21MPa) y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa). .... | 102 |
| 4.2.2. Ensayo de resistencia a tracción.....                                                                                       | 104 |
| 4.2.2.1. Ensayo de resistencia a la tracción de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21MPa) y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa). ....   | 105 |
| 4.2.3. Ensayo de resistencia a la abrasión. ....                                                                                   | 106 |
| 4.2.3.1. Desgaste del concreto con cemento Yura IP.....                                                                            | 107 |
| 4.2.3.2. Desgaste del concreto con cemento Wari IP.....                                                                            | 108 |
| CAPITULO V .....                                                                                                                   | 110 |
| 5.ANÁLISIS DE RESULTADOS .....                                                                                                     | 111 |
| 5.1. Análisis de la Resistencia a la Compresión.....                                                                               | 111 |
| 5.1.1. Eficiencia. ....                                                                                                            | 119 |
| 5.1.2. Relación resistencia a la compresión y slump. ....                                                                          | 124 |
| 5.1.3. Relación resistencia a la compresión y peso unitario del concreto.....                                                      | 134 |
| 5.2. Análisis de la Resistencia a la Tracción.....                                                                                 | 142 |
| 5.3. Análisis de la Resistencia a la Abrasión .....                                                                                | 147 |
| 5.4. Análisis esfuerzo – edad del concreto.....                                                                                    | 153 |
| 5.5. Análisis costo beneficio .....                                                                                                | 159 |
| 5.5.1. Análisis de precios unitarios del concreto. ....                                                                            | 159 |
| 5.5.2. Análisis de variación en porcentaje de resistencia a la compresión.....                                                     | 161 |
| 5.5.2.1. Análisis de Variación en Porcentaje de Resistencia a la Compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....                      | 161 |
| 5.5.2.2. Análisis de Variación en Porcentaje de Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....                      | 162 |
| 5.5.3. Análisis de variación en porcentaje de resistencia a la tracción .....                                                      | 163 |
| 5.5.3.1. Análisis de variación en porcentaje de resistencia a la tracción $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....                        | 163 |

|                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.5.4. Análisis de variación en porcentaje de asentamiento (SLUMP) de la mezcla. .... | 164 |
| 5.5.5. Análisis de beneficio. ....                                                    | 166 |
| 5.6. Cuadro Comparativo de Resistencias a la Compresión .....                         | 170 |
| 5.7. Prueba de Hipótesis .....                                                        | 172 |
| 5.7.1. Análisis estadístico descriptivo.....                                          | 172 |
| 5.7.1.1. Análisis descriptivo concreto a 3 días de edad.....                          | 172 |
| 5.7.1.2. Análisis descriptivo concreto a 7 días. ....                                 | 173 |
| 5.7.1.3. Análisis descriptivo concreto a 14 días. ....                                | 174 |
| 5.7.1.4. Análisis descriptivo concreto a 28 días de edad.....                         | 176 |
| 5.7.2. Contrastes de normalidad y homogeneidad de varianzas .....                     | 177 |
| 5.7.2.1. Homogeneidad y normalidad de varianzas concreto a 3 días de edad .....       | 177 |
| 5.7.2.2. Homogeneidad y normalidad de varianzas concreto a 7 días de edad .....       | 179 |
| 5.7.2.3. Homogeneidad y normalidad de varianzas concreto a 14 días de edad .....      | 181 |
| 5.7.2.4. Homogeneidad y normalidad de varianzas concreto a 28 días de edad .....      | 183 |
| 5.7.3. Pruebas estadísticas paramétricas: ANOVA. ....                                 | 185 |
| 5.7.3.1. Concreto a 3 días de edad.....                                               | 186 |
| 5.7.3.2. Concreto a 7 días de edad.....                                               | 188 |
| 5.7.3.3. Concreto a 14 días de edad.....                                              | 190 |
| 5.7.3.4. Concreto a 28 días de edad.....                                              | 192 |
| CONCLUSIONES .....                                                                    | 195 |
| RECOMENDACIONES .....                                                                 | 205 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                                       | 207 |
| ANEXOS .....                                                                          | 210 |

## LISTADO DE TABLAS

|                                                                                        |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1: Composición de los tipos de cementos.....                                     | 9  |
| Tabla 2: Tamaños Estándares de Agregados Procesados. ....                              | 16 |
| Tabla 3: Límites del porcentaje pasante de agregado fino. ....                         | 17 |
| Tabla 4: Muestra N° 1 de Granulometría del agregado fino (500 g).....                  | 33 |
| Tabla 5: Muestra N° 2 de Granulometría del agregado fino (1000 g).....                 | 34 |
| Tabla 6: Muestra N° 3 de Granulometría del agregado fino (750 g).....                  | 35 |
| Tabla 7: Muestra N° 1 de Granulometría del Agregado Grueso (2500 g).....               | 37 |
| Tabla 8: Muestra N° 2 de Granulometría del agregado grueso (2500 g).....               | 38 |
| Tabla 9: Muestra N° 3 de Granulometría del Agregado Grueso (2500 g).....               | 39 |
| Tabla 10: Datos Obtenidos del Ensayo de Peso Específico del Laboratorio. ....          | 42 |
| Tabla 11: Peso Específico de Masa. ....                                                | 43 |
| Tabla 12: Peso Específico Saturado Superficialmente Seco (SSS).....                    | 43 |
| Tabla 13: Peso Específico Aparente (Pea). . ....                                       | 44 |
| Tabla 14: Porcentaje de Absorción (% abs). ....                                        | 44 |
| Tabla 15: Peso mínimo de las muestras de ensayo de peso específico y absorción. ....   | 46 |
| Tabla 16: Datos Obtenidos del Ensayo de Peso Específico del Laboratorio. ....          | 47 |
| Tabla 17: Peso Específico de Masa (Pem). ....                                          | 48 |
| Tabla 18: Peso específico saturado superficialmente seco (SSS). ....                   | 48 |
| Tabla 19: Peso específico aparente (Pea). ....                                         | 48 |
| Tabla 20: Porcentaje de Absorción. ....                                                | 49 |
| Tabla 21: Capacidad de la Medida. ....                                                 | 50 |
| Tabla 22: Datos Obtenidos del Ensayo de Peso Unitario Suelto del Laboratorio. ....     | 51 |
| Tabla 23: Datos Obtenidos del Ensayo de Peso Unitario del Laboratorio. ....            | 52 |
| Tabla 24: Datos Obtenidos del Ensayo de Peso Suelto Unitario del Laboratorio. ....     | 52 |
| Tabla 25: Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso. ....                               | 52 |
| Tabla 26: Datos Obtenidos del Ensayo de Peso Unitario Compactado del Laboratorio. .... | 53 |
| Tabla 27: Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso. ....                           | 53 |
| Tabla 28: Datos Obtenidos del Ensayo de Peso Unitario Compactado del Laboratorio. .... | 53 |
| Tabla 29: Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso. ....                           | 54 |
| Tabla 30: Tamaño de la muestra de agregado. ....                                       | 54 |
| Tabla 31: Porcentaje de Humedad del Agregado Grueso.....                               | 55 |
| Tabla 32: Porcentaje de Humedad del Agregado Fino.....                                 | 56 |
| Tabla 33: Resumen de las propiedades de los agregados. ....                            | 56 |
| Tabla 34: Muestra N° 1 del Análisis Granulométrico del Vidrio (2500 g).....            | 57 |
| Tabla 35: Muestra N° 2 del Análisis Granulométrico del Vidrio (2500 g).....            | 58 |
| Tabla 36: Muestra N° 3 del Análisis Granulométrico del Vidrio (2500 g).....            | 59 |
| Tabla 37: Datos Obtenidos del Ensayo de Peso Unitario Suelto del Laboratorio. ....     | 60 |
| Tabla 38: Peso Unitario Suelto del Vidrio. ....                                        | 61 |
| Tabla 39: Datos Obtenidos del Ensayo de Peso Unitario Suelto del Laboratorio. ....     | 61 |



|                                                                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 40: Peso Unitario Compactado del Vidrio.....                                                                                                         | 61 |
| Tabla 41: Clasificación de la mezcla según asentamiento.....                                                                                               | 63 |
| Tabla 42: Asentamientos Recomendados para Diversos Tipos de Estructuras.....                                                                               | 64 |
| Tabla 43: Volumen de Agua por m <sup>3</sup> . ....                                                                                                        | 65 |
| Tabla 44: Contenido de Aire Atrapado. ....                                                                                                                 | 66 |
| Tabla 45: Relación Agua/Cemento por Resistencia - ACI 56. ....                                                                                             | 66 |
| Tabla 46: Relación Agua/Cemento por Resistencia $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa). ....                                                                | 67 |
| Tabla 47: Relación Agua/Cemento por Resistencia $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa). ....                                                                | 67 |
| Tabla 48: Volumen del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto.....                                                                              | 69 |
| Tabla 49: Selección del Módulo de Fineza del Agregado Fino. ....                                                                                           | 69 |
| Tabla 50: Diseño de Mezcla en Seco de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa). ....                                                                          | 72 |
| Tabla 51: Diseño de Mezcla en Seco de $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa). ....                                                                          | 72 |
| Tabla 52: Diseño Corregido por Humedad para de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....                                                                          | 73 |
| Tabla 53: Diseño Corregido por Humedad para $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa). ....                                                                    | 73 |
| Tabla 54: Diseños de Mezclas con Adición de Partículas de Vidrio para $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) (Yura IP).....                                 | 74 |
| Tabla 55: Diseños de Mezclas con Adición de Partículas de Vidrio para $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) (Yura IP). Para 1 metro cubico .....           | 75 |
| Tabla 56: Diseños de Mezclas con Adición de Partículas de Vidrio para $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) (Wari IP).....                                 | 76 |
| Tabla 57: Diseños de Mezclas con Adición de Partículas de Vidrio para $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) (Wari IP). Para 1 metro cubico .....           | 77 |
| Tabla 58: Diseños de Mezclas con Adición de Partículas de Vidrio para $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) (Yura IP).....                                 | 78 |
| Tabla 59: Diseños de Mezclas con Adición de Partículas de Vidrio para $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) (Yura IP). Para 1 metro cubico .....           | 79 |
| Tabla 60: Diseños de Mezclas con Adición de Partículas de Vidrio para $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) (Wari IP).....                                 | 80 |
| Tabla 61: Diseños de Mezclas con Adición de Partículas de Vidrio para $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) (Wari IP). Para 1 metro cubico .....           | 81 |
| Tabla 62: Diseños de Mezclas con Reemplazo Parcial de Partículas de Vidrio para $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) (Yura IP).....                       | 82 |
| Tabla 63: Diseños de Mezclas con Reemplazo Parcial de Partículas de Vidrio para $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) (Yura IP). Para 1 metro cubico ..... | 83 |
| Tabla 64: Diseños de Mezclas con Reemplazo Parcial de Partículas de Vidrio para $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) (Wari IP).....                       | 84 |
| Tabla 65: Diseños de Mezclas con Reemplazo Parcial de Partículas de Vidrio para $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) (Wari IP). Para 1 metro cubico. .... | 85 |
| Tabla 66: Diseños de Mezclas con Reemplazo Parcial de Partículas de Vidrio para $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) (Yura IP).....                       | 86 |

|                                                                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 67: Diseños de Mezclas con Reemplazo Parcial de Partículas de Vidrio para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) (Yura IP). Para 1 metro cubico. .... | 87  |
| Tabla 68: Diseños de Mezclas con Reemplazo Parcial de Partículas de Vidrio para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) (Wari IP).....                       | 88  |
| Tabla 69: Diseños de Mezclas con Reemplazo Parcial de Partículas de Vidrio para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) (Wari IP). Para 1 metro cubico. .... | 89  |
| Tabla 70: Asentamiento de los Diseños de Mezcla. ....                                                                                                     | 94  |
| Tabla 71: Temperatura de los Diseños de Mezcla. ....                                                                                                      | 96  |
| Tabla 72: Peso Unitario Suelto y Compactado de los Diseños de Mezcla. ....                                                                                | 99  |
| Tabla 73: Resistencia a la Compresión de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....                                                  | 103 |
| Tabla 74: Resistencia a la Tracción de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa).....                                   | 105 |
| Tabla 75: Desgaste del Concreto con Cemento Yura IP. ....                                                                                                 | 107 |
| Tabla 76: Desgaste del Concreto con Cemento Wari IP. ....                                                                                                 | 108 |
| Tabla 77: Eficiencia de los Diferentes Tipos de Concretos.....                                                                                            | 119 |
| Tabla 78: Resistencia a la Compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) y Slump.....                                                                   | 124 |
| Tabla 79: Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) y Slump.....                                                                   | 125 |
| Tabla 80: Resistencia a la Compresión ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ) y Peso Unitario Compactado. ....                                                    | 134 |
| Tabla 81: Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) y Peso Unitario Compactado.....                                                | 134 |
| Tabla 82: Análisis de la Curva Esfuerzo-Edad.....                                                                                                         | 159 |
| Tabla 83: Análisis de Variación en Porcentaje de Resistencia a la Compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa).<br>.....                               | 161 |
| Tabla 84: Análisis de Variación en Porcentaje de Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa).<br>.....                               | 162 |
| Tabla 85: Análisis de variación en porcentaje de resistencia a la tracción $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa).....                                      | 163 |
| Tabla 86: Análisis de variación en porcentaje de resistencia a la tracción $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa).....                                      | 164 |
| Tabla 87: Análisis de variación en porcentaje de asentamiento (SLUMP) de la mezcla $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa).....                              | 165 |
| Tabla 88: Análisis de variación en porcentaje de asentamiento (SLUMP) de la mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa).....                              | 166 |
| Tabla 89: Factores para el Análisis de beneficios. ....                                                                                                   | 166 |
| Tabla 90: Análisis de Beneficio para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa). ....                                                                           | 167 |
| Tabla 91: Análisis de beneficio para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa).....                                                                            | 167 |
| Tabla 92: Cuadro Comparativo de Resistencias a la Compresión. ....                                                                                        | 171 |
| Tabla 93: Análisis estadístico descriptivo concreto a 3 días de edad.....                                                                                 | 173 |
| Tabla 94: Análisis estadístico descriptivo concreto a 7 días de edad.....                                                                                 | 174 |
| Tabla 95: Análisis estadístico descriptivo concreto a 14 días de edad.....                                                                                | 175 |
| Tabla 96: Análisis estadístico descriptivo concreto a 28 días de edad.....                                                                                | 177 |
| Tabla 97: Pruebas de normalidad concreto a 3 días de edad.....                                                                                            | 178 |
| Tabla 98: Homogeneidad de varianza concreto a 3 días de edad.....                                                                                         | 178 |
| Tabla 99: Pruebas de homogeneidad de varianza concreto a 3 días de edad.....                                                                              | 179 |

|                                                                                                   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabla 100: Pruebas de normalidad concreto a 7 días de edad. ....                                  | 180 |
| Tabla 101: homogeneidad de varianza concreto a 7 días de edad. ....                               | 181 |
| Tabla 102: Pruebas de homogeneidad de varianza concreto a 7 días de edad. ....                    | 181 |
| Tabla 103: Pruebas de normalidad concreto a 14 días de edad. ....                                 | 182 |
| Tabla 104: homogeneidad de varianza concreto a 14 días de edad.....                               | 183 |
| Tabla 105: Prueba de homogeneidad de varianza concreto a 14 días de edad.....                     | 183 |
| Tabla 106: Prueba de normalidad concreto a 28 días de edad. ....                                  | 184 |
| Tabla 107: Homogeneidad de varianza concreto a 28 días de edad.....                               | 185 |
| Tabla 108: Prueba de homogeneidad de varianza concreto a 28 días de edad.....                     | 185 |
| Tabla 109: ANOVA de un factor: Prueba de homogeneidad de varianza concreto a 3 días de edad.....  | 186 |
| Tabla 110: ANOVA de un factor: concreto a 3 días de edad .....                                    | 186 |
| Tabla 111: ANOVA de un factor: Resultados concreto a 3 días de edad.....                          | 187 |
| Tabla 112: Pruebas Post hoc: Scheffle (comparaciones múltiples) concreto a 3 días de edad. ....   | 188 |
| Tabla 113: ANOVA de un factor: Prueba de homogeneidad de varianza concreto a 7 días de edad.....  | 188 |
| Tabla 114: ANOVA de un factor: concreto a 7 días de edad. ....                                    | 189 |
| Tabla 115: ANOVA de un factor: Resultados concreto a 7 días de edad.....                          | 189 |
| Tabla 116: Pruebas Post hoc: Scheffle (comparaciones múltiples) concreto a 7 días de edad. ....   | 190 |
| Tabla 117: ANOVA de un factor: Prueba de homogeneidad de varianza concreto a 14 días de edad..... | 190 |
| Tabla 118: ANOVA de un factor: concreto a 14 días de edad. ....                                   | 191 |
| Tabla 119: ANOVA de un factor: Resultados concreto a 14 días de edad.....                         | 191 |
| Tabla 120: Pruebas Post hoc: Scheffle (comparaciones múltiples) concreto a 14 días de edad. ....  | 192 |
| Tabla 121: ANOVA de un factor: Prueba de homogeneidad de varianza concreto a 28 días de edad..... | 192 |
| Tabla 122: ANOVA de un factor: concreto a 28 días de edad. ....                                   | 193 |
| Tabla 123: ANOVA de un factor: Resultados concreto a 28 días de edad.....                         | 193 |
| Tabla 124: Pruebas Post hoc: Scheffle (comparaciones múltiples) concreto a 28 días de edad. ....  | 194 |



## LISTADO DE IMÁGENES

|                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Imagen 1: Granulometría de los agregados. ....                                | 12  |
| Imagen 2: Agregado grueso. ....                                               | 13  |
| Imagen 3: Agregado fino. ....                                                 | 17  |
| Imagen 4: Composición del vidrio crudo. ....                                  | 19  |
| Imagen 5: Vidrio en proceso de trituración. ....                              | 21  |
| Imagen 6: Tamizado del vidrio. ....                                           | 21  |
| Imagen 7: Muestra de vidrio ya tamizado. ....                                 | 21  |
| Imagen 8: Cuarteo del agregado grueso. ....                                   | 40  |
| Imagen 9: Granulometría del agregado grueso. ....                             | 41  |
| Imagen 10: Agregado fino en el picnómetro. ....                               | 44  |
| Imagen 11: Secado de las muestras de agregado fino. ....                      | 45  |
| Imagen 12: Prueba de absorción del agregado fino. ....                        | 45  |
| Imagen 13: Absorción del agregado fino saturada superficialmente seca. ....   | 46  |
| Imagen 14: Agregado grueso sumergido para la prueba del peso específico. .... | 49  |
| Imagen 15: Agregado grueso saturado. ....                                     | 50  |
| Imagen 16: Granulometría del vidrio. ....                                     | 60  |
| Imagen 17: Llenado y compactado del vidrio en olla de 1/10. ....              | 62  |
| Imagen 18: Enrazado de olla de 1/10. ....                                     | 62  |
| Imagen 19: Peso unitario suelto del concreto. ....                            | 101 |
| Imagen 20: Peso unitario compactado del concreto. ....                        | 101 |
| Imagen 21: Probeta ensayada en la prensa a compresión. ....                   | 104 |
| Imagen 22: Dados de concreto listos para ser ensayados. ....                  | 109 |
| Imagen 23: Dados después de ser ensayados a la abrasión. ....                 | 109 |

## LISTADO DE GRÁFICOS

|                                                                                                                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Grafico 1: Curva Granulométrica agregado fino muestra 1. ....                                                                                                    | 34  |
| Grafico 2: Curva Granulométrica agregado fino muestra 2. ....                                                                                                    | 35  |
| Grafico 3: Curva Granulométrica agregado fino muestra 3. ....                                                                                                    | 36  |
| Grafico 4: Curva Granulométrica agregado grueso muestra 1. ....                                                                                                  | 38  |
| Grafico 5: Curva Granulométrica agregado grueso muestra 2. ....                                                                                                  | 39  |
| Grafico 6: Curva Granulométrica agregado grueso muestra 3. ....                                                                                                  | 40  |
| Grafico 7: Curva Granulométrica del Vidrio, Muestra N° 1. ....                                                                                                   | 57  |
| Grafico 8: Curva Granulométrica del Vidrio, Muestra N° 2. ....                                                                                                   | 58  |
| Grafico 9: Curva Granulométrica del Vidrio, Muestra N° 3. ....                                                                                                   | 59  |
| Gráfico 10: Asentamiento de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . ....                                                                                                   | 95  |
| Gráfico 11: Asentamiento de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . ....                                                                                                   | 95  |
| Gráfico 12: Temperatura del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . ....                                                                                       | 97  |
| Gráfico 13: Temperatura del concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . ....                                                                                       | 97  |
| Grafico 14: Peso Unitario Compactado $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$ . ....                                                                                          | 100 |
| Grafico 15: Peso Unitario Compactado $f'c = 280 \text{ kg/cm}^3$ . ....                                                                                          | 100 |
| Gráfico 16: Variación de resistencia a compresión por diseño – edad, concreto Yura IP $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa).....                                  | 111 |
| Gráfico 17: Variación de resistencia a compresión por diseño – edad, concreto Wari IP $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . (21 MPa).....                                | 112 |
| Gráfico 18: Variación de resistencia a compresión por diseño – edad, concreto Yura IP $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . (28 MPa).....                                | 113 |
| Gráfico 19: Variación de resistencia a compresión por diseño – edad, concreto Wari IP $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . (28 MPa).....                                | 114 |
| Grafico 20: Resistencia a la compresión del concreto $210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) diseños por adición de vidrio a la edad a 28 días. ....                      | 115 |
| Grafico 21: Resistencia a la compresión concreto $210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) diseños por reemplazo parcial de vidrio a la edad de 28 días.....                | 116 |
| Gráfico 22: Resistencia a la compresión concreto $280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) diseños por adición de vidrio a la edad de 28 días.....                          | 117 |
| Grafico 23: Resistencia a la compresión concreto $280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) diseños reemplazo parcial de vidrio a la edad de 28 días .....                   | 118 |
| Gráfico 24: Eficiencia concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) diseños por adición de vidrio.....                                                          | 120 |
| Grafico 25: Eficiencia concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) diseños por reemplazo parcial de vidrio .....                                               | 121 |
| Gráfico 26: Eficiencia concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) diseños por adición de vidrio.....                                                          | 122 |
| Grafico 27: Eficiencia concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) diseños por reemplazo parcial de vidrio.....                                                | 123 |
| Gráfico 28: Resistencia a la compresión vs slump concreto Wari IP $210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) - diseño con adición de vidrio.....                             | 126 |
| Gráfico 29: Resistencia a la compresión vs slump concreto Yura IP $210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) - diseño con adición de vidrio. Fuente: Elaboración propia..... | 127 |

|                                                                                                                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Gráfico 30: Resistencia a la compresión vs slump concreto Yura IP 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) - diseño con reemplazo de agregado fino por vidrio. ....                     | 128 |
| Gráfico 31: Resistencia a la compresión vs slump concreto Wari IP 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) - diseño con reemplazo ag. fino por vidrio .....                             | 129 |
| Gráfico 32: Resistencia a la compresión vs slump concreto Yura IP 280 kg/cm <sup>2</sup> - diseño con adición de vidrio. ....                                                  | 130 |
| Gráfico 33: Resistencia a la compresión vs slump concreto Wari IP 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) - diseño con adición de vidrio.....                                          | 131 |
| Gráfico 34: Resistencia a la compresión vs slump concreto Wari IP 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) - diseño con reemplazo de agregado fino por vidrio. ....                     | 132 |
| Gráfico 35: Resistencia a la compresión vs slump concreto Yura IP 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) - diseño con reemplazo de agregado fino por vidrio. ....                     | 133 |
| Gráfico 36: Resistencia a la compresión vs PUC concreto Wari IP 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) - diseño con adición de vidrio.....                                            | 135 |
| Grafico 37: Resistencia a la compresión vs PUC concreto Yura IP 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) - diseño con adición de vidrio.....                                            | 136 |
| Gráfico 38: Resistencia a la compresión vs PUC concreto Yura IP 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa)- diseño con reemplazo agregado fino por vidrio.....                            | 137 |
| Gráfico 39: Resistencia a la compresión vs PUC concreto Wari IP 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) - diseño con reemplazo agregado fino por vidrio.....                           | 138 |
| Gráfico 40: Resistencia a la compresión vs PUC concreto Yura IP 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) - diseño con adición de vidrio.....                                            | 139 |
| Gráfico 41: Resistencia a la compresión vs PUC concreto Wari IP 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) - diseño con adición de vidrio.....                                            | 140 |
| Gráfico 42: Resistencia a la compresión vs PUC concreto Wari IP 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) - diseño con reemplazo agregado fino por vidrio.....                           | 141 |
| Gráfico 43: Resistencia a la compresión vs PUC concreto Yura IP 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) - diseño con reemplazo de ag. Fino por vidrio. Fuente: Elaboración propia..... | 142 |
| Gráfico 44: Resistencia a la tracción concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) diseños por adición de vidrio a la edad de 28 días.....                                         | 143 |
| Grafico 45: Resistencia a la tracción concreto 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) diseños por reemplazo parcial de vidrio a la edad de 28 días.....                               | 144 |
| Gráfico 46: Resistencia a la tracción concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) diseños por adición de vidrio a la edad de 28 días.....                                         | 145 |
| Grafico 47: Resistencia a la tracción concreto 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) diseños por reemplazo parcial de vidrio a la edad de 28 días.....                               | 146 |
| Gráfico 48: resistencia a la abrasión concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) diseños por adición de vidrio .....                                                         | 147 |
| Grafico 49: Resistencia a la abrasión concreto f'c 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) diseños por reemplazo parcial de vidrio .....                                               | 148 |
| Gráfico 50: Resistencia a la abrasión concreto f'c 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) diseños por adición de vidrio .....                                                         | 149 |



|                                                                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Grafico 51: Resistencia a la abrasión concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) diseños por reemplazo parcial de vidrio ..... | 150 |
| Gráfico 52: Porcentaje de desgaste concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , diseño por adición de partículas de vidrio. ....        | 151 |
| Gráfico 53: Porcentaje de desgaste concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , diseño por adición. ....                                | 151 |
| Gráfico 54: Porcentaje de desgaste concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , diseño por reemplazo de agregado fino. ....             | 152 |
| Gráfico 55: Porcentaje de desgaste concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ , diseño por reemplazo del agregado fino. ....            | 152 |
| Gráfico 56: Esfuerzo-edad Yura IP $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa), adición de partículas de vidrio. ....                     | 153 |
| Gráfico 57: Esfuerzo-edad Wari IP $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa), adición de partículas de vidrio. ....                     | 154 |
| Gráfico 58: Esfuerzo-edad Wari IP $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) - Reemplazo de agregado fino. ....                         | 155 |
| Gráfico 59: Esfuerzo-edad Wari IP $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) - reemplazo de agregado fino. ....                         | 156 |
| Gráfico 60: Esfuerzo-edad Yura IP $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) - Adición de partículas de vidrio. ....                    | 157 |
| Gráfico 61: Esfuerzo-edad Wari IP $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) - Adición. de partículas de vidrio. ....                   | 158 |
| Gráfico 62: Esfuerzo-edad Wari IP $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) - Reemplazo de agregado fino. ....                         | 158 |
| Gráfico 63: Costo del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa). ....                                                         | 160 |
| Gráfico 64: Costo del concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa). ....                                                         | 160 |
| Grafico 65: Análisis de beneficio para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . ....                                                         | 168 |
| Gráfico 66: Análisis de Beneficio para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . ....                                                         | 169 |
| Gráfico 67: Resistencia a la compresión vs slump concreto $210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) .....                                    | 196 |
| Gráfico 68: Resistencia a la compresión vs slump concreto $280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) .....                                    | 197 |
| Gráfico 69: Resistencia a la compresión vs PUC concreto $210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa). ....                                      | 198 |
| Gráfico 70: Resistencia a la compresión vs PUC concreto $280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa). ....                                      | 199 |
| Gráfico 71: Análisis costo - beneficio concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa). ....                                        | 201 |
| Gráfico 72: Análisis de costos – beneficio concreto $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa). ....                                    | 202 |

## LISTADO DE ANEXOS

|                                                                                                        |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ANEXO 1: Concreto Yura IP $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....                                            | 210 |
| ANEXO 2: Concreto Yura IP $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....                                            | 223 |
| ANEXO 3: Concreto Yura IP $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ – Tracción (10% de $f'c$ ).....                  | 233 |
| ANEXO 4: Concreto Wari IP $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....                                            | 238 |
| ANEXO 5: Concreto Wari IP $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....                                            | 248 |
| ANEXO 6: Concreto Wari IP $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ – Tracción (10% de $f'c$ ).....                  | 258 |
| ANEXO 7: Precios unitarios Concreto Yura IP $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....                          | 263 |
| ANEXO 8: Precios unitarios Concreto Yura IP $280 \text{ kg/cm}^2$ .....                                | 273 |
| ANEXO 9: Precios unitarios Concreto Wari IP $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....                          | 283 |
| ANEXO 10: Precios unitarios Concreto Wari IP $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .....                         | 293 |
| ANEXO 11: Costo de producción partículas de vidrio.....                                                | 303 |
| ANEXO 12: Cemento Wari IP.....                                                                         | 305 |
| ANEXO 13: Propiedades mecánicas del concreto.....                                                      | 306 |
| ANEXO 14: Constancia de uso del Laboratorio de concreto de la Escuela Profesional de Ingeniera Civil.. | 307 |



## CAPITULO I



## 1. PLANTEAMIENTO TEÓRICO – OPERACIONAL

### 1.1. Título de la Investigación

La presente investigación se titula:

“ESTUDIO DEL USO DE PARTÍCULAS DE VIDRIO EN CONCRETOS CON RESISTENCIAS CONVENCIONALES EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”

### 1.2. Problema de Investigación

#### 1.2.1. Enunciado del problema.

En la actualidad son pocos los estudios de los beneficios de la utilización de materiales como el vidrio en mezclas de concreto, que es uno de los materiales más contaminantes a nivel mundial. Según “*EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook de la Agencia Europea de Medio Ambiente*”. La producción de vidrio es una de las principales fuentes emisoras antropogénicas en el mundo.

#### 1.2.2. Descripción del problema.

Actualmente se puede ver que las necesidades en el campo ingenieril son cada vez mayores, como por ejemplo que las obras se deben culminar en el menor tiempo posible, con la mejor relación costo/beneficio y sin afectar de manera negativa el medio ambiente, esto nos lleva a que tenemos que optimizar los procesos e insumos a utilizar, obteniendo los mejores resultados con las cantidades precisas de los materiales.

Siempre al hablar de ingeniería en el campo de la construcción se habla sobre tecnología e innovación. Nos encontramos en la constante búsqueda de mejorar los procesos, los materiales utilizados y los sistemas de trabajos con diferentes fines tales sean ahorro de tiempo, energía y costo, aprovechamiento de los recursos y beneficio para las empresas y la comunidad. La reutilización de materiales en procesos constructivos no es un tema nuevo en el mundo, pues siendo el sector de la construcción uno de los más contaminantes se ve en la obligación de buscar un replanteo en los materiales utilizados y sistemas que se usan para los distintos tipos de obras.

Una de las problemáticas sociales más controversiales es la contaminación mundial y las consecuencias en el medio ambiente. Debido a esto se ve hoy en día que las normas sobre la contaminación y preservación del medio ambiente son

más estrictas que en un pasado, donde no se contemplaba el impacto ambiental de los trabajos realizados por obras construcción.

### 1.3. Justificación de la Investigación

El concreto es el material más importante y más utilizado en la construcción en nuestra región. Esto es debido a sus propiedades mecánicas especialmente su resistencia a la compresión, la cual depende de la combinación de agregados que presenta y aditivos que se pueden añadir para obtener mejores resultados.

En una búsqueda de optimizar los materiales en la construcción, aprovechar los recursos naturales y fomentar el reciclaje de otros materiales en el sector de la construcción, se propone uso de partículas de vidrio como adición en el concreto.

El fin de esta investigación es poder realizar un análisis de la influencia de la adición de partículas de vidrio en mezclas de concreto con resistencias convencionales.

### 1.4. Objetivos

#### 1.4.1. Objetivo General.

- ❖ Analizar el uso de partículas de vidrio como incorporación en mezclas de concreto para los diseños  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) en la ciudad de Arequipa.

#### 1.4.2. Objetivos Secundarios.

- ❖ Determinar el porcentaje de partículas de vidrio adicionadas a la mezcla de concreto con resistencias convencionales que nos brinde mejores resultados en su resistencia a la compresión.
- ❖ Identificar el tamaño de partículas de vidrio que aporte más resistencia a la compresión al concreto.
- ❖ Identificar y comparar la variación de la resistencia a la compresión entre los concretos elaborados con adición de partículas de vidrio crudo y un concreto convencional sin adicción.
- ❖ Determinar la mezcla ideal para un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) adicionado con partículas de vidrio.
- ❖ Identificar el diseño para concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) adicionado con partículas de vidrio más económico que provea mejores resultados en sus propiedades mecánicas.

- ❖ Realizar un análisis costo-beneficio de los resultados obtenidos entre los concretos propuesto con los distintos porcentajes planteados en la investigación.

### 1.5. Hipótesis

Es probable que con la adición y/o sustitución parcial de partículas de vidrio en una mezcla de concreto con resistencias convencionales proporcione mejores resultados que una mezcla de concreto tradicional.

### 1.6. Limitaciones

Debido a la gran variedad de tipos de vidrio que se producen en el país y la ciudad de Arequipa, se optará por trabajar con envases de vidrio, centrando la investigación para trabajar con los envases de vidrio de la empresa Latinoamericana de envases E.I.R.L.

Para las pruebas realizadas al concreto en estado endurecido solo se considerará la resistencia a la compresión, tracción y abrasión del mismo.

### 1.7. Variables

#### 1.7.1. Variable Dependiente.

- ❖ Resistencia a la compresión del concreto ( $f'_c$ ).
- ❖ Resistencia a la abrasión del concreto.
- ❖ Resistencia a la tracción del concreto.

#### 1.7.2. Variables Independientes.

- ❖ Cantera.
- ❖ Vidrio.
- ❖ Cemento.
- ❖ Costo.
- ❖ Beneficio.

### 1.8. Tipo de Investigación

Se plantea un tipo de investigación experimental ya que en el laboratorio de forma se analizarán los diferentes diseños de mezcla para concretos de alta resistencia; se realizarían pruebas para hallar las propiedades mecánicas del concreto de las cuales se podrá obtener resultados para su posterior interpretación y comparación.



Es una investigación de tipo cuantitativa ya que todos los resultados propuestos a analizar son numéricos obtenidos de cada uno de los ensayos propuestos.

Además, es una investigación vertical donde tomamos datos y valores actuales del mercado como el precio del cemento, agregados y aditivos dados para la ciudad de Arequipa actualmente.

### 1.9. Método

La presente investigación se realizó basada en la siguiente metodología:

- ❖ En la primera etapa se revisará a fondo las principales fuentes bibliográficas para determinar el método de diseño a utilizar.
- ❖ Para la manipulación del vidrio, en la recolección, clasificación y realización de ensayos, se propone un plan de seguridad para realizar los trabajos para evitar accidentes o inconvenientes.
- ❖ Se procede a recolectar, seleccionar y cuantificar las botellas de vidrio a reciclar y darles el tratamiento debido para así poder utilizarlas que sin afecten los resultados obtenidos.
- ❖ Los envases de vidrio a utilizar se pueden identificar por un código de clasificación según su terminado, este código dado por la empresa “Owens-Illinois” determina las características del envase como su uso.
- ❖ Se utilizará un molido de bolas para así poder triturar los envases de vidrio y posteriormente clasificar las partículas de vidrio para poder añadirlas a las mezclas de concreto.
- ❖ Se trabajará 2 marcas de cemento tipo IP: Yura IP y Wari IP para así poder ver cuál es el que se desempeña mejor.
- ❖ Se optó por trabajar con la cantera Supermix, porque es la que tiene mejores estándares de calidad en sus agregados y también presenta una mejor graduación de los mismos.
- ❖ Se trabajará con diferentes combinaciones de agregados (finos y gruesos) de tal manera que al ser evaluados por el PUC se pueda determinar la que nos dé la mayor resistencia y a su vez nos brinde un bajo costos en su producción.
- ❖ Se realizarán los diseños de mezcla para las diferentes resistencias propuestas con un cemento tipo IP, posteriormente diseños con partículas de vidrio como adición a la mezcla y en reemplazo del agregado fino en diferentes porcentajes.

- ❖ Con los resultados obtenidos realizar con análisis para poder determinar la influencia del uso de partículas de vidrio en una mezcla de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) como también un análisis comparativo entre los métodos utilizados como los porcentajes propuestos que nos brinden mejores resultados.
- ❖ Se realizarán los ensayo de resistencia a la compresión de testigos  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) a los días 3, 7, 14 y 28; para los tipos de concreto propuesto con los diferentes porcentajes de adición de partículas de vidrio.

#### 1.10. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Para el desarrollo de la tesis se utilizó como instrumento de la investigación la observación y análisis experimental para determinar la influencia del uso de partículas de vidrio en un diseño de mezcla de alta resistencia, de esta forma se puede obtener y evaluar datos de los ensayos propuestos y sacar conclusiones de los mismos.



## CAPITULO II



## 2. MARCO TEORICO

### 2.1. Cemento

#### 2.1.1. Definición.

El cemento es un material aglomerante muy fino que se obtiene de la mezcla de materias primas de origen natural (principalmente por arcilla, caliza, arena, yeso y mineral de hierro extraídos de alguna cantera o mina) y de subproductos industriales como la escoria de hornos de fundición.

Con las diferentes combinaciones y dosificaciones de los materiales se ha podido crear diferentes tipos de cementos para todos los requerimientos del mercado.

#### 2.1.2. Clasificación

La normal NTP 334.090 establece que cementos portland adicionados para construcción de concreto en general se clasifican en.

- ❖ Tipo IS: Cemento Portland con escoria de alto horno.
- ❖ Tipo IP: Cemento Portland puzolánico.
- ❖ Tipo I(PM): Cemento Portland puzolánico modificado.
- ❖ Tipo IT: Cemento adicionado ternario.
- ❖ Tipo ICo: Cemento Portland compuesto.

### Composición de los Tipos de Cementos

| Tipos de cemento Portland C - 150 | Composición química en porcentaje (%)  |                                       |                                         |                                                 |
|-----------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|
|                                   | Silicato tricálcico (C <sub>3</sub> S) | Silicato dicálcico (C <sub>2</sub> S) | Aluminato tricálcico (C <sub>3</sub> A) | Ferroaluminato tetracálcico (C <sub>4</sub> AF) |
| I                                 | 48                                     | 25                                    | 12                                      | 8                                               |
| II                                | 40                                     | 35                                    | 5                                       | 13                                              |
| III                               | 62                                     | 13                                    | 9                                       | 8                                               |
| IV                                | 25                                     | 50                                    | 5                                       | 12                                              |
| V                                 | 38                                     | 37                                    | 4                                       | 9                                               |

*Tabla 1: Composición de los tipos de cementos.*

*Fuente: Tecnología del concreto, 1980*

## 2.2. Concreto

### 2.2.1. Definición.

“El concreto es un producto artificial compuesto que consiste de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado denominado agregado.”

La pasta es el resultado de la combinación química del agua con el cemento, es la fase continua del concreto, cuando no se encuentra en estado endurecido su función es de llenar todos los espacios vacíos de las partículas.

Las propiedades del concreto dependerán directamente de los materiales usados (cemento, agregado fino, agregado grueso, agua, etc.) (Rivva L. E, 2000).

### 2.2.2. Clasificación.

Podemos clasificar al concreto por su función, densidad y por su fabricación.

#### 2.2.2.1. Por su función.

##### 2.2.2.1.1. Concreto Armado.

Es el concreto en el que el acero se incrusta de tal manera que los dos materiales actúan juntos en fuerzas de resistencia (Rivva L. E, 2000).

##### 2.2.2.1.2. Concreto Simple.

Es tipo más común de concreto, ya que no lleva ninguna adición especial, solo piedra, arena, agua y cemento (Rivva L. E, 2000).

#### **2.2.2.1.3. Concreto Ciclópeo.**

Es usado en sobrecimientos y cimentaciones, es conocido como concreto pobre, ya que no desempeña soportara grandes esfuerzos, su resistencia es menor a la de un concreto simple (Rivva L. E, 2000).

#### **2.2.2.2. Por su densidad.**

##### **2.2.2.2.1. Concreto Liviano.**

Con peso unitario de 1440 a 1840 kg/m<sup>3</sup>.

##### **2.2.2.2.2. Concreto Normal.**

Con peso unitario de 2240 a 2460 kg/m<sup>3</sup>.

##### **2.2.2.2.3. Concreto Pesado.**

Con peso unitario de 2800 a 6000 kg/m<sup>3</sup>.

#### **2.2.2.3. Por su fabricación.**

##### **2.2.2.3.1. Concreto Premezclado.**

Es el concreto que es diseñado y mezclado en planta, el cual es llevado a obra por medio de camiones concretaros llamados mixers.

##### **2.2.2.3.2. Concreto Prefabricado.**

Es el concreto que se diseña, mezcla y vacía en planta, para luego ser llevado al lugar de colocación en estado endurecido.

##### **2.2.2.3.3. Concreto a pie de obra.**

Es el concreto que mezcla en el mismo lugar del vaciado por medio de mezcladoras mecánicas o manuales (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019).

### **2.3. Uso y aplicaciones del concreto**

El concreto, como otros materiales, se diseña para poder soportar esfuerzos de cargas a flexión, como las vigas y a compresión como las columnas o los diferentes tipos de cimentaciones. Para poder soportar grandes cargas el concreto es unido a una armadura de acero, que le permitirá obtener mejores resultados, esto es llamado concreto armado (Nilson, 2019).



## 2.4. Agregados

### 2.4.1. Clasificación.

Según la NTP 400.011.2008 podemos clasificar a los agregados de muchas formas como son:

#### 2.4.1.1. Por su composición granulométrica.

- ❖ Agregado Fino
- ❖ Agregado Grueso

#### 2.4.1.2. Por su densidad.

- ❖ Agregado Liviano
- ❖ Agregado Pesado

#### 2.4.1.3. Por su composición mineralógica.

Minerales de sílice, feldespatos, carbonatos, sulfatos, minerales de sulfuro de hierro, rocas ígneas, rocas sedimentarias y rocas metamórficas.

#### 2.4.1.4. Por su forma.

Redondeada, irregular, laminar, angular y alargada

#### 2.4.1.5. Por la textura.

Vidrioso, lisa, granulosa, rugosa, cristalina y panal de abeja.

Por el tipo de nuestra investigación nos centraremos principalmente en el tipo de clasificación de por su composición granulométrica (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019).



*Imagen 1: Granulometría de los Agregados.  
Fuente: Elaboración propia.*

## 2.4.2. Agregado grueso.

### 2.4.2.1. Definición.

Es el material retenido en el tamiz #4, que puede ser obtenido de manera natural o artificial de canteras de piedra. Preferentemente debe tener un perfil angular, cumple la función de esqueleto del concreto y ocupa aproximadamente el 70% de la unidad cubica de concreto.

El agregado grueso puede consistir de piedra partida, grava natural o triturada, agregados metálicos naturales o artificiales, concreto triturado, o una combinación de ellos. Estará conformado por partículas cuyo perfil sea preferentemente angular o semiangular, limpias duras, compactas, resistentes, de textura preferentes angulas y libres de materiales escamosos.

Las partículas deberán ser químicamente estables y estarán libre de escamas, tierra polvo, limo, sales, humus, incrustaciones superficiales, materia orgánica y otras sustancias dañinas.

Se debe tener en cuenta que el tamaño máximo es aquel que corresponde al menor tamiz por el que pasa la muestra de agregado grueso, y el tamaño máximo nominal corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido (Rivva L. E, 2000, pág. 182).





*Imagen 2: Agregado Grueso.  
Fuente: Elaboración propia.*





**Tamaños Estándares de Agregados Procesados**

| Tamaño | Tamaño Nominal (pulgadas) | Tamaño Nominal (mm) | 4" (100 mm)                                                                      | 3W" (90 mm) | 3" (75 mm) | 2W" (63 mm) | 2" (50 mm) | 1W" (37.5 mm) | 1" (25 mm) | 3/4" (19 mm) | 1/2" (12.5 mm) | 3/8" (9.5 mm) | No. 4 (4.75 mm) | No. 8 (2.36 mm) | No. 16 (1.18 mm) | No. 50 (0.30 mm) | (0.15 mm) |
|--------|---------------------------|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------|-------------|------------|---------------|------------|--------------|----------------|---------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-----------|
|        | (Aberturas Cuadradas)     |                     | Cantidades más pequeñas que cada milla (aberturas cuadradas), porcentaje de peso |             |            |             |            |               |            |              |                |               |                 |                 |                  |                  |           |
| 1      | 3 1/2 a 1 1/2             | 90 a 37.5           | 100                                                                              | 90 a 100    |            | 25 a 60     |            | 0 a 15        |            | 0 a 5        |                |               |                 |                 |                  |                  |           |
| 2      | 2 1/2 a 1 1/2             | 63 a 37.5           |                                                                                  |             | 100        | 90 a 100    | 35 a 70    | 0 a 15        |            | 0 a 5        |                |               |                 |                 |                  |                  |           |
| 24     | 2 1/2 a 3/4               | 63 a 19             |                                                                                  |             | 100        | 90 a 100    |            | 25 a 60       |            | 0 a 10       | 0 a 5          |               |                 |                 |                  |                  |           |
| 3      | 2 a 1                     | 50 a 25             |                                                                                  |             |            | 100         | 90 a 100   | 35 a 70       | 0 a 15     |              | 0 a 5          |               |                 |                 |                  |                  |           |
| 357    | 2 a No. 4                 | 50 a 4.75           |                                                                                  |             |            | 100         | 90 a 100   | 35 a 70       |            | 10 a 30      |                | 0 a 5         |                 |                 |                  |                  |           |
| 4      | 1 1/2 a 3/4               | 37.5 a 19           |                                                                                  |             |            |             | 100        | 90 a 100      | 20 a 55    | 0 a 15       |                | 0 a 5         |                 |                 |                  |                  |           |
| 467    | 1 1/2 a No. 4             | 37.5 a 4.75         |                                                                                  |             |            |             | 100        | 95 a 100      |            | 35 a 70      | 10 a 30        | 0 a 5         |                 |                 |                  |                  |           |
| 5      | 1 a 1/2                   | 25 a 12.5           |                                                                                  |             |            |             |            | 100           | 90 a 100   | 20 a 35      | 0 a 10         | 0 a 5         |                 |                 |                  |                  |           |
| 56     | 1 a 3/8                   | 25 a 9.5            |                                                                                  |             |            |             |            | 100           | 90 a 100   | 40 a 85      | 10 a 40        | 0 a 15        | 0 a 5           |                 |                  |                  |           |
| 57     | 1 a No. 4                 | 25 a 4.75           |                                                                                  |             |            |             |            | 100           | 95 a 100   | 25 a 60      |                | 0 a 10        | 0 a 5           |                 |                  |                  |           |
| 6      | 3/4 a 3/8                 | 19 a 9.5            |                                                                                  |             |            |             |            |               | 100        | 90 a 100     | 20 a 55        | 0 a 15        | 0 a 5           |                 |                  |                  |           |
| 67     | 3/4 a No. 4               | 19 a 4.75           |                                                                                  |             |            |             |            |               | 100        | 90 a 100     |                | 20 a 55       | 0 a 10          | 0 a 5           |                  |                  |           |
| 68     | 3/4 a No. 8               | 19 a 2.36           |                                                                                  |             |            |             |            |               | 100        | 90 a 100     |                | 30 a 65       | 5 a 25          | 0 a 10          | 0 a 5            |                  |           |
| 7      | 1/2 a No. 4               | 12.5 a 4.75         |                                                                                  |             |            |             |            |               |            | 100          | 90 a 100       | 40 a 70       | 0 a 15          | 0 a 5           |                  |                  |           |
| 78     | 1/2 a No. 8               | 12.5 a 2.36         |                                                                                  |             |            |             |            |               |            | 100          | 90 a 100       | 40 a 75       | 5 a 25          | 0 a 10          | 0 a 5            |                  |           |
| 8      | 3/8 a No. 8               | 9.5 a 2.36          |                                                                                  |             |            |             |            |               |            | 100          | 100            | 85 a 100      | 10 a 30         | 0 a 10          | 0 a 5            |                  |           |
| 89     | 3/8 a No. 16              | 9.5 a 1.18          |                                                                                  |             |            |             |            |               |            |              | 100            | 90 a 100      | 20 a 55         | 5 a 30          | 0 a 10           | 0 a 5            |           |
| 9      | No. 4 a No. 16            | 4.75 a 1.18         |                                                                                  |             |            |             |            |               |            |              |                | 100           | 85 a 100        | 10 a 40         | 0 a 10           | 0 a 5            |           |
| 10     | No. 4 a No. 0             | 4.75                |                                                                                  |             |            |             |            |               |            |              |                | 100           | 85 a 100        |                 |                  |                  | 10 a 30   |

**Tabla 2: Tamaños Estándares de Agregados Procesados.**

Fuente: American Society For Testing Materials 199

### 2.4.3. Agregado fino.

#### 2.4.3.1. Definición.

Se define como agregado fino a aquel que posee partículas muy finas, tienen que ser agregados menores de 9.5 mm (tamiz 3/8”) pero mayores de 0.075 mm (malla N° 200) y cumplen con los límites establecidos en la Norma NTP 400.037 o ASTM C33. Los agregados podrán consistir de arena natural o manufacturada, o una combinación de ambas. Sus partículas serán limpias, de perfil preferentemente angular, duras, compactas y resistencia, libres de polvo, partículas escamosas o blandas, materia orgánica, sales otras sustancias dañinas para el concreto (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019).

#### *Límites del Porcentaje Pasante de Agregado Fino*

| MALLA  | PORCENTAJE PASANTE (%) |
|--------|------------------------|
| 3/8”   | 100                    |
| N° 4   | 95 a 100               |
| N° 8   | 80 a 100               |
| N° 16  | 50 a 85                |
| N° 30  | 25 a 60                |
| N° 50  | 5 a 30                 |
| N° 100 | 0 a 10                 |

*Tabla 3: Límites del porcentaje pasante de agregado fino.*

*Fuente: Norma Técnica Peruana 400.012, 2001*



*Imagen 3: Agregado Fino.*

*Fuente: Elaboración propia.*

## 2.5. Agua

### 2.5.1. Definición.

El agua es una sustancia formada por la unión de 2 elementos (2 átomos de hidrogeno y 1 de oxígeno), que nos es imprescindible para vivir y poder realizar un sinnúmero de actividades en nuestro día a día, como por ejemplo la construcción, ya que es necesaria para poder preparar nuestras mezclas de concreto entre otros. En nuestro caso el agua a usar será agua potable, directamente de la red pública, siendo así, no será necesarios análisis previos a su uso (Carbajal & González, 2019).

## 2.6. Vidrio

### 2.6.1. Definición.

El vidrio crudo o vidrio común es un material de fabricación corriente y constituye alrededor del 90% de todo el vidrio producido. Se utilizan para vidrios planos, objetos prensados y soplados y productos ligeros para los que no se precise una alta resistencia química y una alta resistencia al calor. Se utiliza en botellas para bebidas alcohólicas, para agua, refrescos y jugos, vasos, jarras, potes y frascos para alimentos, bombillas eléctricas, etc.

Está compuesto principalmente por compuesto principalmente:

- ❖ Oxido de silicio ( $\text{SiO}_2$ ) en un 74%
- ❖ Oxido de sodio ( $\text{NaO}_2$ ) en un 16%
- ❖ Oxido de calcio ( $\text{CaO}$ ) en un 5%
- ❖ Oxido de aluminio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) en un 1%
- ❖ Otros en un 4% (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2009).



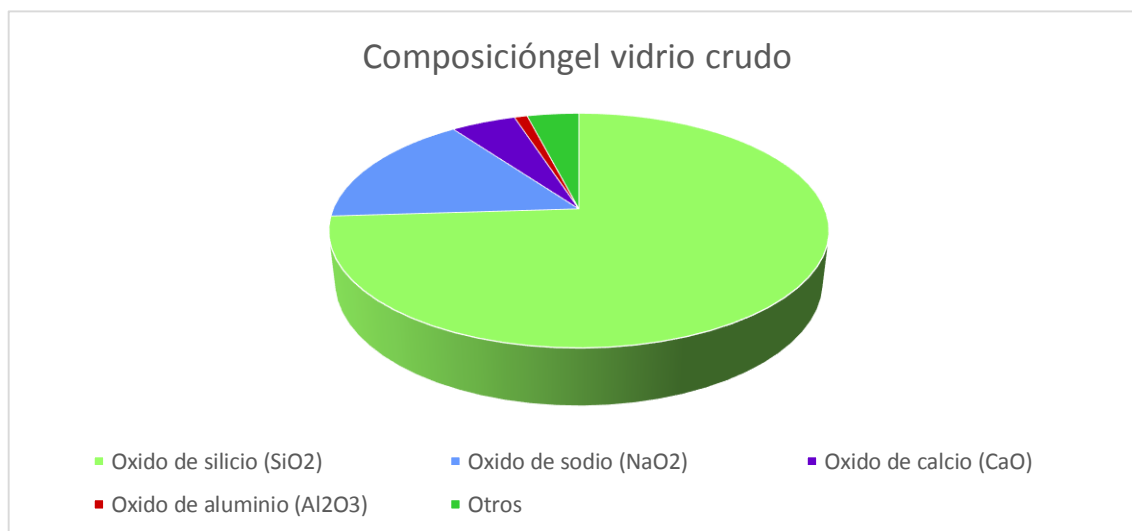


*Imagen 4: Composición del vidrio crudo.*  
Fuente: Elaboración propia.

#### 2.6.1.1. Clasificación.

- ❖ Según la normativa peruana E 040 donde nos da todos los parámetros clasificatorios podemos ver dos grandes grupos que son los primarios y secundarios (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2009).

#### 2.6.1.2. Vidrios Primarios.

- ❖ Es el vidrio fabricado, tratado, combinado y/o complementado con otros materiales, de forma tal que aumente su resistencia a la rotura y que se reduzca el riesgo de lesiones a las personas, en comparación con el vidrio común. Entre estos tenemos (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2009).

##### 2.6.1.2.1. Por su proceso de fabricación:

- ❖ Vidrio estirado: Estirado vertical y estirado horizontal.
- ❖ Vidrio pulido.
- ❖ Vidrio rolo: Vidrio grabado, alambrado y decorativo.
- ❖ Vidrio flotado (ASTM C-1036): Vidrio reflejante pyrolítico.
- ❖ Baldosa de vidrio. (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2009).

##### 2.6.1.2.2. Por su visibilidad:

- ❖ Vidrio transparente.
- ❖ Vidrio traslucido.

#### 2.6.1.2.3. Por su coloración:

- ❖ Vidrio incoloro.
- ❖ Vidrio coloreado en su masa.

#### 2.6.1.3. Vidrios Secundarios.

Estos vidrios son el resultado de una segunda elaboración por parte de una industria transformadora, que utiliza como materia prima el vidrio producido por alguna industria primaria. Estos se dividen en:

- ❖ Vidrio templado (ANSI Z-97.1).
- ❖ Vidrio laminado (ASTM C-1172).
- ❖ Vidrio curvo recocido.
- ❖ Vidrio curvo templado.
- ❖ Vidrio curvo laminado.
- ❖ Vidrio reflejante (por su reacción química).
- ❖ Vidrio insulado: Vidrio acústico, vidrio térmico y vidrio acústico-térmico.
- ❖ Vidrio opaco.
- ❖ Vidrio traslucido.
- ❖ Espejos de vidrio (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2009).

#### 2.6.2. Obtención del vidrio.

En nuestro proyecto el material a usarse fue un vidrio primario estirado (según su fabricación), transparente (por su visibilidad), incoloro (por su coloración) que lo obtuvimos principalmente de la recolección de botellas de licor recicladas.

Luego de recolectar las botellas se procedió a hacer una limpieza to todos los embaces a usarse para que así no queden restos orgánicos que puedan alterar la investigación.

Posteriormente se dio una primera triturada manual, para que así las botellas al introducirlas en la máquina de los ángeles no ocupen todo el volumen, destrozándolas con un martillo de goma y agrupándolas en grupos de 30 botellas.

Luego se las introdujo en la máquina de los ángeles junto con 12 villas de acero y por método de prueba y error se llegó a la conclusión que una cantidad optima de revoluciones por minuto es de 1200 rpm.

Al retirar el material de la máquina de los ángeles ya estaba listo para poder tamizarlo y clasificarlos de acuerdo a su tamaño.

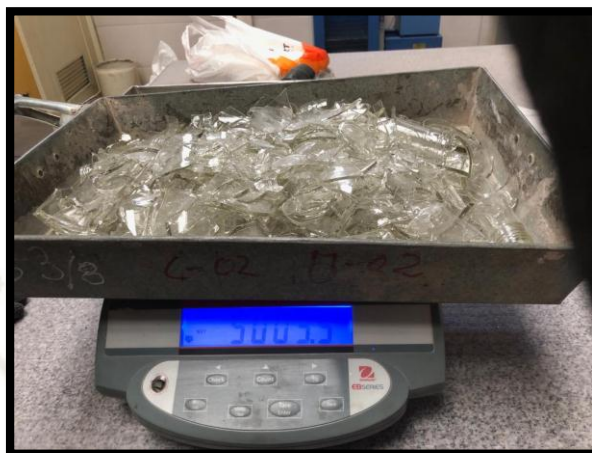


*Imagen 5: Vidrio en proceso de trituración..*  
Fuente: Elaboración propia.



*Imagen 6: Tamizado del vidrio.*  
Fuente: Elaboración propia.



*Imagen 7: Muestra de vidrio ya tamizado.*  
Fuente: Elaboración propia.



### **2.6.3. Ensayos aplicados al vidrio.**

#### **2.6.3.1. Granulometría.**

Luego de retirar todo el material triturado de la máquina de los ángeles, procedemos a hacer la respectiva clasificación por su composición granulométrica, tratándolo como si fuera un material fino realizando el tamizado, utilizando las mallas número 8, 16, 30, 50, 100 y 200 (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019).

#### **2.6.3.2. Peso unitario.**

O peso volumétrico es el peso de la cantidad necesaria del agregado que llena un recipiente de volumen conocido. Físicamente es el volumen ocupado por el agregado y los vacíos entre sus partículas. Para agregados, tantos finos como gruesos, combinaciones de estos u otros similares, los métodos para determinar los pesos volumétricos o unitarios deberán ser los mismos.

El agregado grueso o fino, es el peso de la cantidad necesaria de agregado que llena un recipiente de volumen conocido. Físicamente es el volumen ocupado por el agregado y los vacíos entre sus partículas. Para agregados, tanto finos como gruesos, o las combinaciones de éstos, los métodos para determinar los pesos volumétricos o unitarios describen tres formas de llenar el recipiente: varillado o picado, sacudido y vaciado con pala. Los resultados dependen del procedimiento utilizado en el llenado, pues varían con la compactación alcanzada. Agregado grueso o fino, es el peso de la cantidad necesaria de agregado que llena un recipiente de volumen conocido (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019).

#### **2.6.3.3. Humedad.**

En los diferentes tipos de agregados y materiales existen poros, los cuales encuentran en la intemperie y pueden estar llenos de agua, estos poseen un grado de humedad, el cual es de gran importancia ya que con él podríamos saber si nos aportaran agua al momento de realizar la mezcla. En nuestro laboratorio utilizaremos materiales que están parcialmente secos (al aire libre) para la determinación del contenido de humedad total.

Este método consiste en someter una muestra a un proceso de secado y comparar su masa antes y después del mismo para determinar su porcentaje de humedad total. Este método es lo suficientemente exacto para los fines usuales, tales como el ajuste de la masa en una mezcla de concreto (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019).

## 2.7. Reacciones expansivas

La incorporación de partículas de vidrio en el concreto tiene diferentes puntos de interés a evaluar o tener en cuenta sobre todo por la composición química del vidrio y las reacciones que puede tener en el concreto. La presencia de Sílice propia del vidrio puede presentar reacciones en el concreto. Las reacciones expansivas en el concreto dadas por la presencia de sílice y silicatos puede ser uno de los puntos a tomar en cuenta. En medida que la presencia de partículas de sílice es más desordenada en la composición existe una mayor probabilidad que entre en reacción con los componentes alcalinos propios de la mezcla (Abanto Castillo, F. 2009).

Normas que regulan las reacciones expansivas:

- ❖ NTP 334.099:2011 CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la reactividad potencial álcali-sílice de los agregados. Método químico.
- ❖ NTP 334.110:2011 CEMENTOS. Método de ensayo para determinar la reactividad potencial alcalina de los agregados. Método de la barra de mortero (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019).

### 2.7.1. Reacción Álcali – Sílice.

La reacción se desencadena cuando los hidróxidos alcalinos NaOH y KOH presentes en los poros propios del concreto atacan la superficie de minerales silicios que están en los agregados. La reacción produce un gel como una reacción expansiva del concreto que ocasionara una alteración en las superficies porosas del concreto. El gel formado al entrar en contacto con el agua aumenta su propio volumen provocado fisuras en el concreto alterando su estructura (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019).

### 2.7.2. Reacción Álcali – Silicato.

Puede presentarse a la par o conjuntamente con la reacción Álcali – Sílice, pero a diferencia de esta el gel formado por la reacción se produce y progresa lentamente y en menor medida.

#### Proceso de reacción álcali-silicato

Para que se genere la reacción dentro de una mezcla de hormigón es necesario que se

Combinen cuatro condiciones de manera simultánea:

- ❖ El agregado debe ser sensiblemente reactivo con álcalis, es decir con alta presencia de silicatos no cristalinos.
- ❖ Álcalis en cantidad suficiente para desencadenar la reacción, aportados generalmente por el cemento.
- ❖ Humedad necesaria para que los álcalis entren en solución y generen la reacción química.
- ❖ Una vez desencadenada la reacción ésta debe mantenerse por el tiempo suficiente para dar origen al gel y su posterior expansión.

Si alguna de estas cuatro condiciones no está presente, es imposible la generación de la reacción (Segarra F., J., 2005).

Identificar los materiales potencialmente reactivos es un primer paso para enfrentar los posibles efectos de esta reacción, para poder identificarlos se recomienda empezar con un ensayo petrográfico, y complementarlo con pruebas estandarizadas: análisis químico, ensayos acelerados en prismas de mortero, ensayos en prismas de concreto, entre otros. Sin embargo, la mejor prueba para descartar si un agregado es inocuo, es contar con evidencia histórica de los áridos de una misma procedencia, por un período de al menos 15 años en la producción de hormigón, bajo condiciones similares de contenido de álcalis, tipo de cemento, humedad y condición de servicio similares a la del proyecto que a ejecutar (Pasquel Enrique, 1997).

### 2.8. Diseño de Mezcla

El diseño de mezcla es un procedimiento empírico, y aunque hay muchas propiedades importantes del concreto, la mayor parte de procedimientos de diseño



están basados principalmente en lograr una resistencia a compresión para una edad determinada.

Es importante determinar el método más óptimo a usar para el diseño de mezcla, ya que este será “la receta” que seguiremos en la elaboración de nuestro concreto, para que así nos puede dar los mejores resultados.

En nuestra investigación nos decidimos por usar el método del ACI, ya que en comparación con el módulo de fineza de la combinación de agregados, fue el que nos dio lo mejores resultados en relación a la resistencia a la compresión (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019).

## **2.9. Concreto en Estado Fresco**

El concreto recién mezclado se encuentra en un estado fluido (plástico y moldeable) en el cual aún no se produce el fraguado ni el endurecimiento, el cual está a la espera de ser depositado en alguna sección o contenedor de manera permanente. Esta mezcla debe cumplir diferentes características o propiedades para que así se asegure que se llegara al resultado final deseado, que son: trabajabilidad, resistencia, durabilidad hidratación y curado (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019).

### **2.9.1. Propiedades del concreto en estado fresco.**

#### **2.9.1.1. Asentamiento.**

Es el grado de dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto antes de que este esté fraguado. El método más tradicional para poder darle un valor numérico es medir el asentamiento mediante el cono de Abrams, pero no debemos confundirnos al realizar este ensayo, ya que, este es solo una prueba de uniformidad mas no de trabajabilidad, pues es fácilmente demostrable que se pueden obtener concretos con igual slump, pero con mayor o menor trabajabilidad (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019)..

#### **2.9.1.1.1. Estabilidad.**

Es el movimiento o flujo que se produce en el concreto en estado fresco sin que se vea afectado por una fuerza externa.

Se cuantifica por medio de la exudación y segregación, los cuales son dos fenómenos que no dependen directamente del exceso de agua en la mezcla

sino del porcentaje de finos y de las propiedades adherentes de la pasta (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019).

#### **2.9.1.1.2. Compactibilidad.**

Es la medida de dificultad con que se puede compactar el concreto en estado fresco. Existen muchos métodos que establecen el denominado “Factor de compactación”, que principalmente se centra en dar un análisis y posterior evaluación de la necesidad para que este pueda ser compactado en total, y luego hacer la división de la densidad suelta del concreto entre la densidad del concreto compactado (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019).

#### **2.9.1.1.3. Movilidad**

Es el nivel de facilidad del concreto a ser desplazado mediante la aplicación de algún trabajo externo. Para su análisis y evaluación se tomaron en cuenta tres aspectos: viscosidad, cohesión y resistencia interna al corte.

- ❖ Viscosidad, dada por la fricción entre las capas de la pasta del cemento.
- ❖ Cohesión, es la fuerza de adherencia entre la pasta de cemento y los agregados.
- ❖ Resistencia interna al corte, provee la habilidad de las partículas de los agregados a rotar y desplazarse dentro de la pasta (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019).

#### **2.9.1.2. Segregación.**

Al haber diferentes densidades entre los componentes del concreto se da de manera natural que las partículas más pesadas descieran, pero la densidad de la pasta junto con la de los agregados finos en relación a la del grueso difiere en solo un 20%, lo que sumado con su viscosidad hace que el agregado grueso no descienda y quede suspendido en la matriz.

Al haber una mala concentración de la pasta, mala distribución de las partículas o una granulometría deficiente, las partículas gruesas se separan y a esto se le llama segregación (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019).

#### 2.9.1.3. Exudación.

Es la propiedad en la cual un porcentaje del agua usada en la mezcla se eleva hasta la parte superior del concreto.

Es típico caso de sedimentación puesto que los demás materiales se asientan dentro de la masa plástica y está gobernado bajo las leyes físicas del flujo de un líquido en un sistema capilar. Este fenómeno en el concreto se produce inevitablemente y no se debe pensar que es una condición anormal, lo que si se debe de tener en cuenta es hacerle una evaluación para así poder controlarla en cuando a los efectos negativos (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019).

#### 2.9.1.4. Contracción.

Es una de las propiedades más importantes, ya que en esta radican los problemas sobre figuración del concreto.

Podemos distinguir dos tipos de contracción: Contracción intrínseca y contracción inherente.

La primera es la más común y radica en que la pasta de cemento se contraerá debido a una pérdida del volumen total de agua por combinación química. Este es un proceso irreversible.

La segunda también es llamada contracción por secado, ya que está involucrada en la mayoría de problemas concernientes a la figuración, esto se da tanto es estado fresco como en estado endurecido. Este no es un proceso irreversible ya que se puede recuperar gran parte del agua perdida por la contracción acaecida (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019).



## **2.10. Concreto en Estado Endurecido**

### **2.10.1. Propiedades del concreto en estado endurecido.**

#### **2.10.1.1. Curado.**

El curado del concreto es una propiedad muy importante en la calidad del concreto, ya que, de él depende directamente la permeabilidad, durabilidad, resistencia y la apariencia superficial. Además, el curado cumple dos funciones muy importantes:

- ❖ Asegurar que la cantidad de agua en el concreto no descienda y se pueda dar un buen fraguado.
- ❖ Mantener una temperatura adecuada en el concreto ( $23 \pm 2$  °C), para que así se pueda desarrollar de manera adecuada y poder obtener un buen curado (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019).

#### **2.10.1.2. Densidad.**

Está definida como el peso por unidad de volumen. La densidad está relacionada directamente a la densidad real y cantidad de cada uno de los materiales que conformaron la mezcla de concreto. Un valor convencional del concreto con materiales provenientes de rocas no mineralizadas de la corteza terrestre es 2.3 y 2.6 g/cm<sup>3</sup> (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019).

#### **2.10.1.3. Resistencia.**

##### **2.10.1.3.1. Resistencia a la compresión.**

Es el esfuerzo máximo que puede soportar el concreto bajo una carga de aplastamiento en una máquina de compresión en la que nos indicara el valor máximo que pueda soportar. También es la medida más común de desempeño que se usa para poder diseñar edificaciones y otro tipo de estructuras (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019).

##### **2.10.1.3.2. Resistencia a la tracción.**

El concreto es un material en el cual la resistencia a la tracción es muy baja, por lo general oscila entre el 10% y 15% de la resistencia a la compresión.

Anteriormente era muy complicado calcular directamente la resistencia a la tracción debido a que interferían diferentes tensiones secundarias en los ensayos. Pero ahora ya hay métodos que nos pueden dar el valor de la tracción, como el método indirecto del ensayo brasileño o la resistencia a la flexocompresión (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019).

#### **2.10.1.3.3. Abrasión.**

La durabilidad está definida como la habilidad para poder resistir el ataque químico, intemperismo, abrasión y cualquier otro proceso o condición de servicio de las estructuras que produzcan algún desperfecto o desgaste en las estructuras (Comité 210 ACI International, 2019).

La resistencia a la abrasión está dada por la capacidad de poder soportar algún efecto que por el roce o fricción produzca por el desgaste (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019).

### **2.11. Plan de Seguridad**

Identificación de peligros:

#### **2.11.1. Efectos adversos potenciales para la salud.**

- ❖ Ruta (s) de entrada: Inhalación: Sí; Piel: Sí; Ingestión: No se espera
- ❖ Efectos Agudos sobre la salud (a corto plazo): La fibra de vidrio es principalmente un irritante mecánico. La inhalación de polvos y fibras puede causar irritación temporal de la boca, la nariz y la garganta. El contacto de la piel con el polvo y las fibras pueden producir picazón e irritación temporal. El contacto de los ojos con el polvo y las fibras puede producir irritación mecánica temporal.
- ❖ Efectos Crónicos sobre la salud (a largo plazo): Los efectos a largo plazo en la salud por exposición no se conocen.
- ❖ Carcinogenicidad: Las pruebas en los humanos, así como los estudios en animales fueron evaluados por la IARC como insuficientes para clasificar a este material como carcinogénico.
- ❖ Signos y síntomas de exposición: El contacto con la piel puede producir enrojecimiento y picazón, a veces, erupciones. La inhalación de partículas de fibra de vidrio puede causar dolor de garganta, boca y nariz.

- ❖ Condiciones médicas generalmente agravadas por la exposición: Problemas cutáneos ya existentes o trastornos respiratorios pueden agravarse con la exposición (Grupo transmerquim 2014).

### **2.11.2. Medidas de primeros auxilios.**

- ❖ Inhalación: Normalmente no se requieren primeros auxilios. En caso de síntomas, mover a la persona al aire fresco. Si los síntomas persisten, busque atención médica.
- ❖ Contacto con la piel: Lave con cuidado todas las áreas de la piel afectada con agua y jabón. No frote ni seque las zonas afectadas, ya que esto profundiza las fibras en la piel. Busque atención médica si los síntomas o la irritación persisten.
- ❖ Contacto con los ojos: Enjuague los ojos con abundante agua durante al menos 15 minutos. Si persiste la irritación o sensación de ardor, busque atención médica inmediata.
- ❖ Ingestión: Enjuagar la boca (Grupo transmerquim 2014).

### **2.11.3. Información toxicológica.**

Toxicidad aguda: No se dispone de datos cuantitativos sobre la toxicidad de este producto. Información complementaria sobre toxicidad:

- ❖ Tras inhalación: (partículas, polvo): Irritación de las vías respiratorias
- ❖ Tras contacto con la piel: Irritaciones leves
- ❖ Tras contacto con los ojos: Leves irritaciones
- ❖ Tras ingestión: (grandes cantidades): Perjudicial para los pulmones (Grupo transmerquim 2014).





### **CAPITULO III**

### 3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

#### 3.1. Propiedades de los Materiales

##### Introducción

- ❖ Agregado: Material granular, de origen natural o artificial, como grava, arena, piedra triturada y escoria de hierro de alto plomo, empleado como cementante para formar concreto o mortero hidráulico.
- ❖ El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a ninguna de:
  - 1/5 de la menor separación entre lados del encofrado.
  - 1/3 de la altura de la losa, de ser el caso.
  - 3/4 del espaciamiento mínimo libre entre barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.
- ❖ La resistencia de una clase determinada de concreto se considera satisfactoria si cumple con los dos requisitos siguientes:
  - Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos es igual o superior a  $f'_c$ .
  - Ningún resultado individual del ensayo de resistencia (promedio de dos cilindros) es menor de  $f'_c$  en más de 3'5 MPa cuando  $f'_c$  es 35 MPa o menor, o en más de 0,1  $f'_c$  cuando es mayor a 35 MPa.

##### 3.1.1. Granulometría.

La granulometría del agregado o el análisis volumétrico es el ensayo que determina de manera numérica la graduación de los agregados, realizado por medio de tamices normados que se colocan de orden descendiente de acuerdo a la abertura de la malla.

### 3.1.1.1. Análisis Granulométrico del Agregado fino.

#### Procedimiento:

##### ❖ Módulo de fineza

También conocido como módulo de finura, es aquel que brinda un valor de acuerdo al tamaño, grosor y finura del agregado.

$$MF_{AF} = \frac{\sum \%Ret. Acum (\#100 + \#50 + \#30 + \#16 + \#8 + \#4 + 3/8'' + 3/4'' + 1\ 1/2'' + 3'' + 6'')}{100}$$

$$MF_{AF\ prom} = \frac{MF_{AF1} + MF_{AF2} + MF_{AF3}}{3}$$

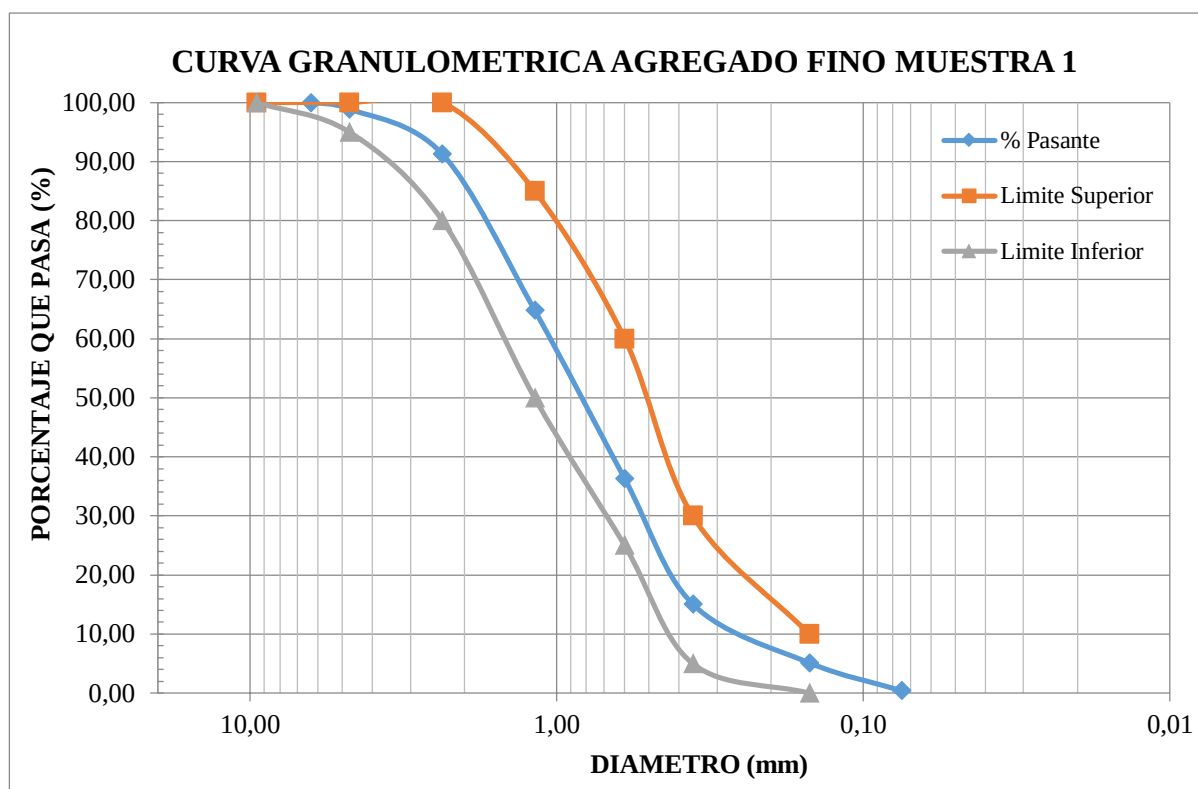
#### Muestra N° 1 de Granulometría del Agregado Fino (500 g)

| TAMI<br>Z                             | D<br>(mm) | Peso<br>(<br>g<br>) | Porcentaje<br>Retenido (%) | Porcentaje<br>Acumulado<br>(%) | Porcentaje<br>Pasante (%) |
|---------------------------------------|-----------|---------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------|
| 3/8"                                  | 9.530     | 0                   | 0.00                       | 0.00                           | 100.00                    |
| #4                                    | 4.750     | 5.5                 | 1.11                       | 1.11                           | 98.89                     |
| #8                                    | 2.360     | 38                  | 7.64                       | 8.74                           | 91.26                     |
| #16                                   | 1.180     | 131.5               | 26.43                      | 35.18                          | 64.82                     |
| #30                                   | 0.600     | 142                 | 28.54                      | 63.72                          | 36.28                     |
| #50                                   | 0.360     | 105.5               | 21.21                      | 84.92                          | 15.08                     |
| #100                                  | 0.150     | 49.5                | 9.95                       | 94.87                          | 5.13                      |
| #200                                  | 0.075     | 23.5                | 4.72                       | 99.60                          | 0.40                      |
| Fondo                                 | 0.000     | 2                   | 0.40                       | 100.00                         | 0.00                      |
| Total                                 |           | 497.5               | 100.00                     |                                |                           |
| % Porcentaje de pérdida de agregado = |           |                     |                            | 0.50%                          |                           |
| Módulo de fineza =                    |           |                     |                            | 2.89                           |                           |

Tabla 4: Muestra N° 1 de Granulometría del agregado fino (500 g).

Fuente: Elaboración propia.





**Muestra N° 2 de Granulometría del Agregado Fino (1000 g)**

| TAMI<br>Z                                    | D (mm) | Peso (g) | Porcentaje<br>Retenido (%) | Porcentaje<br>Acumulado | Porcentaje<br>Pasante (%) |
|----------------------------------------------|--------|----------|----------------------------|-------------------------|---------------------------|
| 3/8"                                         | 6.350  | 0        | 0.00                       | 0.00                    | 100.00                    |
| #4                                           | 4.750  | 4.5      | 0.45                       | 0.45                    | 99.55                     |
| #8                                           | 2.360  | 146.5    | 14.70                      | 15.15                   | 84.85                     |
| #16                                          | 1.180  | 222      | 22.28                      | 37.43                   | 62.57                     |
| #30                                          | 0.600  | 238      | 23.88                      | 61.31                   | 38.69                     |
| #50                                          | 0.360  | 202      | 20.27                      | 81.59                   | 18.41                     |
| #100                                         | 0.150  | 104.5    | 10.49                      | 92.07                   | 7.93                      |
| #200                                         | 0.075  | 53.5     | 5.37                       | 97.44                   | 2.56                      |
| Fondo                                        | 0.000  | 25.5     | 2.56                       | 100.00                  | 0.00                      |
| <b>Total</b>                                 |        | 996.5    | 100.00                     |                         |                           |
| <b>% Porcentaje de pérdida de agregado =</b> |        |          |                            | 0.35%                   |                           |
| <b>Módulo de fineza =</b>                    |        |          |                            | 2.88                    |                           |

**Tabla 5: Muestra N° 2 de Granulometría del agregado fino (1000 g).**  
Fuente: Elaboración propia.

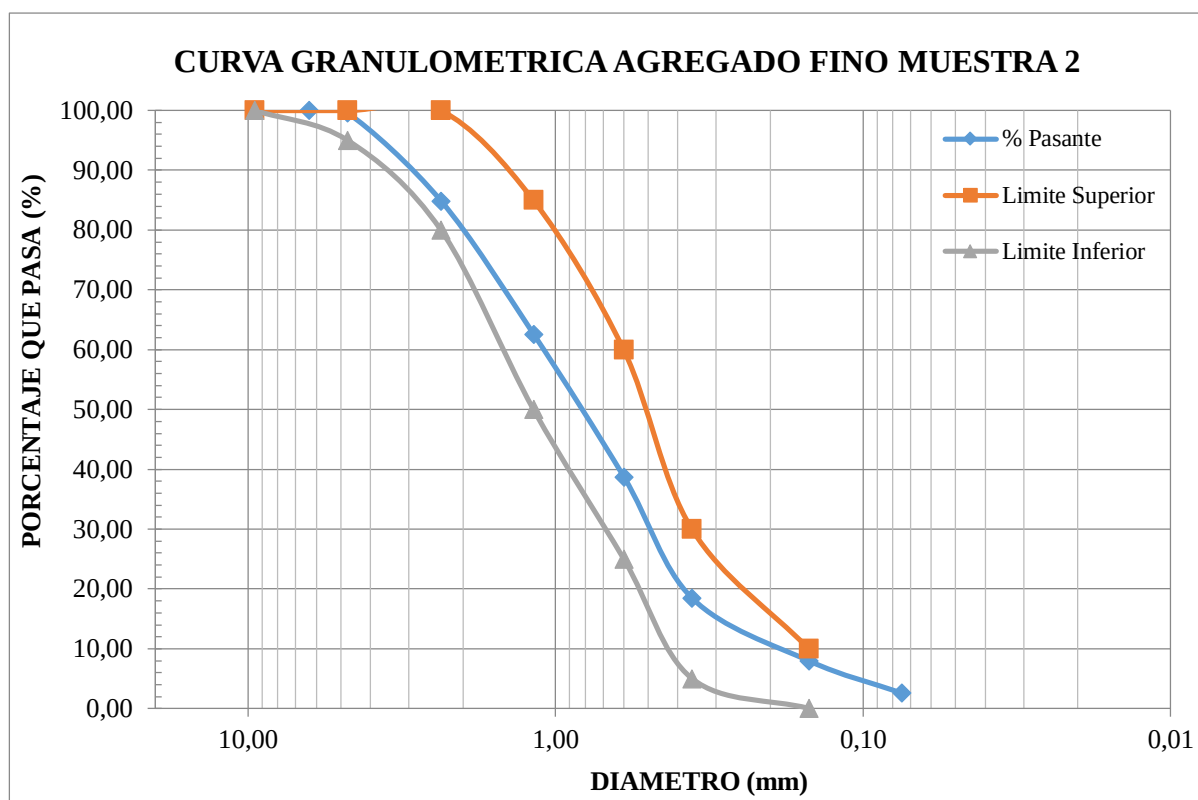


*Gráfico 2: Curva Granulométrica agregado fino muestra 2.  
Fuente: Elaboración propia.*

### **Muestra N° 3 de Granulometría del Agregado Fino (750 g)**

| TAMIZ                                 | D (mm) | Peso (g) | Porcentaje Retenido (%) | Porcentaje Acumulado (%) | Porcentaje Pasante (%) |
|---------------------------------------|--------|----------|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| 3/8"                                  | 6.350  | 0        | 0.00                    | 0.00                     | 100.00                 |
| #4                                    | 4.750  | 21.5     | 2.88                    | 2.88                     | 97.12                  |
| #8                                    | 2.360  | 77.5     | 10.40                   | 13.28                    | 86.72                  |
| #16                                   | 1.180  | 199.5    | 26.76                   | 40.04                    | 59.96                  |
| #30                                   | 0.600  | 175.5    | 23.54                   | 63.58                    | 36.42                  |
| #50                                   | 0.360  | 136.5    | 18.31                   | 81.89                    | 18.11                  |
| #100                                  | 0.150  | 88.5     | 11.87                   | 93.76                    | 6.24                   |
| #200                                  | 0.075  | 25.5     | 3.42                    | 97.18                    | 2.82                   |
| Fondo                                 | 0.000  | 21       | 2.82                    | 100.00                   | 0.00                   |
| Total                                 |        | 745.5    | 100.00                  |                          |                        |
| % Porcentaje de pérdida de agregado = |        |          |                         | 0.60%                    |                        |
| Módulo de fineza =                    |        |          |                         | 2.95                     |                        |

*Tabla 6: Muestra N° 3 de Granulometría del agregado fino (750 g).  
Fuente: Elaboración propia.*

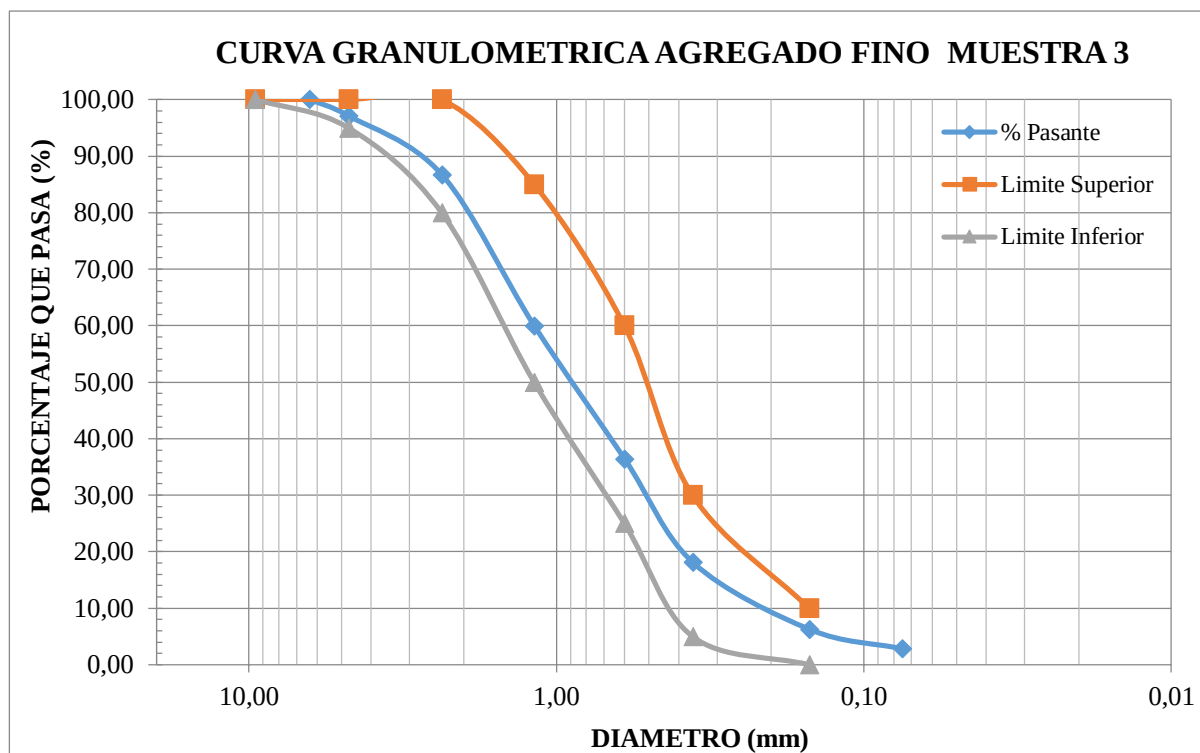


*Gráfico 3: Curva Granulométrica agregado fino muestra 3*  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.1.2. Análisis Granulométrico del Agregado grueso.

#### Procedimiento:

##### ❖ Módulo de fineza:

Este módulo de fineza se calculará con la suma total de todos los porcentajes retenidos acumulados en las mallas N°100 ,50 ,30 ,16 ,4 ,3/8” ;3/4” ;1 ½” ;3” ;6”. Todo dividido entre 100.

$$MF AG = \frac{\sum \%Ret. Acum (\#100 + \#50 + \#30 + \#16 + \#8 + \#4 + 3/8'' + 3/4'' + 1\frac{1}{2}'' + 3'' + 6'')}{100}$$

$$MF AG prom = \frac{MF AG1 + MF AG2 + MF AG3}{3}$$



❖ **Tamaño máximo:**

Se define el tamaño máximo del agregado al menor tamiz o malla del juego de mallas utilizadas por el cual pasa el 100% de la muestra ensayada.

❖ **Tamaño máximo nominal:**

Como tamaño máximo nominal corresponde al menor número de malla o tamiz que tras el ensayo de granulometría retiene entre el 5% y 10% del total de la muestra.

**Muestra N° 1 de Granulometría del Agregado Grueso (2500 g)**

| TAMI<br>Z                             | D (mm) | Peso (g) | Porcentaje<br>Retenido (%) | Porcentaje<br>Acumulado (%) | Porcentaje<br>Pasante (%) |
|---------------------------------------|--------|----------|----------------------------|-----------------------------|---------------------------|
| 3/4"                                  | 19.050 | 0        | 0.00                       | 0.00                        | 100.00                    |
| 1/2"                                  | 12.700 | 81.5     | 3.27                       | 3.27                        | 96.73                     |
| 3/8"                                  | 9.530  | 759      | 30.41                      | 33.68                       | 66.32                     |
| 1/4"                                  | 6.350  | 1062     | 42.56                      | 76.24                       | 23.76                     |
| #4                                    | 4.750  | 447.5    | 17.93                      | 94.17                       | 5.83                      |
| #8                                    | 2.360  | 145.5    | 5.83                       | 100.00                      | 0.00                      |
| #16                                   | 1.180  | 0        | 0.00                       | 100.00                      | 0.00                      |
| Fond<br>o                             | 0.000  | 0        | 0.00                       | 100.00                      | 0.00                      |
| Total                                 |        | 2495.5   | 100.00                     |                             |                           |
| % Porcentaje de pérdida de agregado = |        |          |                            | 0.18%                       |                           |
| Tamaño máximo =                       |        |          |                            | 3/4"                        |                           |
| Tamaño nominal máximo =               |        |          |                            | 1/2"                        |                           |
| Módulo de fineza =                    |        |          |                            | 6.28                        |                           |

**Tabla 7: Muestra N° 1 de Granulometría del Agregado Grueso (2500 g).**

Fuente: Elaboración propia.

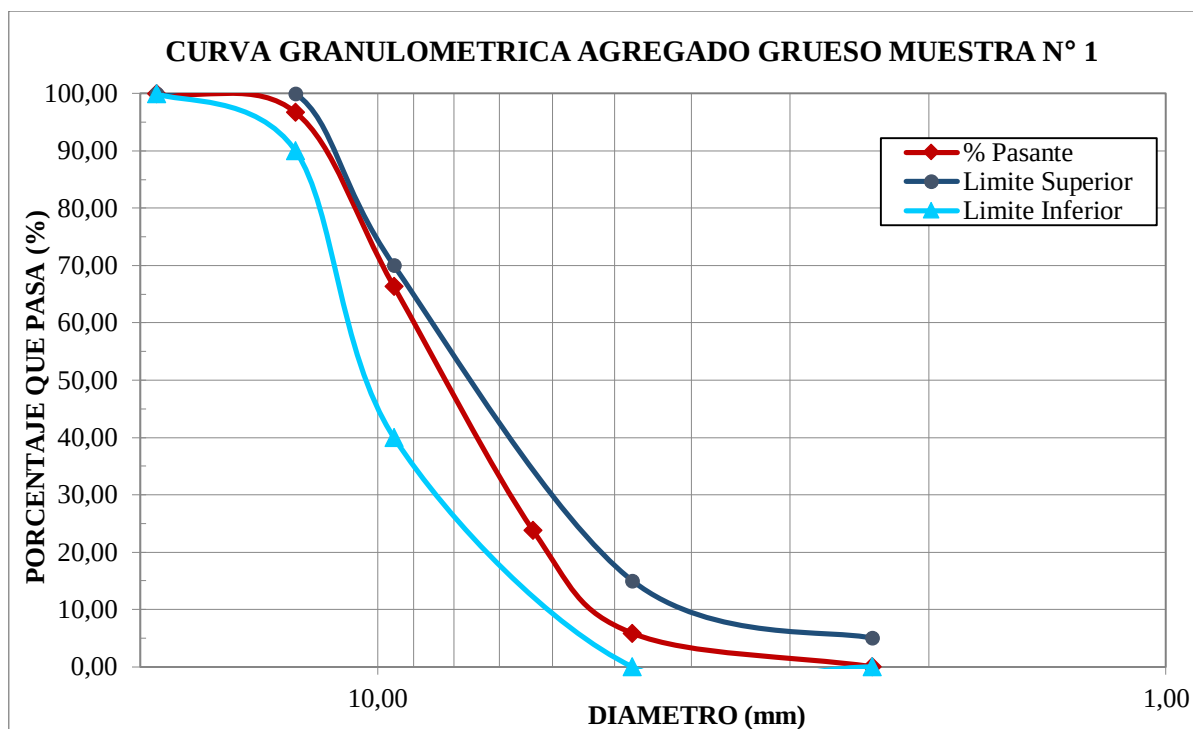


*Gráfico 4: Curva Granulométrica agregado grueso muestra 1.  
Fuente: Elaboración propia.*

#### **Muestra N° 2 de Granulometría del Agregado Grueso (2500 g)**

| TAMIZ                                        | D (mm) | Peso (g) | Porcentaje Retenido (%) | Porcentaje Acumulado (%) | Porcentaje Pasante (%) |
|----------------------------------------------|--------|----------|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| 3/4"                                         | 19.050 | 0        | 0.00                    | 0.00                     | 100.00                 |
| 1/2"                                         | 12.700 | 63       | 2.52                    | 2.52                     | 97.48                  |
| 3/8"                                         | 9.530  | 1042     | 41.73                   | 44.25                    | 55.75                  |
| 1/4"                                         | 6.350  | 899.5    | 36.02                   | 80.28                    | 19.72                  |
| #4                                           | 4.750  | 441.5    | 17.68                   | 97.96                    | 2.04                   |
| #8                                           | 2.360  | 51       | 2.04                    | 100.00                   | 0.00                   |
| #16                                          | 1.180  | 0        | 0.00                    | 100.00                   | 0.00                   |
| Fondo                                        | 0.000  | 0        | 0.00                    | 100.00                   | 0.00                   |
| <b>Total</b>                                 |        | 2497     | 100.00                  |                          |                        |
| <b>% Porcentaje de pérdida de agregado =</b> |        |          |                         | 0.12%                    |                        |
| <b>Tamaño máximo =</b>                       |        |          |                         | 3/4"                     |                        |
| <b>Tamaño nominal máximo =</b>               |        |          |                         | 1/2"                     |                        |
| <b>Módulo de fineza =</b>                    |        |          |                         | 6.42                     |                        |

*Tabla 8: Muestra N° 2 de Granulometría del agregado grueso (2500 g).  
Fuente: Elaboración propia.*

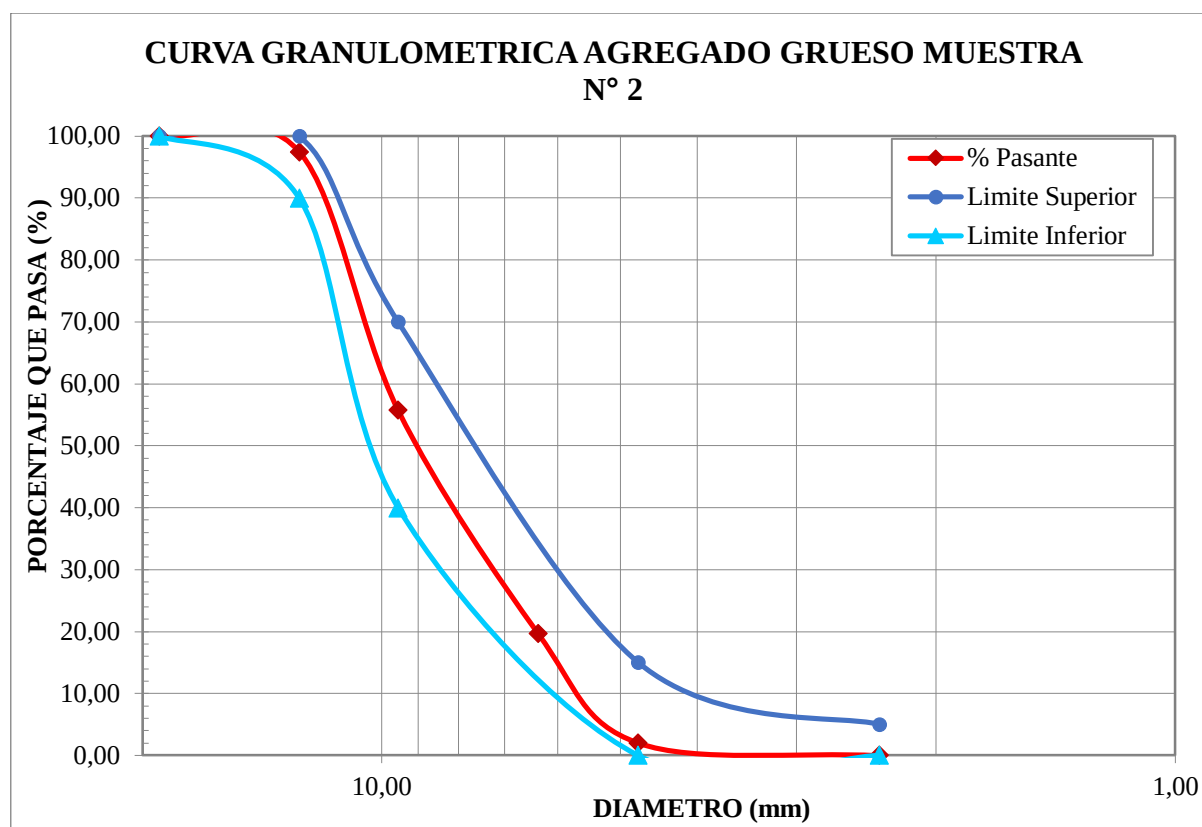


*Gráfico 5: Curva Granulométrica agregado grueso muestra 2.  
Fuente: Elaboración propia.*

### Muestra N° 3 de Granulometría del Agregado Grueso (2500 g)

| TAMIZ                                 | D (mm) | Peso (g) | Porcentaje Retenido (%) | Porcentaje Acumulado (%) | Porcentaje Pasante (%) |
|---------------------------------------|--------|----------|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| 3/4"                                  | 19.050 | 0        | 0.00                    | 0.00                     | 100.00                 |
| 1/2"                                  | 12.700 | 49       | 1.96                    | 1.96                     | 98.04                  |
| 3/8"                                  | 9.530  | 997.5    | 39.92                   | 41.89                    | 58.11                  |
| 1/4"                                  | 6.350  | 1036     | 41.46                   | 83.35                    | 16.65                  |
| #4                                    | 4.750  | 318.5    | 12.75                   | 96.10                    | 3.90                   |
| #8                                    | 2.360  | 97.5     | 3.90                    | 100.00                   | 0.00                   |
| #16                                   | 1.180  | 0        | 0.00                    | 100.00                   | 0.00                   |
| Fondo                                 | 0.000  | 0        | 0.00                    | 100.00                   | 0.00                   |
| Total                                 |        | 2498.5   | 100.00                  |                          |                        |
| % Porcentaje de perdida de agregado = |        |          |                         | 0.06%                    |                        |
| Módulo de fineza =                    |        |          |                         | 6.38                     |                        |

*Tabla 9: Muestra N° 3 de Granulometría del Agregado Grueso (2500 g).  
Fuente: Elaboración propia.*



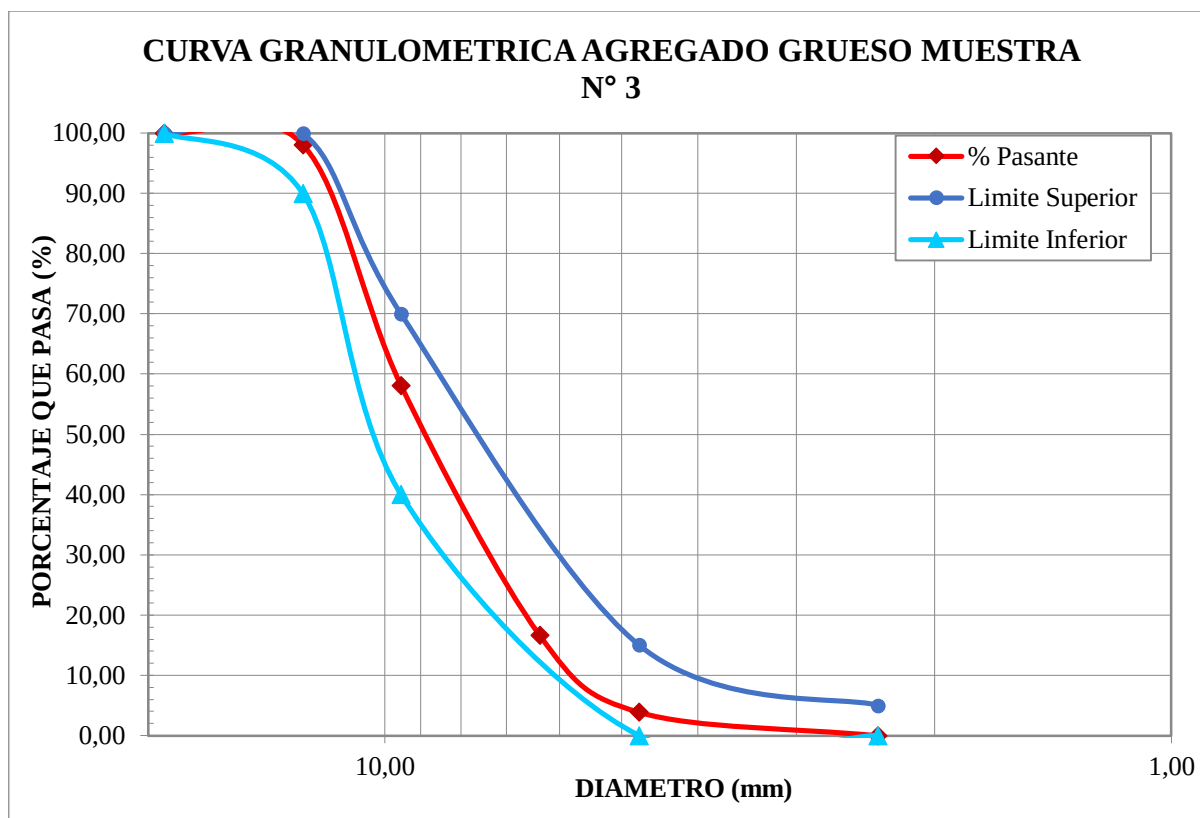


*Grafico 6: Curva Granulométrica agregado grueso muestra 3.  
Fuente: Elaboración propia*



*Imagen 8: Cuarteo del Agregado Grueso.  
Fuente: Elaboración propia.*



*Imagen 9: Granulometría del Agregado Grueso.*  
*Fuente: Elaboración propia*

### 3.1.2. Peso específico.

#### 3.1.2.1. Peso específico del agregado fino.

El peso específico o también nombrado densidad relativa se llamará a la relación del peso del agregado respecto al peso de un volumen igual de agua. Para la elaboración de concreto se considera un buen agregado o que tiene buen comportamiento cuando el peso específico del agregado tiene un valor alto.

#### **Procedimiento:**

- ❖ Se debe saturar las muestras por 24 horas. Luego se extraerá el agua de la muestra con ayuda de una cocina o secador sobre una superficie limpia y plana no adherente de forma constante hasta conseguir un estado superficialmente seco.
- ❖ Para saber que el agregado esta superficialmente seco se utiliza un cono metálico truncado y don ayuda de un pisón se llenara el cono por el lado más estrecho sobre una base limpia en tres capas, una vez terminado la muestra esta lista cuando al levanta el cono quede una estructura que desmorone lentamente los lados sin mantener la forma original del cono.

- ❖ Con el agregado en este estado se introducirá 500 gramos de la muestra en una fiola con peso y volumen conocido y se añade agua hasta que se ocupe el total del volumen de la fiola.
- ❖ Se extrae el aire atrapado en el suelo empleando la bomba de vacíos o agitando la fiola sobre una superficie horizontal.
- ❖ Si el volumen de la fiola no está totalmente lleno se completa con agua completarlo.
- ❖ Se pesa la fiola con la muestra y agua para luego sacar el agua de la fiola y el agregado.
- ❖ El agregado se dejará secando en el horno por 24 horas y se tomará nuevamente el peso en su estado seco.
- ❖ Datos obtenidos del ensayo en laboratorio:

#### ***Datos Obtenidos del Ensayo de Peso Específico del Laboratorio***

|                                                   | UND | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|---------------------------------------------------|-----|-----------|-----------|-----------|
| <b>Peso del Picnómetro vacío (P2)</b>             | g   | 179       | 174.8     | 174.1     |
| <b>Volumen del Picnómetro (V)</b>                 | ml  | 500       | 500       | 500       |
| <b>Peso de muestra SSS (W<sub>ss</sub>)</b>       | g   | 500       | 500       | 500       |
| <b>Peso del picnómetro + agua (P1)</b>            | g   | 981       | 976.2     | 978.6     |
| <b>Agua añadida al picnómetro (V<sub>a</sub>)</b> | g   | 302       | 301.4     | 304.5     |
| <b>Peso de muestra seca (W<sub>o</sub>)</b>       | g   | 492       | 489.5     | 493       |

*Tabla 10: Datos Obtenidos del Ensayo de Peso Específico del Laboratorio.  
Fuente: Elaboración propia.*

- **Peso específico de la masa (P<sub>em</sub>).**

$$P_{em} = \frac{W_o}{(V - V_a)} * 100$$

*W<sub>o</sub>* = Peso de la muestra seca.

*V* = Volumen del picnómetro (500 ml).

*V<sub>a</sub>* = Peso o volumen del agua añadida al picnómetro.



|                                                  | UND               | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|--------------------------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Peso específico de la masa (Pem)</b>          | g/cm <sup>3</sup> | 2.485     | 2.465     | 2.522     |
| <b>Peso específico de la masa promedio (Pem)</b> | g/cm <sup>3</sup> | 2.490     |           |           |

**Tabla 11: Peso Específico de Masa.**

Fuente: Elaboración propia.

- **Peso específico saturado superficialmente seco (SSS).**

$$SSS = \frac{W_{ss}}{(V - V_a)} * 100$$

$W_{ss}$  = Peso de la muestra saturada superficialmente seca.

$V$  = Volumen del picnómetro (500 ml).

$V_a$  = Peso o volumen del agua añadida al picnómetro.

|                                                                      | UND               | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Peso específico saturado superficialmente seco (SSS)</b>          | g/cm <sup>3</sup> | 2.525     | 2.518     | 2.558     |
| <b>Peso específico saturado superficialmente seco promedio (SSS)</b> | g/cm <sup>3</sup> | 2.533     |           |           |

**Tabla 12: Peso Específico Saturado Superficialmente Seco (SSS).**

Fuente: Elaboración propia

- **Peso específico aparente (Pea):**

$$Pem = \frac{W_o}{(V - V_a) - (W_{ss} - W_o)} * 100$$

$W_o$  = Peso de la muestra seca.

$W_{ss}$  = Peso de la muestra saturada superficialmente seca.

$V$  = Volumen del picnómetro (500 ml).

$V_a$  = Peso o volumen del agua añadida al picnómetro.

|                                                | UND               | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|------------------------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Peso específico aparente (Pea)</b>          | g/cm <sup>3</sup> | 2.589     | 2.602     | 2.615     |
| <b>Peso específico aparente promedio (Pea)</b> | g/cm <sup>3</sup> | 2.602     |           |           |

**Tabla 13: Peso Específico Aparente (Pea).** .

Fuente: Elaboración propia

▪ **Porcentaje de absorción del agregado fino:**

El porcentaje o cantidad de agua que puede absorber un agregado, expresado en porcentaje es por definición:

$$\% \text{ de Abosorción} = \frac{(W_{ss} - W_o)}{W_o} * 100$$

$W_o$  = Peso de la muestra seca.

$W_{ss}$  = Peso de la muestra saturada superficialmente seca.

|                                                 | UND | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|-------------------------------------------------|-----|-----------|-----------|-----------|
| <b>Porcentaje de absorción Promedio (% abs)</b> | %   | 1.626     | 2.145     | 1.420     |
| <b>Porcentaje de absorción (% abs)</b>          | %   | 1.730     |           |           |

**Tabla 14: Porcentaje de Absorción (% abs).**

Fuente: Elaboración propia.



**Imagen 10: Agregado fino en el picnómetro.**

Fuente: Elaboración propia.





*Imagen 11: Secado de las muestras de Agregado Fino.  
Fuente: Elaboración propia.*



*Imagen 12: Prueba de absorción del Agregado Fino.  
Fuente: Elaboración propia.*





*Imagen 13: Absorción del Agregado Fino Saturada Superficialmente Seca*  
Fuente: Elaboración propia

### 3.1.2.2. Peso específico del agregado grueso.

De la relación del peso de la muestra seca y el volumen y utilizando el principio de Arquímedes se obtiene el peso específico del agregado.

#### ***Peso mínimo de las muestras de ensayo de peso específico y absorción***

| Tamaño Máximo Nominal mm (pulg) | Peso mínimo de la muestra de ensayo kg (lb) |
|---------------------------------|---------------------------------------------|
| 12.5 (1/2) o menos              | 2 (4,4)                                     |
| 19.0 (3/4)                      | 3 (6,6)                                     |
| 25.0 (1)                        | 4 (8,8)                                     |
| 37.5 (1 ½)                      | 5 (11)                                      |
| 50 (2)                          | 8 (18)                                      |
| 63 (2 ½)                        | 12 (26)                                     |
| 75 (3)                          | 18 (40)                                     |
| 90 (3 ½)                        | 25 (55)                                     |
| 100 (4)                         | 40 (88)                                     |
| 112 (4 ½)                       | 50 (110)                                    |
| 125 (5)                         | 75 (165)                                    |
| 150 (6)                         | 125 (276)                                   |

*Tabla 15: Peso mínimo de las muestras de ensayo de peso específico y absorción.*  
Fuente: Norma Técnica Peruana 400.021, 2002)

### Procedimiento:

- ❖ Se obtiene una muestra representativa del agregado por cuarteo manual o en las bandejas de cuarteo. Para el ensayo se utilizó muestras de 2500 gramos.
- ❖ Se debe saturar las muestras por 24 horas. Luego se retirará el agua y con ayuda de una franela se debe loga un estado superficialmente limpio y seco a simple vista, quitando el brillo característico del material dado por el exceso de agua.
- ❖ Se pesó la muestra en su estado superficialmente seco y se anota.
- ❖ Se utilizará una canastilla y una balanza para determinar su peso sumergido.
- ❖ Se obtiene el peso de la canastilla más la muestra de agregado sumergido en agua y se anota.
- ❖ Sin perder material se colocará la misma muestra en el horno por 24 horas para obtener su peso seco.
- ❖ Datos obtenidos del ensayo en laboratorio:

#### **Datos Obtenidos del Ensayo de Peso Específico del Laboratorio**

|                                                           | UND | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|-----------------------------------------------------------|-----|-----------|-----------|-----------|
| <b>Peso de la canastilla sumergida (PC)</b>               | g   | 601       | 603       | 594       |
| <b>Peso de muestra SSS (<math>W_{ss}</math>)</b>          | g   | 2512      | 2510.5    | 2511.5    |
| <b>Peso de canastilla + muestra sumergida (PC + M)</b>    | g   | 2186      | 2183      | 2185      |
| <b>Peso de la muestra sumergida (<math>W_{sa}</math>)</b> | g   | 1585      | 1580      | 1591      |
| <b>Peso de muestra seca (<math>W_o</math>)</b>            | g   | 2491.5    | 2487      | 2490.5    |

*Tabla 16: Datos Obtenidos del Ensayo de Peso Específico del Laboratorio.  
Fuente: Elaboración propia.*

#### ▪ **Peso específico de la masa ( $P_{em}$ ):**

$$P_{em} = \frac{W_o}{(W_{ss} - W_{sa})} * 100$$

$W_o$  = Peso de la muestra seca.

$W_{ss}$  = Peso de la muestra saturada superficialmente seca.

$W_{sa}$  = Peso de la muestra sumergida en agua. (PCM – PC)

|                                                    | UND               | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|----------------------------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Peso específico de masa (Pem)</b>               | g/cm <sup>3</sup> | 2.688     | 2.673     | 2.706     |
| <b>Peso específico de masa promedio (Pem prom)</b> | g/cm <sup>3</sup> | 2.689     |           |           |

*Tabla 17: Peso Específico de Masa (Pem).*

*Fuente: Elaboración propia.*

▪ **Peso específico saturado superficialmente seco (SSS):**

$$SSS = \frac{W_{ss}}{(W_{ss} - W_{sa})} * 100$$

$W_{ss}$  = Peso de la muestra saturada superficialmente seca.

$W_{sa}$  = Peso de la muestra sumergida en agua. (PCM – PC)

|                                                                      | UND               | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Peso específico saturado superficialmente seco (SSS)</b>          | g/cm <sup>3</sup> | 2.71      | 2.699     | 2.729     |
| <b>Peso específico saturado superficialmente seco promedio (SSS)</b> | g/cm <sup>3</sup> | 2.713     |           |           |

*Tabla 18: Peso específico saturado superficialmente seco (SSS).*

*Fuente: Elaboración propia.*

▪ **Peso específico aparente (Pea):**

$$Pea = \frac{W_o}{(W_o - W_{sa})} * 100$$

$W_o$  = Peso de la muestra seca.

$W_{sa}$  = Peso de la muestra sumergida en agua. (PCM – PC)

|                                                | UND               | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|------------------------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Peso específico aparente (Pea)</b>          | g/cm <sup>3</sup> | 2.749     | 2.743     | 2.769     |
| <b>Peso específico aparente promedio (Pea)</b> | g/cm <sup>3</sup> | 2.754     |           |           |

*Tabla 19: Peso específico aparente (Pea).*

*Fuente: Elaboración propia.*



▪ **Porcentaje de absorción del agregado grueso.**

$$\% \text{ de Absorción} = \frac{(W_{ss} - W_o)}{W_o} * 100$$

$W_o$  = Peso de la muestra seca.

$W_{ss}$  = Peso de la muestra saturada superficialmente seca.

|                                          | UND | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|------------------------------------------|-----|-----------|-----------|-----------|
| Porcentaje de absorción (% abs)          | %   | 0.823     | 0.945     | 0.843     |
| Porcentaje de absorción Promedio (% abs) | %   | 0.870     |           |           |

*Tabla 20: Porcentaje de Absorción.*

*Fuente: Elaboración propia.*



*Imagen 14: Agregado Grueso sumergido para la prueba del peso específico.*

*Fuente: Elaboración propia.*



*Imagen 15: Agregado Grueso Saturado.*  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.3. Peso unitario suelto y compactado.

El peso unitario o también llamado peso volumétrico de los agregados, se denominará al peso que se necesita para llenar por completo un recipiente con un volumen conocido o volumen unitario específico. El ensayo se utiliza para convertir datos de peso en datos de volumen.

#### **Capacidad de la Medida**

| Tamaño Máximo Nominal del agregado |          | Capacidad de la medida |                |
|------------------------------------|----------|------------------------|----------------|
| mm                                 | pulgadas | L (m <sup>3</sup> )    | p <sup>3</sup> |
| 12.5                               | 1/2      | 2.8(0.0028)            | 1/10           |
| 25.0                               | 1        | 9.3 (0.0093)           | 1/3            |
| 37.5                               | 1.5      | 14(0.014)              | 1/2            |
| 75.0                               | 3        | 28(0.028)              | 1              |
| 112.0                              | 4        | 70(0.070)              | 2 1/2          |
| 150.0                              | 6        | 100(0.100)             | 3 1/2          |

*Tabla 21: Capacidad de la Medida.*  
Fuente: Elaboración propia.

### Procedimiento:

- ❖ So obtiene una muestra representativa del agregado, ya sea agregado grueso o fino, por el método del cuarteo no menos a 5000 gramos por ensayo.
- ❖ Se utilizará un recipiente con un volumen conocido y se pesará vacío.
- ❖ Para el peso unitario suelto se llena el recipiente si varillar con una altura no mayor a 5 centímetros en su totalidad y se pesa el recipiente lleno.
- ❖ Para el peso unitario compactado se llena la olla en 3 capas de igual volumen aproximadamente con 25 golpes de la varilla por capa, se enraza y se pesa el recipiente lleno.

#### 3.1.3.1. Peso unitario suelto.

$$P.U. \text{ suelto} = \frac{PMM - PM}{V} * 1000$$

*P.U. suelto* = Peso unitario suelto.

*PMM* = Peso del molde más muestra.

*PM* = Peso del molde.

*V* = Volumen del molde.

##### 3.1.3.1.1. Peso unitario suelto Agregado Fino:

Datos obtenidos del ensayo en laboratorio

|                                 | UND             | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|---------------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Peso del molde</b>           | g               | 1729      | 1729      | 1729      |
| <b>Volumen del molde</b>        | p <sup>3</sup>  | 1/10      | 1./10     | 1/10      |
| <b>Volumen del molde</b>        | cm <sup>3</sup> | 2831.685  | 2831.685  | 2831.685  |
| <b>Peso del molde + muestra</b> | g               | 6181      | 6173.5    | 6142.5    |
| <b>Peso de la muestra</b>       | g               | 4452      | 4444.5    | 4413.5    |

Tabla 22: Datos Obtenidos del Ensayo de Peso Unitario Suelto del Laboratorio.



Fuente: Elaboración propia.

|                               | UND               | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|-------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| Peso Unitario suelto          | g/cm <sup>3</sup> | 1.572     | 1.569     | 1.558     |
| Peso Unitario suelto Promedio | g/cm <sup>3</sup> | 1.566     |           |           |

Tabla 23: Datos Obtenidos del Ensayo de Peso Unitario del Laboratorio.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.3.1.2. Peso unitario suelto Agregado Grueso:

Datos obtenidos del ensayo en laboratorio

|                          | UND             | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|--------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| Peso del molde           | g               | 1729      | 1729      | 1729      |
| Volumen del molde        | p <sup>3</sup>  | 1/10      | 1./10     | 1/10      |
| Volumen del molde        | cm <sup>3</sup> | 2831.685  | 2831.685  | 2831.685  |
| Peso del molde + muestra | g               | 5856      | 5881.5    | 5848.5    |
| Peso de la muestra       | g               | 4127      | 4152.5    | 4119.5    |

Tabla 24: Datos Obtenidos del Ensayo de Peso Suelto Unitario del Laboratorio.

Fuente: Elaboración propia.

|                               | UND               | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|-------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| Peso unitario suelto          | g/cm <sup>3</sup> | 1.457     | 1.466     | 1.454     |
| Peso unitario suelto promedio | g/cm <sup>3</sup> | 1.459     |           |           |

Tabla 25: Peso Unitario Suelto del Agregado Grueso.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.3.2. Peso unitario compactado

$$P.U.compactado = \frac{PMM - PM}{V} * 1000$$

P.U. compactado = Peso unitario suelto.

$PMM$  = Peso del molde más muestra.

$PM$  = Peso del molde.

$V$  = Volumen del molde.

### 3.1.3.2.1. Peso unitario compactado Agregado Fino:

Datos obtenidos del ensayo en laboratorio

|                          | UND             | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|--------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| Peso del molde           | g               | 1729      | 1729      | 1729      |
| Volumen del molde        | p <sup>3</sup>  | 1/10      | 1./10     | 1/10      |
| Volumen del molde        | cm <sup>3</sup> | 2831.685  | 2831.685  | 2831.685  |
| Peso del molde + muestra | g               | 6473.5    | 6548.5    | 6471.5    |
| Peso de la muestra       | g               | 4744.5    | 4819.5    | 4742.5    |

*Tabla 26: Datos Obtenidos del Ensayo de Peso Unitario Compactado del Laboratorio.*  
Fuente: Elaboración propia.

|                                   | UND               | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|-----------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| Peso unitario compactado          | g/cm <sup>3</sup> | 1.675     | 1.701     | 1.674     |
| Peso unitario compactado promedio | g/cm <sup>3</sup> | 1.684     |           |           |

*Tabla 27: Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso.*  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.3.2.2. Peso unitario compactado Agregado Grueso:

Datos obtenidos del ensayo en laboratorio

|                          | UND             | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|--------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| Peso del molde           | g               | 1729      | 1729      | 1729      |
| Volumen del molde        | p <sup>3</sup>  | 1/10      | 1./10     | 1/10      |
| Volumen del molde        | cm <sup>3</sup> | 2831.685  | 2831.685  | 2831.685  |
| Peso del molde + muestra | g.              | 6246.5    | 6273.5    | 6324.5    |
| Peso de la muestra       | g.              | 4517.5    | 4544.5    | 4595.5    |

*Tabla 28: Datos Obtenidos del Ensayo de Peso Unitario Compactado del Laboratorio.*  
Fuente: Elaboración propia.

|                                          | UND               | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|------------------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>Peso Unitario compactado</b>          | g/cm <sup>3</sup> | 1.595     | 1.604     | 1.622     |
| <b>Peso Unitario compactado Promedio</b> | g/cm <sup>3</sup> | 1.607     |           |           |

*Tabla 29: Peso Unitario Compactado del Agregado Grueso.*  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.4. Contenido de humedad.

Se le llama porcentaje de humedad a la cantidad en porcentaje de agua que poseen los agregados en su estado natural. El porcentaje de humedad siempre influirá en la relación Agua/Cemento de la mezcla de concreto y por ende en la resistencia de la misma. Se debe controlar y hacer las correcciones necesarias siempre para la dosificación de agua en la mezcla.

#### *Tamaño de la muestra de agregado*

| Tamaño Máximo Nominal de agregado mm (pulg) | Masa mínima de la muestra de agregado de peso normal en kg |
|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| 4.75 (No. 4)                                | 0.5                                                        |
| 9.50 (3/8)                                  | 1.5                                                        |
| 12.5 (½)                                    | 2.0                                                        |
| 19.0 (¾)                                    | 3.0                                                        |
| 25.0 (1)                                    | 4.0                                                        |
| 37.5 (1 ½)                                  | 6.0                                                        |
| 50.0 (2)                                    | 8.0                                                        |
| 63.0 (2 ½)                                  | 10.0                                                       |
| 75.0 (3)                                    | 13.0                                                       |
| 90.0 (3 ½)                                  | 16.0                                                       |
| 100.0 (4)                                   | 25.0                                                       |
| 150.0 (6)                                   | 50.0                                                       |

*Tabla 30: Tamaño de la muestra de agregado.*  
Fuente: Norma Técnica Peruana 339.185, 2013

$$\% \text{ de humedad} = \frac{(W - W_o)}{W_o} * 100$$



$W$  = Peso en su estado natural de la muestra.

$W_o$  = Peso seco de la muestra.

### Procedimiento:

- ❖ Se cuartea y se obtiene una muestra representativa para agregado grueso y agregado fino.
- ❖ Se utiliza una balanza para peso primero los recipientes solos y después con muestra antes de entrar al horno por 24 horas. Se usó muestras de 1000 gramos para el agregado fino y 2500 gramos para el grueso.
- ❖ Después de 24 horas se retira los recipientes del horno y se dejan enfriando hasta que sea posible manipularlos.
- ❖ Se pesan las muestras de agregado después de pasar por el horno y se anotan.
- ❖ Datos obtenidos del ensayo en laboratorio:

### Porcentaje de Humedad del Agregado Grueso

|                                                | UND | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|------------------------------------------------|-----|-----------|-----------|-----------|
| <b>Peso de la muestra en su estado natural</b> | g   | 2500      | 2500      | 2500      |
| <b>Peso de la muestra seca</b>                 | g   | 2491.5    | 2487      | 2490.5    |
| <b>Porcentaje de humedad</b>                   | %   | 0.341     | 0.523     | 0.381     |
| <b>Porcentaje de humedad Promedio</b>          | %   | 0.415     |           |           |

*Tabla 31: Porcentaje de Humedad del Agregado Grueso.*  
Fuente: Elaboración propia.

### Porcentaje de Humedad del Agregado Fino

|                                         | UND | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|-----------------------------------------|-----|-----------|-----------|-----------|
| Peso de la muestra en su estado natural | g   | 1000      | 1000      | 1000      |
| Peso de la muestra seca                 | g   | 997       | 997       | 994       |
| Porcentaje de humedad                   | %   | 0.301     | 0.301     | 0.604     |
| Porcentaje de humedad Promedio          | %   | 0.402     |           |           |

Tabla 32: Porcentaje de Humedad del Agregado Fino.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.5. Resumen de las propiedades de los agregados

| DATOS                                 | UND               | AGREGADO FINO | AGREGADO GRUESO |
|---------------------------------------|-------------------|---------------|-----------------|
| Módulo de fineza                      | -                 | 2.91          | 6.36            |
| Tamaño máximo                         | -                 | -             | 3/4"            |
| Tamaño nominal máximo                 | -                 | -             | 1/2"            |
| Contenido de humedad %                | %                 | 0.402         | 0.415           |
| Peso Específico de la masa            | g/cm <sup>3</sup> | 2.490         | 2.689           |
| Peso Específico Superficialmente seco | g/cm <sup>3</sup> | 2.533         | 2.713           |
| Peso Específico Aparente              | g/cm <sup>3</sup> | 2.602         | 2.754           |
| Absorción                             | %                 | 1.73          | 0.87            |
| Peso unitario suelto                  | g/cm <sup>3</sup> | 1.566         | 1.459           |
| Peso unitario compactado              | g/cm <sup>3</sup> | 1.684         | 1.607           |

Tabla 33: Resumen de las propiedades de los agregados.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.1.6. Propiedades de las partículas de vidrio.

#### 3.1.6.1. Granulometría.

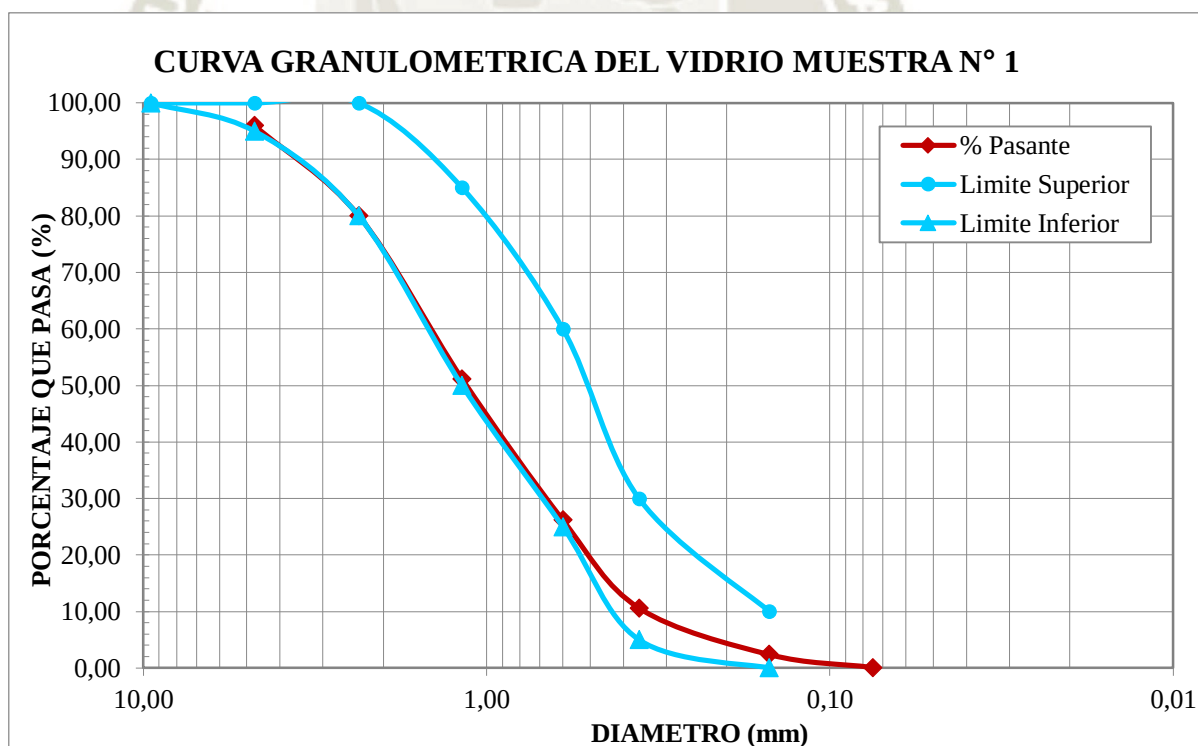
Luego de haber obtenido el material ya triturado se procedió a clasificarlos granulométricamente, dándonos los siguientes valores.

**Muestra N° 1 del Análisis Granulométrico del Vidrio ( 2500 g)**

| TAMIZ                                 | D (mm) | Peso (g) | Porcentaje Retenido (%) | Porcentaje Acumulado (%) | Porcentaje Pasante (%) |
|---------------------------------------|--------|----------|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1/4"                                  | 6.350  | 0        | 0.00                    | 0.00                     | 100.00                 |
| #4                                    | 4.750  | 100      | 4.00                    | 4.00                     | 96.00                  |
| #8                                    | 2.360  | 399      | 15.97                   | 19.97                    | 80.03                  |
| #16                                   | 1.180  | 721      | 28.85                   | 48.82                    | 51.18                  |
| #30                                   | 0.600  | 625      | 25.01                   | 73.83                    | 26.17                  |
| #50                                   | 0.360  | 389      | 15.57                   | 89.40                    | 10.60                  |
| #100                                  | 0.150  | 206      | 8.24                    | 97.64                    | 2.36                   |
| #200                                  | 0.075  | 57       | 2.28                    | 99.92                    | 0.08                   |
| Fondo                                 |        | 2        | 0.08                    | 100.00                   | 0.00                   |
| Total                                 |        | 2499     | 100.00                  |                          |                        |
| % Porcentaje de perdida de agregado = |        |          |                         | 0.04%                    |                        |
| Módulo de fineza =                    |        |          |                         | 3.34                     |                        |

**Tabla 34: Muestra N° 1 del Análisis Granulométrico del Vidrio (2500 g).**

Fuente: Elaboración propia.


**Gráfico 7: Curva Granulométrica del Vidrio, Muestra N° 1.**

Fuente: Elaboración propia.

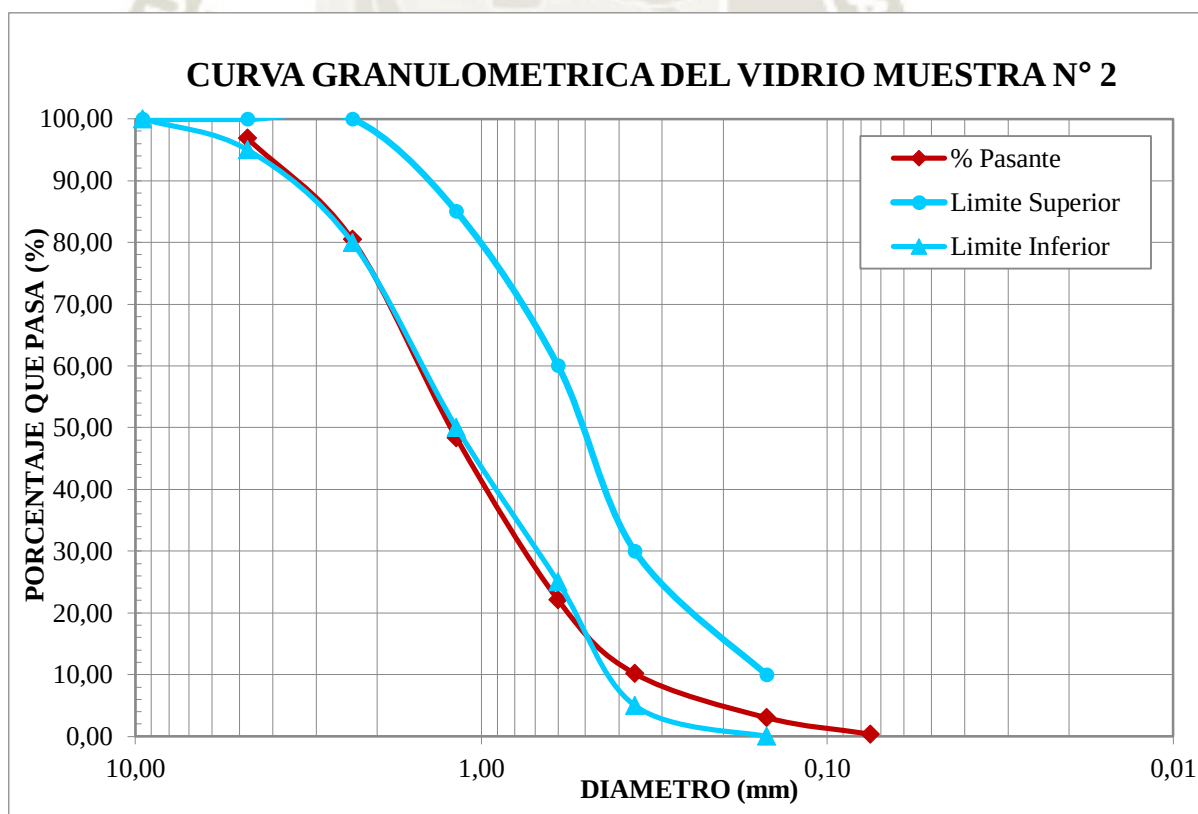


**Muestra N° 2 del Análisis Granulométrico del Vidrio ( 2500 g)**

| TAMIZ                                 | D (mm) | Peso (g) | Porcentaje Retenido (%) | Porcentaje Acumulado (%) | Porcentaje Pasante (%) |
|---------------------------------------|--------|----------|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1/4"                                  | 6.350  | 0        | 0.00                    | 0.00                     | 100.00                 |
| #4                                    | 4.750  | 78       | 3.12                    | 3.12                     | 96.88                  |
| #8                                    | 2.360  | 411      | 16.45                   | 19.58                    | 80.42                  |
| #16                                   | 1.180  | 802      | 32.11                   | 51.68                    | 48.32                  |
| #30                                   | 0.600  | 655      | 26.22                   | 77.90                    | 22.10                  |
| #50                                   | 0.360  | 298      | 11.93                   | 89.83                    | 10.17                  |
| #100                                  | 0.150  | 178      | 7.13                    | 96.96                    | 3.04                   |
| #200                                  | 0.075  | 67       | 2.68                    | 99.64                    | 0.36                   |
| Fondo                                 |        | 9        | 0.36                    | 100.00                   | 0.00                   |
| Total                                 |        | 2498     | 100.00                  |                          |                        |
| % Porcentaje de perdida de agregado = |        |          |                         | 0.08%                    |                        |
| Módulo de fineza =                    |        |          |                         | 3.39                     |                        |

**Tabla 35: Muestra N° 2 del Análisis Granulométrico del Vidrio (2500 g).**

Fuente: Elaboración propia.


**Gráfico 8: Curva Granulométrica del Vidrio, Muestra N° 2.**

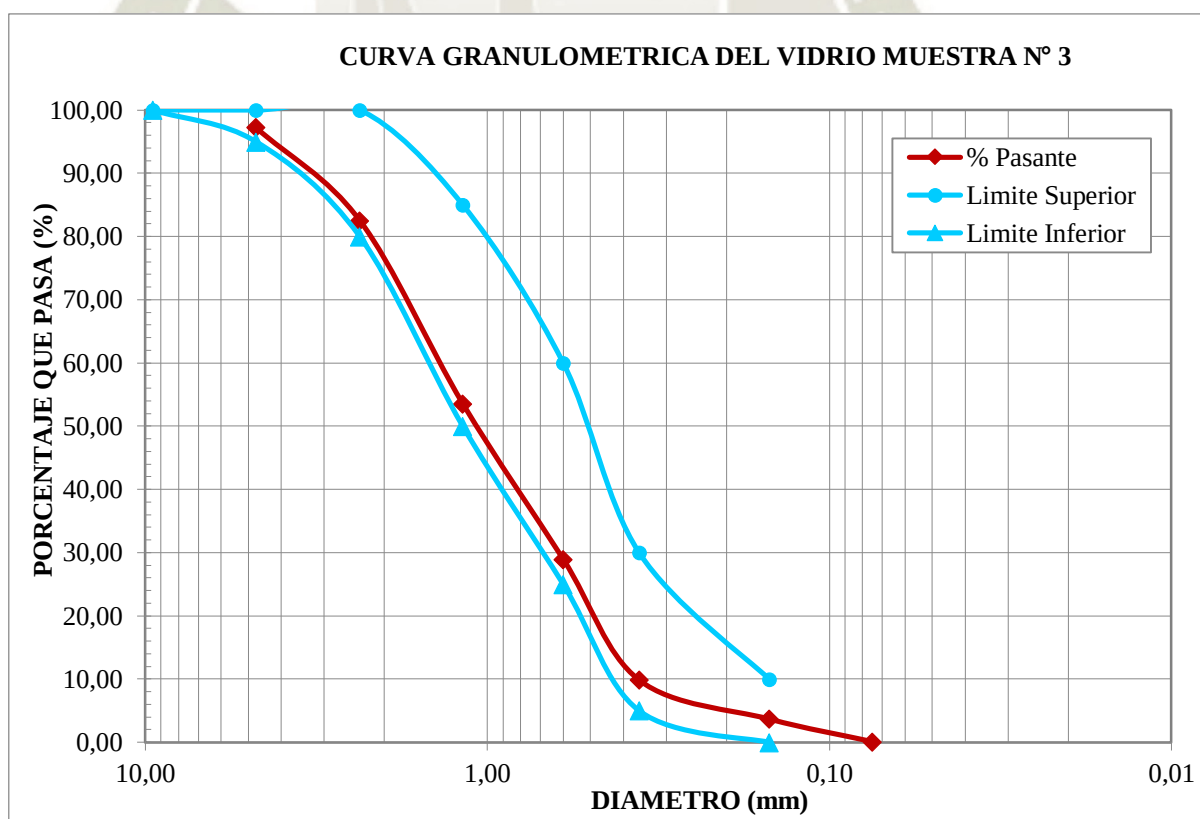
Fuente: Elaboración propia.

**Muestra N° 3 del Análisis Granulométrico del Vidrio ( 2500 g)**

| TAMIZ                                 | D (mm) | Peso (g) | Porcentaje Retenido (%) | Porcentaje Acumulado (%) | Porcentaje Pasante (%) |
|---------------------------------------|--------|----------|-------------------------|--------------------------|------------------------|
| 1/4"                                  | 6.350  | 0        | 0.00                    | 0.00                     | 100.00                 |
| #4                                    | 4.750  | 69       | 2.76                    | 2.76                     | 97.24                  |
| #8                                    | 2.360  | 367      | 14.70                   | 17.47                    | 82.53                  |
| #16                                   | 1.180  | 723      | 28.97                   | 46.43                    | 53.57                  |
| #30                                   | 0.600  | 614      | 24.60                   | 71.03                    | 28.97                  |
| #50                                   | 0.360  | 477      | 19.11                   | 90.14                    | 9.86                   |
| #100                                  | 0.150  | 154      | 6.17                    | 96.31                    | 3.69                   |
| #200                                  | 0.075  | 89       | 3.57                    | 99.88                    | 0.12                   |
| Fondo                                 |        | 3        | 0.12                    | 100.00                   | 0.00                   |
| Total                                 |        | 2496     | 100.00                  |                          |                        |
| % Porcentaje de perdida de agregado = |        |          |                         | 0.16%                    |                        |
| Módulo de fineza =                    |        |          |                         | 3.24                     |                        |

**Tabla 36: Muestra N° 3 del Análisis Granulométrico del Vidrio (2500 g).**

Fuente: Elaboración propia.


**Gráfico 9: : Curva Granulométrica del Vidrio, Muestra N° 3.**

Fuente: Elaboración propia.



*Imagen 16: Granulometría del Vidrio.*  
*Fuente: Elaboración propia.*

### 3.1.6.2. Peso unitario suelto y compactado.

#### 3.1.6.2.1. Peso unitario suelto del vidrio

Datos obtenidos del ensayo en laboratorio

#### *Datos Obtenidos del Ensayo de Peso Unitario Suelto del Laboratorio*

|                          | UND             | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|--------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| Peso del molde           | g               | 1729      | 1729      | 1729      |
| Volumen del molde        | p <sup>3</sup>  | 1/10      | 1./10     | 1/10      |
| Volumen del molde        | cm <sup>3</sup> | 2831.685  | 2831.685  | 2831.685  |
| Peso del molde + muestra | g               | 5903.5    | 5924.5    | 5969.5    |
| Peso de la muestra       | g               | 4174.5    | 4195.5    | 4240.5    |

*Tabla 37: Datos Obtenidos del Ensayo de Peso Unitario Suelto del Laboratorio.*  
*Fuente: Elaboración propia.*



### **Peso Unitario Suelto del Vidrio**

|                               | UND               | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|-------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| Peso Unitario suelto          | g/cm <sup>3</sup> | 1.474     | 1.481     | 1.497     |
| Peso Unitario suelto Promedio | g/cm <sup>3</sup> | 1.484     |           |           |

**Tabla 38: Peso Unitario Suelto del Vidrio.**

Fuente: Elaboración propia.

### **3.1.6.2.2. Peso unitario compactado del vidrio.**

Datos obtenidos del ensayo en laboratorio

|                          | UND             | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|--------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| Peso del molde           | g               | 1729      | 1729      | 1729      |
| Volumen del molde        | p <sup>3</sup>  | 1/10      | 1/10      | 1/10      |
| Volumen del molde        | cm <sup>3</sup> | 2831.685  | 2831.685  | 2831.685  |
| Peso del molde + muestra | g               | 6343.5    | 6377      | 6340      |
| Peso de la muestra       | g               | 4614.5    | 4648      | 4611      |

**Tabla 39: Datos Obtenidos del Ensayo de Peso Unitario Suelto del Laboratorio.**

Fuente: Elaboración propia.

### **Peso Unitario Compactado del Vidrio**

|                                   | UND               | Muestra 1 | Muestra 2 | Muestra 3 |
|-----------------------------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| Peso Unitario compactado          | g/cm <sup>3</sup> | 1.629     | 1.641     | 1.628     |
| Peso Unitario compactado Promedio | g/cm <sup>3</sup> | 1.633     |           |           |

**Tabla 40: Peso Unitario Compactado del Vidrio.**

Fuente: Elaboración propia.



*Imagen 17: Llenado y compactado del vidrio en olla de 1/10.  
Fuente: Elaboración propia.*



*Imagen 18: Enrazado de olla de 1/10.  
Fuente: Elaboración propia.*

### 3.2. Metodología del Diseño de Mezcla

#### 3.2.1. Concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa); $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) (Método ACI)

Desarrollado por el comité 211 del ACI (American Concrete Institute), se propone un diseño simple basado en tablas preestablecidas de acuerdo a información y estudios previos realizados, el diseño brinda los valores

numéricos de los materiales para la elaboración del concreto por unidad de metro cubico.

### 3.2.1.1. Selección de la resistencia promedio requerida

Para este trabajo se decidió trabajar con dos resistencias de diseños típicas utilizadas en la mayoría de obras de construcción civil en la región:

#### ❖ Diseño de mezcla 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa).

Resistencia de diseño:

$$f'_{cr} = f'_c + 84 = 294 \frac{kg}{cm^2}$$

#### ❖ Diseño de mezcla 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa).

Resistencia de diseño:

$$f'_{cr} = f'_c + 84 = 364 \frac{kg}{cm^2}$$

### 3.2.1.2. Selección del asentamiento.

Para el diseño se debe considerar que tipo de mezcla se utilizara y según la cantidad de agua en la mezcla podemos clasificarlas en tres tipos según la tabla del libro “Diseño de mezcla” de Rivva López.

#### **Clasificación de la mezcla según asentamiento**

| Tipo de Mezcla    | Asentamiento            |
|-------------------|-------------------------|
| Mezclas Secas     | 0 – 2” (0 a 50 mm)      |
| Mezclas Plásticas | 3 – 4” (75 a 100 mm)    |
| Mezclas Fluidas   | 5 – 7” (mayor a 125 mm) |

**Tabla 41: Clasificación de la mezcla según asentamiento.**

Fuente: Diseño de Mezclas, 1992.

El ACI nos proporciona también una tabla de rangos de slump según el tipo de estructura para la cual se diseña la mezcla, para esta tabla se considera que el método de consolidación es por vibración.



### **Asentamientos Recomendados para Diversos Tipos de Estructuras**

| TIPO DE ESTRUCTURA                        | SLUMP<br>MÁXIMO | SLUMP<br>MÍNIMO |
|-------------------------------------------|-----------------|-----------------|
| Zapatas y muros de cimentación reforzados | 3"              | 1"              |
| Cimentaciones simples y calzaduras        | 3"              | 1"              |
| Vigas y muros armados                     | 4"              | 1"              |
| Columnas                                  | 4"              | 2"              |
| Muros y pavimentos                        | 3"              | 1"              |
| Concreto ciclópeo                         | 2"              | 1"              |
| Concreto Superplástico                    | 6"              | 8"              |
| Concreto Plástico                         | 4"              | 3"              |

*Tabla 42: Asentamientos Recomendados para Diversos Tipos de Estructuras.*

*Fuente: Diseño de Mezclas, 1992.*

El asentamiento se puede incrementar en 1" si se usa un método diferente a la vibración.

#### **3.2.1.3. Selección del tamaño nominal máximo.**

Para la selección del tamaño máximo nominal se tiene el ensayo de granulometría según la gradación del agregado.

Además, el reglamento nacional de edificaciones nos da parámetros para la selección del Tamaño máximo nominal según el tipo de estructura.

El tamaño máximo nominal del agregado grueso no debe ser superior a ninguna de:

- ❖ 1/5 de la menor separación entre lados del encofrado.
- ❖ 1/3 de la altura de la losa, de ser el caso.
- ❖ 3/4 del espaciamiento mínimo libre entra barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales, paquetes de tendones o ductos.

$$TMN = \frac{1}{2}"$$

### 3.2.1.4. Selección del volumen unitario del agua

Con la selección del tamaño máximo nominal y el asentamiento dado para la mezcla utilizamos las tablas dadas por el ACI podemos determinar el volumen unitario de agua en la mezcla.

#### *Volumen de Agua por m<sup>3</sup>*

| Asentamiento                         | Agua en l/m <sup>3</sup> , para TMN agregados y consistencia indicadas |      |      |     |        |     |     |     |
|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------|------|-----|--------|-----|-----|-----|
|                                      | 3/8"                                                                   | 1/2" | 3/4" | 1"  | 1 1/2" | 2"  | 3"  | 6"  |
| <b>Concreto sin aire incorporado</b> |                                                                        |      |      |     |        |     |     |     |
| <b>1" a 2"</b>                       | 207                                                                    | 199  | 190  | 179 | 166    | 154 | 130 | 113 |
| <b>3" a 4"</b>                       | 228                                                                    | 216  | 205  | 193 | 181    | 169 | 145 | 124 |
| <b>6" a 7"</b>                       | 243                                                                    | 228  | 216  | 202 | 190    | 178 | 160 | -   |
| <b>Concreto con aire incorporado</b> |                                                                        |      |      |     |        |     |     |     |
| <b>1" a 2"</b>                       | 181                                                                    | 175  | 168  | 160 | 150    | 142 | 122 | 107 |
| <b>3" a 4"</b>                       | 202                                                                    | 193  | 184  | 175 | 165    | 157 | 133 | 119 |
| <b>6" a 7"</b>                       | 216                                                                    | 205  | 182  | 184 | 174    | 166 | 154 | -   |

*Tabla 43: Volumen de Agua por m<sup>3</sup>.  
Fuente: Diseño de Mezclas, 1992.*

En nuestro caso el volumen de agua será de:

$$Volumen\ de\ agua = 216\ l/m^3$$

### 3.2.1.5. Selección del contenido de aire.

Para la selección del aire incorporado se tiene las tablas del ACI según la condición de exposición del concreto, para este caso no habrá alguna condición especial de exposición por lo que se tiene la siguiente tabla.

### Contenido de Aire Atrapado

| TMN del agregado grueso | Aire atrapado % |
|-------------------------|-----------------|
| 3/8"                    | 3               |
| 1/2"                    | 2.5             |
| 3/4"                    | 2               |
| 1"                      | 1.5             |
| 1 1/2"                  | 1               |
| 2"                      | 0.5             |
| 3"                      | 0.3             |
| 4"                      | 0.2             |

**Tabla 44: Contenido de Aire Atrapado.**

Fuente: Diseño de Mezclas, 1992

$$\text{Contenido de Aire} = 2.5\%$$

#### 3.2.1.6. Selección de la relación agua/cemento

Utilizamos las tablas del ACI para determinar la relación agua/cemento de la mezcla.

#### Relación Agua/Cemento por Resistencia

| f'cr kg/cm <sup>2</sup><br>(28 días) | Relación a/c en peso          |                               |
|--------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|                                      | Concreto sin aire incorporado | Concreto con aire incorporado |
| 150                                  | 0.8                           | 0.71                          |
| 200                                  | 0.7                           | 0.61                          |
| 250                                  | 0.62                          | 0.53                          |
| 300                                  | 0.55                          | 0.46                          |
| 350                                  | 0.48                          | 0.4                           |
| 400                                  | 0.43                          | -                             |
| 450                                  | 0.38                          | -                             |

**Tabla 45: Relación Agua/Cemento por Resistencia - ACI 56.**

Fuente: Diseño de Mezclas, 1992.

Para los diseños propuestos en este trabajo tenemos:

❖ **Diseño de mezcla f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa).**

Relación agua/cemento:



**Relación agua/cemento por Resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa)**

| $f'c \text{ kg/cm}^2$ (28 días) | Concreto sin aire incorporado |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 300                             | 0.55                          |
| 294                             | 0.558                         |
| 250                             | 0.62                          |

**Tabla 46: Relación Agua/Cemento por Resistencia  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa).**  
Fuente: Elaboración propia.

$$a/c = 0.558$$

**❖ Diseño de mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa).**

Relación agua/cemento:

**Relación agua/cemento por Resistencia  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa)**

| $f'c \text{ kg/cm}^2$ (28 días) | Concreto sin aire incorporado |
|---------------------------------|-------------------------------|
| 400                             | 0.43                          |
| 364                             | 0.466                         |
| 350                             | 0.45                          |

**Tabla 47: Relación Agua/Cemento por Resistencia  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa).**  
Fuente: Elaboración propia.

$$a/c = 0.466$$

**3.2.1.7. Determinación del peso del cemento.**

Con los datos obtenidos de las tablas previas del ACI podemos aplicar la siguiente ecuación para determinar el peso del cemento:

$$\frac{\text{Volumen unitario de agua} \left( \frac{\text{lt}}{\text{m}^3} \right)}{\text{Relacion agua / cemento}} = \text{Peso cemento} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)$$

❖ **Diseño de mezcla 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa).**

Peso del cemento:

$$\frac{216(\frac{lt}{m^3})}{0.558} = \text{Peso cemento} (\frac{kg}{m^3})$$

$$\text{Peso cemento} (\frac{kg}{m^3}) = 387.10 \text{ kg/m}^3$$

❖ **Diseño de mezcla 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa).**

Peso del cemento:

$$\frac{216(\frac{lt}{m^3})}{0.466} = \text{Peso cemento} (\frac{kg}{m^3}).$$

$$\text{Peso cemento} (\frac{kg}{m^3}) = 463.52 \text{ kg/m}^3$$

**3.2.1.8. Determinación del agregado grueso**

Siguiendo con el diseño y las tablas del ACI podemos determinar el peso de agregado grueso. La siguiente tabla del ACI nos brinda un coeficiente (b/bo) según el tamaño máximo del agregado grueso y el módulo de fineza del agregado fino.

Al multiplicar el coeficiente b/bo por el peso unitario compactado del agregado grueso obtenemos el peso seco del agregado.

### Volumen del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto

| Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso | Volumen del agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen de concreto para diferentes módulos de fineza del agregado fino (b/bo) |      |      |      |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|
|                                           | 2.40                                                                                                                                       | 2.60 | 2.80 | 3.00 |
| 3/8"                                      | 0.50                                                                                                                                       | 0.48 | 0.46 | 0.44 |
| 1/2"                                      | 0.59                                                                                                                                       | 0.57 | 0.55 | 0.53 |
| 3/4"                                      | 0.66                                                                                                                                       | 0.64 | 0.62 | 0.60 |
| 1"                                        | 0.71                                                                                                                                       | 0.69 | 0.67 | 0.65 |
| 1 1/2"                                    | 0.76                                                                                                                                       | 0.74 | 0.72 | 0.70 |
| 2"                                        | 0.78                                                                                                                                       | 0.76 | 0.74 | 0.72 |
| 3"                                        | 0.81                                                                                                                                       | 0.79 | 0.77 | 0.75 |
| 6"                                        | 0.87                                                                                                                                       | 0.85 | 0.83 | 0.81 |

Tabla 48: Volumen del Agregado Grueso por Unidad de Volumen del Concreto.

Fuente: Diseño de Mezclas de Concreto, 2006.

$$\frac{b}{bo} * PUC.del Ag.grueso \left( \frac{kg}{m^3} \right) = Peso seco del Ag.grueso \left( \frac{kg}{m^3} \right).$$

❖ Diseño de mezcla 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa) y 280 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa).

### Selección del Módulo de Fineza del Agregado Fino

| Módulo de fineza del Agregado Fino | b/bo  |
|------------------------------------|-------|
| 2.80                               | 0.55  |
| 2.91                               | 0.539 |
| 3.00                               | 0.53  |

Tabla 49: Selección del Módulo de Fineza del Agregado Fino.

Fuente: Elaboración propia.

$$0.539 * 1607.07 \left( \frac{kg}{m^3} \right) = 866.21 \left( \frac{kg}{m^3} \right).$$



### 3.2.1.9. Determinación de volúmenes absolutos de los componentes

Para determinar el volumen de cada componente en la mezcla utilizamos la siguientes formulas.

$$\text{Volumen de aire (\%)} = \frac{\% \text{ de aire}}{100}$$

$$\text{Volumen del agua (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso unitario del agua (kg)}}{\text{Peso especifico del agua } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$\text{Volumen del cemento (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso del cemento } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}{\text{Peso especifico del cemento } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

$$\text{Volumen del agregado grueso (m}^3\text{)} = \frac{\text{Peso del AG. grueso } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}{\text{Peso especifico del AG. Grueso } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}$$

Reemplazando los datos en las formulas:

$$\text{Volumen de aire (\%)} = \frac{2.5\%}{100} = 0.025 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen del agua (m}^3\text{)} = \frac{216 \text{ (kg)}}{1000 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)} = 0.216 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen del AG. grueso (m}^3\text{)} = \frac{866.21 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}{2689 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)} = 0.322 \text{ m}^3$$

❖ **Diseño de mezcla 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa).**

$$\text{Volumen del cemento (m}^3\text{)} = \frac{387.10 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)}{2850 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)} = 0.136 \text{ m}^3$$

❖ **Diseño de mezcla 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa).**

$$\text{Volumen del cemento (m}^3\text{)} = \frac{463.52 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)}{2850 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right)} = 0.163 \text{ m}^3$$

### 3.2.1.10. Determinación del peso del agregado fino

Se calcula el volumen del Ag. Fino de la diferencia entre el total de la unidad por volumen y la suma de los otros componentes de la mezcla.

$$\text{Vol. A. G. fino (m}^3\text{)} = 1 - (\text{Vol. aire} + \text{Vol. agua} + \text{Vol. A. G. grueso} + \text{Vol. cemento})$$

❖ **Diseño de mezcla 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa).**

$$\text{Vol. AG. fino (m}^3\text{)} = 1 - (0.025 + 0.216 + 0.322 + 0.136) = 0.301 \text{ m}^3$$

❖ **Diseño de mezcla 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa).**

$$\text{Vol. AG. fino (m}^3\text{)} = 1 - (0.025 + 0.216 + 0.322 + 0.163) = 0.274 \text{ m}^3$$

El peso del Agregado fino en la mezcla se calcula multiplicando el volumen hallado por su peso específico.

$$\text{Vol. AG. Fino (m}^3\text{)} * \text{Peso específico Ag. Fino} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \text{Peso del AG. fino (kg)}$$

❖ **Diseño de mezcla 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa).**

$$0.301 \text{ (m}^3\text{)} * 2490 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = 749.49 \text{ (kg)}$$

❖ **Diseño de mezcla 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa).**

$$0.274 (m^3) * 2490 \left( \frac{kg}{m^3} \right) = 682.26 (kg)$$

### 3.2.1.11. Presentación de valores de diseño

Presentación de los materiales en estado seco:

❖ **Diseño de mezcla 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa).**

|                        | Peso Específico (kg/m <sup>3</sup> ) | Peso por m <sup>3</sup> (kg) | Volumen (m <sup>3</sup> ) |
|------------------------|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| <b>Cemento</b>         | 2850                                 | 387.1                        | 0.136                     |
| <b>Agregado Grueso</b> | 2689                                 | 866.21                       | 0.322                     |
| <b>Agregado Fino</b>   | 2490                                 | 749.49                       | 0.301                     |
| <b>Agua</b>            | 1000                                 | 216                          | 0.216                     |
| <b>Aire</b>            | -                                    | -                            | 0.025                     |

*Tabla 50: Diseño de Mezcla en Seco de f'c= 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa).*

*Fuente: Elaboración propia.*

❖ **Diseño de mezcla 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa).**

|                        | Peso Específico (Kg/m <sup>3</sup> ) | Peso por m <sup>3</sup> (kg) | Volumen (m <sup>3</sup> ) |
|------------------------|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| <b>Cemento</b>         | 2850                                 | 463.52                       | 0.163                     |
| <b>Agregado Grueso</b> | 2689                                 | 866.21                       | 0.322                     |
| <b>Agregado Fino</b>   | 2490                                 | 682.26                       | 0.274                     |
| <b>Agua</b>            | 1000                                 | 216                          | 0.216                     |
| <b>Aire</b>            | -                                    | -                            | 0.025                     |

*Tabla 51: Diseño de Mezcla en Seco de f'c= 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa).*

*Fuente: Elaboración propia.*



### 3.2.1.12. Corrección por humedad y absorción de los agregados

$$\text{Aporte A. G.} = (\% \text{Humedad A. G.} - \% \text{Absorción A. G.}) * W_{\text{seco A. G.}}$$

$$\text{Aporte A. F.} = (\% \text{Humedad A. F.} - \% \text{Absorción A. F.}) * W_{\text{seco A. F.}}$$

$$\text{Aporte de los Agregados} = \text{Aporte A. G.} + \text{Aporte A. F.}$$

$$\text{Agua corregida} = \text{Cant. de agua} - \text{Aporte de los Agregados}$$

### 3.2.1.13. Determinación de la proporción en peso

❖ Diseño de mezcla 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa).

#### **Diseño Corregido por Humedad para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa)**

|                 | Peso Específico (kg/m <sup>3</sup> ) | Peso por m <sup>3</sup> (kg) | Volumen (m <sup>3</sup> ) |
|-----------------|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Cemento         | 2850                                 | 387.1                        | 0.136                     |
| Agregado Grueso | 2689                                 | 866.21                       | 0.322                     |
| Agregado Fino   | 2490                                 | 749.49                       | 0.301                     |
| Agua            | 1000                                 | 232.23                       | 0.232                     |
| Aire            | -                                    | -                            | 0.025                     |

Tabla 52: Diseño Corregido por Humedad para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$   
Fuente: Elaboración propia.

❖ Diseño de mezcla 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa).

#### **Diseño Corregido por Humedad para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa)**

|                 | Peso Específico (kg/m <sup>3</sup> ) | Peso por m <sup>3</sup> (kg) | Volumen (m <sup>3</sup> ) |
|-----------------|--------------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Cemento         | 2850                                 | 463.52                       | 0.163                     |
| Agregado Grueso | 2689                                 | 866.21                       | 0.322                     |
| Agregado Fino   | 2490                                 | 682.26                       | 0.274                     |
| Agua            | 1000                                 | 227.18                       | 0.227                     |
| Aire            | -                                    | -                            | 0.025                     |

Tabla 53: Diseño Corregido por Humedad para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa).  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2. Concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa); $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) con adición de partículas de vidrio.

Para el cálculo de los diseños de mezcla con adición y reemplazo parcial de partículas de vidrio, se volvió a aplicar el método ACI.

#### 3.2.2.1. Diseños de mezclas con adición de partículas de vidrio para $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) (Yura IP)

|                                 | Yura IP<br>210<br>0% | Yura IP<br>210 AD<br>5% | Yura IP<br>210 AD<br>7.5% | Yura IP<br>210 AD<br>10% | Yura IP<br>210 AD<br>12.5% | Yura IP<br>210 AD<br>15% |
|---------------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Adición de vidrio teórica       | -                    | 5%                      | 7.5%                      | 10%                      | 12.5%                      | 15%                      |
| Adición de vidrio efectiva      | -                    | 4.63%                   | 6.79%                     | 8.85%                    | 10.82%                     | 12.71%                   |
| $f'_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )    | 210                  | 210                     | 210                       | 210                      | 210                        | 210                      |
| $f'_{cr}$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | 294                  | 294                     | 294                       | 294                      | 294                        | 294                      |
| Asentamiento                    | 4"                   | 4"                      | 4"                        | 4"                       | 4"                         | 4"                       |
| TMN                             | 1/2"                 | 1/2"                    | 1/2"                      | 1/2"                     | 1/2"                       | 1/2"                     |
| Porcentaje de Aire (%)          | 2.50%                | 2.50%                   | 2.50%                     | 2.50%                    | 2.50%                      | 2.50%                    |
| Volumen de Agua (l)             | 216                  | 216                     | 216                       | 216                      | 216                        | 216                      |
| Peso Ag. Grueso (kg)            | 866.21               | 866.21                  | 866.21                    | 866.21                   | 866.21                     | 866.21                   |
| Peso Ag. Fino (kg)              | 749.6                | 749.6                   | 749.6                     | 749.6                    | 749.6                      | 749.6                    |
| Peso Cemento (kg)               | 387.1                | 387.1                   | 387.1                     | 387.1                    | 387.1                      | 387.1                    |
| Peso Total (kg)                 | 2218.91              | 2218.91                 | 2218.91                   | 2218.91                  | 2218.91                    | 2218.91                  |
| Peso Adición de Vidrio (kg)     | -                    | 110.9455                | 166.41825                 | 221.891                  | 277.36375                  | 332.8365                 |

Tabla 54: Diseños de Mezclas con Adición de Partículas de Vidrio para  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) (Yura IP).

Fuente: Elaboración propia.

Para 1 metro cubico y corregido por humedad:

| Diseño de mezcla teórico     | Yura IP 210 0% | Yura IP 210 AD 5%    | Yura IP 210 AD 7.5%  | Yura IP 210 AD 10%   | Yura IP 210 AD 12.5%  | Yura IP 210 AD 15%    |
|------------------------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Diseño de mezcla efectivo    | Yura IP 210 0% | Yura IP 210 AD 4.63% | Yura IP 210 AD 6.79% | Yura IP 210 AD 8.85% | Yura IP 210 AD 10.82% | Yura IP 210 AD 12.71% |
| Adición de vidrio efectiva   | -              | 4.63%                | 6.79%                | 8.85%                | 10.82%                | 12.71%                |
| Porcentaje de aire (%)       | 2.50%          | 2.50%                | 2.50%                | 2.50%                | 2.50%                 | 2.50%                 |
| Volumen de agua (l)          | 229.90         | 219.30               | 214.37               | 209.65               | 205.13                | 200.81                |
| Peso agregado. grueso (kg)   | 866.21         | 826.10               | 807.41               | 789.54               | 772.45                | 756.08                |
| Peso agregado fino (kg)      | 749.60         | 714.89               | 698.71               | 683.25               | 668.46                | 654.29                |
| Peso cemento (kg)            | 387.10         | 369.18               | 360.82               | 352.84               | 345.20                | 337.88                |
| Peso adición del vidrio (kg) | 0.00           | 105.81               | 155.12               | 202.25               | 247.34                | 290.52                |
| Pesto total                  | 2218.91        | 2221.97              | 2223.40              | 2224.76              | 2226.06               | 2227.31               |

Tabla 55: Diseños de Mezclas con Adición de Partículas de Vidrio para  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) (Yura IP). Para 1 metro cubico  
Fuente: Elaboración propia.



### 3.2.2.2. Diseños de mezclas con adición de partículas de vidrio para $f'c = 210$ kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa) (Wari IP)

|                              | Wari IP<br>210<br>0% | Wari IP<br>210 AD<br>5% | Wari IP<br>210 AD<br>7.5% | Wari IP<br>210 AD<br>10% | Wari IP<br>210 AD<br>12.5% | Wari IP<br>210 AD<br>15% |
|------------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Adición de vidrio teórica    | -                    | 5%                      | 7.5%                      | 10%                      | 12.5%                      | 15%                      |
| Adición de vidrio efectiva   | -                    | 4.67%                   | 6.80%                     | 8.93%                    | 10.87%                     | 12.74%                   |
| $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )  | 210                  | 210                     | 210                       | 210                      | 210                        | 210                      |
| $f'cr$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | 294                  | 294                     | 294                       | 294                      | 294                        | 294                      |
| Asentamiento                 | 4"                   | 4"                      | 4"                        | 4"                       | 4"                         | 4"                       |
| TMN                          | 1/2"                 | 1/2"                    | 1/2"                      | 1/2"                     | 1/2"                       | 1/2"                     |
| Porcentaje de Aire (%)       | 2.50%                | 2.50%                   | 2.50%                     | 2.50%                    | 2.50%                      | 2.50%                    |
| Volumen de Agua (l)          | 216                  | 216                     | 216                       | 216                      | 216                        | 216                      |
| Peso Ag. Grueso (kg)         | 866.21               | 866.21                  | 866.21                    | 866.21                   | 866.21                     | 866.21                   |
| Peso Ag. Fino (kg)           | 761.94               | 761.94                  | 761.94                    | 761.94                   | 761.94                     | 761.94                   |
| Peso Cemento (kg)            | 387.1                | 387.1                   | 387.1                     | 387.1                    | 387.1                      | 387.1                    |
| Peso Total (kg)              | 2231.25              | 2231.25                 | 2231.25                   | 2231.25                  | 2231.25                    | 2231.25                  |
| Peso Adición de Vidrio (kg)  | 0                    | 111.56                  | 167.34                    | 223.13                   | 278.91                     | 334.69                   |

Tabla 56: Diseños de Mezclas con Adición de Partículas de Vidrio para  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa) (Wari IP).  
Fuente: Elaboración propia.

Para 1 metro cubico y corregido por humedad:

| Diseño de mezcla teórico    | Wari IP 210 0% | Wari IP 210 AD 5%    | Wari IP 210 AD 7.5%  | Wari IP 210 AD 10%   | Wari IP 210 AD 12.5%  | Wari IP 210 AD 15%    |
|-----------------------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Diseño de mezcla efectivo   | Wari IP 210 0% | Wari IP 210 AD 4.67% | Wari IP 210 AD 6.80% | Wari IP 210 AD 8.93% | Wari IP 210 AD 10.87% | Wari IP 210 AD 12.74% |
| Adición de vidrio efectiva  | -              | 4.67%                | 6.80%                | 8.93%                | 10.87%                | 12.74%                |
| Porcentaje de aire (%)      | 2.50%          | 2.50%                | 2.50%                | 2.50%                | 2.50%                 | 2.50%                 |
| Volumen de agua (l)         | 216.00         | 205.91               | 201.30               | 196.72               | 192.51                | 188.48                |
| Peso agregado grueso (kg)   | 865.86         | 825.41               | 806.95               | 788.58               | 771.71                | 755.55                |
| Peso agregado fino (kg)     | 761.94         | 726.35               | 710.10               | 693.93               | 679.09                | 664.87                |
| Peso cemento (kg)           | 386.45         | 368.40               | 360.16               | 351.96               | 344.43                | 337.22                |
| Peso adición de vidrio (kg) | 0.00           | 106.73               | 155.46               | 203.94               | 248.46                | 291.11                |
| Peso total                  | 2230.25        | 2232.81              | 2233.97              | 2235.13              | 2236.20               | 2237.22               |

Tabla 57: Diseños de Mezclas con Adición de Partículas de Vidrio para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) (Wari IP). Para 1 metro cubico

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2.3. Diseños de mezclas con adición de partículas de vidrio para $f'_c = 280$ kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa) (Yura IP)

|                                 | Yura IP<br>280 0% | Yura IP<br>280 AD<br>5% | Yura IP<br>280 AD<br>7.5% | Yura IP<br>280 AD<br>10% | Yura IP<br>280 AD<br>12.5% | Yura IP<br>280 AD<br>15% |
|---------------------------------|-------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|
| Adición de vidrio teórica       | -                 | 5%                      | 7.5%                      | 10%                      | 12.5%                      | 15%                      |
| Adición de vidrio efectiva      | -                 | 4.65%                   | 6.82%                     | 8.89%                    | 10.87%                     | 12.76%                   |
| $f'_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )    | 280               | 280                     | 280                       | 280                      | 280                        | 280                      |
| $f'_{cr}$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | 364               | 364                     | 364                       | 364                      | 364                        | 364                      |
| Asentamiento                    | 4"                | 4"                      | 4"                        | 4"                       | 4"                         | 4"                       |
| TMN                             | 1/2"              | 1/2"                    | 1/2"                      | 1/2"                     | 1/2"                       | 1/2"                     |
| Porcentaje de Aire (%)          | 2.50%             | 2.50%                   | 2.50%                     | 2.50%                    | 2.50%                      | 2.50%                    |
| Volumen de Agua (l)             | 216               | 216                     | 216                       | 216                      | 216                        | 216                      |
| Peso Ag. Grueso (kg)            | 866.21            | 866.21                  | 866.21                    | 866.21                   | 866.21                     | 866.21                   |
| Peso Ag. Fino (kg)              | 682.83            | 682.83                  | 682.83                    | 682.83                   | 682.83                     | 682.83                   |
| Peso Cemento (kg)               | 463.52            | 463.52                  | 463.52                    | 463.52                   | 463.52                     | 463.52                   |
| Peso Total (kg)                 | 2228.56           | 2228.56                 | 2228.56                   | 2228.56                  | 2228.56                    | 2228.56                  |
| Peso Adición de Vidrio (kg)     | -                 | 111.428                 | 167.142                   | 222.856                  | 278.57                     | 334.284                  |

Tabla 58: Diseños de Mezclas con Adición de Partículas de Vidrio para  $f'_c = 280$  kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa) (Yura IP).  
Fuente: Elaboración propia.



Para 1 metro cubico y corregido por humedad:

| Diseño de mezcla teórico    | Yura IP 280 0% | Yura IP 280 AD 4.65% | Yura IP 280 AD 7.5%  | Yura IP 280 AD 10%   | Yura IP 280 AD 12.5%  | Yura IP 280 AD 15%    |
|-----------------------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Diseño de mezcla efectivo   | Yura IP 280 0% | Yura IP 280 AD 4.65% | Yura IP 280 AD 6.82% | Yura IP 280 AD 8.89% | Yura IP 280 AD 10.87% | Yura IP 280 AD 12.76% |
| Adición de vidrio efectiva  | -              | 4.65%                | 6.82%                | 8.89%                | 10.87%                | 12.76%                |
| Porcentaje de aire (%)      | 2.50%          | 2.50%                | 2.50%                | 2.50%                | 2.50%                 | 2.50%                 |
| Volumen de agua (l)         | 229.01         | 218.41               | 213.48               | 208.76               | 204.25                | 199.93                |
| Peso agregado grueso (kg)   | 866.21         | 825.93               | 807.17               | 789.24               | 772.08                | 755.66                |
| Peso agregado fino (kg)     | 682.83         | 651.08               | 636.29               | 622.15               | 608.63                | 595.69                |
| Peso cemento (kg)           | 463.52         | 441.97               | 431.93               | 422.33               | 413.15                | 404.36                |
| Peso adición de vidrio (kg) | 0.00           | 106.25               | 155.75               | 203.05               | 248.30                | 291.62                |
| Peso total                  | 2228.56        | 2231.19              | 2232.41              | 2233.58              | 2234.70               | 2235.77               |

Tabla 59: Diseños de Mezclas con Adición de Partículas de Vidrio para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) (Yura IP). Para 1 metro cubico

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2.4. Diseños de mezclas con adición de partículas de vidrio para $f'c = 280$ kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa) (Wari IP)

|                              | Wari IP<br>280<br>0% | Wari IP<br>280 AD<br>5% | Wari IP<br>280 AD<br>7.5% | Wari IP<br>280 AD<br>10% | Wari IP<br>280 AD<br>12.5% | Wari 280<br>IP 280 AD<br>15% |
|------------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------|
| Adición de vidrio teórica    | -                    | 5%                      | 7.5%                      | 10%                      | 12.5%                      | 15%                          |
| Adición de vidrio efectiva   | -                    | 4.68%                   | 6.86%                     | 8.94%                    | 10.93%                     | 12.83%                       |
| $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )  | 280                  | 280                     | 280                       | 280                      | 280                        | 280                          |
| $f'cr$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | 364                  | 364                     | 364                       | 364                      | 364                        | 364                          |
| Asentamiento                 | 4"                   | 4"                      | 4"                        | 4"                       | 4"                         | 4"                           |
| TMN                          | 1/2"                 | 1/2"                    | 1/2"                      | 1/2"                     | 1/2"                       | 1/2"                         |
| Porcentaje de Aire (%)       | 2.50%                | 2.50%                   | 2.50%                     | 2.50%                    | 2.50%                      | 2.50%                        |
| Volumen de Agua (l)          | 216                  | 216                     | 216                       | 216                      | 216                        | 216                          |
| Peso Ag. Grueso (kg)         | 866.21               | 866.21                  | 866.21                    | 866.21                   | 866.21                     | 866.21                       |
| Peso Ag. Fino (kg)           | 696.56               | 696.56                  | 696.56                    | 696.56                   | 696.56                     | 696.56                       |
| Peso Cemento (kg)            | 463.52               | 463.52                  | 463.52                    | 463.52                   | 463.52                     | 463.52                       |
| Peso Total (kg)              | 2242.29              | 2242.29                 | 2242.29                   | 2242.29                  | 2242.29                    | 2242.29                      |
| Peso Adición de Vidrio (kg)  | -                    | 112.11                  | 168.17                    | 224.23                   | 280.29                     | 336.34                       |

Tabla 60: Diseños de Mezclas con Adición de Partículas de Vidrio para  $f'c = 280$  kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa) (Wari IP).  
Fuente: Elaboración propia.

Para 1 metro cubico:

| Diseño de mezcla teórico    | Wari IP 280 0% | Wari IP 280 AD 5%    | Wari IP 280 AD 7.5%  | Wari IP 280 AD 10%   | Wari IP AD 12.5%  | Wari IP 280 AD 15%    |
|-----------------------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------|-----------------------|
| Diseño de mezcla efectivo   | Wari IP 280 0% | Wari IP 280 AD 4.68% | Wari IP 280 AD 6.86% | Wari IP 280 AD 8.94% | Wari IP AD 10.93% | Wari IP 280 AD 12.83% |
| Adición de vidrio efectiva  | -              | 4.68%                | 6.86%                | 8.94%                | 10.93%            | 12.83%                |
| Porcentaje de aire (%)      | 2.50%          | 2.50%                | 2.50%                | 2.50%                | 2.50%             | 2.50%                 |
| Volumen de agua (l)         | 216.00         | 205.90               | 201.19               | 196.70               | 192.40            | 188.29                |
| Peso agregado grueso (kg)   | 866.21         | 825.70               | 806.83               | 788.80               | 771.57            | 755.07                |
| Peso agregado fino (kg)     | 696.56         | 663.98               | 648.81               | 634.31               | 620.45            | 607.19                |
| Peso cemento (kg)           | 463.52         | 441.84               | 431.74               | 422.10               | 412.88            | 404.05                |
| Peso adición de vidrio (kg) | 0.00           | 106.87               | 156.64               | 204.19               | 249.66            | 293.19                |
| Peso total                  | 2242.29        | 2244.29              | 2245.22              | 2246.11              | 2246.96           | 2247.77               |

*Tabla 61: Diseños de Mezclas con Adición de Partículas de Vidrio para  $f'c= 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) (Wari IP). Para 1 metro cubico*  
Fuente: Elaboración propia.



### 3.2.2.5. Diseños de mezclas con reemplazo parcial de partículas de vidrio como agregado fino para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) (Yura IP)

|                               | YURA IP<br>210<br>0% | YURA IP<br>210<br>R 10% | YURA IP<br>210<br>R 20% | YURA IP<br>210<br>R 30% | YURA IP<br>210<br>R 40% |
|-------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Reemplazo de vidrio teórico   | 0%                   | 10%                     | 20%                     | 30%                     | 40%                     |
| Reemplazo de vidrio efectivo  | 0%                   | 10.87%                  | 21.69%                  | 32.45%                  | 43.16%                  |
| $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )   | 210                  | 210                     | 210                     | 210                     | 210                     |
| $f'cr$ (kg/cm <sup>2</sup> )  | 294                  | 294                     | 294                     | 294                     | 294                     |
| Asentamiento                  | 4"                   | 4"                      | 4"                      | 4"                      | 4"                      |
| TMN                           | 1/2"                 | 1/2"                    | 1/2"                    | 1/2"                    | 1/2"                    |
| Porcentaje de Aire (%)        | 2.50%                | 2.50%                   | 2.50%                   | 2.50%                   | 2.50%                   |
| Volumen de Agua (l)           | 216                  | 216                     | 216                     | 216                     | 216                     |
| Peso Ag. Grueso (kg)          | 866.21               | 866.21                  | 866.21                  | 866.21                  | 866.21                  |
| Peso Ag. Fino (kg)            | 749.6                | 749.6                   | 749.6                   | 749.6                   | 749.6                   |
| Peso Cemento (kg)             | 387.1                | 387.1                   | 387.1                   | 387.1                   | 387.1                   |
| Peso reemplazo de vidrio (kg) | -                    | 74.96                   | 149.92                  | 224.88                  | 299.84                  |
| Peso nuevo agregado fino (kg) | -                    | 674.64                  | 599.68                  | 524.72                  | 449.76                  |
| Peso Total (kg)               | 2218.91              | 2218.91                 | 2218.91                 | 2218.91                 | 2218.91                 |

Tabla 62: Diseños de Mezclas con Reemplazo Parcial de Partículas de Vidrio para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) (Yura IP).

Fuente: Elaboración propia.

Para 1 metro cubico y corregido por humedad:

| Diseño de mezcla teórico      | YURA IP 210 0% | YURA IP 210 R 10%    | YURA IP 210 R 20%    | YURA IP 210 R 30%    | YURA IP 210 R 40%    |
|-------------------------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Diseño de mezcla efectivo     | YURA IP 210 0% | YURA IP 210 R 10.87% | YURA IP 210 R 21.69% | YURA IP 210 R 32.45% | YURA IP 210 R 43.16% |
| Reemplazo de vidrio efectivo  | 0%             | 10.87%               | 21.69%               | 32.45%               | 43.16%               |
| Porcentaje de aire (%)        | 2.50%          | 2.50%                | 2.50%                | 2.50%                | 2.50%                |
| Volumen de agua (l)           | 229.90         | 228.32               | 226.76               | 225.20               | 223.65               |
| Peso agregado grueso (kg)     | 866.21         | 863.88               | 861.56               | 859.25               | 856.95               |
| Peso agregado fino (kg)       | 749.60         | 0.00                 | 0.00                 | 0.00                 | 0.00                 |
| Peso cemento (kg)             | 387.10         | 386.06               | 385.02               | 383.99               | 382.96               |
| Peso reemplazo de vidrio (kg) | 0.00           | 74.76                | 149.11               | 223.07               | 296.64               |
| Peso nuevo agregado fino (kg) | 0.00           | 672.82               | 596.46               | 520.50               | 444.95               |
| Peso total                    | 2218.91        | 2212.93              | 2206.99              | 2201.08              | 2195.20              |

Tabla 63: Diseños de Mezclas con Reemplazo Parcial de Partículas de Vidrio para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) (Yura IP). Para 1 metro cubico  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2.6. Diseños de mezclas con reemplazo parcial de partículas de vidrio como agregado fino para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) (Wari IP)

|                               | WARI IP<br>210 0% | WARI IP<br>210<br>R 10% | WARI IP<br>210<br>R 20% | WARI IP<br>210<br>R 30% | WARI IP<br>210<br>R 40% |
|-------------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Reemplazo de vidrio teórico   | 0%                | 10%                     | 20%                     | 30%                     | 40%                     |
| Reemplazo de vidrio efectivo  | 0%                | 10.87%                  | 21.68%                  | 32.43%                  | 43.12%                  |
| $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )   | 210               | 210                     | 210                     | 210                     | 210                     |
| $f'cr$ (kg/cm <sup>2</sup> )  | 294               | 294                     | 294                     | 294                     | 294                     |
| Asentamiento                  | 4"                | 4"                      | 4"                      | 4"                      | 4"                      |
| TMN                           | 1/2"              | 1/2"                    | 1/2"                    | 1/2"                    | 1/2"                    |
| Porcentaje de Aire (%)        | 2.50%             | 2.50%                   | 2.50%                   | 2.50%                   | 2.50%                   |
| Volumen de Agua (l)           | 216               | 216                     | 216                     | 216                     | 216                     |
| Peso Ag. Grueso (kg)          | 866.21            | 866.21                  | 866.21                  | 866.21                  | 866.21                  |
| Peso Ag. Fino (kg)            | 696.56            | 696.56                  | 696.56                  | 696.56                  | 696.56                  |
| Peso Cemento (kg)             | 463.52            | 463.52                  | 463.52                  | 463.52                  | 463.52                  |
| Peso reemplazo de vidrio (kg) | -                 | 69.66                   | 139.31                  | 208.97                  | 278.62                  |
| Peso nuevo agregado fino (kg) | -                 | 626.90                  | 557.25                  | 487.59                  | 417.94                  |
| Peso Total (kg)               | 2242.29           | 2242.29                 | 2242.29                 | 2242.29                 | 2242.29                 |

Tabla 64: Diseños de Mezclas con Reemplazo Parcial de Partículas de Vidrio para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) (Wari IP).

Fuente: Elaboración propia.



Para 1 metro cubico y corregido por humedad:

| Diseño de mezcla teórico      | WARI IP 210 0% | WARI IP 210 R 10%    | WARI IP 210 R 20%    | WARI IP 210 R 30%    | WARI IP 210 R 40%    |
|-------------------------------|----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Diseño de mezcla efectivo     | WARI IP 210 0% | WARI IP 210 R 10.87% | WARI IP 210 R 21.67% | WARI IP 210 R 32.43% | WARI IP 210 R 43.12% |
| Reemplazo de vidrio efectivo  | 0%             | 10.87%               | 21.68%               | 32.43%               | 43.12%               |
| Porcentaje de aire (%)        | 2.50%          | 2.50%                | 2.50%                | 2.50%                | 2.50%                |
| Volumen de agua (l)           | 230.06         | 228.61               | 226.76               | 225.33               | 223.72               |
| Peso agregado grueso (kg)     | 865.86         | 864.13               | 860.69               | 858.99               | 856.44               |
| Peso agregado fino (kg)       | 761.94         | 0.00                 | 0.00                 | 0.00                 | 0.00                 |
| Peso cemento (kg)             | 386.45         | 385.68               | 384.15               | 383.38               | 382.25               |
| Peso reemplazo de vidrio (kg) | 0.00           | 75.25                | 152.18               | 226.69               | 300.60               |
| Peso nuevo agregado fino (kg) | 0.00           | 683.38               | 606.41               | 528.63               | 453.18               |
| Peso total (kg)               | 2230.25        | 2224.01              | 2218.14              | 2211.97              | 2206.11              |

Tabla 65: Diseños de Mezclas con Reemplazo Parcial de Partículas de Vidrio para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) (Wari IP). Para 1 metro cubico.  
Fuente: Elaboración propia.

**3.2.2.7. Diseños de mezclas con reemplazo parcial de partículas de vidrio como agregado fino para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) (Yura IP)**

|                                              | YURA IP<br>280<br>0% | YURA IP<br>280<br>R 10% | YURA IP<br>280<br>R 20% | YURA IP<br>280<br>R 30% | YURA IP<br>280<br>R 40% |
|----------------------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>Reemplazo de vidrio teórico</b>           | 0%                   | 10%                     | 20%                     | 30%                     | 40%                     |
| <b>Reemplazo de vidrio efectivo</b>          | 0%                   | 10.76%                  | 21.76%                  | 32.42%                  | 42.99%                  |
| <b><math>f'c</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b>  | 210                  | 210                     | 210                     | 210                     | 210                     |
| <b><math>f'cr</math> (kg/cm<sup>2</sup>)</b> | 294                  | 294                     | 294                     | 294                     | 294                     |
| <b>Asentamiento</b>                          | 4"                   | 4"                      | 4"                      | 4"                      | 4"                      |
| <b>TMN</b>                                   | 1/2"                 | 1/2"                    | 1/2"                    | 1/2"                    | 1/2"                    |
| <b>Porcentaje de Aire (%)</b>                | 2.50%                | 2.50%                   | 2.50%                   | 2.50%                   | 2.50%                   |
| <b>Volumen de Agua (l)</b>                   | 216                  | 216                     | 216                     | 216                     | 216                     |
| <b>Peso Ag. Grueso (kg)</b>                  | 866.21               | 866.21                  | 866.21                  | 866.21                  | 866.21                  |
| <b>Peso Ag. Fino (kg)</b>                    | 682.83               | 682.83                  | 682.83                  | 682.83                  | 682.83                  |
| <b>Peso Cemento (kg)</b>                     | 463.52               | 463.52                  | 463.52                  | 463.52                  | 463.52                  |
| <b>Peso reemplazo de vidrio (kg)</b>         | 0                    | 68.28                   | 136.57                  | 204.85                  | 273.13                  |
| <b>Peso nuevo agregado fino (kg)</b>         | 0                    | 614.55                  | 546.26                  | 477.98                  | 409.70                  |
| <b>Peso Total (kg)</b>                       | 2228.56              | 2228.56                 | 2228.56                 | 2228.56                 | 2228.56                 |

*Tabla 66: Diseños de Mezclas con Reemplazo Parcial de Partículas de Vidrio para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) (Yura IP).*

*Fuente: Elaboración propia.*

Para 1 metro cubico y corregido por humedad:

| Diseño de mezcla teórico      | YURA IP 280<br>0% | YURA IP 280<br>R 10%    | YURA IP 280<br>R 20%    | YURA IP 280<br>R 30%    | YURA IP 280<br>R 40%    |
|-------------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Diseño de mezcla efectivo     | YURA IP 280<br>0% | YURA IP 280<br>R 10.73% | YURA IP 280<br>R 21.76% | YURA IP 280<br>R 32.42% | YURA IP 280<br>R 42.99% |
| Reemplazo de vidrio efectivo  | 0%                | 10.76%                  | 21.76%                  | 32.42%                  | 42.99%                  |
| Porcentaje de aire (%)        | 2.50%             | 2.50%                   | 2.50%                   | 2.50%                   | 2.50%                   |
| Volumen de agua (l)           | 229.01            | 227.58                  | 226.15                  | 224.73                  | 223.32                  |
| Peso agregado grueso (kg)     | 866.21            | 864.09                  | 861.97                  | 859.86                  | 857.77                  |
| Peso agregado fino (kg)       | 682.83            | 0.00                    | 0.00                    | 0.00                    | 0.00                    |
| Peso cemento (kg)             | 463.52            | 462.38                  | 461.25                  | 460.12                  | 459.00                  |
| Peso adición de vidrio (kg)   | 0.00              | 68.12                   | 135.90                  | 203.35                  | 270.47                  |
| Peso nuevo agregado fino (kg) | 0.00              | 613.04                  | 543.59                  | 474.48                  | 405.71                  |
| Peso total                    | 2228.56           | 2223.09                 | 2217.65                 | 2212.24                 | 2206.85                 |

Tabla 67: Diseños de Mezclas con Reemplazo Parcial de Partículas de Vidrio para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) (Yura IP). Para 1 metro cubico.  
Fuente: Elaboración propia.



**3.2.2.8. Diseños de mezclas con reemplazo parcial de partículas de vidrio como agregado fino para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) (Wari IP)**

|                               | WARI IP<br>280<br>0% | WARI IP<br>280<br>R 10% | WARI IP<br>280<br>R 20% | WARI IP<br>280<br>R 30% | WARI IP<br>280<br>R 40% |
|-------------------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Reemplazo de vidrio teórico   | 0%                   | 10%                     | 20%                     | 30%                     | 40%                     |
| Reemplazo de vidrio efectivo  | 0%                   | 10.87%                  | 21.69%                  | 32.45%                  | 43.16%                  |
| $f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> )   | 210                  | 210                     | 210                     | 210                     | 210                     |
| $f'cr$ (kg/cm <sup>2</sup> )  | 294                  | 294                     | 294                     | 294                     | 294                     |
| Asentamiento                  | 4"                   | 4"                      | 4"                      | 4"                      | 4"                      |
| TMN                           | 1/2"                 | 1/2"                    | 1/2"                    | 1/2"                    | 1/2"                    |
| Porcentaje de Aire (%)        | 2.50%                | 2.50%                   | 2.50%                   | 2.50%                   | 2.50%                   |
| Volumen de Agua (l)           | 216                  | 216                     | 216                     | 216                     | 216                     |
| Peso Ag. Grueso (kg)          | 866.21               | 866.21                  | 866.21                  | 866.21                  | 866.21                  |
| Peso Ag. Fino (kg)            | 696.56               | 696.56                  | 696.56                  | 696.56                  | 696.56                  |
| Peso Cemento (kg)             | 463.52               | 463.52                  | 463.52                  | 463.52                  | 463.52                  |
| Peso adición de vidrio (kg)   | 0                    | 69.66                   | 139.31                  | 208.97                  | 278.62                  |
| Peso nuevo agregado fino (kg) | 0                    | 626.90                  | 557.25                  | 487.59                  | 417.94                  |
| Peso Total (kg)               | 2242.29              | 2242.29                 | 2242.29                 | 2242.29                 | 2242.29                 |

*Tabla 68: Diseños de Mezclas con Reemplazo Parcial de Partículas de Vidrio para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) (Wari IP).*

*Fuente: Elaboración propia.*

Para 1 metro cubico y corregido por humedad:

| Diseño de mezcla teórico      | WARI IP 280<br>0% | WARI IP 280<br>R 10%    | WARI IP 280<br>R 20%    | WARI IP 280<br>R 30%    | WARI IP 280<br>R 40%    |
|-------------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Diseño de mezcla efectivo     | WARI IP 280<br>0% | WARI IP 280<br>R 10.87% | WARI IP 280<br>R 21.69% | WARI IP 280<br>R 32.45% | WARI IP 280<br>R 43.16% |
| Reemplazo de vidrio efectivo  | 0%                | 10.87%                  | 21.69%                  | 32.45%                  | 43.16%                  |
| Porcentaje de aire (%)        | 2.50%             | 2.50%                   | 2.50%                   | 2.50%                   | 2.50%                   |
| Volumen de agua (l)           | 229.19            | 227.73                  | 226.28                  | 224.83                  | 223.39                  |
| Peso agregado grueso (kg)     | 866.21            | 864.04                  | 861.88                  | 859.74                  | 857.60                  |
| Peso agregado fino (kg)       | 696.56            | 0.00                    | 0.00                    | 0.00                    | 0.00                    |
| Peso cemento (kg)             | 463.52            | 462.36                  | 461.21                  | 460.06                  | 458.91                  |
| Peso adición de vidrio (kg)   | 0.00              | 69.48                   | 138.62                  | 207.41                  | 275.85                  |
| Peso nuevo agregado fino (kg) | 0.00              | 625.34                  | 554.47                  | 483.95                  | 413.78                  |
| Peso total (kg)               | 2242.29           | 2236.68                 | 2231.09                 | 2225.54                 | 2220.01                 |

Tabla 69: Diseños de Mezclas con Reemplazo Parcial de Partículas de Vidrio para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) (Wari IP). Para 1 metro cubico.  
Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.3. Elaboración de probetas cilíndricas.

Las probetas de concreto fueron elaboradas según las medidas que nos da la NTP 339.033, en nuestro caso de 200 mm x 100 mm las cuales fueron curadas en posas de concreto ubicadas en el laboratorio de concreto de la UCSM, posteriormente ensayadas a tracción y compresión en la prensa a una velocidad constante como nos indica la NTP 339.034.

**Procedimiento:**

- ❖ Se toma la cantidad de material necesaria para las probetas de ensayo, se pesan los componentes de la mezcla.
- ❖ Se prepara el equipo necesario para la elaboración de las probetas.
- ❖ Se determina la humedad de los agregados.
- ❖ Se realiza el ajuste o corrección por humedad en el diseño de mezcla a ensayar y se determina la cantidad de agua.
- ❖ Se prepara los moldes para las probetas de acuerdo al número de testigos.
- ❖ Se humedece la maquina mezcladora y dosifican los materiales en el siguiente orden: agua, agregado grueso, agregado fino y cemento.
- ❖ Se mezclan los materiales por 2 o 3 minutos.
- ❖ Se deja reposa la mezcla por 1 o 2 minutos y se reinicia por 2 minutos más, se vacía el concreto en la carretilla.
- ❖ Se homogeniza la muestra y se determina el slump del concreto con el ensayo de cono de Abrams.
- ❖ Se elaboran los testigos de concreto y se realizan los demás ensayos al concreto en estado fresco.
- ❖ Después de 24 horas se desmoldan los testigos, y se identifican con un código y fecha de acuerdo al tipo de mezcla.

**3.2.4. Ensayos al concreto en estado fresco.**

Los ensayos realizados para el concreto en estado fresco fueron: Peso unitario, asentamiento y temperatura.

- ❖ Peso unitario
- ❖ Asentamiento
- ❖ Temperatura



### 3.2.5. Estados al concreto en estado endurecido.

Los ensayos realizados para el concreto en estado endurecido fueron:

- ❖ Resistencia a la compresión
- ❖ Resistencia a la tracción
- ❖ Abrasión del concreto





## 4. PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

### 4.1. Ensayos de Concreto en Estado Fresco

A continuación, se desarrollarán todos los ensayos realizados al concreto en estado fresco.

#### 4.1.1. Embudo de asentamiento (cono de Abrams).

Utilizado para medir la consistencia del concreto.

- ❖ Antes de realizar el diseño se debe considerar una muestra de mezcla de concreto no menor a 8 litros.
- ❖ Se humedece y se posiciona el cono sobre una superficie especial, puede ser bandeja de ensayos o plancha horizontal.
- ❖ La persona se posiciona sobre las pisaderas del cono, evitando el movimiento en cualquier sentido o desprendimiento de la base del cono.
- ❖ Se llena el cono en tres capas de igual volumen y se apisona cada capa con 25 golpes de la varilla de 5/8" distribuidos uniformemente.
- ❖ Durante el apisonado de la última capa se coloca un exceso de concreto para que con el apisonado no exista una falta de mezcla en el cono.
- ❖ Se enrasa la superficie de la capa superior con la varilla o regla metálica y se limpia el concreto excedente.
- ❖ Luego del llenado el cono no se debe retirar los pies de las pisaderas del cono, con las manos se sujetará de las asas del cono y se retira los pies de las pisaderas uno a uno sin dejar que cono se desprenda de la base.
- ❖ Se levantará el cono de manera vertical sin perturbar el concreto en un tiempo de 5 a 12 segundos.
- ❖ Toda la operación de llenado y levantamiento del molde no debe demorar más de tres minutos (Diario oficial del bicentenario el peruano, 2019).



### Asentamiento de los Diseños de Mezcla

| f'c<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Diseño de<br>mezcla teórico | Diseño de mezcla efectivo |           | Slump (Pulgadas) |         |
|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------|------------------|---------|
|                              |                             | Yura IP                   | Wari IP   | Yura IP          | Wari IP |
| 210                          | 0%                          | 0%                        | 0%        | 3.00             | 3.50    |
|                              | AD 5%                       | AD 4.63%                  | AD 4.67%  | 2.50             | 3.00    |
|                              | AD 7.5%                     | AD 6.79%                  | AD 6.80%  | 2.00             | 2.50    |
|                              | AD 10%                      | AD 8.85%                  | AD 8.93%  | 1.50             | 1.50    |
|                              | AD 12.5%                    | AD 10.82%                 | AD 10.87% | 1.00             | 1.00    |
|                              | AD 15%                      | AD 12.71%                 | AD 12.74% | 1.50             | 1.00    |
|                              | R 10%                       | R 10.87%                  | R 10.87%  | 3.00             | 4.00    |
|                              | R 20%                       | R 21.69%                  | R 21.68%  | 3.25             | 4.50    |
|                              | R 30%                       | R 32.45%                  | R 32.43%  | 4.00             | 5.00    |
|                              | R 40%                       | R 43.16%                  | R 43.12%  | 5.00             | 6.00    |
| 280                          | 0%                          | 0%                        | 0%        | 3.00             | 3.00    |
|                              | AD 5%                       | AD 4.65%                  | AD 4.68%  | 2.00             | 2.50    |
|                              | AD 7.5%                     | AD 6.82%                  | AD 6.86%  | 1.75             | 2.00    |
|                              | AD 10%                      | AD 8.89%                  | AD 8.94%  | 1.50             | 1.00    |
|                              | AD 12.5%                    | AD 10.87%                 | AD 10.93% | 1.00             | 1.50    |
|                              | AD 15%                      | AD 12.76%                 | AD 12.83% | 1.00             | 0.75    |
|                              | R 10%                       | R 10.76%                  | R 10.87%  | 2.00             | 4.00    |
|                              | R 20%                       | R 21.76%                  | R 21.69%  | 2.25             | 4.25    |
|                              | R 30%                       | R 32.42%                  | R 32.45%  | 3.00             | 4.50    |
|                              | R 40%                       | R 43.99%                  | R 43.16%  | 4.00             | 5.00    |

Tabla 70: Asentamiento de los Diseños de Mezcla.

Fuente: Elaboración propia.

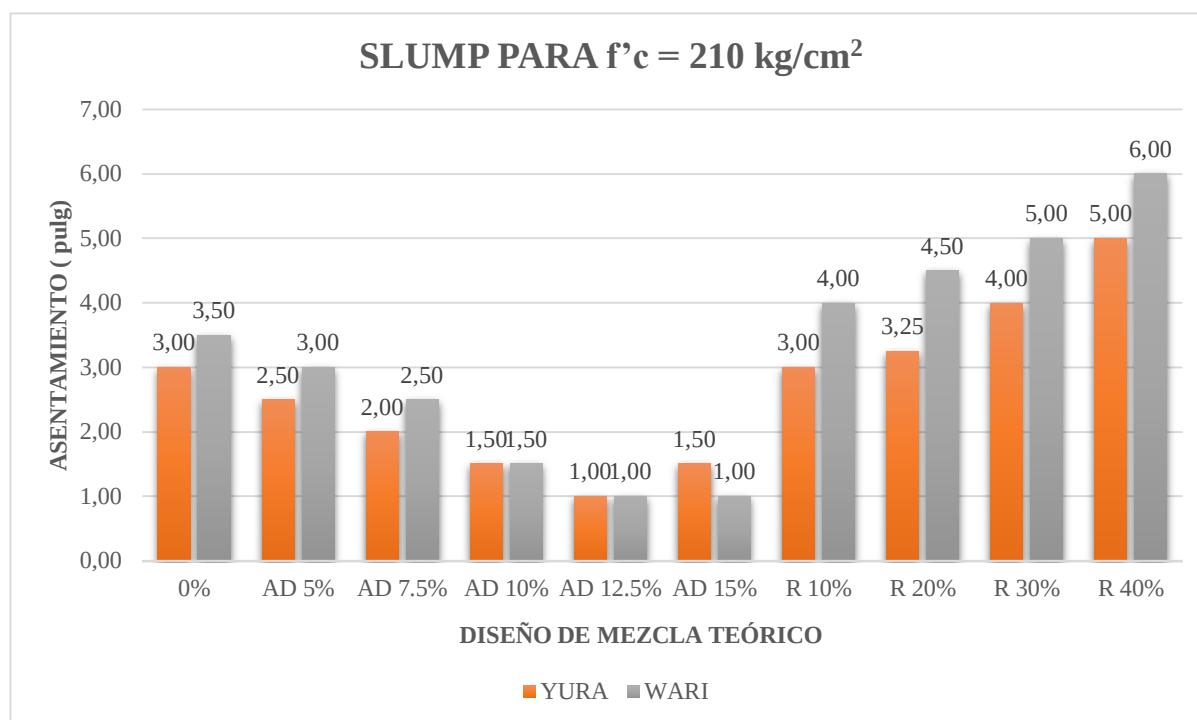


**Gráfico 10: Asentamiento de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .**  
Fuente: Elaboración propia.

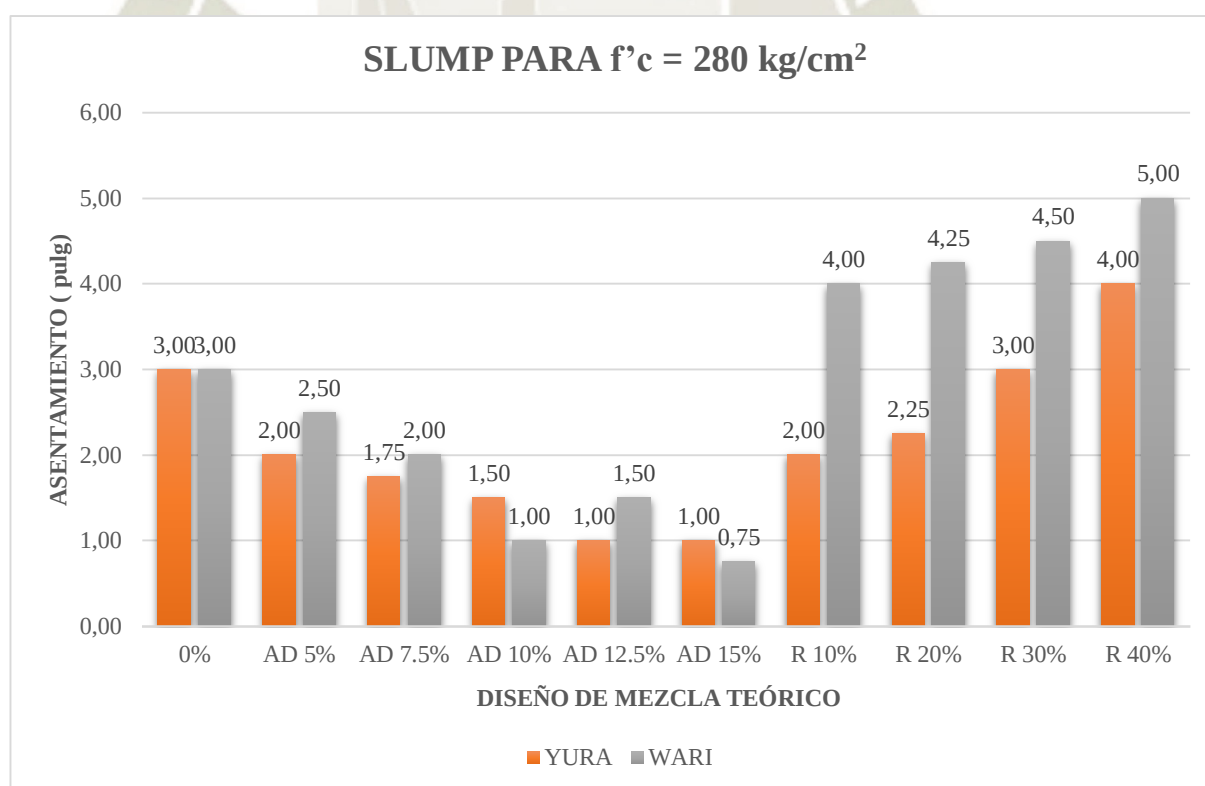


**Gráfico 11: Asentamiento de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .**  
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.2. Temperatura.

El procedimiento para realizar este ensayo es el siguiente:

- ❖ Una vez colocado la mezcla de concreto en el equipo de colocación o transporte se puede proceder a realizar el ensayo de medición de temperatura.
- ❖ Colocar el termómetro o aparato para medir temperatura en la mezcla de concreto, el termómetro no debe estar menos de 75mm sumergido en la mezcla para evitar que la temperatura del ambiente afecte la medición.
- ❖ Dejar el termómetro en la mezcla de concreto por un tiempo de 2 minutos aproximadamente para tomar la lectura.

#### *Temperatura de los Diseños de Mezcla*

| f'c<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Diseño de<br>mezcla teórico | Diseño de mezcla efectivo |           | Temperatura (°C) |         |
|------------------------------|-----------------------------|---------------------------|-----------|------------------|---------|
|                              |                             | Yura IP                   | Wari IP   | Yura IP          | Wari IP |
| 210                          | 0%                          | 0%                        | 0%        | 20.20            | 19.30   |
|                              | AD 5%                       | AD 4.63%                  | AD 4.67%  | 19.30            | 18.80   |
|                              | AD 7.5%                     | AD 6.79%                  | AD 6.80%  | 19.50            | 18.50   |
|                              | AD 10%                      | AD 8.85%                  | AD 8.93%  | 19.30            | 19.00   |
|                              | AD 12.5%                    | AD 10.82%                 | AD 10.87% | 19.30            | 19.30   |
|                              | AD 15%                      | AD 12.71%                 | AD 12.74% | 19.00            | 19.00   |
|                              | R 10%                       | R 10.87%                  | R 10.87%  | 20.00            | 18.50   |
|                              | R 20%                       | R 21.69%                  | R 21.68%  | 19.50            | 19.00   |
|                              | R 30%                       | R 32.45%                  | R 32.43%  | 19.80            | 19.00   |
|                              | R 40%                       | R 43.16%                  | R 43.12%  | 19.50            | 18.50   |
| 280                          | 0%                          | 0%                        | 0%        | 20.50            | 20.00   |
|                              | AD 5%                       | AD 4.65%                  | AD 4.68%  | 20.20            | 20.20   |
|                              | AD 7.5%                     | AD 6.82%                  | AD 6.86%  | 20.50            | 20.00   |
|                              | AD 10%                      | AD 8.89%                  | AD 8.94%  | 20.00            | 19.80   |
|                              | AD 12.5%                    | AD 10.87%                 | AD 10.93% | 20.00            | 19.30   |
|                              | AD 15%                      | AD 12.76%                 | AD 12.83% | 19.80            | 19.50   |
|                              | R 10%                       | R 10.76%                  | R 10.87%  | 20.00            | 19.00   |
|                              | R 20%                       | R 21.76%                  | R 21.69%  | 20.20            | 18.50   |
|                              | R 30%                       | R 32.42%                  | R 32.45%  | 20.00            | 18.30   |
|                              | R 40%                       | R 43.99%                  | R 43.16%  | 19.30            | 19.00   |

*Tabla 71: Temperatura de los Diseños de Mezcla.  
Fuente: Elaboración propia.*



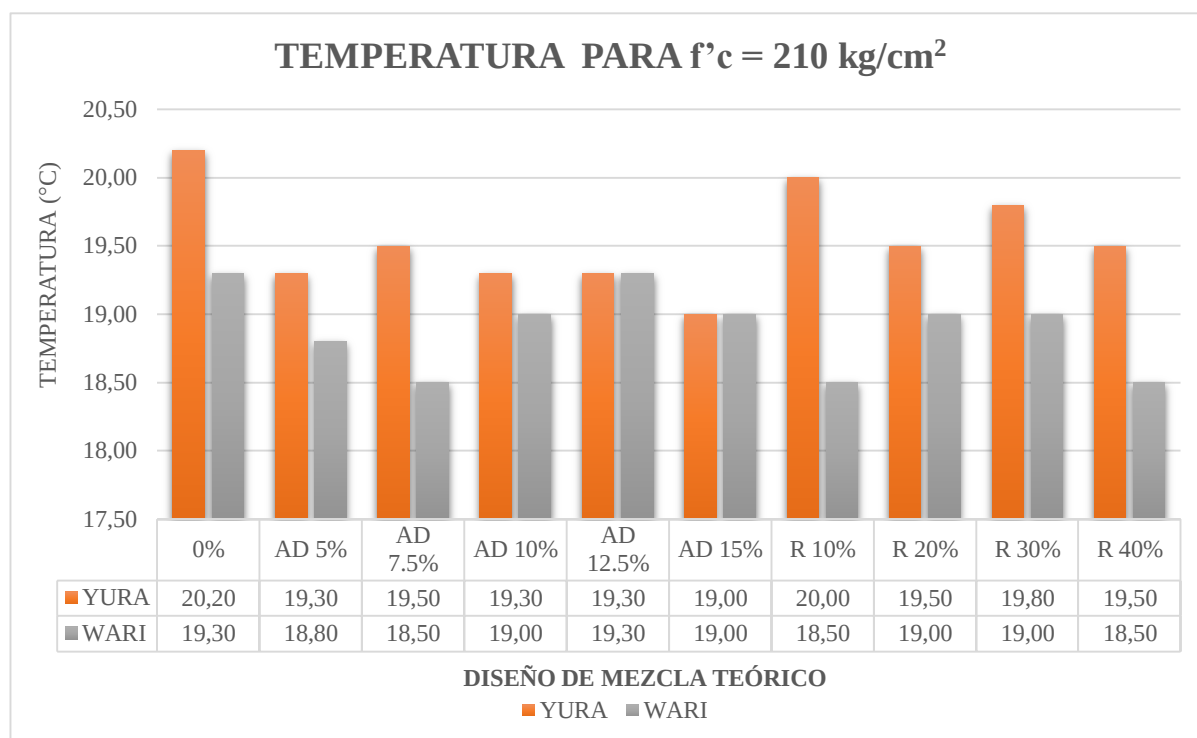


**Gráfico 12: Temperatura del concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .**  
 Fuente: Elaboración propia.

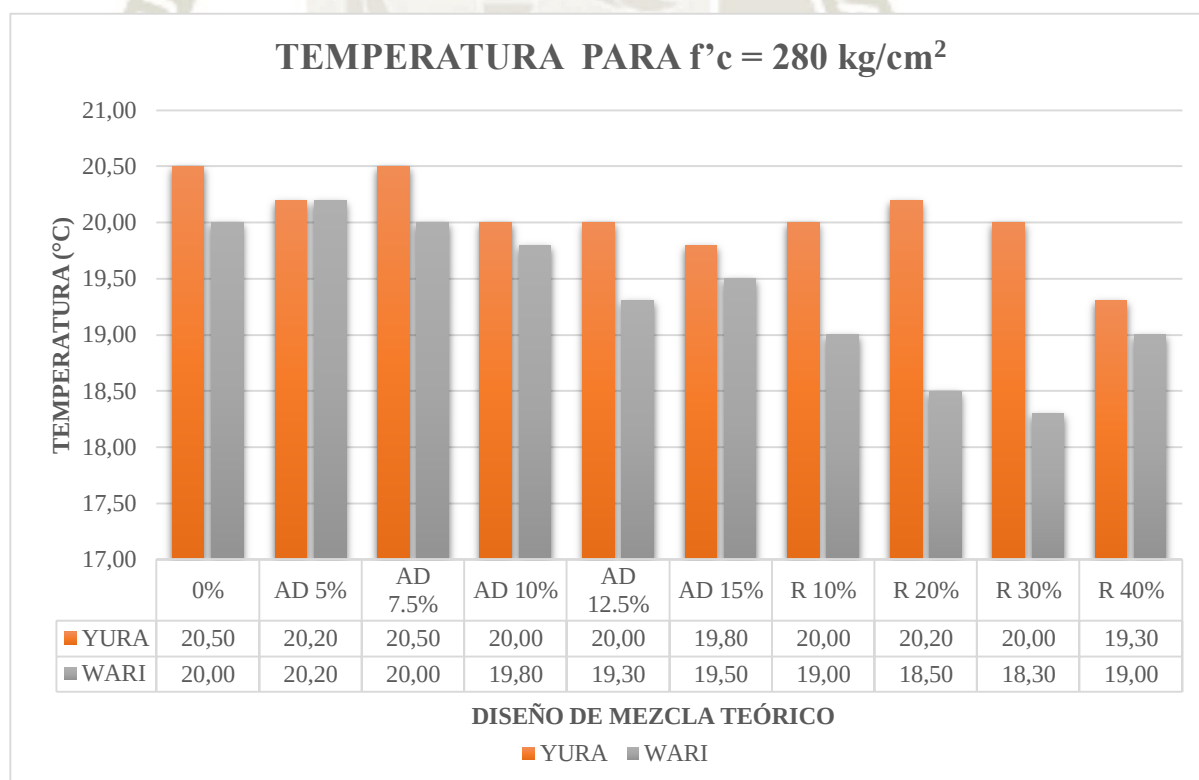


**Gráfico 13: Temperatura del concreto de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .**  
 Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.3. Peso Unitario.

Pasos para poder determinar el peso unitario del concreto:

- ❖ Determinar el peso del recipiente vacío con volumen conocido y humedecerlo
- ❖ Llenar y compactar con 25 golpes con la varilla de 5/8" en tres capas de igual volumen sin pasar una capa de la otra con la varilla ni chocar con el fondo del recipiente. La tercera capa debe exceder un poco el recipiente para que con la compactación no se de una falta de concreto.
- ❖ Enrasar la superficie del concreto y dar un acabado suave con la placa de enrasado o regla metálica
- ❖ Limpiar completamente el exterior del recipiente sin dejar rastro de concreto.
- ❖ Determinar el peso de recipiente más la muestra de concreto.

### Peso Unitario Suelto y Compactado de los Diseños de Mezcla

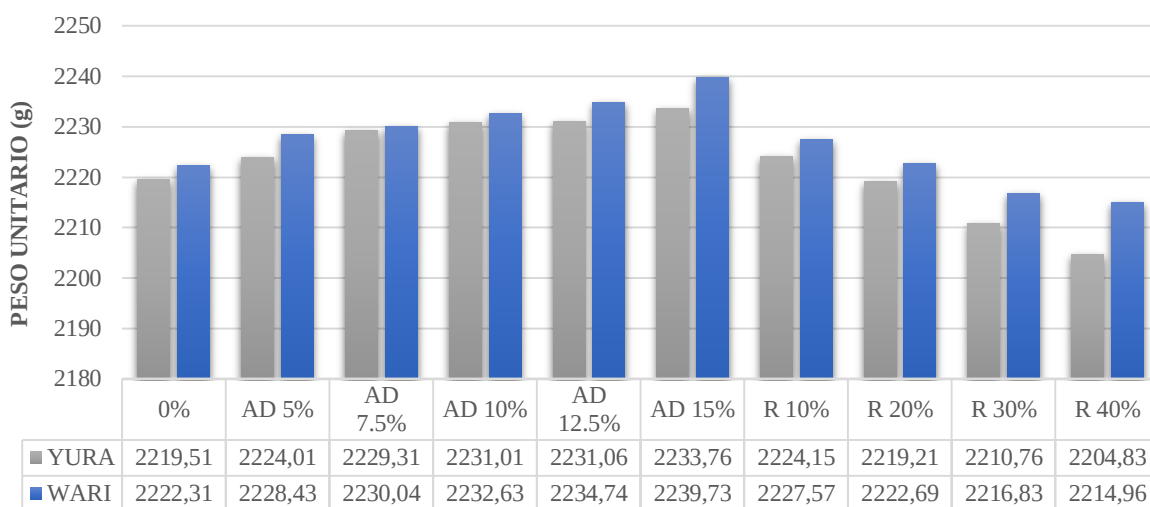
| f'c<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Diseño de mezcla<br>teórico | Diseño de mezcla<br>efectivo |              | Peso Unitario<br>Suelto (g) |         | Peso Unitario<br>Compactado (g) |         |
|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------|-----------------------------|---------|---------------------------------|---------|
|                              |                             | Yura IP                      | Wari IP      | Yura IP                     | Wari IP | Yura IP                         | Wari IP |
| 210                          | 0%                          | 0%                           | 0%           | 2047.9                      | 2081.8  | 2219.51                         | 2222.31 |
|                              | AD 5%                       | AD<br>4.63%                  | AD<br>4.67%  | 1879.09                     | 1898.16 | 2224.01                         | 2228.43 |
|                              | AD 7.5%                     | AD<br>6.79%                  | AD<br>6.80%  | 1862.5                      | 1876.27 | 2229.31                         | 2230.04 |
|                              | AD 10%                      | AD<br>8.85%                  | AD<br>8.93%  | 1836.36                     | 1867.44 | 2231.01                         | 2232.63 |
|                              | AD 12.5%                    | AD<br>10.82%                 | AD<br>10.87% | 1846.6                      | 1850.14 | 2231.06                         | 2234.74 |
|                              | AD 15%                      | AD<br>12.71%                 | AD<br>12.74% | 1942.31                     | 1829.65 | 2233.76                         | 2239.73 |
|                              | R 10%                       | R<br>10.87%                  | R<br>10.87%  | 2069.79                     | 2114.29 | 2224.15                         | 2227.57 |
|                              | R 20%                       | R<br>21.69%                  | R<br>21.68%  | 2131.95                     | 2141.13 | 2219.21                         | 2222.69 |
|                              | R 30%                       | R<br>32.45%                  | R<br>32.43%  | 2148.9                      | 2143.6  | 2210.76                         | 2216.83 |
|                              | R 40%                       | R<br>43.16%                  | R<br>43.12%  | 2149.96                     | 2145.72 | 2204.83                         | 2214.96 |
| 280                          | 0%                          | 0%                           | 0%           | 1929.24                     | 2057.08 | 2227.08                         | 2245.87 |
|                              | AD 5%                       | AD<br>4.65%                  | AD<br>4.68%  | 1949.37                     | 2015.05 | 2231.83                         | 2246.99 |
|                              | AD 7.5%                     | AD<br>6.82%                  | AD<br>6.86%  | 1835.66                     | 1956.08 | 2232.11                         | 2248.75 |
|                              | AD 10%                      | AD<br>8.89%                  | AD<br>8.94%  | 1817.29                     | 1916.17 | 2234.57                         | 2253.15 |
|                              | AD 12.5%                    | AD<br>10.87%                 | AD<br>10.93% | 1679.04                     | 1860.38 | 2236.85                         | 2256.63 |
|                              | AD 15%                      | AD<br>12.76%                 | AD<br>12.83% | 1735.36                     | 1773.15 | 2238.12                         | 2257.32 |
|                              | R 10%                       | R<br>10.76%                  | R<br>10.87%  | 1748.43                     | 1925.89 | 2220.42                         | 2243.70 |
|                              | R 20%                       | R<br>21.76%                  | R<br>21.69%  | 1999.87                     | 2057.79 | 2217.44                         | 2230.38 |
|                              | R 30%                       | R<br>32.42%                  | R<br>32.45%  | 1996.69                     | 2152.43 | 2211.32                         | 2223.51 |
|                              | R 40%                       | R<br>43.99%                  | R<br>43.16%  | 1998.81                     | 2138.3  | 2209.35                         | 2218.45 |

Tabla 72: Peso Unitario Suelto y Compactado de los Diseños de Mezcla.

Fuente: Elaboración propia.



### PESO UNITARIO COMPACTADO PARA $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

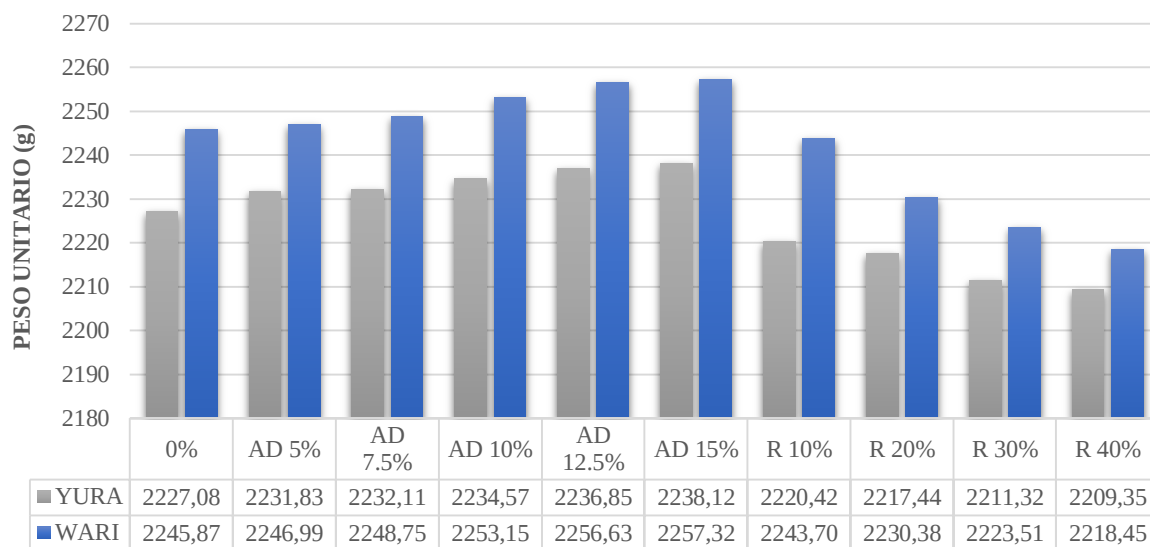


#### DISEÑO DE MEZCLA TEORICO

■ YURA ■ WARI

*Grafico 14: Peso Unitario Compactado  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^3$ .  
Fuente: Elaboración propia.*

### PESO UNITARIO COMPACTADO PARA $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$



#### DISEÑO DE MEZCLA TEORICO

■ YURA ■ WARI

*Grafico 15: Peso Unitario Compactado  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^3$ .  
Fuente: Elaboración propia.*



*Imagen 19: Peso Unitario Suelto del Concreto.*  
*Fuente: Elaboración propia.*



*Imagen 20: Peso Unitario Compactado del Concreto.*  
*Fuente: Elaboración propia.*

## 4.2. Ensayos de Concreto en Estado Endurecido

A continuación, se desarrollarán todos los ensayos realizados al concreto en estado endurecido.

### 4.2.1. Ensayo de resistencia a compresión.

#### 4.2.1.1. Ensayo de resistencia a la compresión de $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21MPa) y $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa).

| $f'_c$<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Diseño<br>de<br>mezcla<br>teórico | Diseño<br>de<br>mezcla<br>teórico | Cemen-<br>to | Código                     | Edad                                         |                                              |                                               |                                               |
|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------|----------------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|                                 |                                   |                                   |              |                            | Resist. a<br>3 días<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Resist. a<br>7 días<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Resist. a<br>14 días<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Resist. a<br>28 días<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |
| 210                             | 0%                                | 0%                                | YURA<br>IP   | YURA IP<br>210 0%          | 120.67                                       | 189.33                                       | 219.33                                        | 262.00                                        |
| 210                             | AD 5%                             | AD<br>4.63%                       | YURA<br>IP   | YURA IP<br>210 AD 5%       | 124.00                                       | 159.33                                       | 228.00                                        | 283.75                                        |
| 210                             | AD<br>7.5%                        | AD<br>6.79%                       | YURA<br>IP   | YURA IP<br>210 AD<br>7.5%  | 140.67                                       | 186.67                                       | 218.67                                        | 294.75                                        |
| 210                             | AD 10%                            | AD<br>8.85%                       | YURA<br>IP   | YURA IP<br>210 AD 10%      | 163.00                                       | 212.00                                       | 258.33                                        | 298.50                                        |
| 210                             | AD<br>12.5%                       | AD<br>10.82%                      | YURA<br>IP   | YURA IP<br>210 AD<br>12.5% | 130.00                                       | 191.33                                       | 219.33                                        | 289.67                                        |
| 210                             | AD 15%                            | AD<br>12.71%                      | YURA<br>IP   | YURA IP<br>210 AD 15%      | 143.33                                       | 184.00                                       | 207.00                                        | 293.00                                        |
| 210                             | R 10%                             | R<br>10.83%                       | YURA<br>IP   | YURA IP<br>210 R 10%       | 145.33                                       | 198.67                                       | 259.00                                        | 341.00                                        |
| 210                             | R 20%                             | R<br>21.66%                       | YURA<br>IP   | YURA IP<br>210 R 20%       | 133.00                                       | 209.00                                       | 259.00                                        | 342.67                                        |
| 210                             | R 30%                             | R<br>32.35%                       | YURA<br>IP   | YURA IP<br>210 R 30%       | 194.00                                       | 236.67                                       | 265.67                                        | 331.67                                        |
| 210                             | R 40%                             | R<br>43.05%                       | YURA<br>IP   | YURA IP<br>210 R 40%       | 188.33                                       | 229.67                                       | 261.67                                        | 326.67                                        |
| 210                             | 0%                                | 0%                                | WARI<br>IP   | WARI IP 210<br>0%          | 228.00                                       | 259.67                                       | 312.00                                        | 346.00                                        |
| 210                             | AD 5%                             | AD<br>4.67%                       | WARI<br>IP   | WARI IP 210<br>AD 5%       | 150.33                                       | 234.67                                       | 321.00                                        | 360.67                                        |
| 210                             | AD<br>7.5%                        | AD<br>6.80%                       | WARI<br>IP   | WARI IP 210<br>AD 7.5%     | 162.67                                       | 273.00                                       | 352.33                                        | 374.67                                        |
| 210                             | AD 10%                            | AD<br>8.93%                       | WARI<br>IP   | WARI IP 210<br>AD 10%      | 220.00                                       | 253.00                                       | 301.33                                        | 332.33                                        |
| 210                             | AD<br>12.5%                       | AD<br>10.87%                      | WARI<br>IP   | WARI IP 210<br>AD 12.5%    | 172.67                                       | 213.00                                       | 270.67                                        | 314.67                                        |
| 210                             | AD 15%                            | AD<br>12.74%                      | WARI<br>IP   | WARI IP 210<br>AD 15%      | 206.33                                       | 258.00                                       | 302.67                                        | 345.33                                        |
| 210                             | R 10%                             | R<br>1.730%                       | WARI<br>IP   | WARI IP 210<br>R 10%       | 166.00                                       | 205.67                                       | 297.00                                        | 349.00                                        |



|     |          |              |            |                         |        |        |        |        |
|-----|----------|--------------|------------|-------------------------|--------|--------|--------|--------|
| 210 | R 20%    | R<br>21.71%  | WARI<br>IP | WARI IP 210<br>R 20%    | 225.33 | 273.00 | 312.33 | 416.67 |
| 210 | R 30%    | R<br>32.35%  | WARI<br>IP | WARI IP 210<br>R 30%    | 151.00 | 227.67 | 293.67 | 376.00 |
| 210 | R 40%    | R<br>42.91%  | WARI<br>IP | WARI IP 210<br>R 40%    | 145.67 | 223.00 | 287.67 | 368.00 |
| 280 | 0%       | 0%           | YURA<br>IP | YURA IP<br>280 0%       | 173.00 | 234.33 | 280.67 | 354.00 |
| 280 | AD 5%    | AD<br>4.65%  | YURA<br>IP | YURA IP<br>280 AD 5%    | 173.67 | 236.00 | 294.00 | 355.67 |
| 280 | AD 7.5%  | AD<br>6.82%  | YURA<br>IP | YURA IP<br>280 AD 7.5%  | 179.33 | 249.00 | 292.67 | 357.33 |
| 280 | AD 10%   | AD<br>8.89%  | YURA<br>IP | YURA IP<br>280 AD 10%   | 174.00 | 234.33 | 293.67 | 334.33 |
| 280 | AD 12.5% | AD<br>10.87% | YURA<br>IP | YURA IP<br>280 AD 12.5% | 186.00 | 211.33 | 260.67 | 304.00 |
| 280 | AD 15%   | AD<br>12.76% | YURA<br>IP | YURA IP<br>280 AD 15%   | 184.00 | 215.67 | 274.67 | 291.00 |
| 280 | R 10%    | R<br>10.83%  | YURA<br>IP | YURA IP<br>280 R 10%    | 231.33 | 281.33 | 329.00 | 405.00 |
| 280 | R 20%    | R<br>21.66%  | YURA<br>IP | YURA IP<br>280 R 20%    | 202.67 | 244.33 | 298.00 | 366.33 |
| 280 | R 30%    | R<br>32.35%  | YURA<br>IP | YURA IP<br>280 R 30%    | 194.33 | 247.00 | 307.00 | 347.33 |
| 280 | R 40%    | R<br>43.05%  | YURA<br>IP | YURA IP<br>280 R 40%    | 198.67 | 239.33 | 283.67 | 349.00 |
| 280 | 0%       | 0%           | WARI<br>IP | WARI IP 280<br>0%       | 207.90 | 320.95 | 366.45 | 442.40 |
| 280 | AD 5%    | AD<br>4.68%  | WARI<br>IP | WARI IP 280<br>AD 5%    | 211.40 | 250.00 | 386.40 | 472.15 |
| 280 | AD 7.5%  | AD<br>6.86%  | WARI<br>IP | WARI IP 280<br>AD 7.5%  | 210.35 | 320.95 | 387.45 | 476.70 |
| 280 | AD 10%   | AD<br>8.94%  | WARI<br>IP | WARI IP 280<br>AD 10%   | 213.67 | 345.00 | 390.67 | 485.67 |
| 280 | AD 12.5% | AD<br>10.93% | WARI<br>IP | WARI IP 280<br>AD 12.5% | 252.67 | 310.33 | 381.33 | 458.00 |
| 280 | AD 15%   | AD<br>12.83% | WARI<br>IP | WARI IP 280<br>AD 15%   | 260.33 | 311.67 | 395.33 | 452.67 |
| 280 | R 10%    | R<br>10.83%  | WARI<br>IP | WARI IP 280<br>R 10%    | 263.33 | 315.33 | 384.33 | 454.67 |
| 280 | R 20%    | R<br>21.66%  | WARI<br>IP | WARI IP 280<br>R 20%    | 279.33 | 332.67 | 408.33 | 483.33 |
| 280 | R 30%    | R<br>32.39%  | WARI<br>IP | WARI IP 280<br>R 30%    | 238.70 | 339.50 | 429.45 | 490.70 |
| 280 | R 40%    | R<br>43.08%  | WARI<br>IP | WARI IP 280<br>R 40%    | 224.33 | 319.33 | 412.00 | 471.33 |

Tabla 73: Resistencia a la Compresión de  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .

Fuente: Elaboración propia.



*Imagen 21: Probeta ensayada en la prensa a compresión.  
Fuente: Elaboración propia.*

#### **4.2.2. Ensayo de resistencia a tracción.**

El ensayo de resistencia a tracción se realizó con el método de tracción indirecta, el cual propone realizar el ensayo con testigos similares a los usados para determinar la resistencia a la compresión, los cuales se ensayan de forma horizontal.

##### **Procedimiento:**

- ❖ Medir todas las dimensiones del testigo a ensayar.
- ❖ Determinar el punto de apoyo en la placa inferior de la base de la prensa hidráulica para que la carga aplicada se concentre en la base del testigo y seguido el punto por el cual transmitirá la carga por la parte superior.
- ❖ Configurar en la maquina el tipo de testigo y sentido del mismo antes de empezar el ensayo.
- ❖ Empezar a aplicar la carga de la prensa hidráulica hasta la falla.
- ❖ Después de obtener los resultados de la maquina se deberá aplicar la ecuación siguiente.

$$T = \frac{2 * F}{\pi * L * Diámetro}$$

T = Resistencia a la tracción (kg/cm<sup>2</sup>).

F = Fuerza máxima aplicada por la prensa (kg).

L = Longitud del testigo (sentido horizontal en cm).

Diámetro (cm) del testigo.

#### 4.2.2.1. Ensayo de resistencia a la tracción de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21MPa) y $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa).

| $f'c$<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Diseño de mezcla<br>teórico | Diseño de mezcla<br>efectivo |           | Resistencia a la tracción<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) |         |
|--------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------|----------------------------------------------------|---------|
|                                |                             | Yura IP                      | Wari IP   | Yura IP                                            | Wari IP |
| 210                            | 0%                          | 0%                           | 0%        | 29.33                                              | 36.33   |
|                                | AD 5%                       | AD 4.63%                     | AD 4.67%  | 27.33                                              | 36.33   |
|                                | AD 7.5%                     | AD 6.79%                     | AD 6.80%  | 28                                                 | 29.33   |
|                                | AD 10%                      | AD 8.85%                     | AD 8.93%  | 28                                                 | 33.33   |
|                                | AD 12.5%                    | AD 10.82%                    | AD 10.87% | 32.67                                              | 30.33   |
|                                | AD 15%                      | AD 12.71%                    | AD 12.74% | 27.67                                              | 31      |
|                                | R 10%                       | R 10.87%                     | R 10.87%  | 34.67                                              | 31.67   |
|                                | R 20%                       | R 21.69%                     | R 21.68%  | 31.33                                              | 35      |
|                                | R 30%                       | R 32.45%                     | R 32.43%  | 31                                                 | 30      |
|                                | R 40%                       | R 43.16%                     | R 43.12%  | 30.67                                              | 30.33   |
| 280                            | 0%                          | 0%                           | 0%        | 35.33                                              | 37.33   |
|                                | AD 5%                       | AD 4.65%                     | AD 4.68%  | 35.33                                              | 43      |
|                                | AD 7.5%                     | AD 6.82%                     | AD 6.86%  | 30.33                                              | 40.67   |
|                                | AD 10%                      | AD 8.89%                     | AD 8.94%  | 28.67                                              | 43      |
|                                | AD 12.5%                    | AD 10.87%                    | AD 10.93% | 29.67                                              | 38      |
|                                | AD 15%                      | AD 12.76%                    | AD 12.83% | 29.33                                              | 32      |
|                                | R 10%                       | R 10.76%                     | R 10.87%  | 39.67                                              | 36.33   |
|                                | R 20%                       | R 21.76%                     | R 21.69%  | 35.67                                              | 35.33   |
|                                | R 30%                       | R 32.42%                     | R 32.45%  | 29.67                                              | 30.66   |
|                                | R 40%                       | R 43.99%                     | R 43.16%  | 30.33                                              | 30.33   |

Tabla 74: Resistencia a la Tracción de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa).  
Fuente: Elaboración propia.



#### 4.2.3. Ensayo de resistencia a la abrasión.

##### Procedimiento:

- ❖ Con la mezcla de concreto en estado fresco se elabora cubos o dados de concreto según el diseño correspondiente, Los dados son de 5cm por lado, con los encofrados hechos.
- ❖ Al igual que los testigos de concreto se desencofran los cubos de concreto pasado 24 horas de vaciado y se dejan curando en una solución de agua de cal 3 g/l para su máxima hidratación.
- ❖ A los 28 días de curado, se sacan los dados y se dejan al aire libre hasta que este completamente secos, para asegurarse que todos los cubos tengan un peso constante de dejan en el horno antes ensayo.
- ❖ Se pesan los cubos antes de ensayarlos y se anota el peso inicial.
- ❖ Se coloca la muestra y las billas de acero, carga abrasiva, en la máquina de los Ángeles y se programa para 1000 revoluciones en total.
- ❖ Una vez pasado las 1000 revoluciones de saca la muestra de la máquina y se separan las billas.
- ❖ Se tamiza la parte más fina de la muestra por el tamiz N°12.
- ❖ Se Pesa la muestra retenida por el tamiz y el resto de la muestra en cubos y se anota el peso final.
- ❖ Se determinó el porcentaje de abrasión con la siguiente formula.

$$\% \text{ de Desgaste} = \frac{(Po - Pf)}{Po} * 100$$

$Po$  = Peso inicial antes del ensayo.

$Pf$  = Peso final después del ensayo.

#### 4.2.3.1. Desgaste del concreto con cemento Yura IP.

| f'c<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Diseño de<br>mezcla teórico | Diseño de mezcla<br>efectivo |           | Peso inicial<br>Yura IP (g) | Peso final<br>Yura IP (g) | Desgaste<br>(%) |
|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------|-----------------------------|---------------------------|-----------------|
| 210                          | 0                           | 0%                           | 0%        | 2817.1                      | 1598.6                    | 43.25           |
|                              | AD 5%                       | AD 4.63%                     | AD 4.67%  | 2802.9                      | 1699.2                    | 39.38           |
|                              | AD 7.5%                     | AD 6.79%                     | AD 6.80%  | 2826.2                      | 1721.5                    | 39.09           |
|                              | AD 10%                      | AD 8.85%                     | AD 8.93%  | 2840.3                      | 1583.9                    | 44.23           |
|                              | AD 12.5%                    | AD 10.82%                    | AD 10.87% | 2797.9                      | 1345                      | 51.93           |
|                              | AD 15%                      | AD 12.71%                    | AD 12.74% | 2589.4                      | 1274.5                    | 50.78           |
|                              | 0%                          | 0%                           | 0%        | 2817.1                      | 1598.6                    | 43.25           |
|                              | R 10%                       | R 10.87%                     | R 10.87%  | 2826.7                      | 1752                      | 38.02           |
|                              | R 20%                       | R 21.69%                     | R 21.68%  | 2808.4                      | 1466                      | 47.80           |
|                              | R 30%                       | R 32.45%                     | R 32.43%  | 2792.8                      | 1399                      | 49.91           |
|                              | R 40%                       | R 43.16%                     | R 43.12%  | 2792.8                      | 1285.5                    | 53.97           |
| 280                          | 0%                          | 0%                           | 0%        | 2805.9                      | 1700                      | 39.41           |
|                              | AD 5%                       | AD 4.65%                     | AD 4.68%  | 2772.2                      | 1756.5                    | 36.64           |
|                              | AD 7.5%                     | AD 6.82%                     | AD 6.86%  | 2796.7                      | 1589.5                    | 43.17           |
|                              | AD 10%                      | AD 8.89%                     | AD 8.94%  | 2805.5                      | 1490                      | 46.89           |
|                              | AD 12.5%                    | AD 10.87%                    | AD 10.93% | 2851.4                      | 1746.5                    | 38.75           |
|                              | AD 15%                      | AD 12.76%                    | AD 12.83% | 2792.8                      | 1580.5                    | 43.41           |
|                              | 0%                          | 0%                           | 0%        | 2805.9                      | 1700                      | 39.41           |
|                              | R 10%                       | R 10.76%                     | R 10.87%  | 2775.2                      | 1744.5                    | 37.14           |
|                              | R 20%                       | R 21.76%                     | R 21.69%  | 2943.8                      | 1724                      | 41.44           |
|                              | R 30%                       | R 32.42%                     | R 32.45%  | 2811.5                      | 1582                      | 43.73           |
|                              | R 40%                       | R 43.99%                     | R 43.16%  | 2811.2                      | 1550                      | 44.86           |

Tabla 75: Desgaste del Concreto con Cemento Yura IP.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.3.2. Desgaste del concreto con cemento Wari IP.

| f'c<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | Diseño de<br>mezcla teórico | Diseño de mezcla<br>efectivo |              | Peso inicial<br>Wari IP (g) | Peso final<br>Wari IP (g) | Desgaste<br>(%) |
|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------|-----------------------------|---------------------------|-----------------|
| 210                          | 0                           | 0%                           | 0%           | 2845.8                      | 1697.3                    | 40.36           |
|                              | AD 5%                       | AD<br>4.63%                  | AD<br>4.67%  | 2831.5                      | 1646.3                    | 41.86           |
|                              | AD 7.5%                     | AD<br>6.79%                  | AD<br>6.80%  | 2855                        | 1682                      | 41.09           |
|                              | AD 10%                      | AD<br>8.85%                  | AD<br>8.93%  | 2869.3                      | 1616.2                    | 43.67           |
|                              | AD 12.5%                    | AD<br>10.82%                 | AD<br>10.87% | 2826.4                      | 1196.5                    | 57.67           |
|                              | AD 15%                      | AD<br>12.71%                 | AD<br>12.74% | 2615.8                      | 1179.1                    | 54.92           |
|                              | 0                           | 0%                           | 0%           | 2845.8                      | 1697.3                    | 40.36           |
|                              | R 10%                       | R<br>10.87%                  | R<br>10.87%  | 2855.5                      | 1230.6                    | 56.90           |
|                              | R 20%                       | R<br>21.69%                  | R<br>21.68%  | 2837.1                      | 1312.9                    | 53.72           |
|                              | R 30%                       | R<br>32.45%                  | R<br>32.43%  | 2821.3                      | 1395.2                    | 50.55           |
|                              | R 40%                       | R<br>43.16%                  | R<br>43.12%  | 2858.8                      | 1385                      | 51.55           |
| 280                          | 0                           | 0%                           | 0%           | 2834.5                      | 1765.8                    | 37.70           |
|                              | AD 5%                       | AD<br>4.65%                  | AD<br>4.68%  | 2800.5                      | 1694.5                    | 39.49           |
|                              | AD 7.5%                     | AD<br>6.82%                  | AD<br>6.86%  | 2825.2                      | 1651.1                    | 41.56           |
|                              | AD 10%                      | AD<br>8.89%                  | AD<br>8.94%  | 2834.1                      | 1580                      | 44.25           |
|                              | AD 12.5%                    | AD<br>10.87%                 | AD<br>10.93% | 2880.5                      | 1525                      | 47.06           |
|                              | AD 15%                      | AD<br>12.76%                 | AD<br>12.83% | 2821.3                      | 1535.1                    | 45.59           |
|                              | 0                           | 0%                           | 0%           | 2834.5                      | 1765.8                    | 37.70           |
|                              | R 10%                       | R<br>10.76%                  | R<br>10.87%  | 2803.5                      | 1663.8                    | 40.65           |
|                              | R 20%                       | R<br>21.76%                  | R<br>21.69%  | 2973.8                      | 1805.9                    | 39.27           |
|                              | R 30%                       | R<br>32.42%                  | R<br>32.45%  | 2840.2                      | 1820.1                    | 35.92           |
|                              | R 40%                       | R<br>43.99%                  | R<br>43.16%  | 2839.9                      | 1708.1                    | 39.85           |

Tabla 76: Desgaste del Concreto con Cemento Wari IP.

Fuente: Elaboración propia.





*Imagen 22: Dados de concreto listos para ser ensayados.  
Fuente: Elaboración propia.*



*Imagen 23: Dados después de ser ensayados a la abrasión.  
Fuente: Elaboración propia.*



## CAPITULO V

## 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 5.1. Análisis de la Resistencia a la Compresión

A continuación, analizaremos los resultados obtenidos de las pruebas de ensayo a compresión del concreto con las diferentes combinaciones de adición de partículas de vidrio.

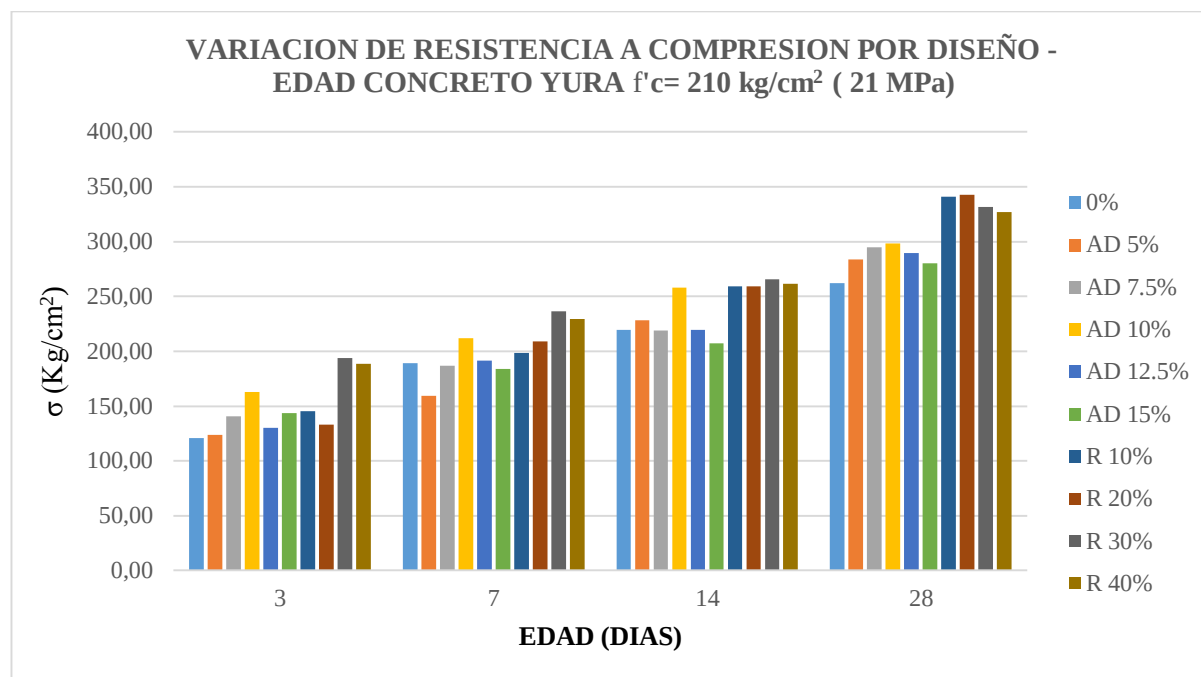


Gráfico 16: Variación de resistencia a compresión por diseño – edad, concreto Yura IP  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa)  
Fuente: Elaboración propia.

En concretos con  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  elaborados con cemento Yura IP, la resistencia a la compresión aumenta al incluir partículas de vidrio en su composición. En ambos tipos de diseño los resultados van por encima del diseño patrón.



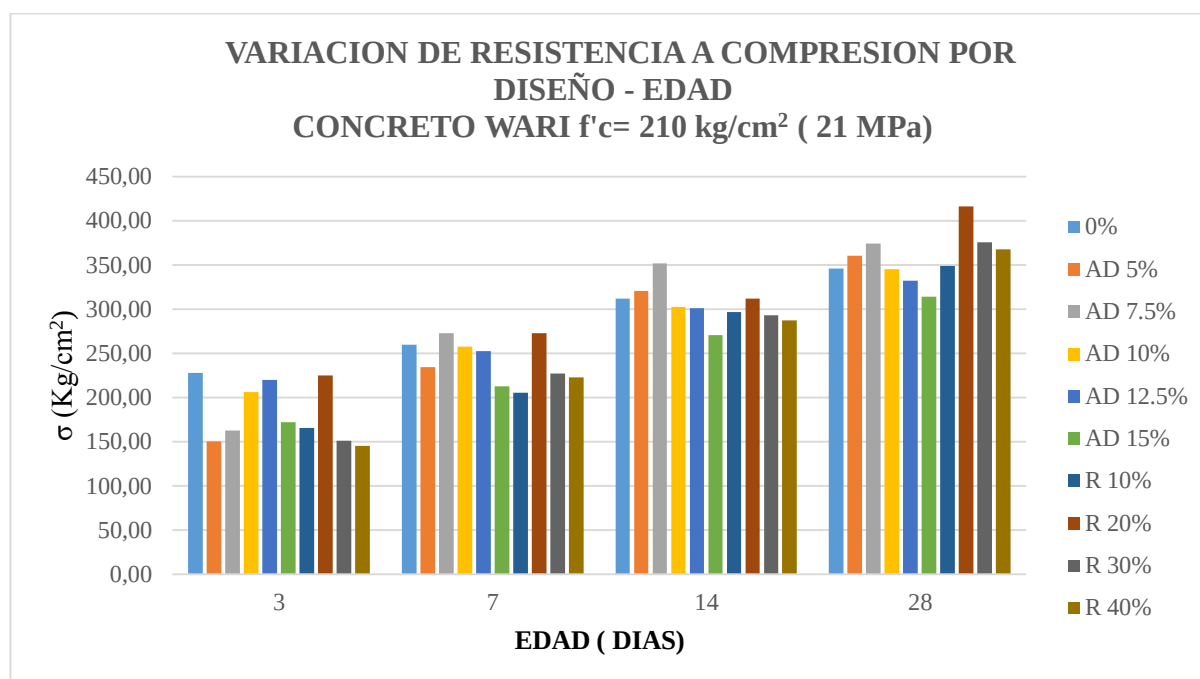


**Gráfico 17: Variación de resistencia a compresión por diseño – edad, concreto Wari IP  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ . (21 MPa)**  
Fuente: Elaboración propia.

En concretos con  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) elaborados con cemento Wari IP, la resistencia a la compresión aumenta solo para ciertos porcentajes de adición de partículas de vidrio o reemplazo por agregado fino.

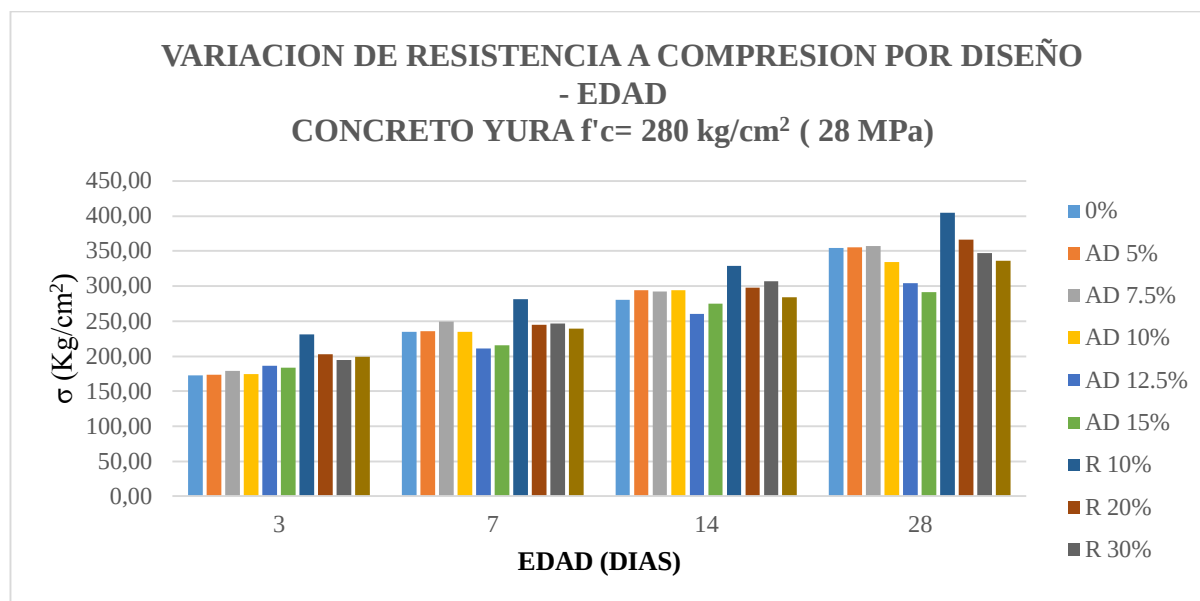


**Gráfico 18: Variación de resistencia a compresión por diseño – edad, concreto Yura IP  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . (28 MPa)**  
Fuente: Elaboración propia.

En concretos con  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  elaborados con cemento Yura IP, la resistencia a la compresión es casi similar con adición de partículas de vidrio y solo aumenta en reemplazo con 10% y 20% de agregado fino con partículas de vidrio.

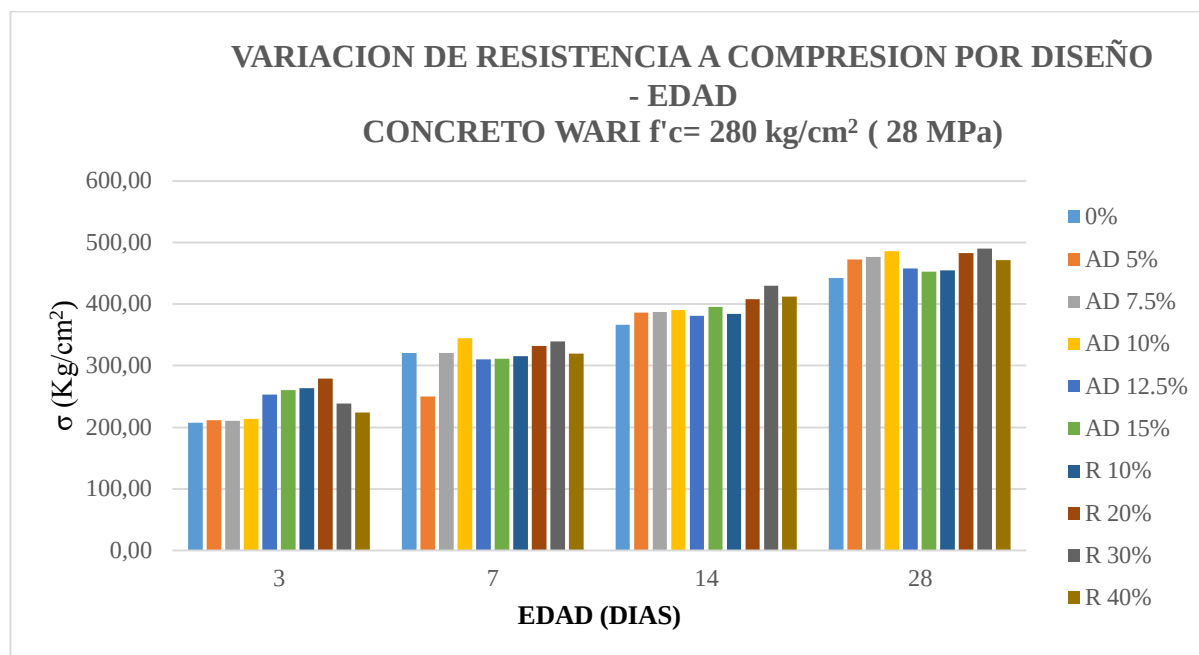


**Gráfico 19: Variación de resistencia a compresión por diseño – edad, concreto Wari IP  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ . (28 MPa)**  
Fuente: Elaboración propia.

En concretos con  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) elaborados con cemento Wari IP, la resistencia a la compresión aumenta al incluir partículas de vidrio en su composición por los dos tipos de diseño. Los resultados siempre se mantienen constantes por encima del diseño patrón



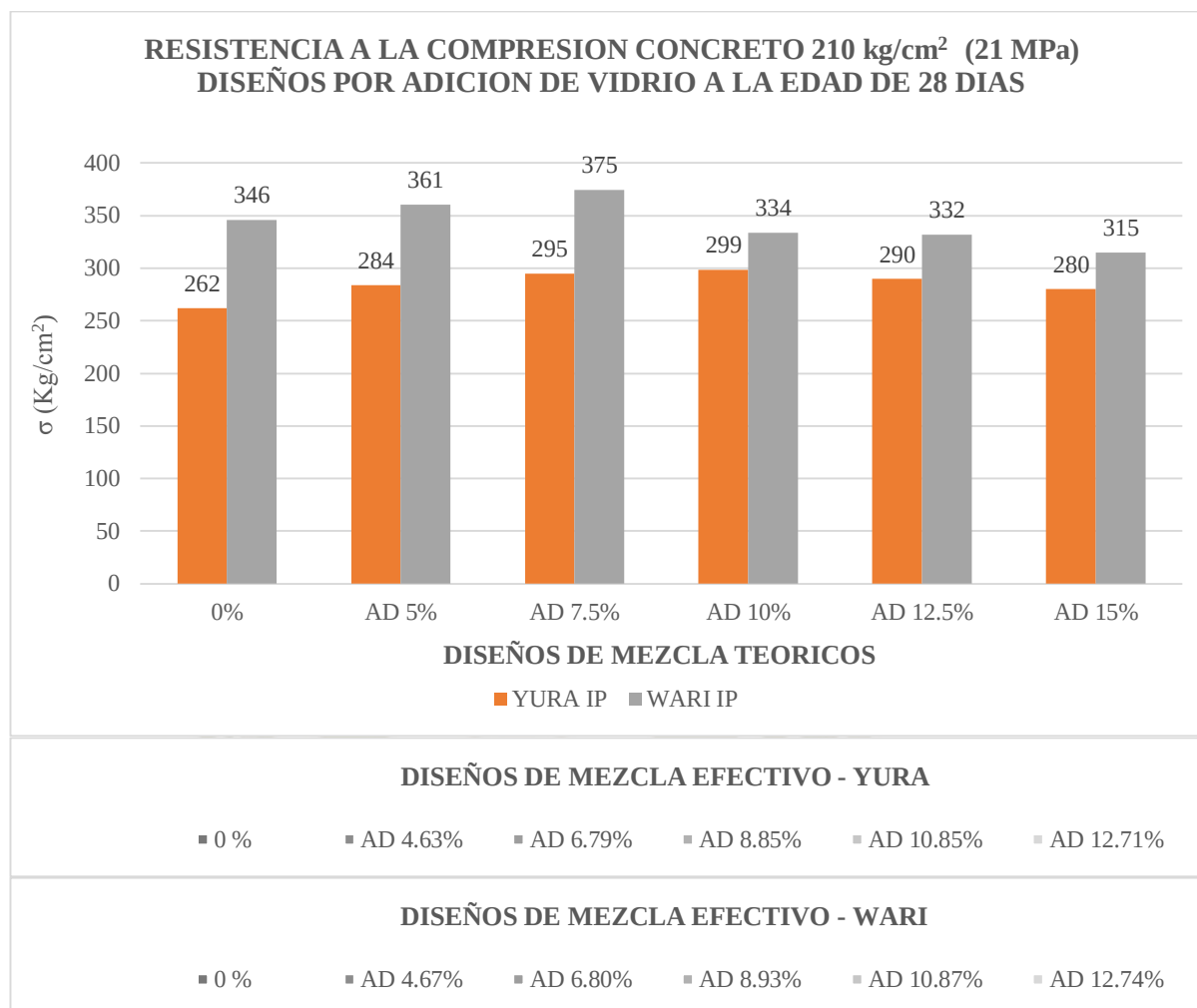


**Gráfico 20: Resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa) diseños por adición de vidrio a la edad a 28 días.**

*Fuente: Elaboración propia.*

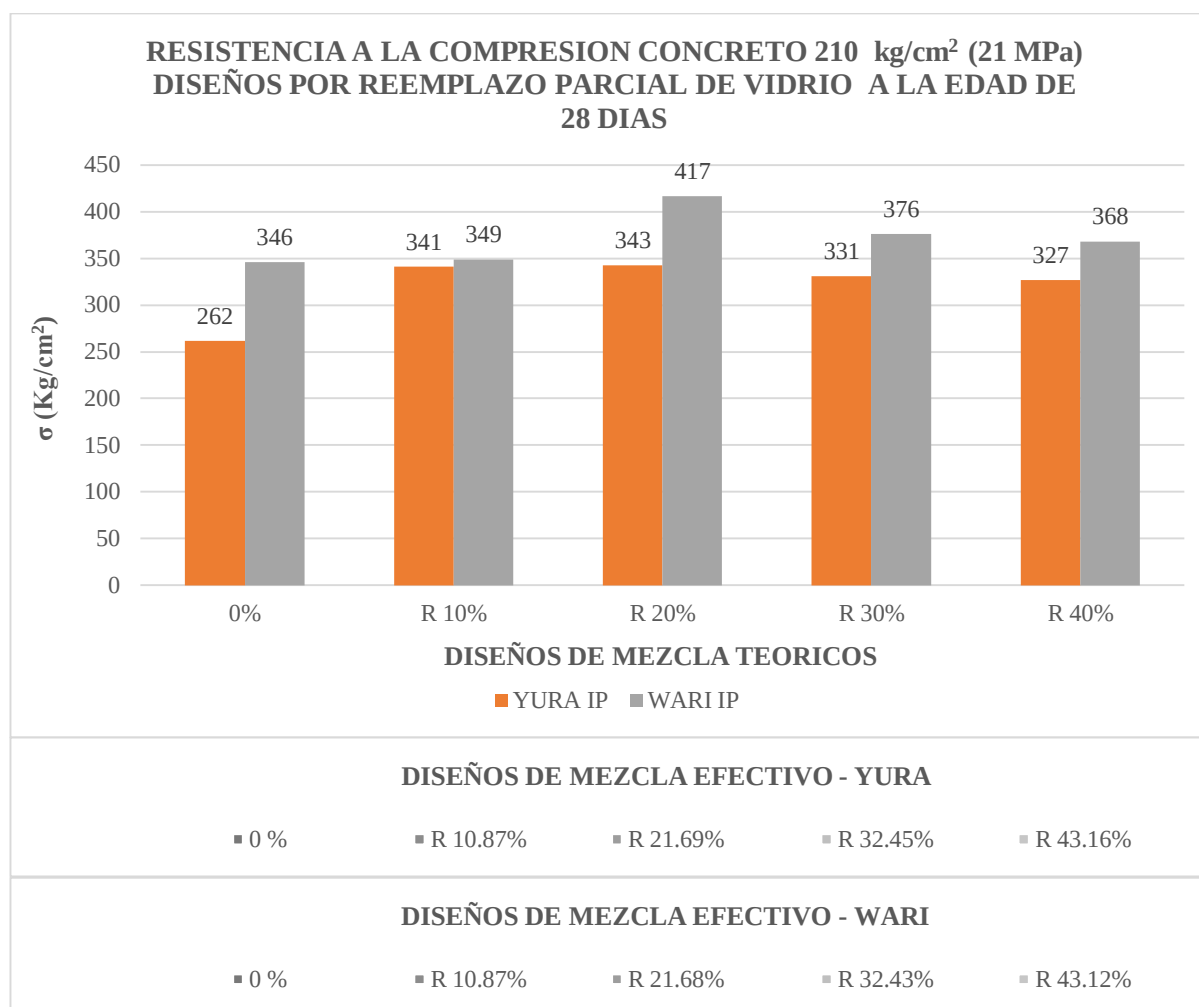


**Gráfico 21: Resistencia a la compresión concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa) diseños por reemplazo parcial de vidrio a la edad de 28 días**  
Fuente: Elaboración propia.

En la tabla se observa que para diseños de 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa), el cemento con mejor comportamiento para todos los diseños es el cemento Wari IP. En el caso de los diseños por adición de vidrio el mejor resultado es el de la dosificación de 10% en mezclas con cemento Yura IP y 7.5% con cemento Wari IP. En los diseños por reemplazo de material fino, el mejor porcentaje de reemplazo es en 10% para cemento Yura y 20% para cemento Wari IP. El desempeño de los diseños de mezcla con cemento Wari IP es notablemente superior a los diseños con cemento Yura IP, lo cual demuestra una mayor calidad de material utilizado en sus productos.

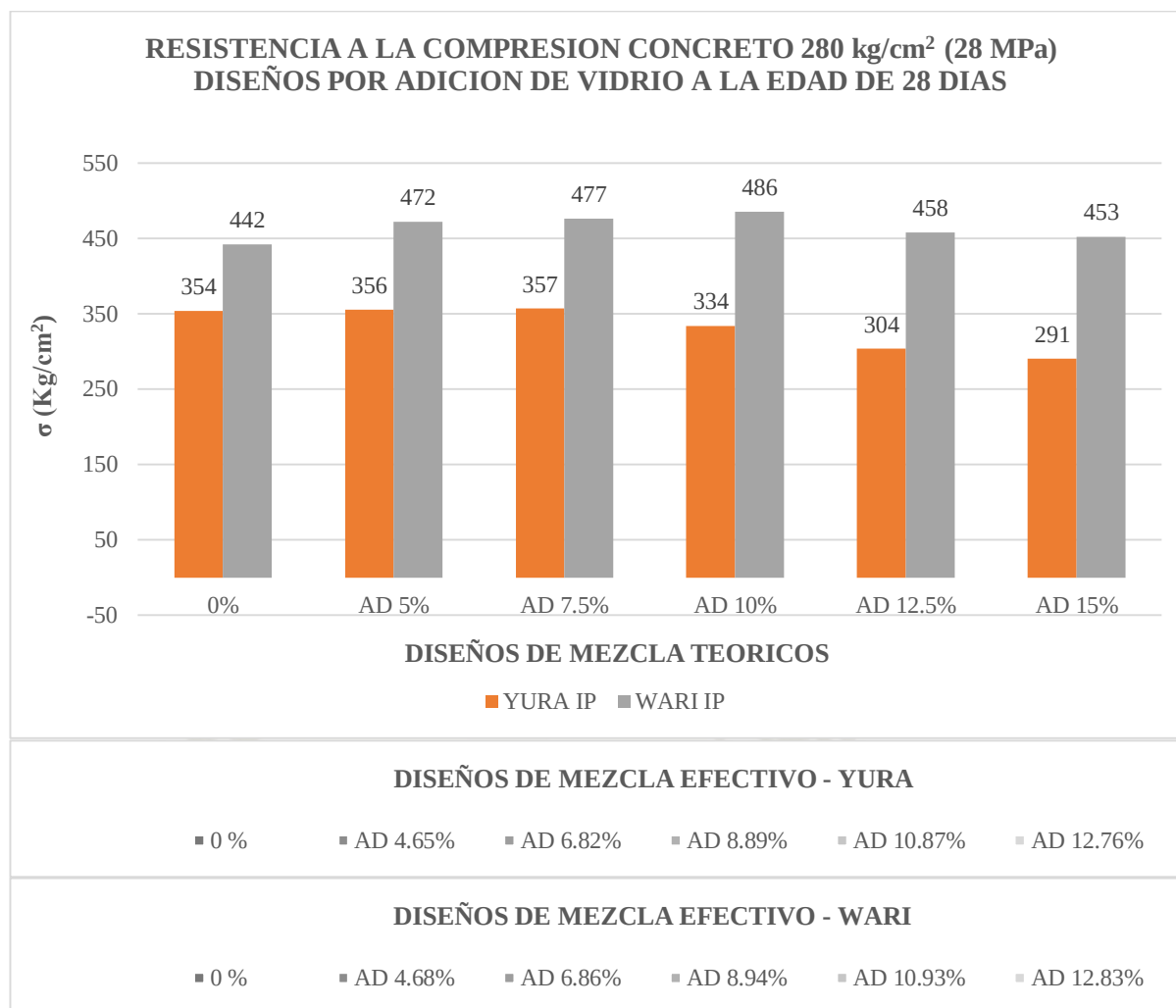


**Gráfico 22: Resistencia a la compresión concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa) diseños por adición de vidrio a la edad de 28 días**

Fuente: Elaboración propia.



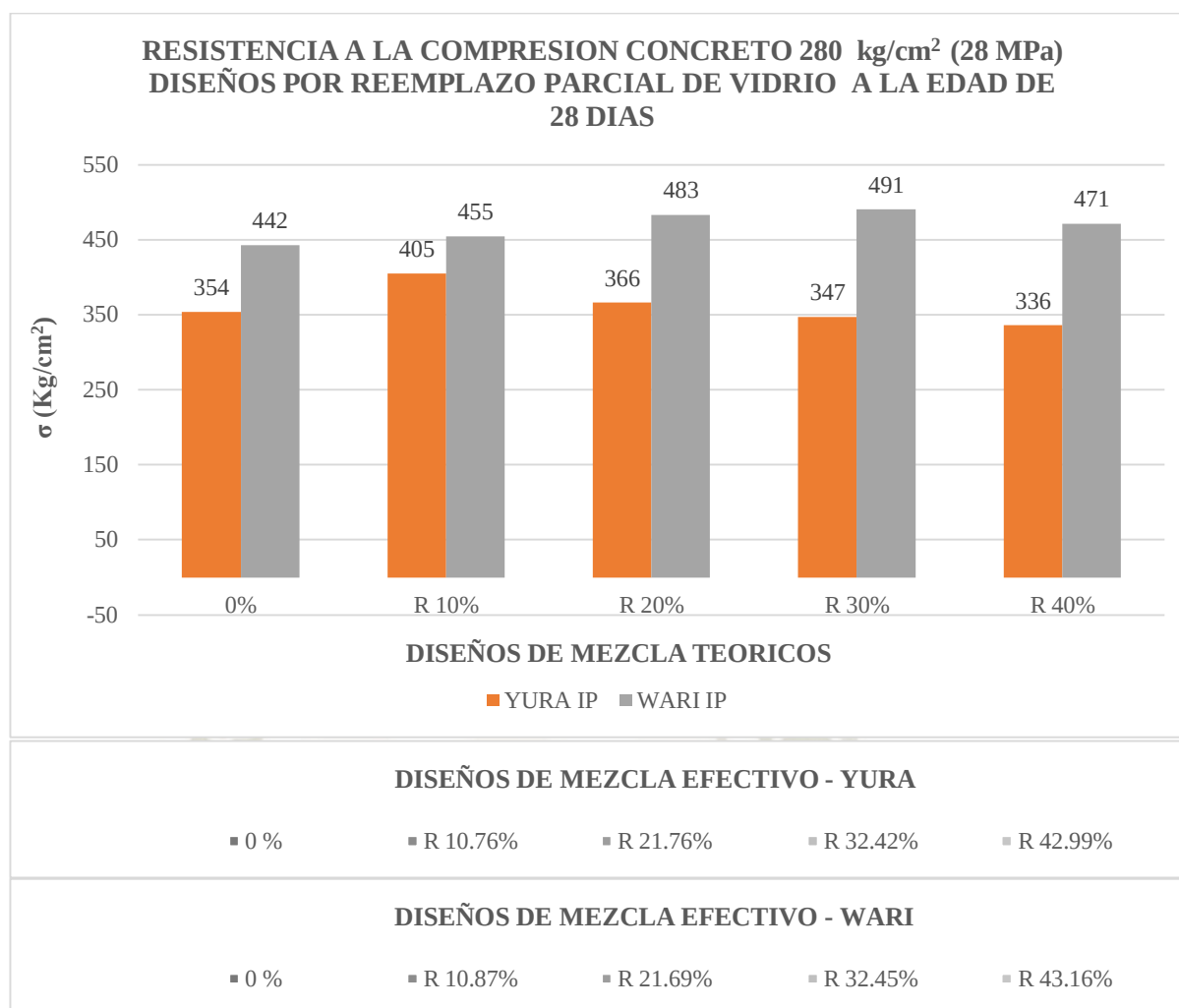


**Gráfico 23: Resistencia a la compresión concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa) diseños reemplazo parcial de vidrio a la edad de 28 días**  
Fuente: Elaboración propia.

En los diseños de mezcla para una resistencia de 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa) se obtiene como mejores resultados 7,5% de adición de vidrio con cemento Yura IP y 10% con cemento Wari IP. En los diseños de reemplazo de material fino, el mejor comportamiento se da con 10% con cemento Yura IP y 30% con cemento Wari IP.

### 5.1.1. Eficiencia.

| f'c                       | DISEÑOS DE MEZCLA TEORICOS | Diseño de mezcla efectivo |           | RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> ) |        | CANTIDAD DE CEMENTO (kg) |        | EFICIENCIA |      |
|---------------------------|----------------------------|---------------------------|-----------|---------------------------------------------------|--------|--------------------------|--------|------------|------|
|                           |                            | Yura IP                   | Wari IP   | YURA                                              | WARI   | YURA                     | WARI   | YURA       | WARI |
| 210 (kg/cm <sup>2</sup> ) | 0%                         | 0%                        | 0%        | 262.00                                            | 346.00 | 387.10                   | 386.45 | 0.68       | 0.90 |
|                           | AD 5%                      | AD 4.63%                  | AD 4.67%  | 283.75                                            | 360.67 | 396.12                   | 368.40 | 0.72       | 0.98 |
|                           | AD 7.5%                    | AD 6.79%                  | AD 6.80%  | 294.75                                            | 374.67 | 360.82                   | 360.16 | 0.82       | 1.04 |
|                           | AD 10%                     | AD 8.85%                  | AD 8.93%  | 298.50                                            | 334.33 | 352.84                   | 351.96 | 0.85       | 0.95 |
|                           | AD 12.5%                   | AD 10.82%                 | AD 10.87% | 289.67                                            | 332.33 | 345.20                   | 344.43 | 0.84       | 0.96 |
|                           | AD 15%                     | AD 12.71%                 | AD 12.74% | 280.00                                            | 314.67 | 337.88                   | 337.22 | 0.83       | 0.93 |
|                           | 0%                         | 0%                        | 0%        | 262.00                                            | 346.00 | 387.10                   | 386.45 | 0.68       | 0.90 |
|                           | R 10%                      | R 10.87%                  | R 10.87%  | 341.00                                            | 349.00 | 386.06                   | 385.68 | 0.88       | 0.90 |
|                           | R 20%                      | R 21.69%                  | R 21.68%  | 342.67                                            | 416.67 | 385.02                   | 384.15 | 0.89       | 1.08 |
|                           | R 30%                      | R 32.45%                  | R 32.43%  | 331.67                                            | 376.00 | 383.99                   | 383.38 | 0.86       | 0.98 |
|                           | R 40%                      | R 43.16%                  | R 43.12%  | 326.67                                            | 368.00 | 382.96                   | 382.25 | 0.85       | 0.96 |
|                           | 0%                         | 0%                        | 0%        | 354.00                                            | 442.40 | 463.52                   | 463.52 | 0.76       | 0.95 |
| 280 (kg/cm <sup>2</sup> ) | AD 5%                      | AD 4.65%                  | AD 4.68%  | 355.67                                            | 472.15 | 441.97                   | 441.84 | 0.80       | 1.07 |
|                           | AD 7.5%                    | AD 6.82%                  | AD 6.86%  | 357.33                                            | 476.70 | 431.93                   | 431.74 | 0.83       | 1.10 |
|                           | AD 10%                     | AD 8.89%                  | AD 8.94%  | 334.33                                            | 485.67 | 422.33                   | 422.10 | 0.79       | 1.15 |
|                           | AD 12.5%                   | AD 10.87%                 | AD 10.93% | 304.00                                            | 458.00 | 413.15                   | 412.88 | 0.74       | 1.11 |
|                           | AD 15%                     | AD 12.76%                 | AD 12.83% | 291.00                                            | 452.67 | 404.36                   | 404.05 | 0.72       | 1.12 |
|                           | 0%                         | 0%                        | 0%        | 354.00                                            | 442.40 | 463.52                   | 463.52 | 0.76       | 0.95 |
|                           | R 10%                      | R 10.76%                  | R 10.87%  | 405.00                                            | 454.67 | 462.38                   | 462.36 | 0.88       | 0.98 |
|                           | R 20%                      | R 21.76%                  | R 21.69%  | 366.33                                            | 483.33 | 461.25                   | 461.21 | 0.79       | 1.05 |
|                           | R 30%                      | R 32.42%                  | R 32.45%  | 347.33                                            | 490.70 | 460.12                   | 460.06 | 0.75       | 1.07 |
|                           | R 40%                      | R 43.99%                  | R 43.16%  | 336.00                                            | 471.33 | 459.00                   | 458.91 | 0.73       | 1.03 |

Tabla 77: Eficiencia de los Diferentes Tipos de Concretos.

Fuente: Elaboración propia.

Para concretos  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPA) la eficiencia es máxima en concretos elaborados con cemento Wari IP con reemplazo del 20% de agregado fino con partículas de vidrio, cabe resaltar que la eficiencia máxima con cemento Yura IP es con el mismo diseño que para cemento Wari IP.

Para concretos  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPA) la eficiencia es máxima en concretos elaborados con cemento Wari IP con reemplazo del 30% de agregado fino con partículas de vidrio.

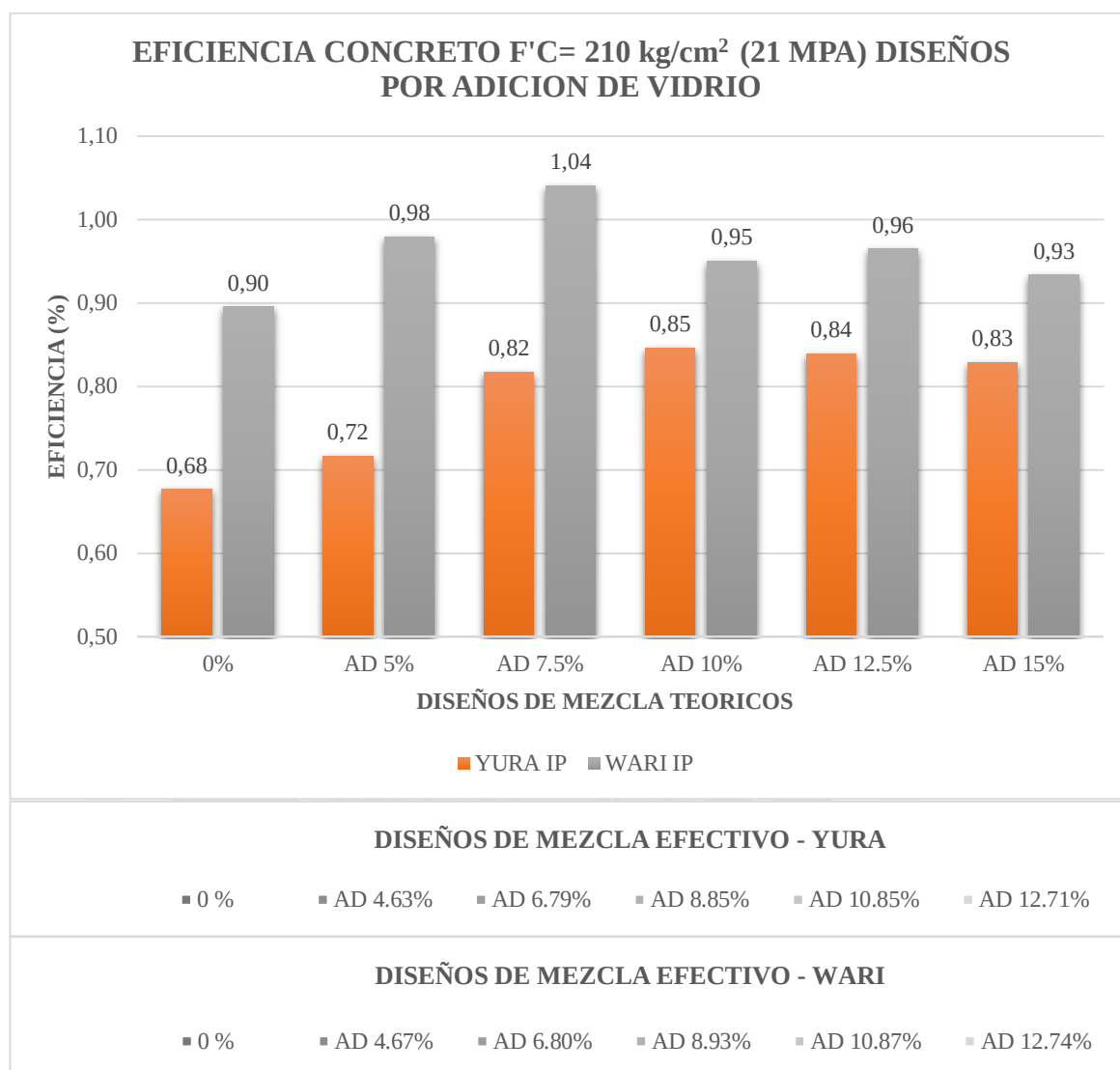


**Gráfico 24: Eficiencia concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) diseños por adición de vidrio**  
Fuente: Elaboración propia.



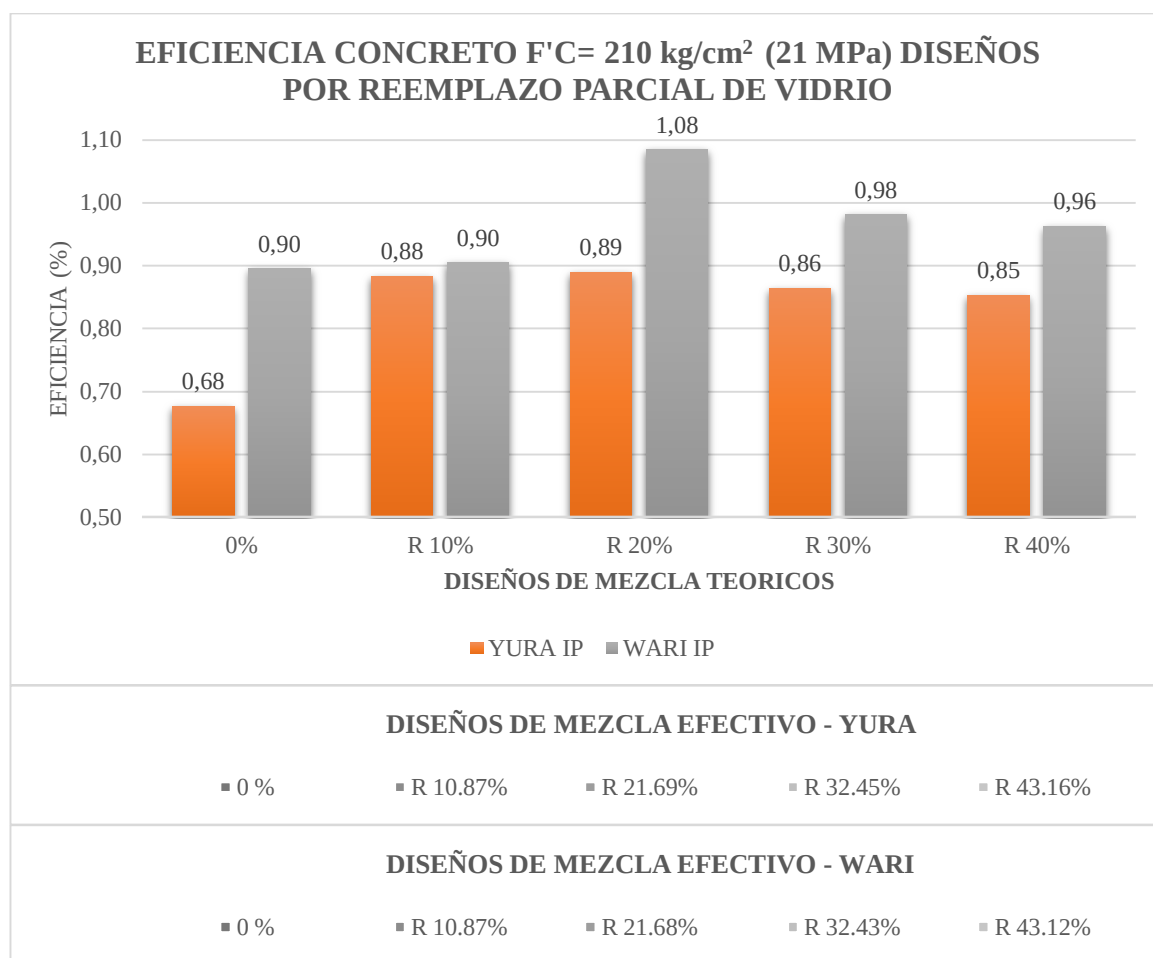


*Grafico 25: Eficiencia concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) diseños por reemplazo parcial de vidrio*  
Fuente: Elaboración propia.

Para concretos  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) la máxima eficiencia se da en el diseño por reemplazo de Agregado Fino por partículas de vidrio al 20% para ambos tipos de cementos utilizados.

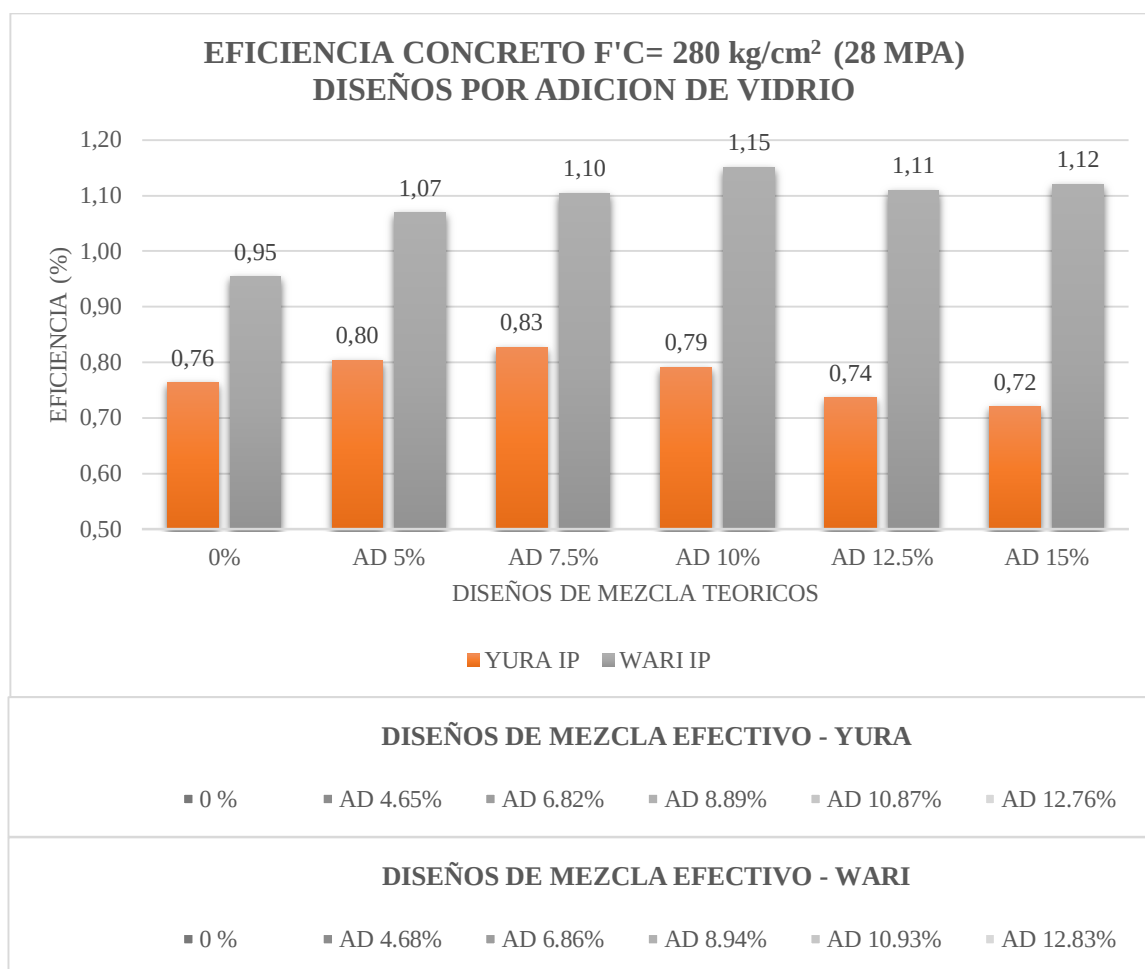


**Gráfico 26: Eficiencia concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) diseños por adición de vidrio.**  
Fuente: Elaboración propia.

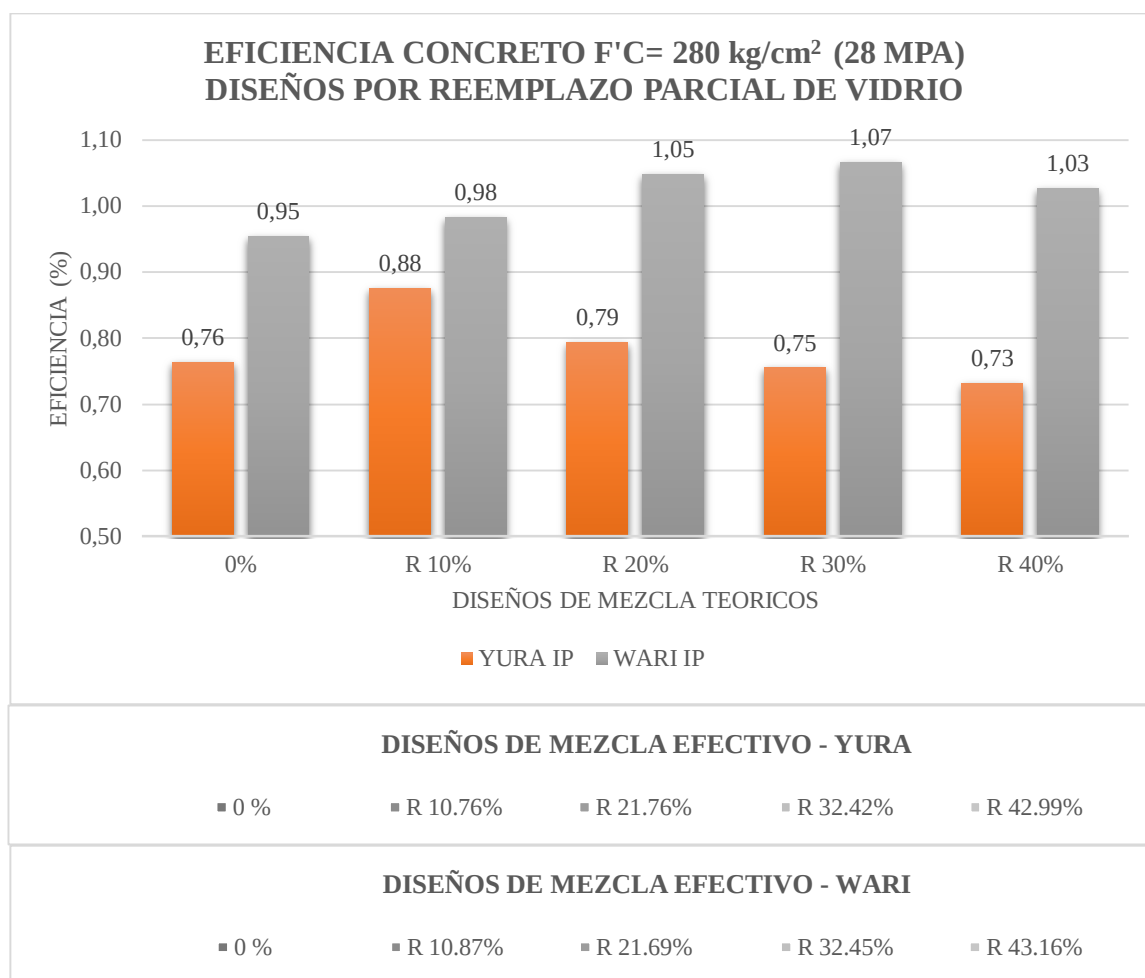


**Grafico 27: Eficiencia concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) diseños por reemplazo parcial de vidrio**  
Fuente: Elaboración propia.

Para concretos  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) la máxima eficiencia se da en el diseño por reemplazo de agregado fino por partículas de vidrio al 10% para concretos elaborados con cemento Yura IP y al 30% para concretos elaborados con cementos Wari IP.



### 5.1.2. Relación resistencia a la compresión y slump.

#### Resistencia a la Compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) y Slump

| Diseños de mezclas teóricos | Diseño de mezcla efectivo |           | Resistencia a la compresión 28 días ( $\text{kg/cm}^2$ ) |         | Slump (pulgadas) |         |
|-----------------------------|---------------------------|-----------|----------------------------------------------------------|---------|------------------|---------|
|                             | Yura IP                   | Wari IP   | Yura IP                                                  | Wari IP | Yura IP          | Wari IP |
| 0%                          | 0%                        | 0%        | 262.00                                                   | 346.00  | 3.00             | 3.50    |
| AD 5%                       | AD 4.63%                  | AD 4.67%  | 283.75                                                   | 360.67  | 2.50             | 3.00    |
| AD 7.5%                     | AD 6.79%                  | AD 6.80%  | 294.75                                                   | 374.67  | 2.00             | 2.50    |
| AD 10%                      | AD 8.85%                  | AD 8.93%  | 298.50                                                   | 332.33  | 1.50             | 1.50    |
| AD 12.5%                    | AD 10.82%                 | AD 10.87% | 289.67                                                   | 314.67  | 1.00             | 1.00    |
| AD 15%                      | AD 12.71%                 | AD 12.74% | 293.00                                                   | 345.33  | 1.00             | 1.00    |
| R 10%                       | R 10.87%                  | R 10.87%  | 341.00                                                   | 349.00  | 3.00             | 4.00    |
| R 20%                       | R 21.69%                  | R 21.68%  | 342.67                                                   | 416.67  | 3.25             | 4.50    |
| R 30%                       | R 32.45%                  | R 32.43%  | 331.67                                                   | 376.00  | 4.00             | 5.00    |
| R 40%                       | R 43.16%                  | R 43.12%  | 326.67                                                   | 368.00  | 5.00             | 6.00    |

Tabla 78: Resistencia a la Compresión  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) y Slump.  
Fuente: Elaboración propia.

### Resistencia a la Compresión $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa) y Slump

| Diseños de mezclas teóricos | Diseño de mezcla efectivo |           | Resistencia a la compresión 28 días ( $\text{kg/cm}^2$ ) |         | Slump (pulgadas) |         |
|-----------------------------|---------------------------|-----------|----------------------------------------------------------|---------|------------------|---------|
|                             | Yura IP                   | Wari IP   | Yura IP                                                  | Wari IP | Yura IP          | Wari IP |
| 0%                          | 0%                        | 0%        | 354.00                                                   | 442.40  | 3.00             | 3.00    |
| AD 5%                       | AD 4.65%                  | AD 4.68%  | 355.67                                                   | 472.15  | 2.00             | 2.50    |
| AD 7.5%                     | AD 6.82%                  | AD 6.86%  | 357.33                                                   | 476.70  | 1.75             | 2.00    |
| AD 10%                      | AD 8.89%                  | AD 8.94%  | 334.33                                                   | 485.67  | 1.50             | 1.00    |
| AD 12.5%                    | AD 10.87%                 | AD 10.93% | 304.00                                                   | 458.00  | 1.00             | 1.50    |
| AD 15%                      | AD 12.76%                 | AD 12.83% | 291.00                                                   | 452.67  | 1.00             | 0.75    |
| R 10%                       | R 10.76%                  | R 10.87%  | 405.00                                                   | 454.67  | 2.00             | 4.00    |
| R 20%                       | R 21.76%                  | R 21.69%  | 366.33                                                   | 483.33  | 2.25             | 4.25    |
| R 30%                       | R 32.42%                  | R 32.45%  | 347.33                                                   | 490.70  | 3.00             | 4.50    |
| R 40%                       | R 43.99%                  | R 43.16%  | 349.00                                                   | 471.33  | 4.00             | 5.00    |

Tabla 79: Resistencia a la Compresión  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) y Slump.

Fuente: Elaboración propia.

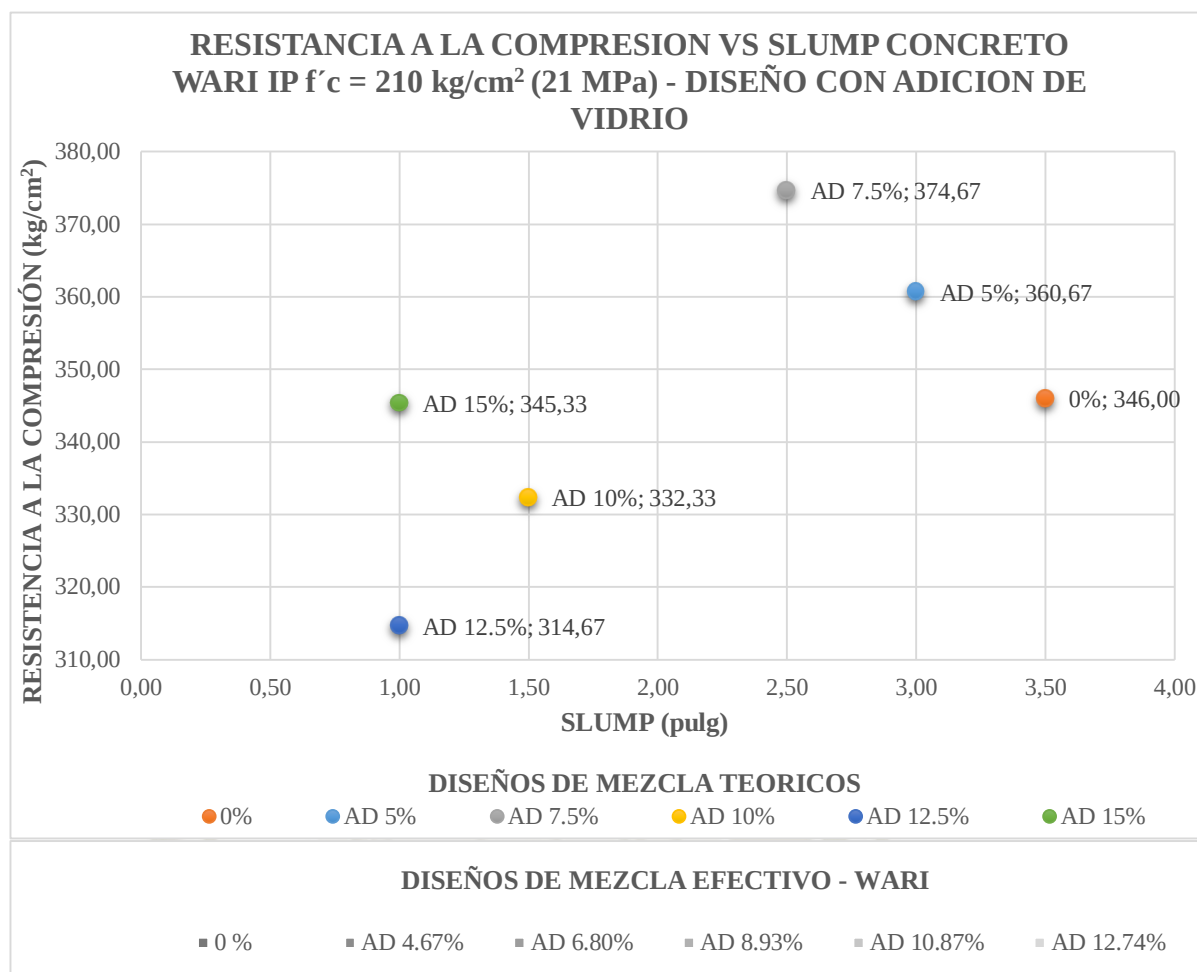


**Gráfico 28:** Resistencia a la compresión vs slump concreto Wari IP  $210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) - diseño con adición de vidrio.

Fuente: Elaboración propia.

En diseños por adición de vidrio en la mezcla de concreto, se observa que el SLUMP disminuye conforme el porcentaje de adición de vidrio aumenta, pero lo cual no tiene relación directa con su resistencia a la compresión. Para concretos  $210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) elaborado con cemento Wari IP y con adición de partículas de vidrio el SLUMP es máximo en el diseño patrón y va disminuyendo conforme la adición de vidrio es mayor, pero la resistencia máxima se da con 7.5% de adición de partículas de vidrio.



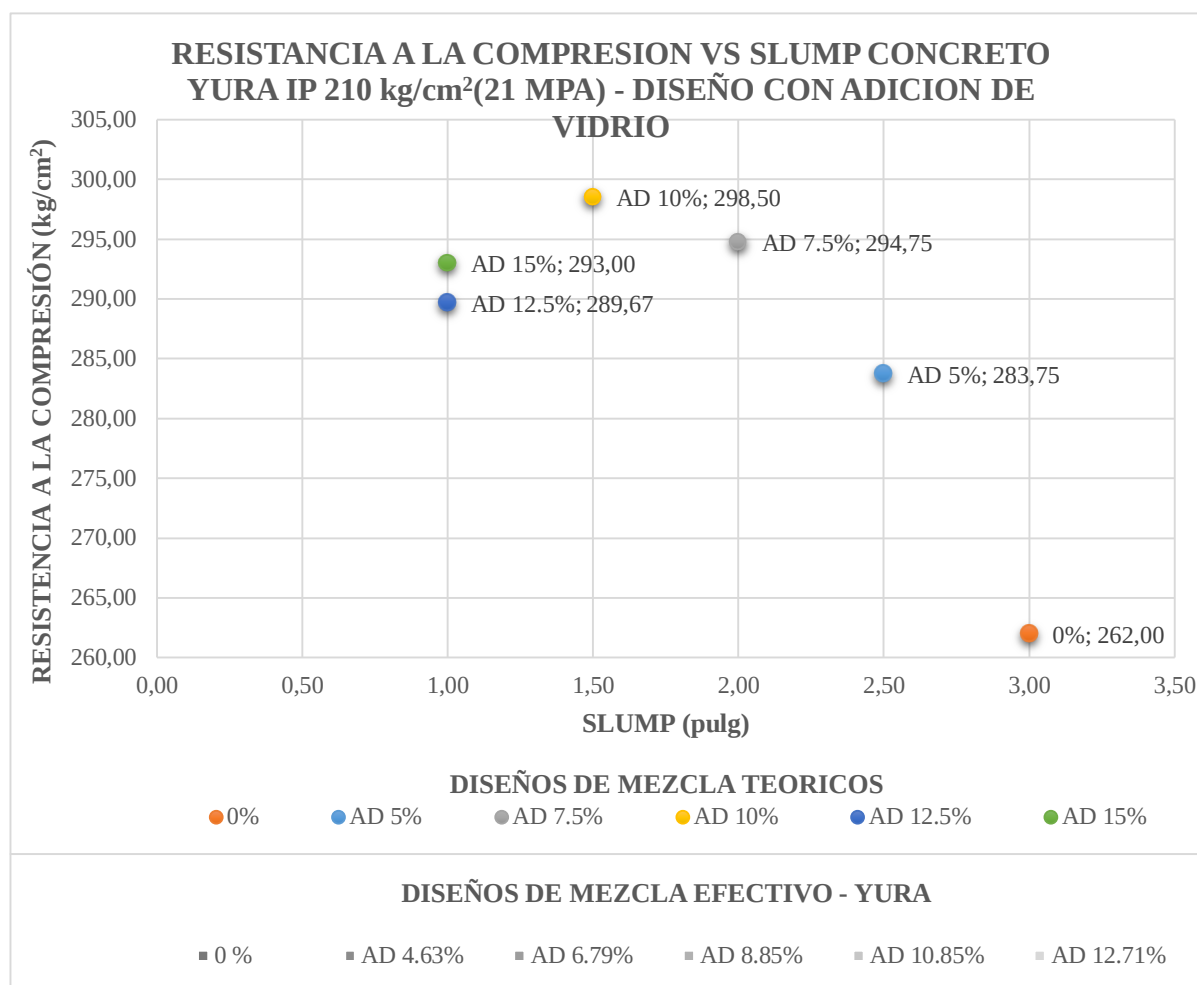


**Gráfico 29:** Resistencia a la compresión vs slump concreto Yura IP 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa) - diseño con adición de vidrio. Fuente: Elaboración propia.

En el Gráfico se ve que el SLUMP máximo para concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa) elaborados con cemento YURA IP y con adición de partículas de vidrio es en el diseño patrón seguido del diseño con 5% de adición de partículas mientras que la resistencia máxima se da con 10% de adición, pero con un SLUMP bajo igual a 1.5 pulgadas.

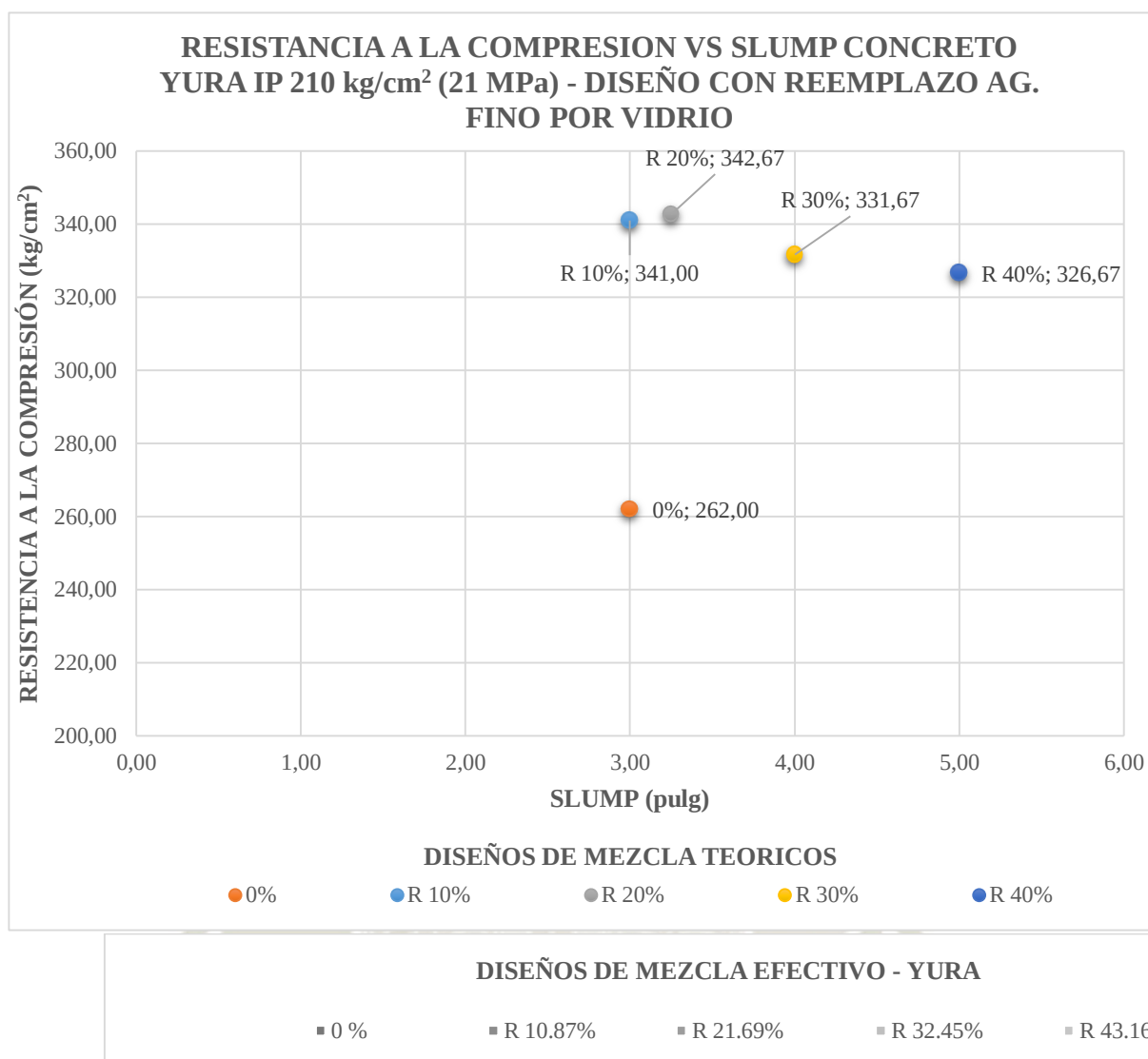


**Gráfico 30: Resistencia a la compresión vs slump concreto Yura IP 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa) - diseño con reemplazo de agregado fino por vidrio.**  
Fuente: Elaboración propia.

En concretos 210 kg/cm<sup>2</sup> con reemplazo de agregado fino por partículas de vidrio elaborados con cemento Yura IP, el mayor SLUMP se da con el mayor porcentaje de reemplazo en 40% pero la resistencia máxima es con el reemplazo del 20% por partículas de vidrio.

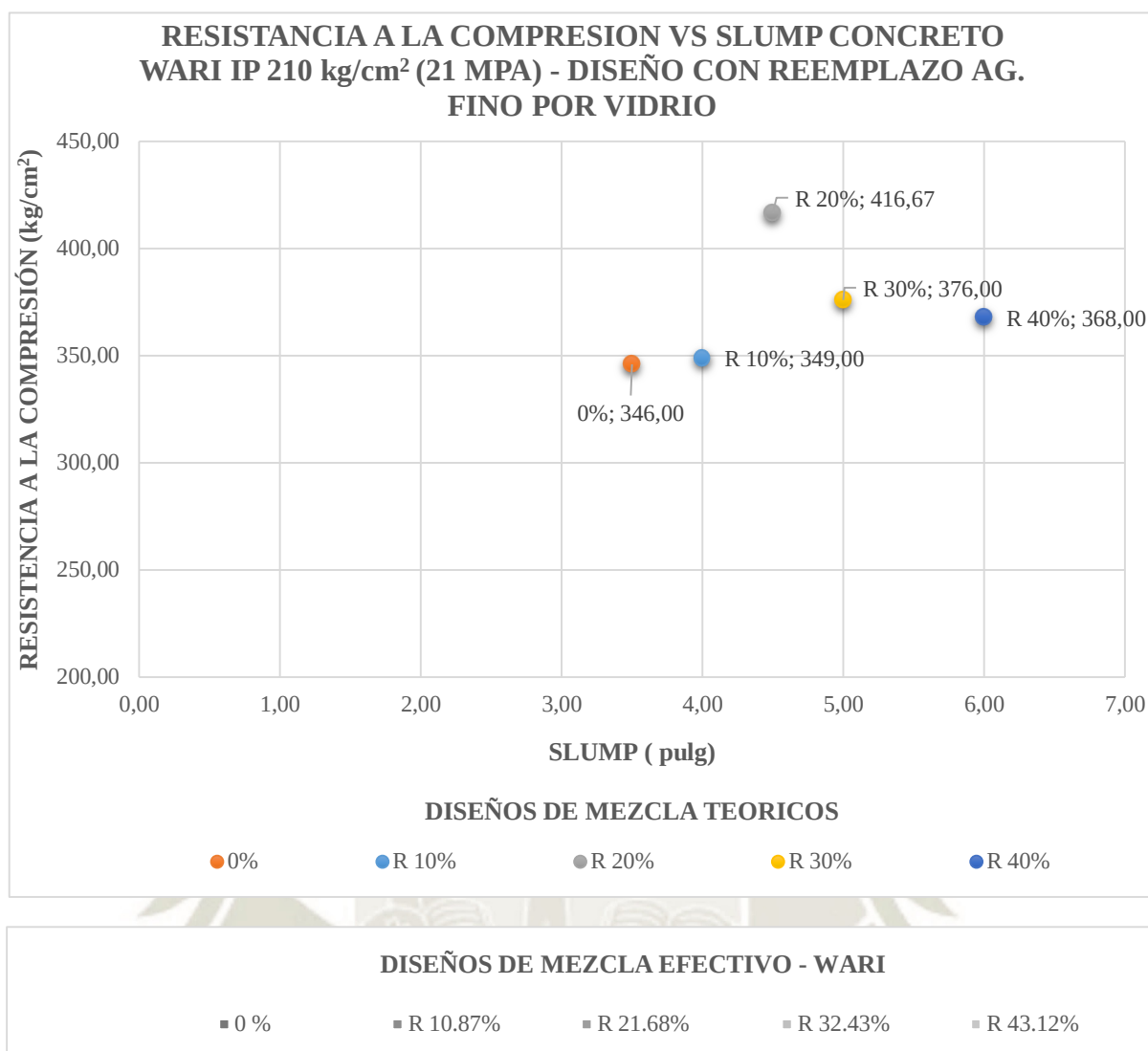


*Gráfico 31: Resistencia a la compresión vs slump concreto Wari IP 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa) - diseño con reemplazo ag. fino por vidrio*  
Fuente: Elaboración propia.

Para concretos 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa) con reemplazo de agregado fino por partículas de vidrio elaborados con cemento Wari IP, el mayor SLUMP se da con el mayor porcentaje de reemplazo en 40% al igual que en concretos elaborados con cemento Yura IP con el mismo diseño, pero la resistencia máxima es con el reemplazo del 30% por partículas de vidrio.



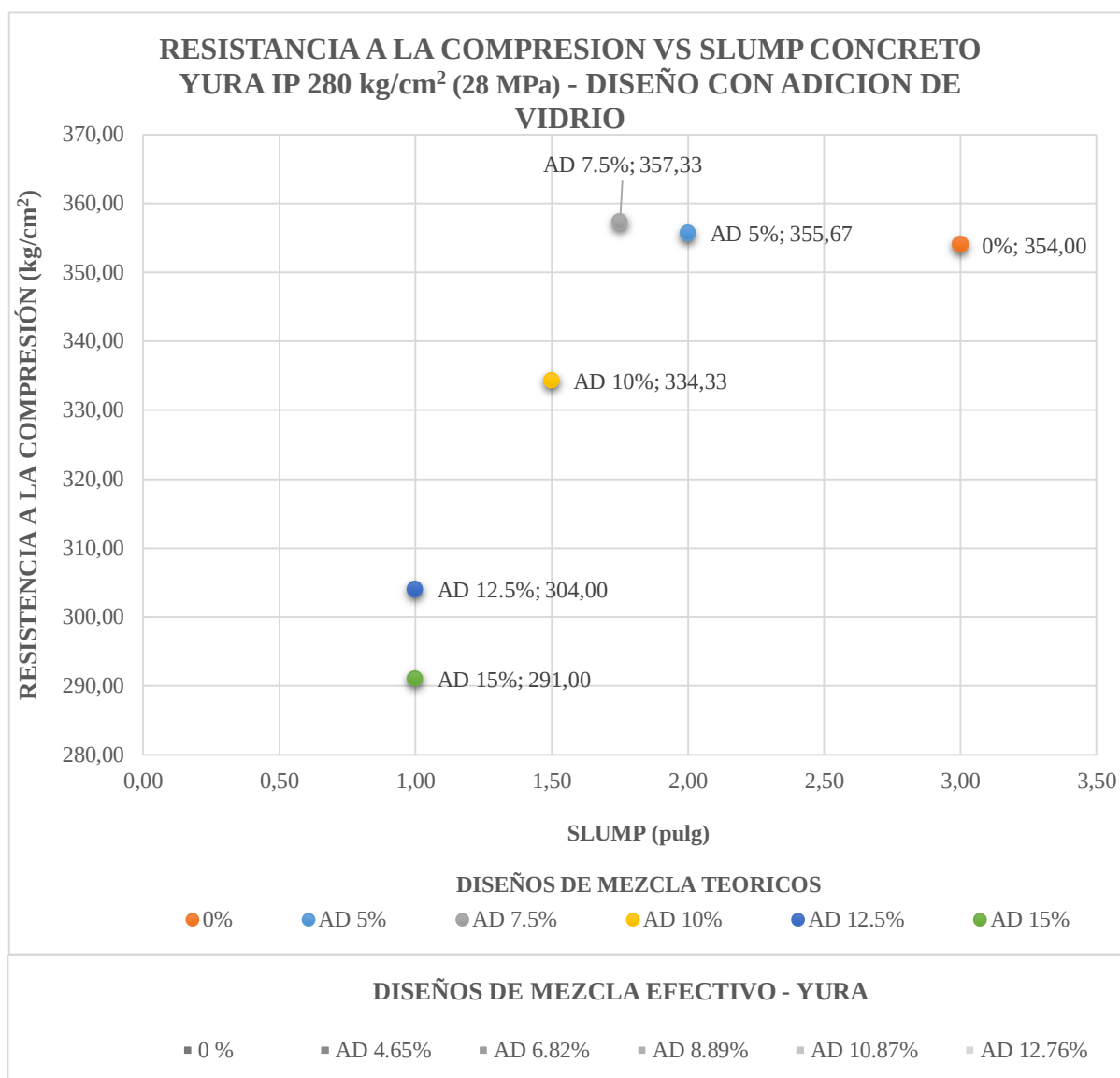


**Gráfico 32: Resistencia a la compresión vs slump concreto Yura IP 280 kg/cm<sup>2</sup> - diseño con adición de vidrio.**  
Fuente: Elaboración propia.

Para concretos 280 kg/cm<sup>2</sup> ( 28 MPa) con adición de partículas de vidrio elaborados con cemento Yura IP la resistencia máxima se da con 7.5% de adición en la mezcla, pero no varía mucho respecto al diseño de 5% de adición y el diseño patrón con 0% de adición, pero el SLUMP si disminuye conforme se aumenta el porcentaje de adición, llegando a un tercio del SLUMP del diseño en los concretos con más porcentaje de partículas de vidrio en su composición.

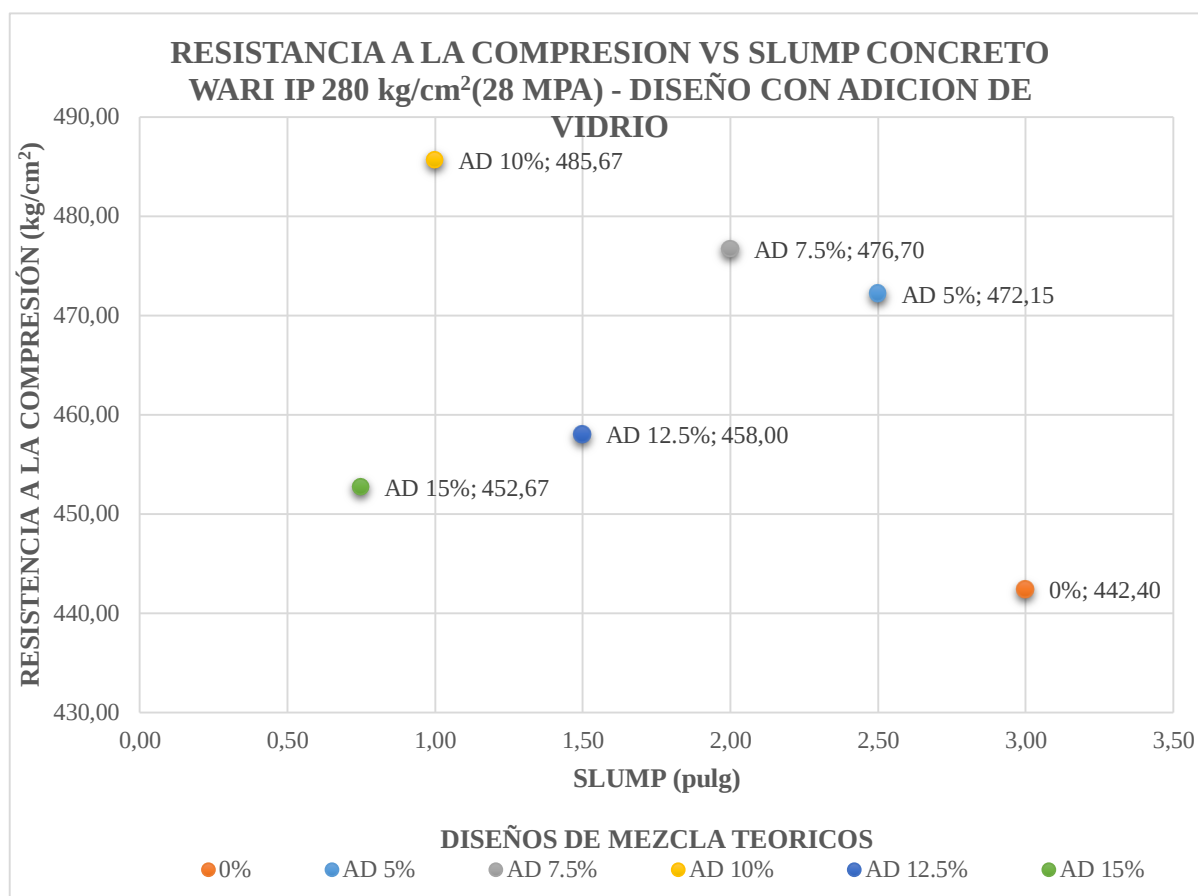


**Gráfico 33: Resistencia a la compresión vs slump concreto Wari IP 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa) - diseño con adición de vidrio.**

Fuente: Elaboración propia.

Para concretos 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa) con adición de partículas de vidrio elaborados con cemento Wari IP la tendencia de un menor SLUMP menos conforme se adiciona partículas de vidrio se mantiene, pero la resistencia máxima se da con un porcentaje del 10% de partículas de vidrio seguido del diseño con 7.5% de adición. Los cuales varían bastante respecto al diseño patrón.

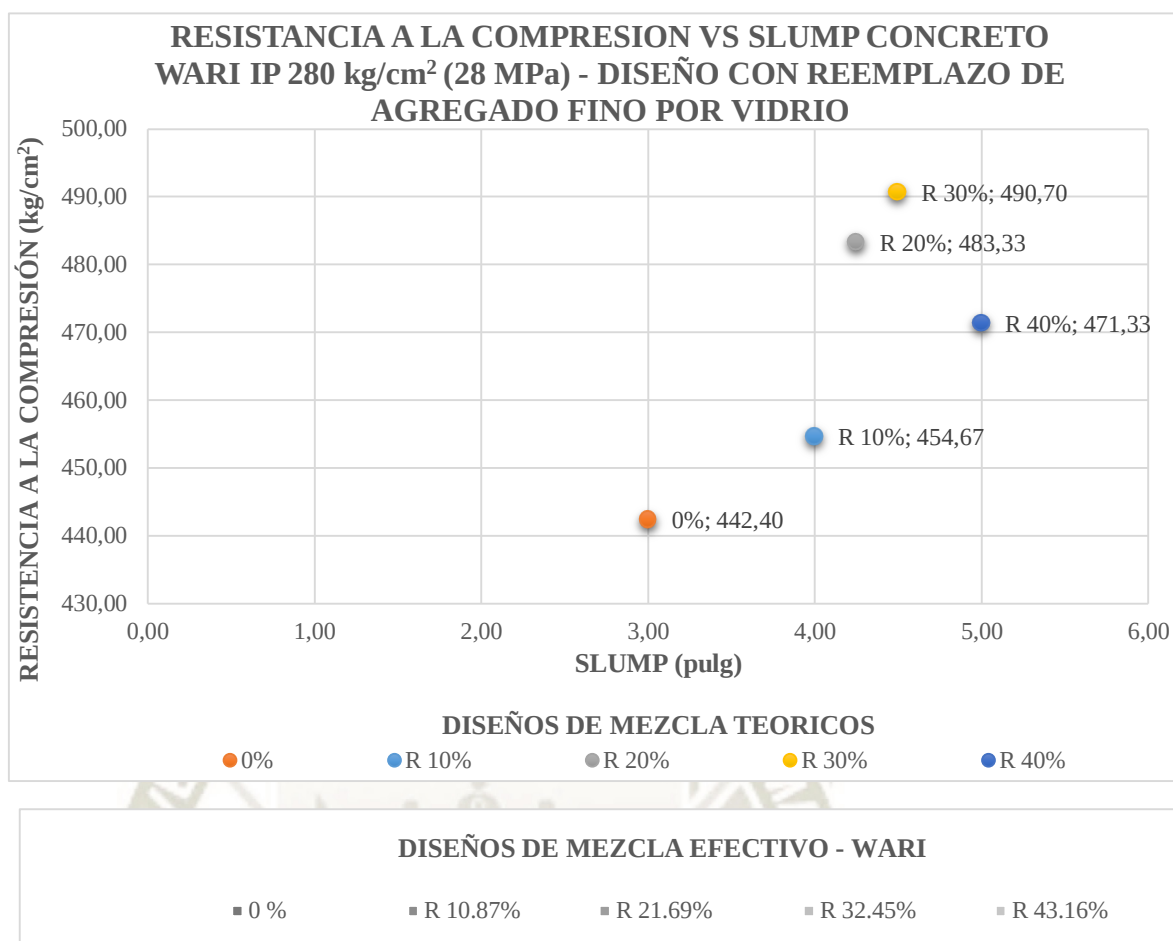


**Gráfico 34: Resistencia a la compresión vs slump concreto Wari IP 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa) - diseño con reemplazo de agregado fino por vidrio.**  
Fuente: Elaboración propia.

Para concretos 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa) con reemplazo de agregado fino por partículas de vidrio elaborados con cemento Wari IP se mantiene el comportamiento usual de los concretos 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa) con el mismo diseño. A mayor reemplazo de agregado fino el SLUMP aumenta, pero en este caso la resistencia máxima se da con un 30% de reemplazo de partículas de vidrio.



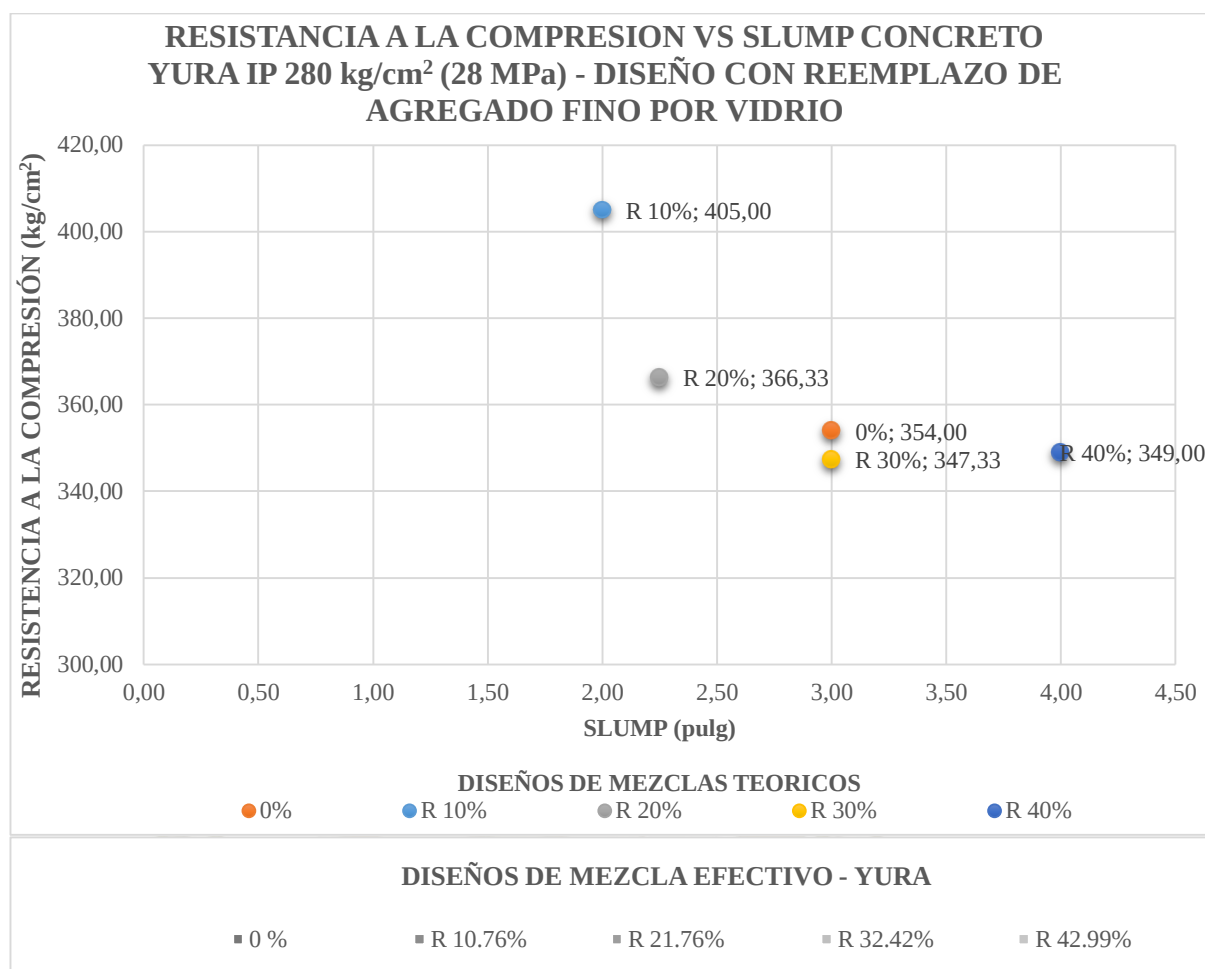


**Gráfico 35: Resistencia a la compresión vs slump concreto Yura IP 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa) - diseño con reemplazo de agregado fino por vidrio.**  
Fuente: Elaboración propia.

Para concretos 280 kg/cm<sup>2</sup>(28 MPa) con reemplazo de agregado fino por partículas de vidrio elaborados con cemento Yura IP a diferencia de los otros concreto con el mismo tipo de diseño el menos SLUMP no se da con el diseño patrón. La resistencia máxima se da con un 10% de reemplazo de partículas de vidrio el cual también tiene el menor SLUMP.

### 5.1.3. Relación resistencia a la compresión y peso unitario del concreto.

#### Resistencia a la Compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) y Peso Unitario Compactado

| Diseños de mezcla teóricos | Diseño de mezcla efectivo |           | Resistencia a la compresión 28 días ( $\text{kg/cm}^2$ ) |         | Peso Unitario Compactado ( $\text{kg/m}^3$ ) |          |
|----------------------------|---------------------------|-----------|----------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------|----------|
|                            | Yura IP                   | Wari IP   | Yura IP                                                  | Wari IP | Yura IP                                      | Wari IP  |
| 0%                         | 0%                        | 0%        | 262.00                                                   | 346.00  | 2,296.51                                     | 2,312.40 |
| AD 5%                      | AD 4.63%                  | AD 4.67%  | 283.75                                                   | 360.67  | 2,234.01                                     | 2,258.73 |
| AD 7.5%                    | AD 6.79%                  | AD 6.80%  | 294.75                                                   | 374.67  | 2,279.21                                     | 2,300.04 |
| AD 10%                     | AD 8.85%                  | AD 8.93%  | 298.50                                                   | 332.33  | 2,271.09                                     | 2,292.63 |
| AD 12.5%                   | AD 10.82%                 | AD 10.87% | 289.67                                                   | 314.67  | 2,249.19                                     | 2,282.74 |
| AD 15%                     | AD 12.71%                 | AD 12.74% | 293.00                                                   | 345.33  | 2,217.76                                     | 2,270.73 |
| R 10%                      | R 10.87%                  | R 10.87%  | 341.00                                                   | 349.00  | 2,284.15                                     | 2,297.57 |
| R 20%                      | R 21.69%                  | R 21.68%  | 342.67                                                   | 416.67  | 2,279.21                                     | 2,299.69 |
| R 30%                      | R 32.45%                  | R 32.43%  | 331.67                                                   | 376.00  | 2,293.69                                     | 2,319.82 |
| R 40%                      | R 43.16%                  | R 43.12%  | 326.67                                                   | 368.00  | 2,296.16                                     | 2,318.76 |

Tabla 80: Resistencia a la Compresión ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ) y Peso Unitario Compactado.  
Fuente: Elaboración propia.

#### Resistencia a la Compresión ( $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ) (28 MPa) y Peso Unitario Compactado

| Diseños de mezcla teóricos | Diseño de mezcla efectivo |           | Resistencia a la compresión 28 días |         | Peso Unitario Compactado ( $\text{kg/m}^3$ ) |         |
|----------------------------|---------------------------|-----------|-------------------------------------|---------|----------------------------------------------|---------|
|                            | Yura IP                   | Wari IP   | Yura IP                             | Wari IP | Yura IP                                      | Wari IP |
| 0%                         | 0%                        | 0%        | 354.00                              | 442.40  | 2305.34                                      | 2285.56 |
| AD 5%                      | AD 4.65%                  | AD 4.68%  | 355.67                              | 472.15  | 2302.16                                      | 2299.69 |
| AD 7.5%                    | AD 6.82%                  | AD 6.86%  | 357.33                              | 476.70  | 2276.03                                      | 2295.45 |
| AD 10%                     | AD 8.89%                  | AD 8.94%  | 334.33                              | 485.67  | 2249.90                                      | 2290.86 |
| AD 12.5%                   | AD 10.87%                 | AD 10.87% | 304.00                              | 458.00  | 2225.18                                      | 2299.34 |
| AD 15%                     | AD 12.76%                 | AD 12.82% | 291.00                              | 452.67  | 2265.44                                      | 2282.03 |
| R 10%                      | R 10.76%                  | R 10.87%  | 405.00                              | 454.67  | 2294.75                                      | 2312.40 |
| R 20%                      | R 21.76%                  | R 21.69%  | 366.33                              | 483.33  | 2277.80                                      | 2324.06 |
| R 30%                      | R 32.42%                  | R 32.45%  | 347.33                              | 490.70  | 2269.67                                      | 2338.18 |
| R 40%                      | R 43.99%                  | R 43.16%  | 349.00                              | 471.33  | 2272.15                                      | 2331.12 |

Tabla 81: Resistencia a la Compresión ( $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ ) (28 MPa) y Peso Unitario Compactado.  
Fuente: Elaboración propia.

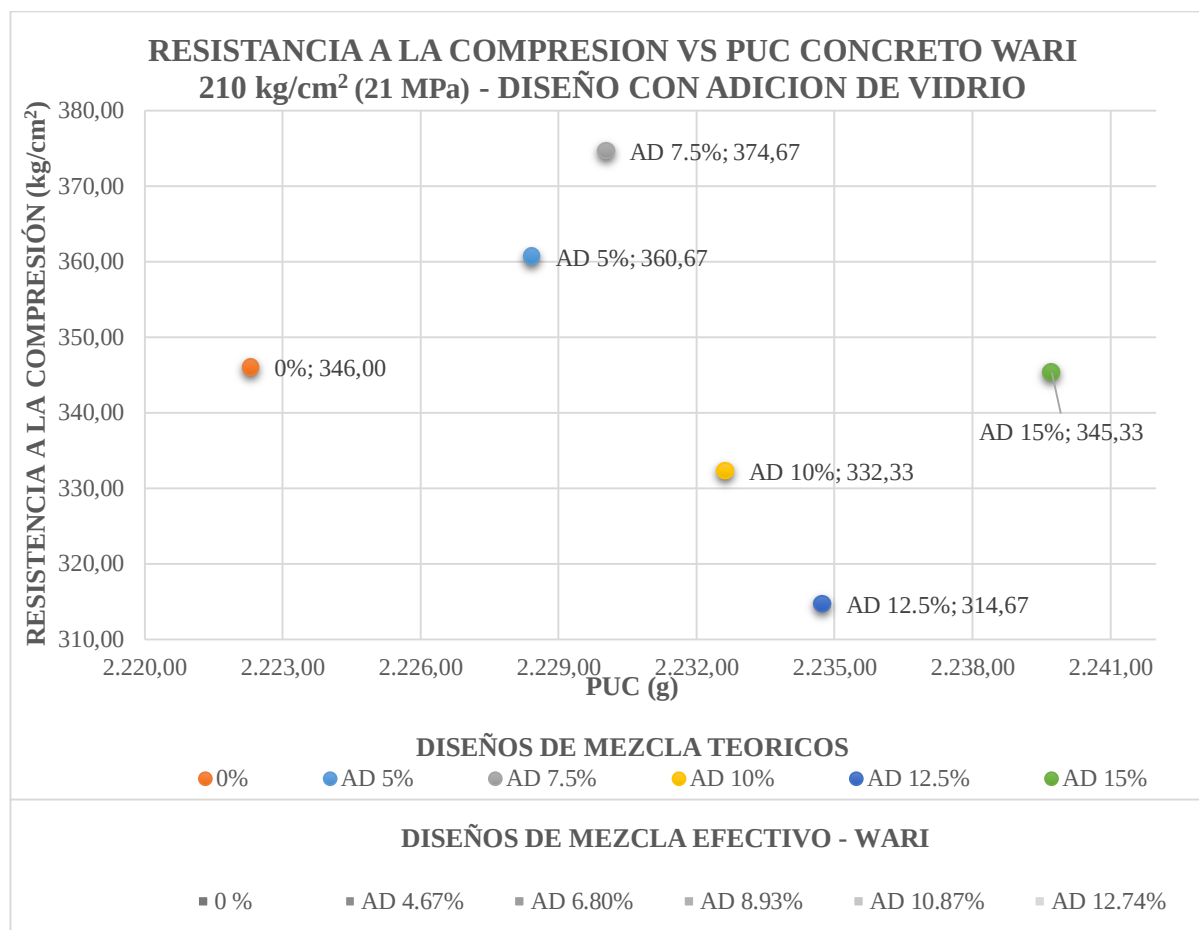


**Gráfico 36: Resistencia a la compresión vs PUC concreto Wari IP 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa) - diseño con adición de vidrio.**

*Fuente: Elaboración propia.*

El diseño al 7.5% tiene el peso unitario y resistencia a la compresión más elevadas entre los diseños por adición de partículas de vidrio, pero su peso unitario es menor que el diseño patrón utilizado.



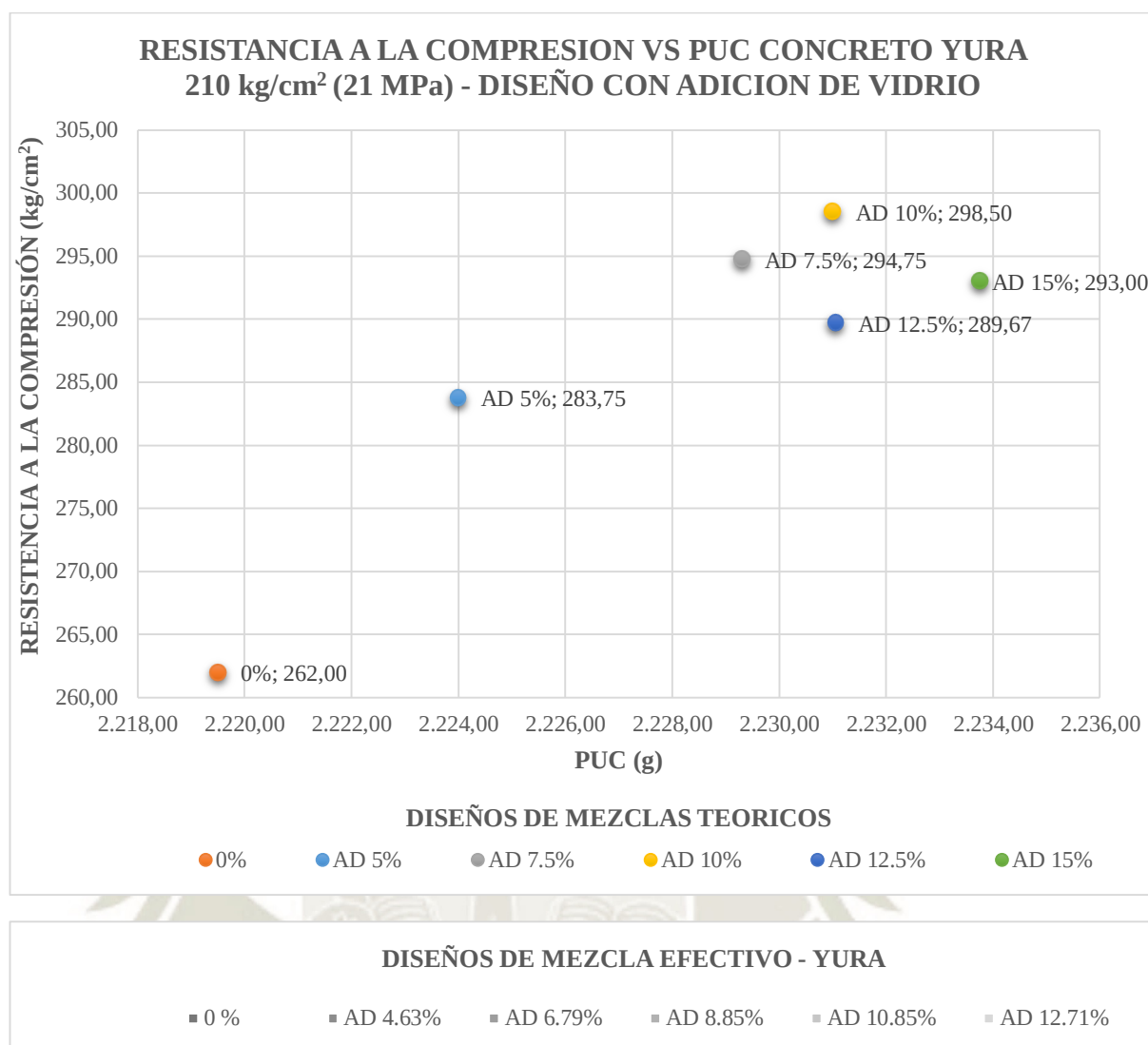


**Grafico 37: Resistencia a la compresión vs PUC concreto Yura IP 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa) - diseño con adición de vidrio**

Fuente: Elaboración propia.

Para este diseño 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa) con cemento Yura IP el diseño con mayor peso unitario es el diseño patrón sin adición de vidrio seguido del diseño con 7.5% de adición, pero la resistencia más alta se da con el 10% de adición siendo el tercero en el orden de mayor peso unitario.

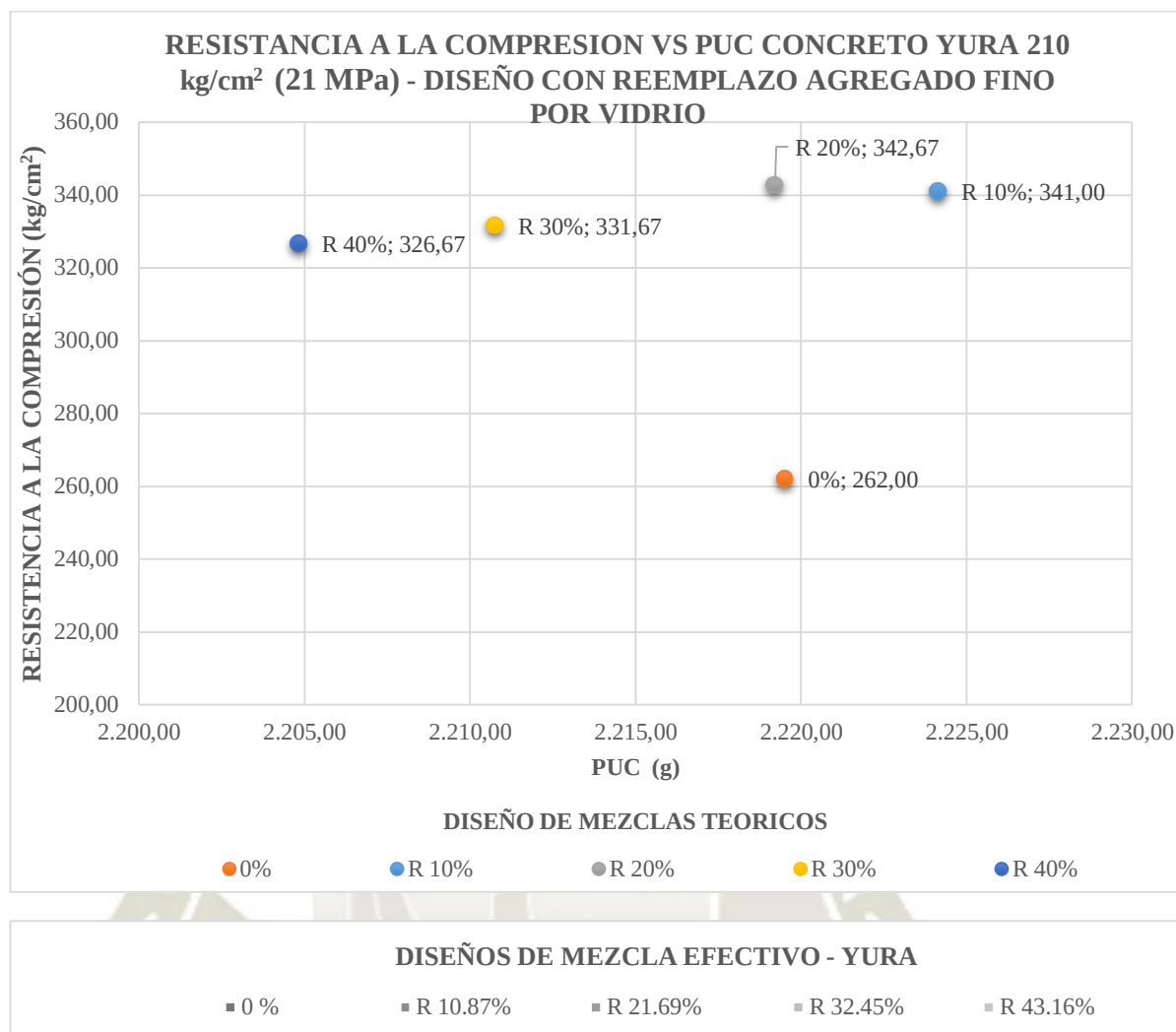


**Gráfico 38: Resistencia a la compresión vs PUC concreto Yura IP 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa)- diseño con reemplazo agregado fino por vidrio.**  
Fuente: Elaboración propia.

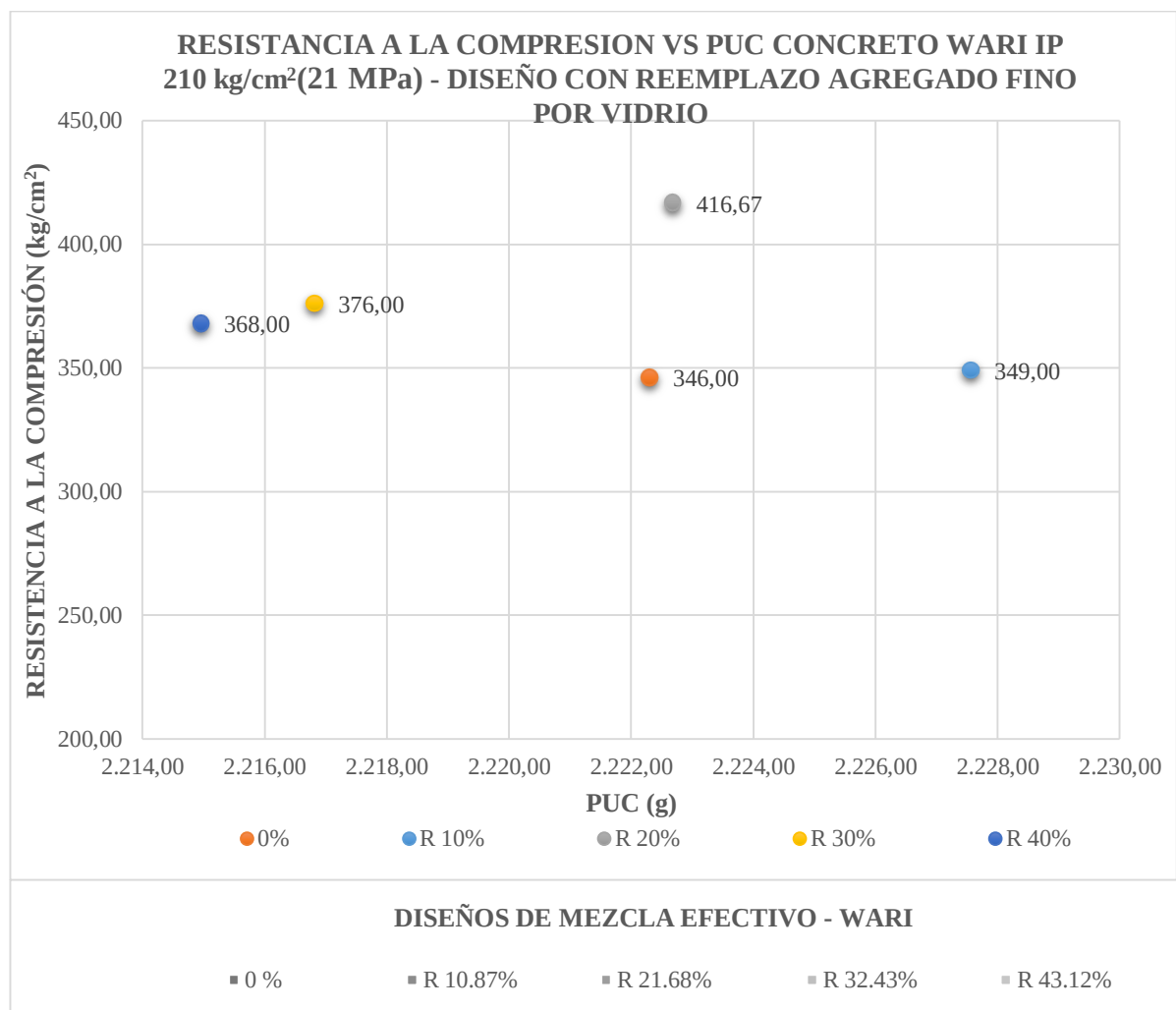


**Gráfico 39: Resistencia a la compresión vs PUC concreto Wari IP 210 kg/cm<sup>2</sup>(21 MPa) - diseño con reemplazo agregado fino por vidrio.**  
Fuente: Elaboración propia.



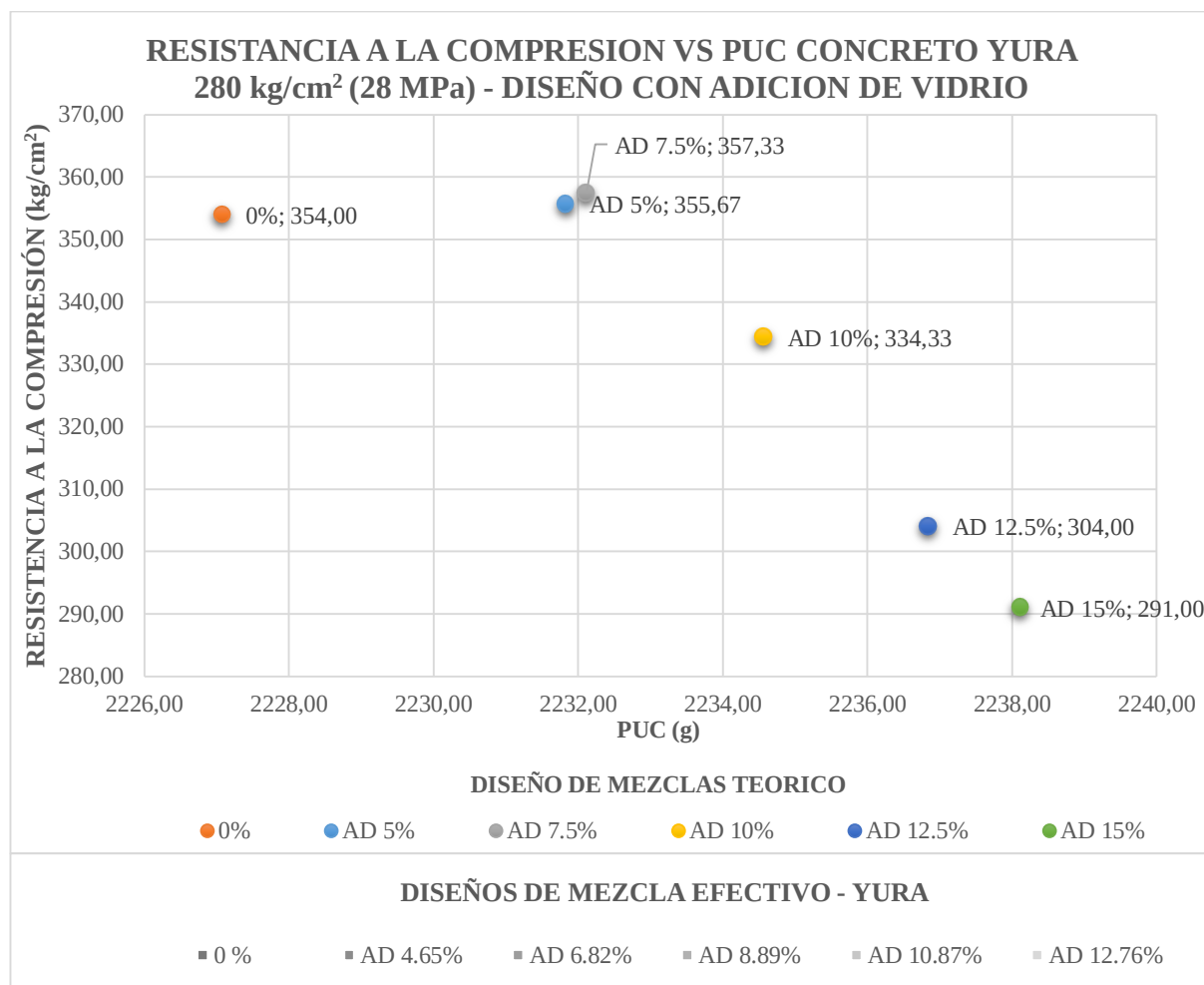


**Gráfico 40: Resistencia a la compresión vs PUC concreto Yura IP 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa) - diseño con adición de vidrio.**

Fuente: Elaboración propia.

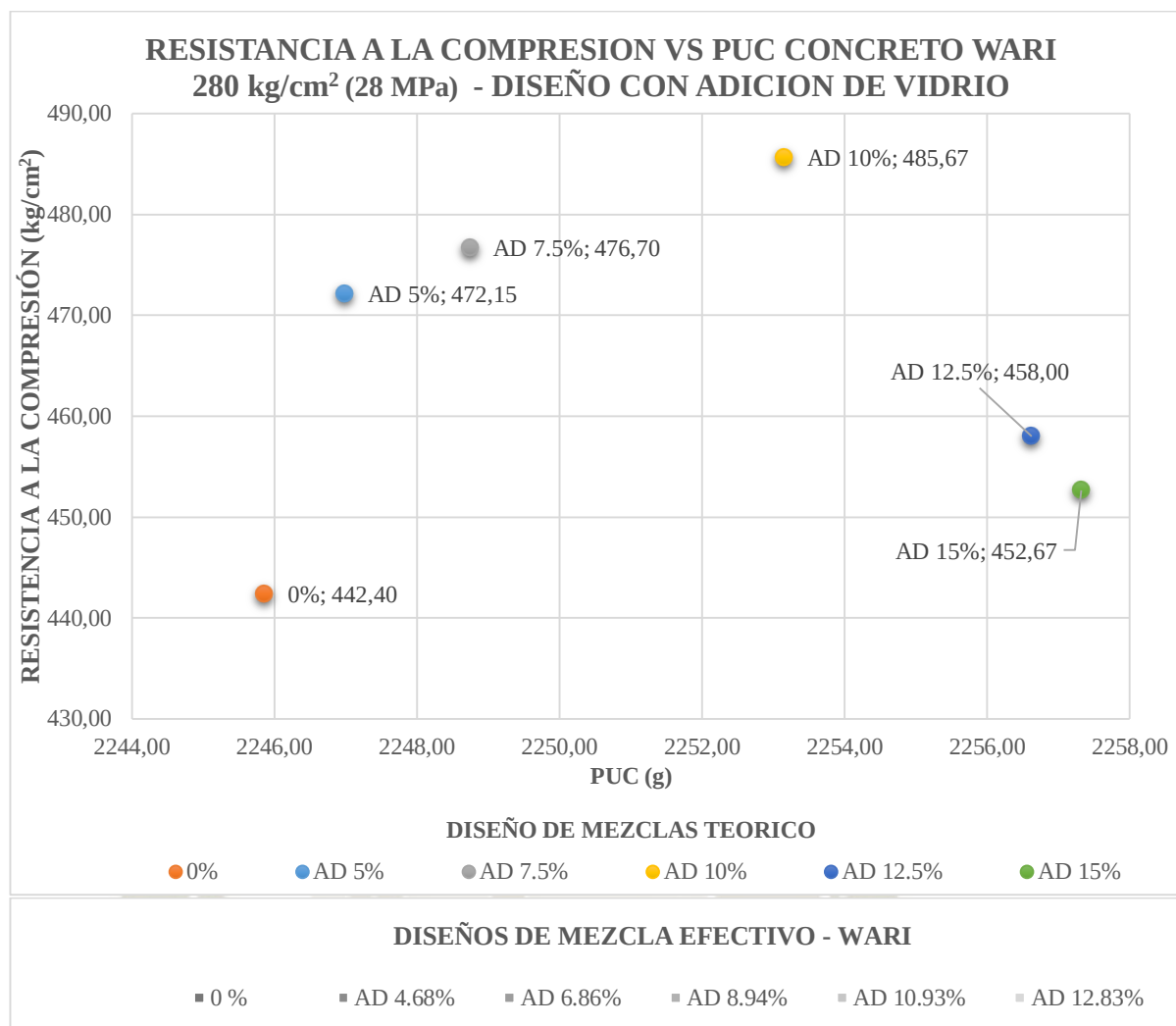


**Gráfico 41: Resistencia a la compresión vs PUC concreto Wari IP 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa) - diseño con adición de vidrio.**

Fuente: Elaboración propia.

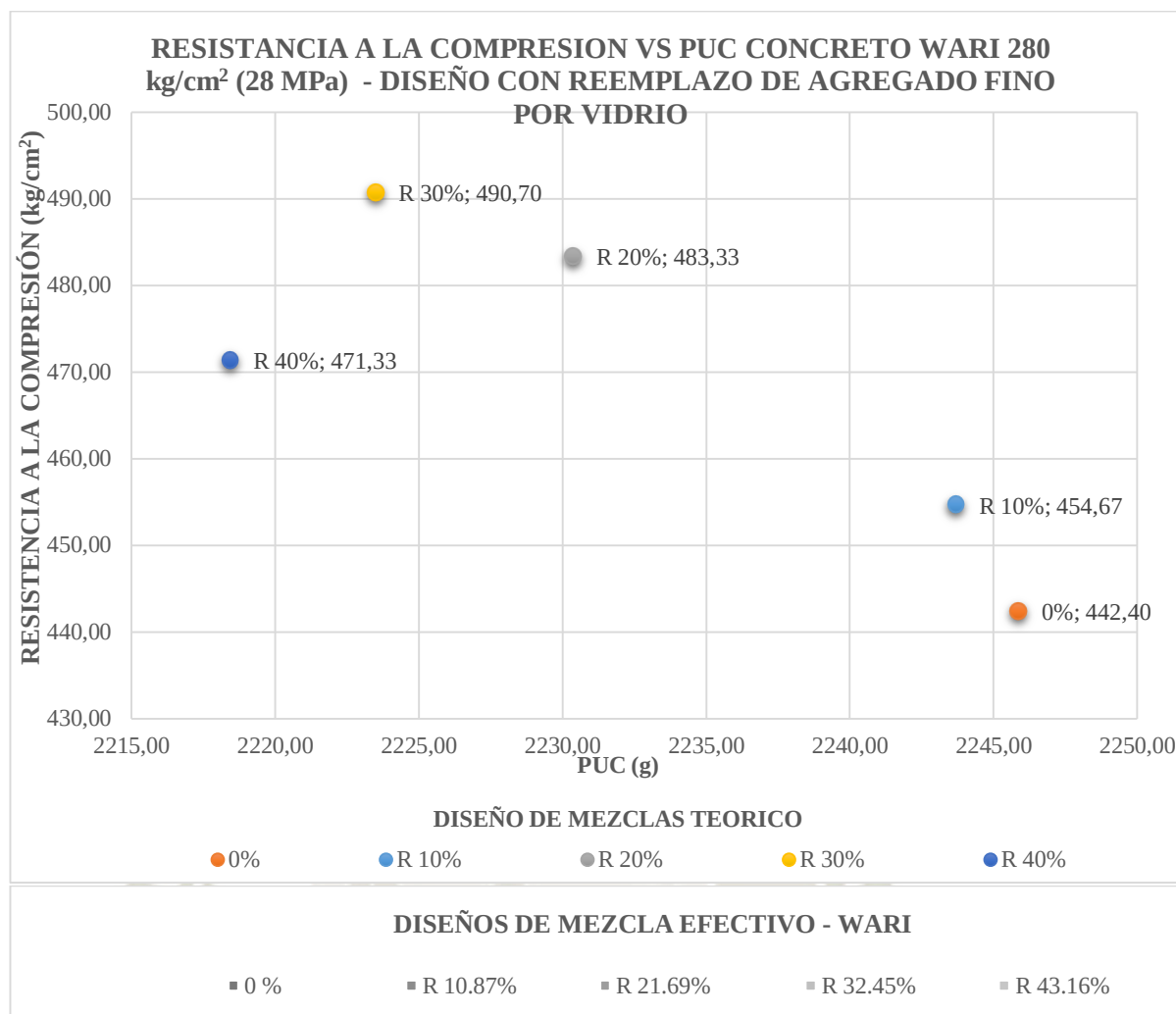


**Gráfico 42: Resistencia a la compresión vs PUC concreto Wari IP 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa) - diseño con reemplazo agregado fino por vidrio.**  
Fuente: Elaboración propia.



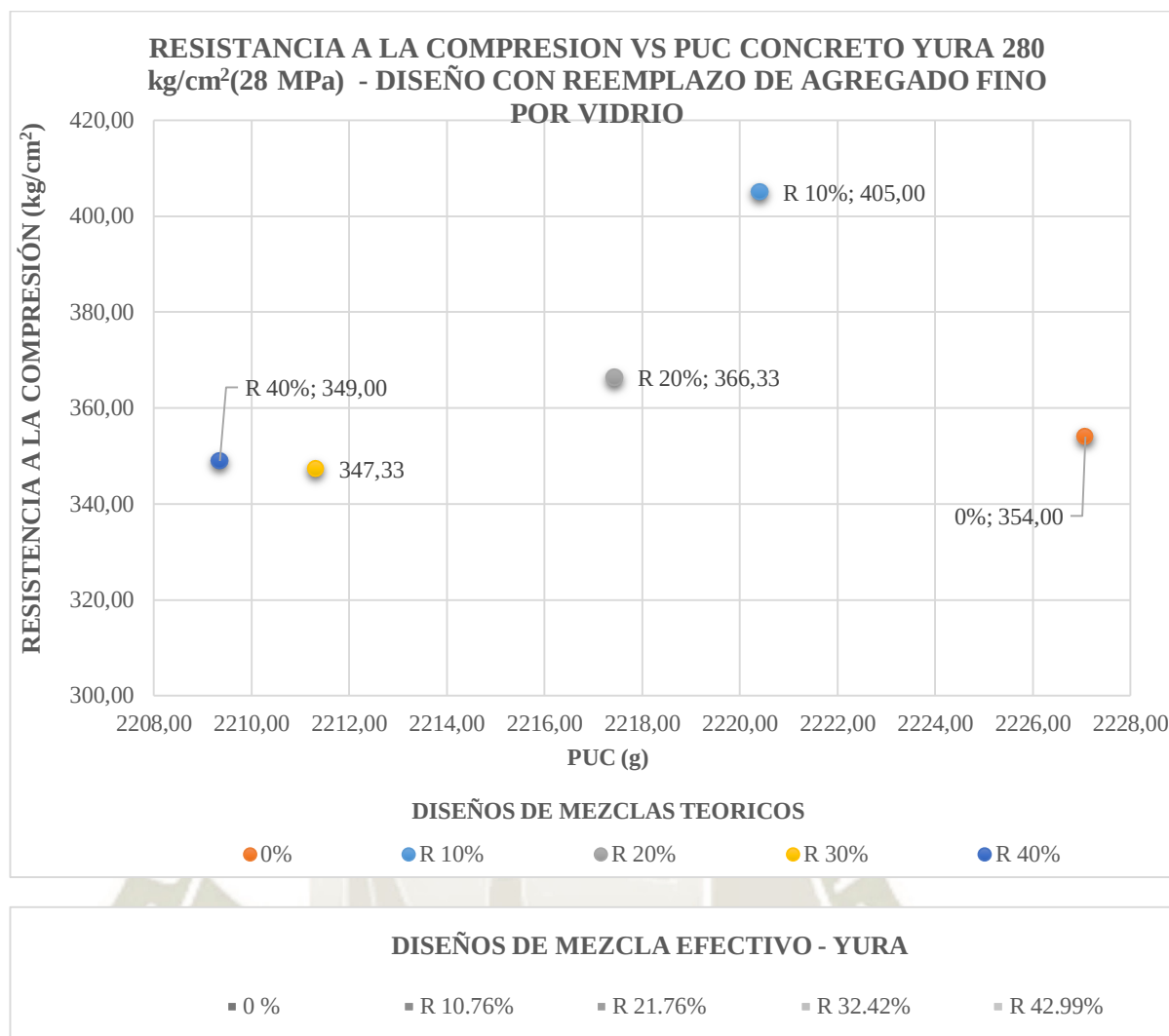


**Gráfico 43:** Resistencia a la compresión vs PUC concreto Yura IP 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa) - diseño con reemplazo de ag. Fino por vidrio. Fuente: Elaboración propia.

## 5.2. Análisis de la Resistencia a la Tracción

A continuación, analizaremos los resultados obtenido de las roturas de los testigos de concreto en el ensayo de tracción indirecta o brasileña con las diferentes combinaciones de adición de partículas de vidrio.

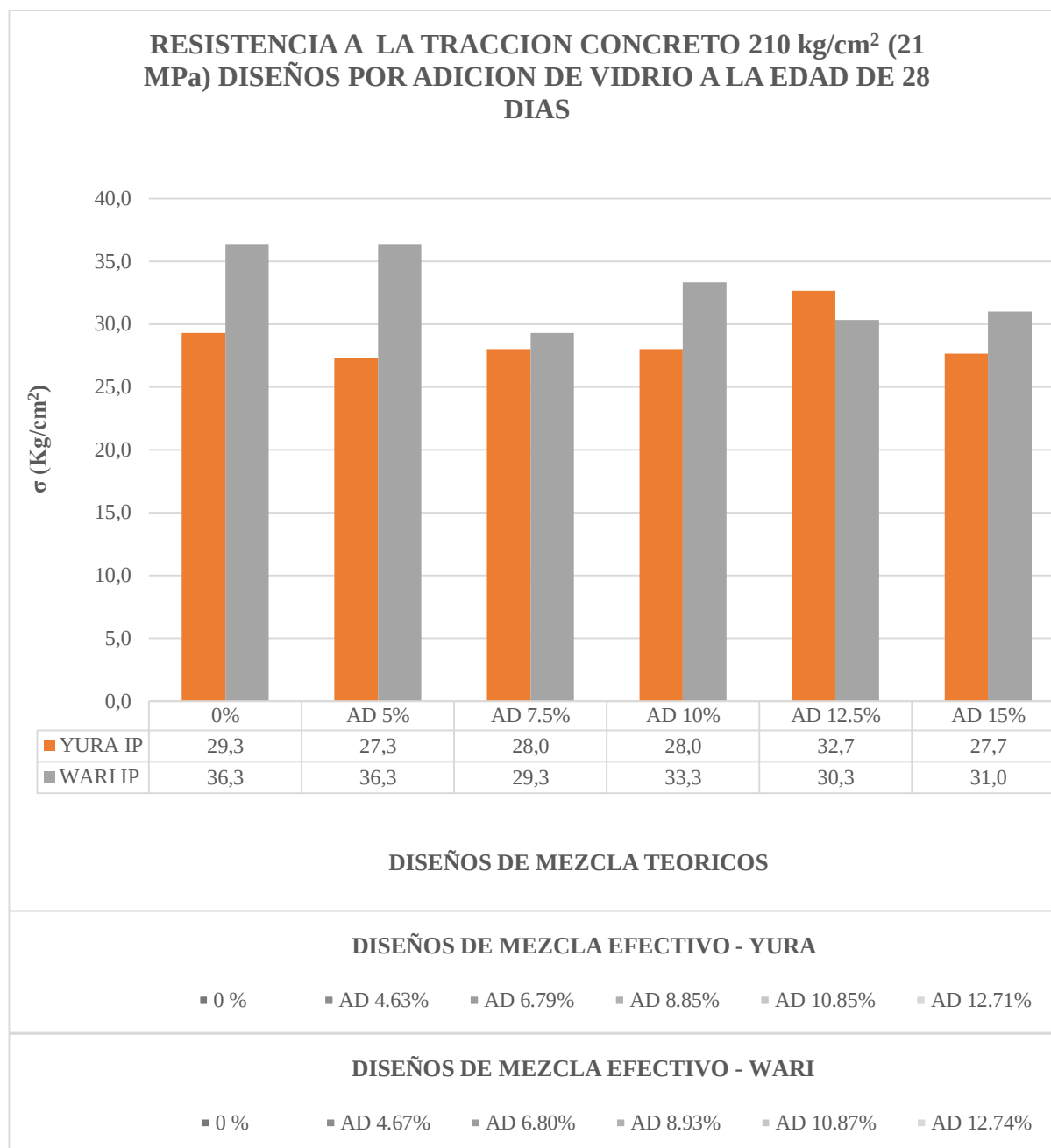


**Gráfico 44: Resistencia a la tracción concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa) diseños por adición de vidrio a la edad de 28 días**

Fuente: Elaboración propia.

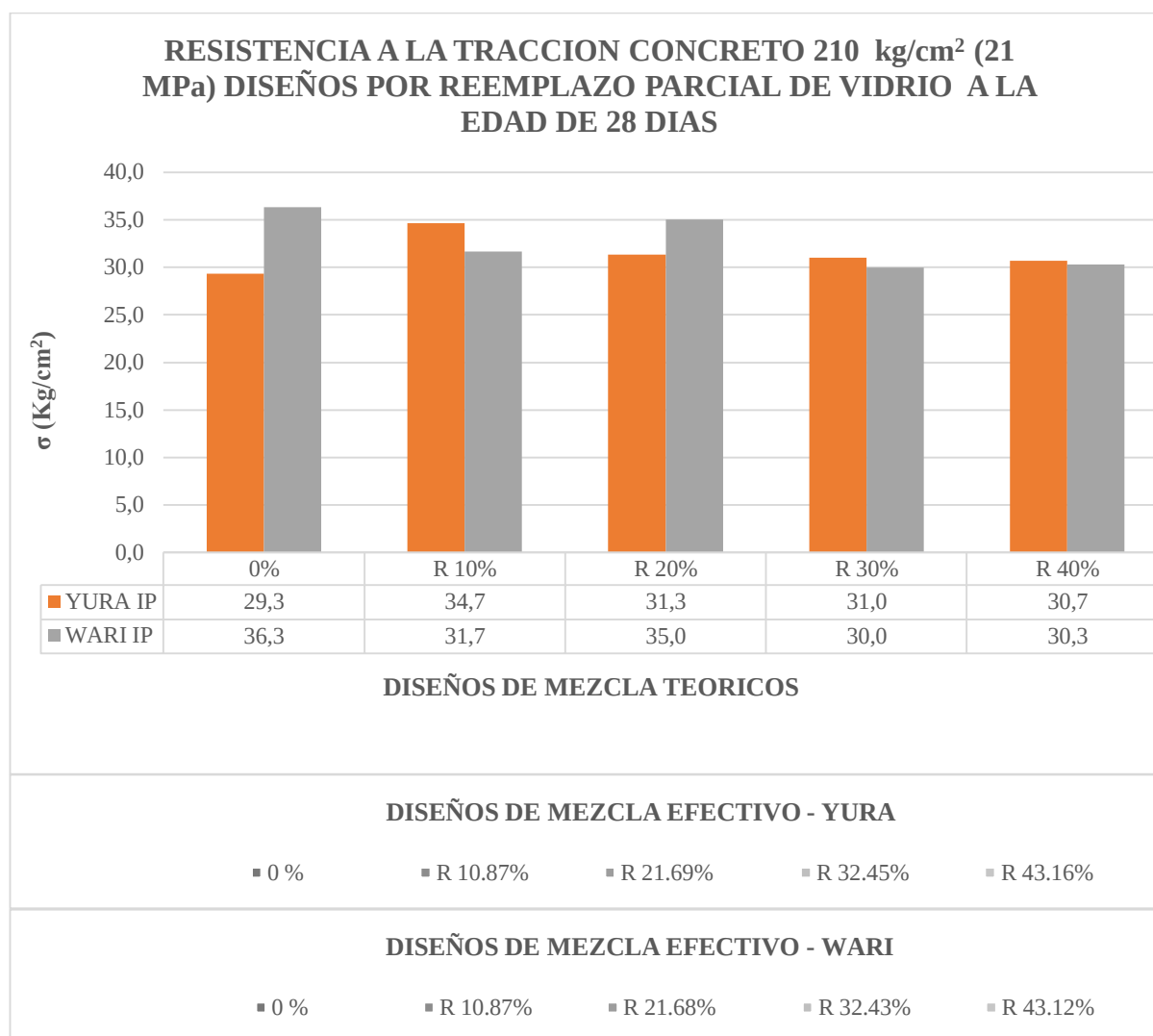
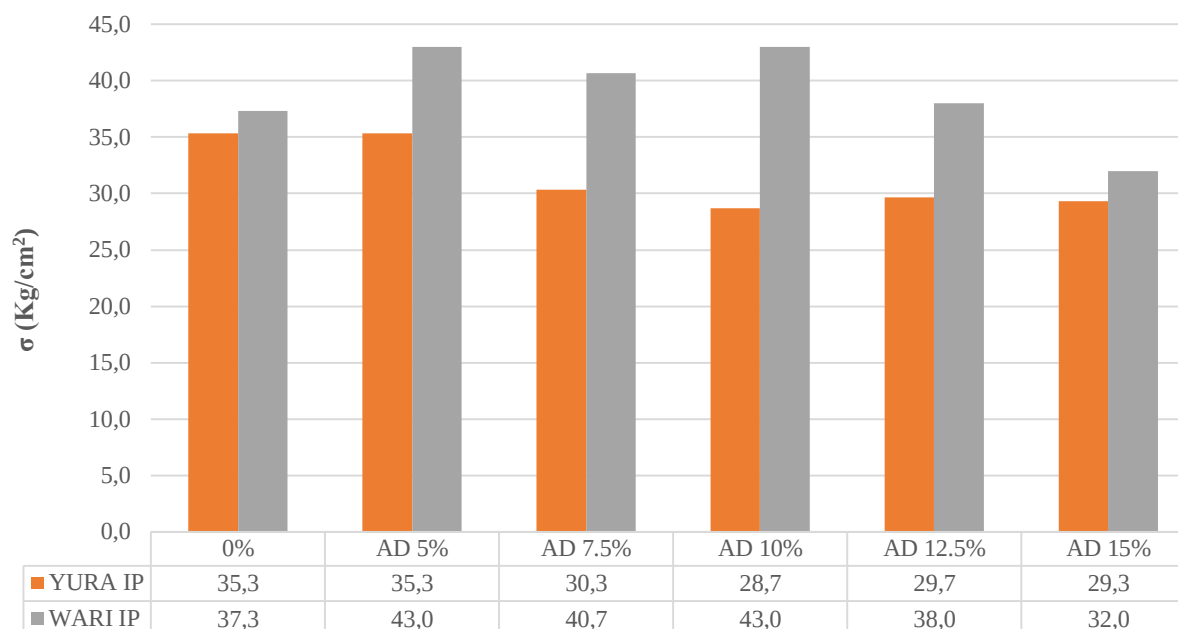


**Grafico 45: Resistencia a la tracción concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa) diseños por reemplazo parcial de vidrio a la edad de 28 días**  
Fuente: Elaboración propia.

Para diseños de concreto podemos apreciar que los mayores incrementos en la resistencia a la tracción con adición de partículas de vidrio son los que fueron realizados con cemento Wari IP, también se puede ser que ningún diseño supera al diseño base (con 0% de vidrio)



**RESISTENCIA A LA TRACCION CONCRETO 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa) DISEÑOS POR ADICION DE VIDRIO A LA EDAD DE 28 DIAS**



**DISEÑOS DE MEZCLA TEORICOS**

**DISEÑOS DE MEZCLA EFECTIVO - YURA**

■ 0 %    ■ AD 4.65%    ■ AD 6.82%    ■ AD 8.89%    ■ AD 10.87%    ■ AD 12.76%

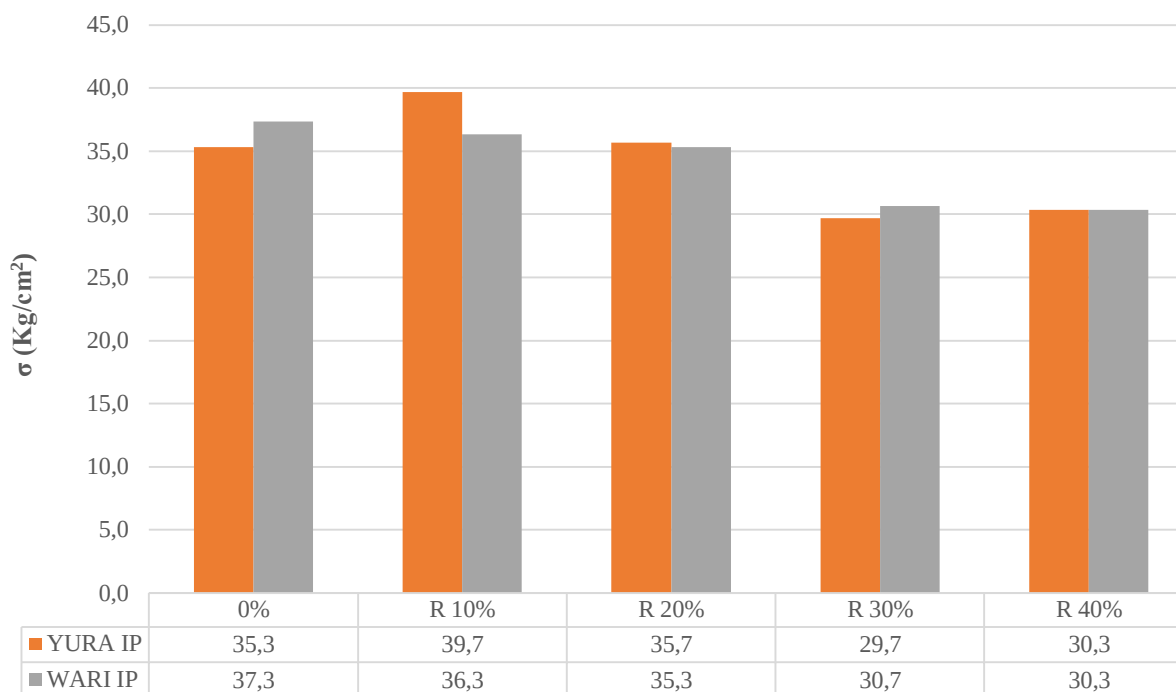
**DISEÑOS DE MEZCLA EFECTIVO - WARI**

■ 0 %    ■ AD 4.68%    ■ AD 6.86%    ■ AD 8.94%    ■ AD 10.93%    ■ AD 12.83%

**Gráfico 46: Resistencia a la tracción concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa) diseños por adición de vidrio a la edad de 28 días**

Fuente: Elaboración propia.

**RESISTENCIA A LA TRACCION CONCRETO 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa) DISEÑOS POR REEMPLAZO PARCIAL DE VIDRIO A LA EDAD DE 28 DIAS**



**DISEÑOS DE MEZCLA TEORICOS**

**DISEÑOS DE MEZCLA EFECTIVO - YURA**

■ 0 %      ■ R 10.76%      ■ R 21.76%      ■ R 32.42%      ■ R 42.99%

**DISEÑOS DE MEZCLA EFECTIVO - WARI**

■ 0 %      ■ R 10.87%      ■ R 21.69%      ■ R 32.45%      ■ R 43.16%

**Grafico 47: Resistencia a la tracción concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa) diseños por reemplazo parcial de vidrio a la edad de 28 días**

*Fuente: Elaboración propia.*

### 5.3. Análisis de la Resistencia a la Abrasión

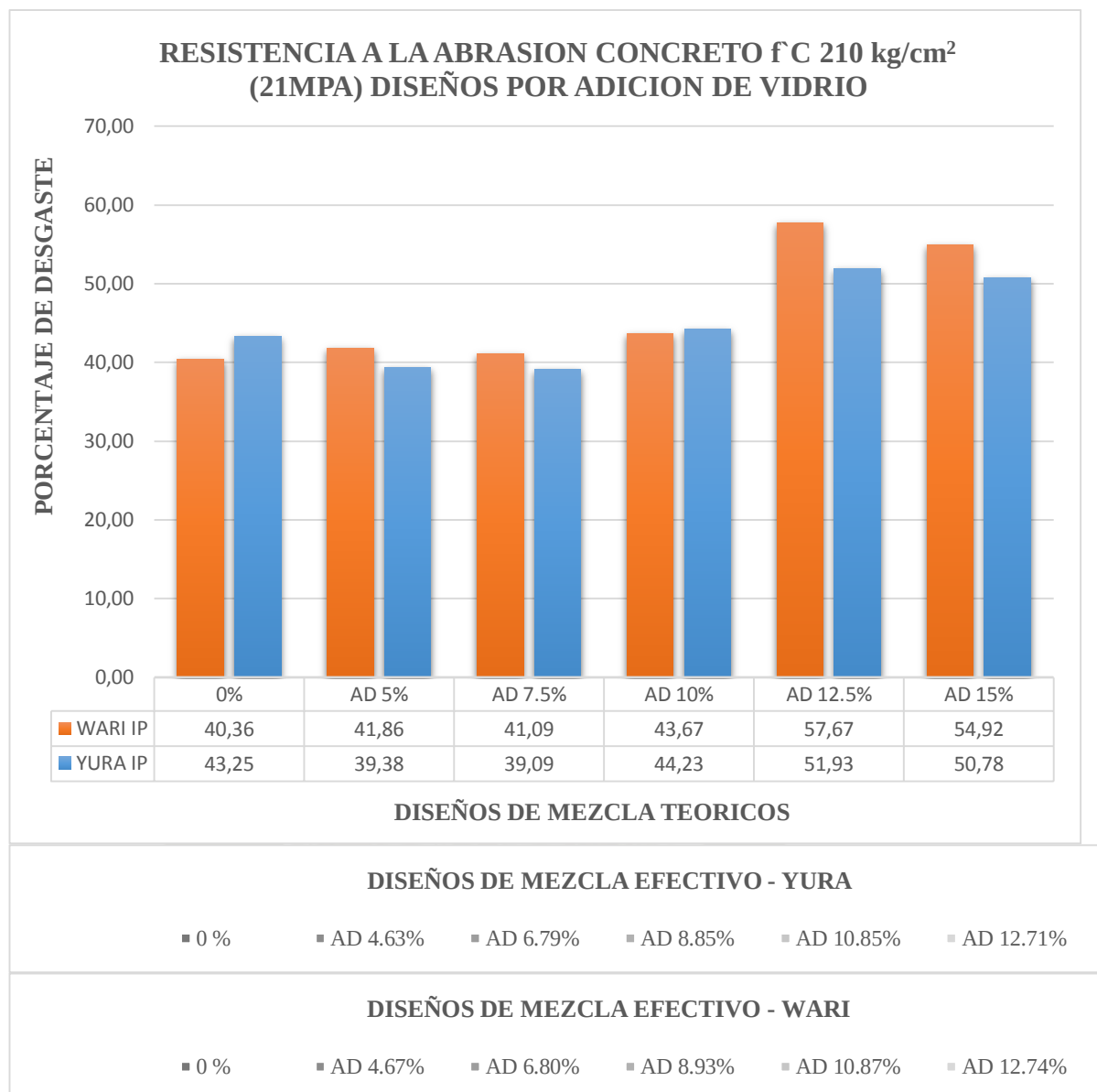


**Gráfico 48: resistencia a la abrasión concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa) diseños por adición de vidrio**  
Fuente: Elaboración propia.



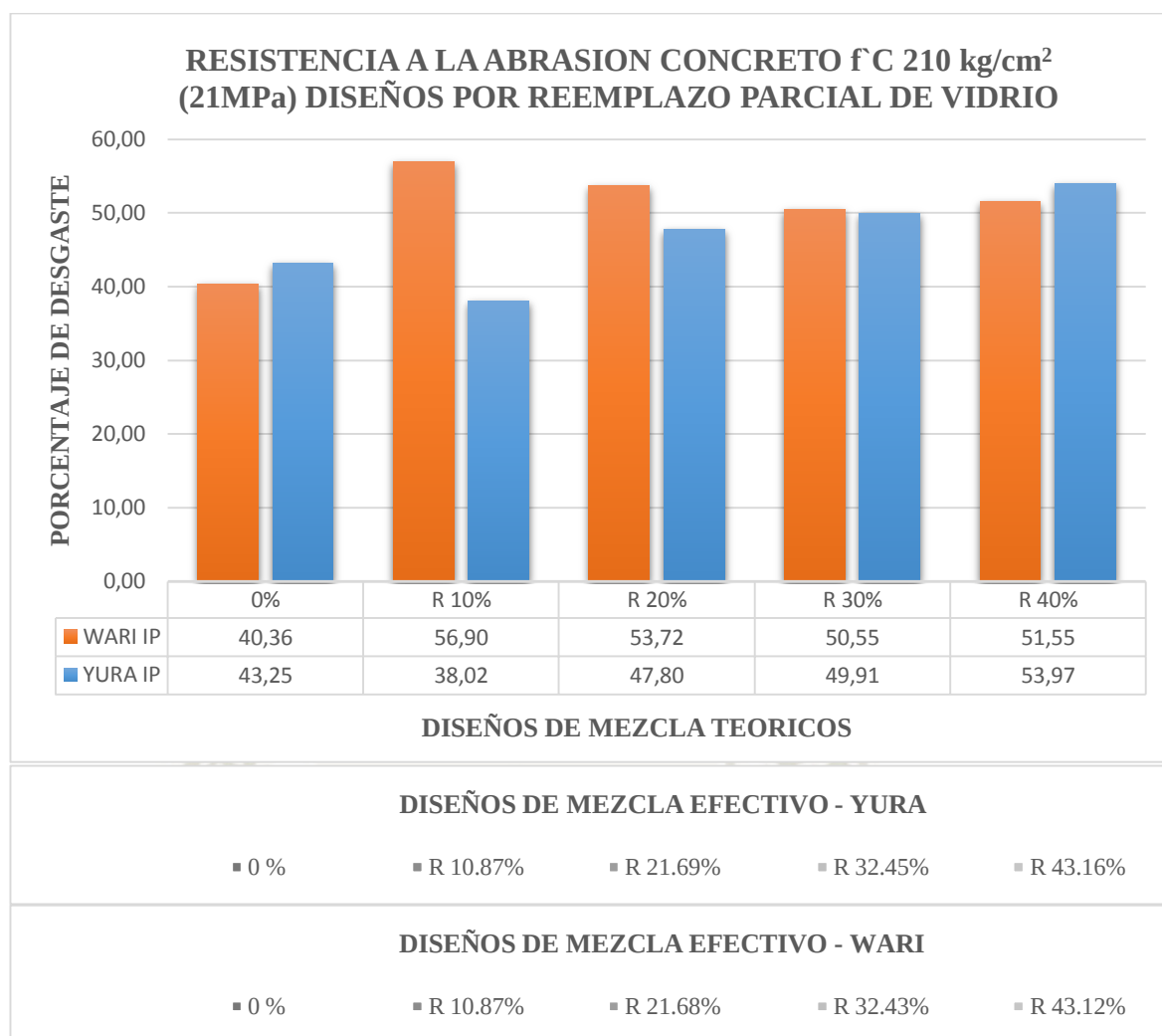


**Grafico 49: Resistencia a la abrasión concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa) diseños por reemplazo parcial de vidrio**  
Fuente: Elaboración propia.

Los concretos elaborados con cemento Wari IP demostraron tener una resistencia a la abrasión mayor que lo que se elaboró con cemento Yura IP. En diseño por adición al 12.5% se obtuvo la resistencia a la abrasión más alta para ambos tipos de cemento. En diseño por reemplazo de agregado fino por partículas de vidrio los resultados son opuestos entre los cementos, siendo el más alto para Yura IP en 40% y 10% para Wari IP,

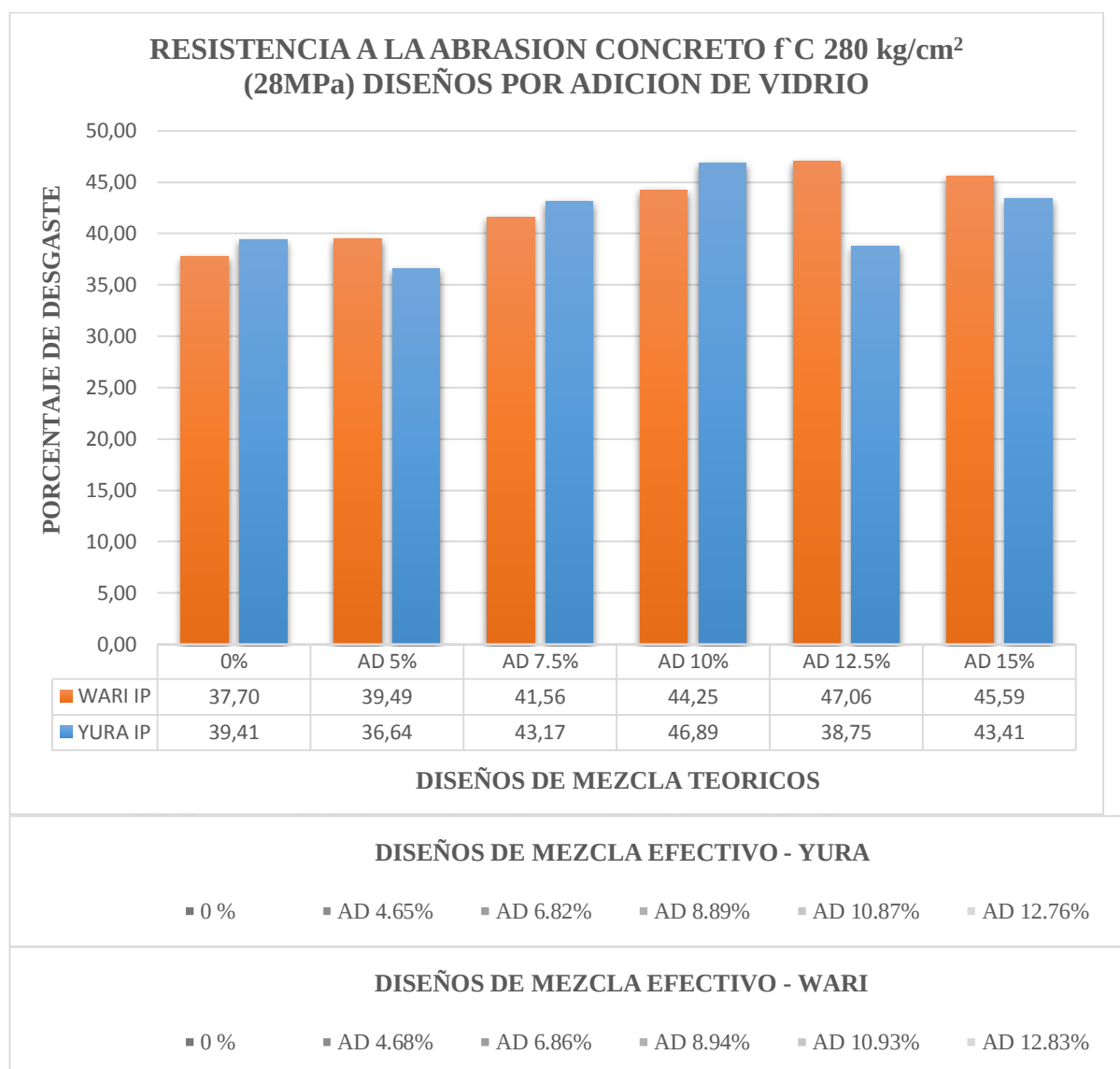


**Gráfico 50: Resistencia a la abrasión concreto  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa) diseños por adición de vidrio**  
Fuente: Elaboración propia.

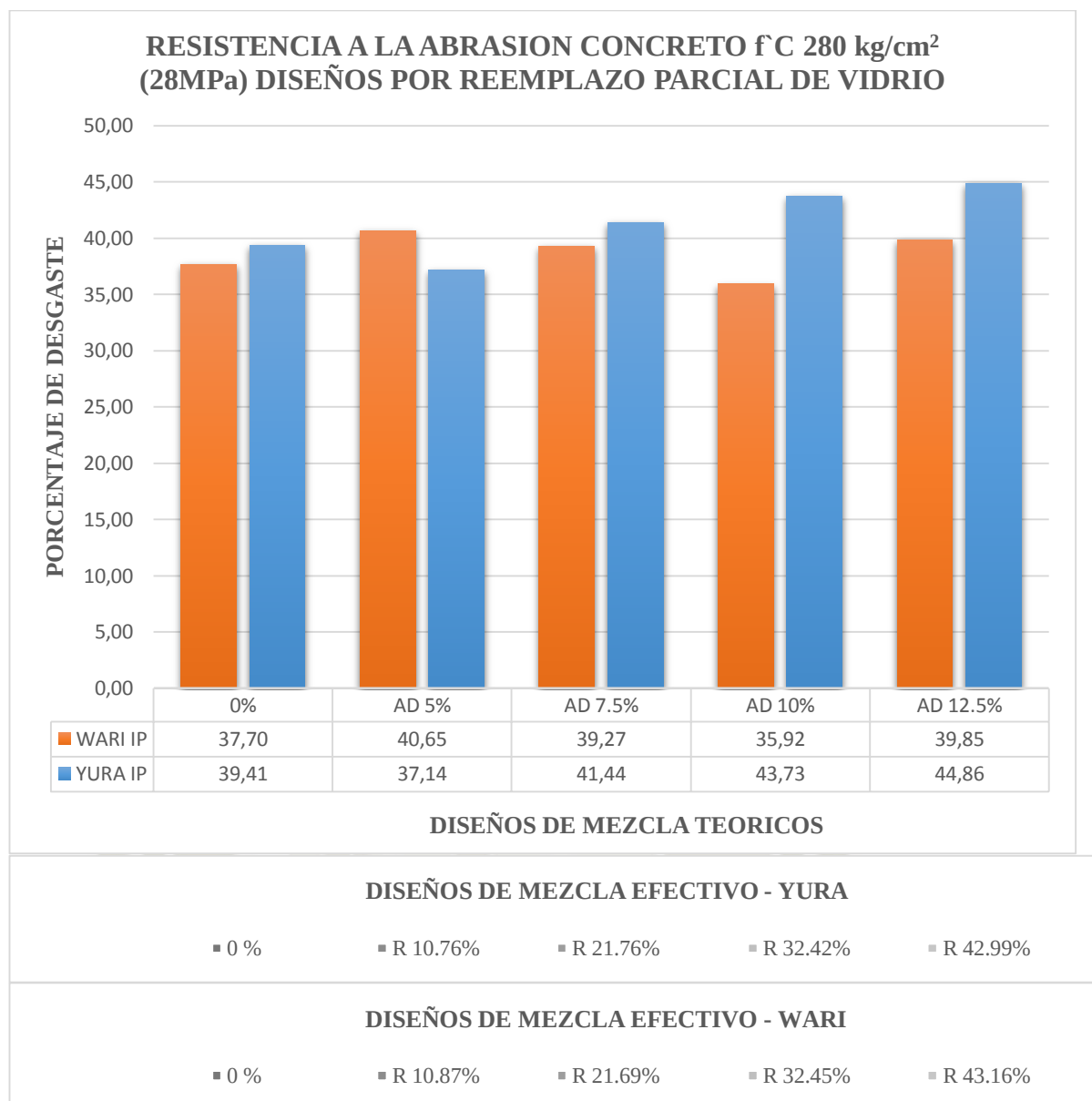


**Grafico 51: Resistencia a la abrasión concreto  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa) diseños por reemplazo parcial de vidrio**  
Fuente: Elaboración propia.



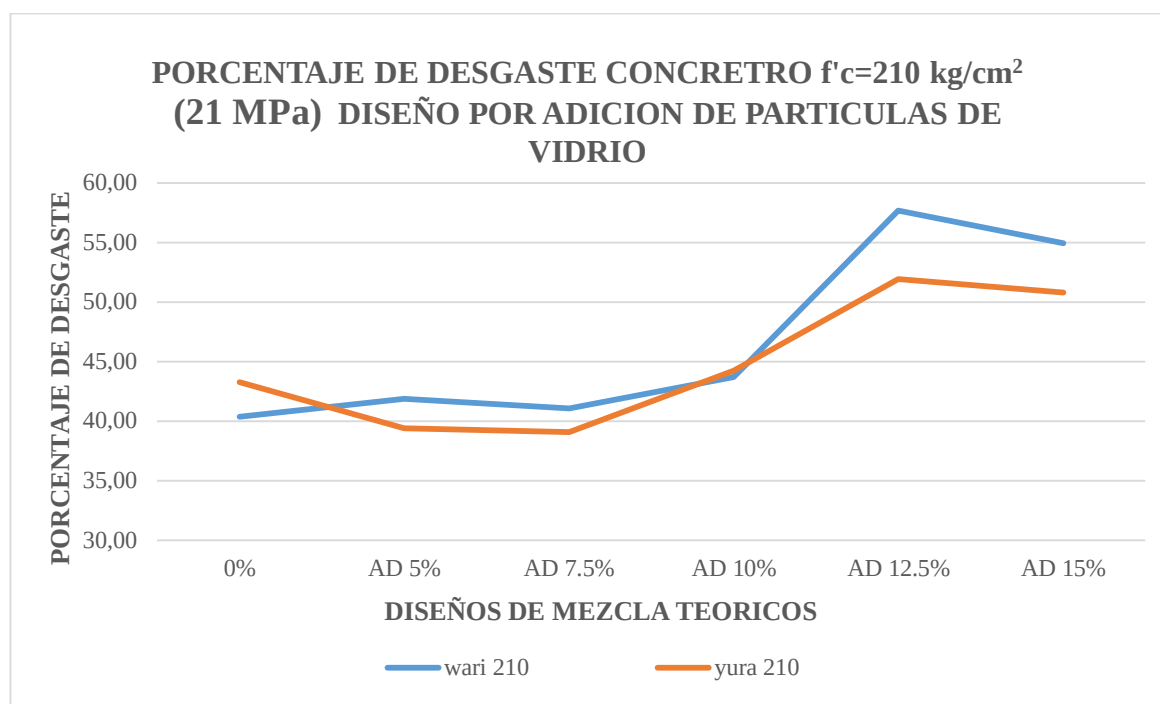


**Gráfico 52: Porcentaje de desgaste concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , diseño por adición de partículas de vidrio.**  
Fuente: Elaboración propia.

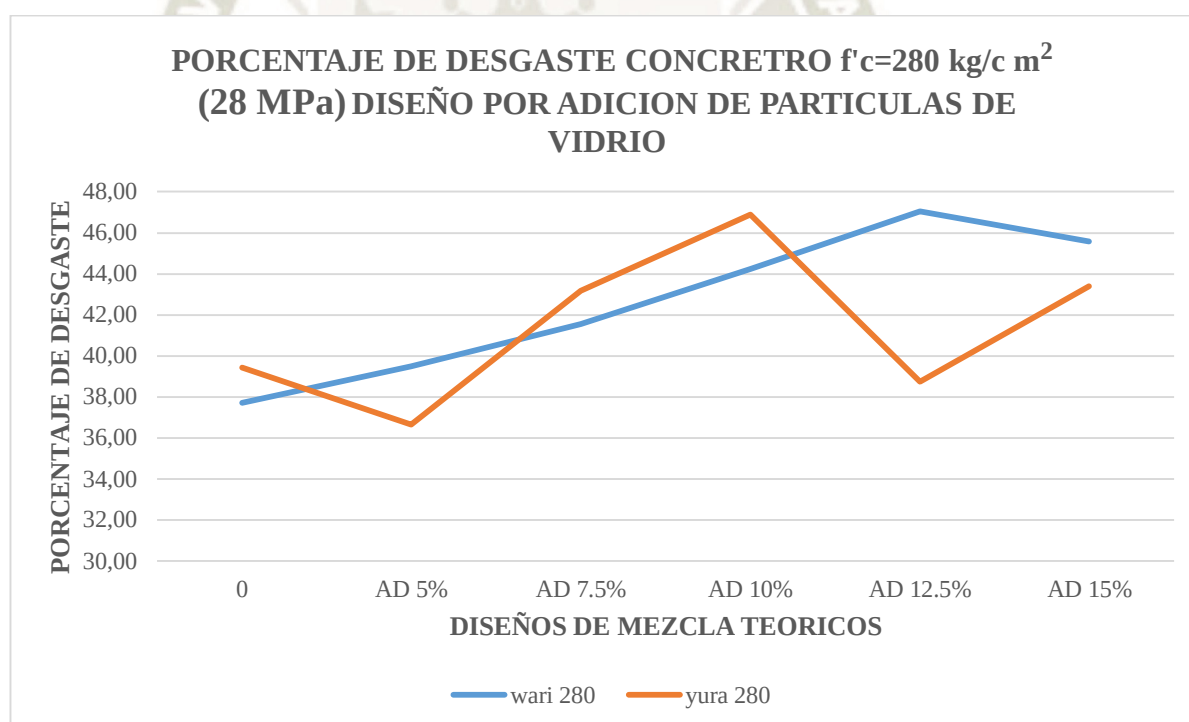


**Gráfico 53: Porcentaje de desgaste concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , diseño por adición.**  
Fuente: Elaboración propia.

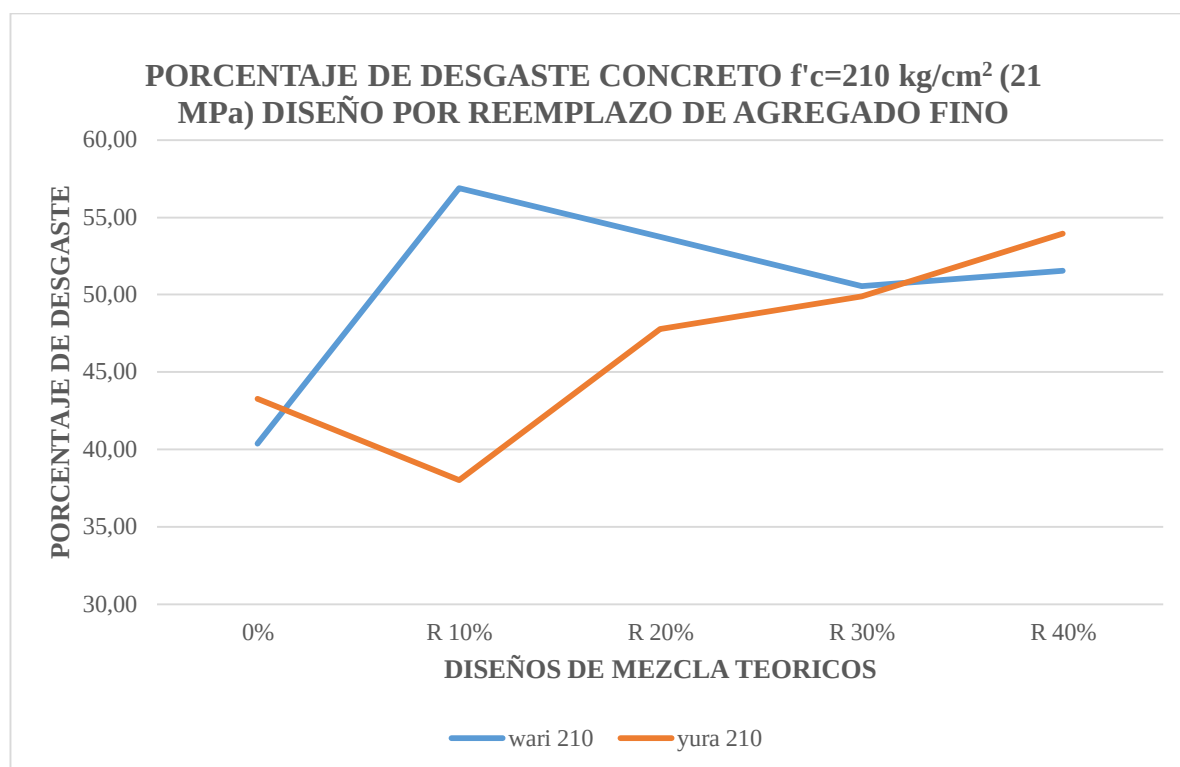


Gráfico 54: Porcentaje de desgaste concreto  $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ , diseño por reemplazo de agregado fino.  
Fuente: Elaboración propia.

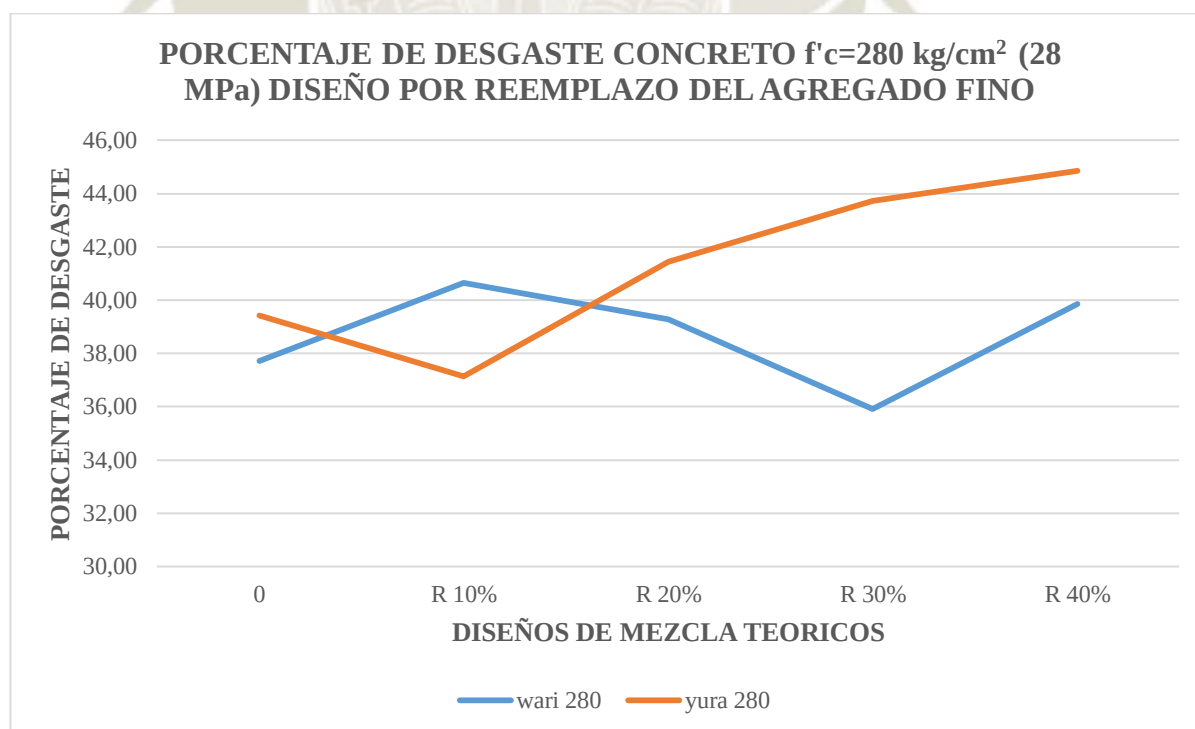


Gráfico 55: Porcentaje de desgaste concreto  $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ , diseño por reemplazo del agregado fino.  
Fuente: Elaboración propia.

#### 5.4. Análisis esfuerzo – edad del concreto.

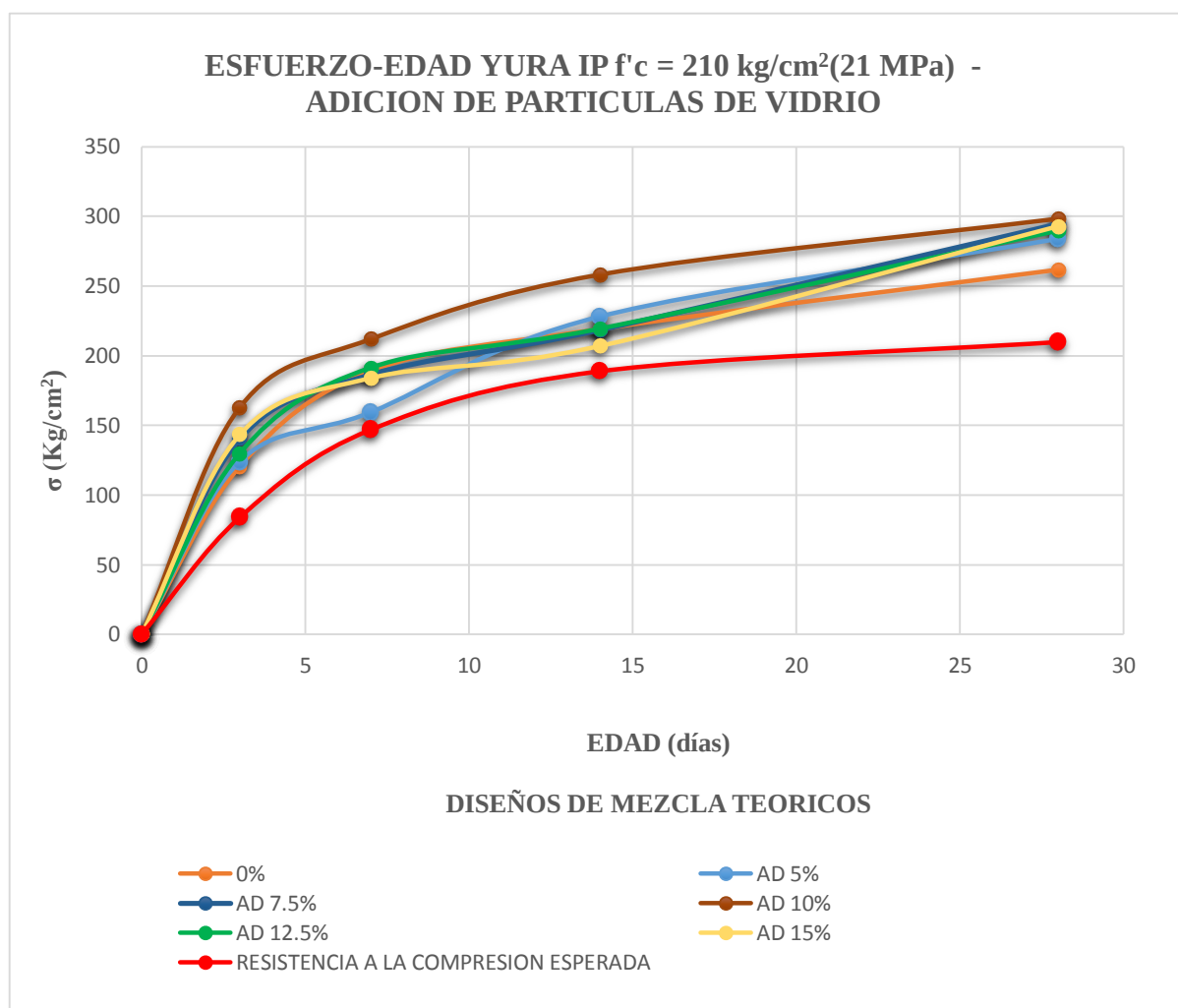


*Gráfico 56: Esfuerzo-edad Yura IP  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa), adición de partículas de vidrio.  
Fuente: Elaboración propia.*

Para diseños por adición de partículas de vidrio en concretos  $210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) elaborados con cemento Yura IP se nota una clara referencia de mejor comportamiento con 10% de adición de partículas de vidrio que alcanza resistencias de más del 70% del diseño propuesto a los 3 días.



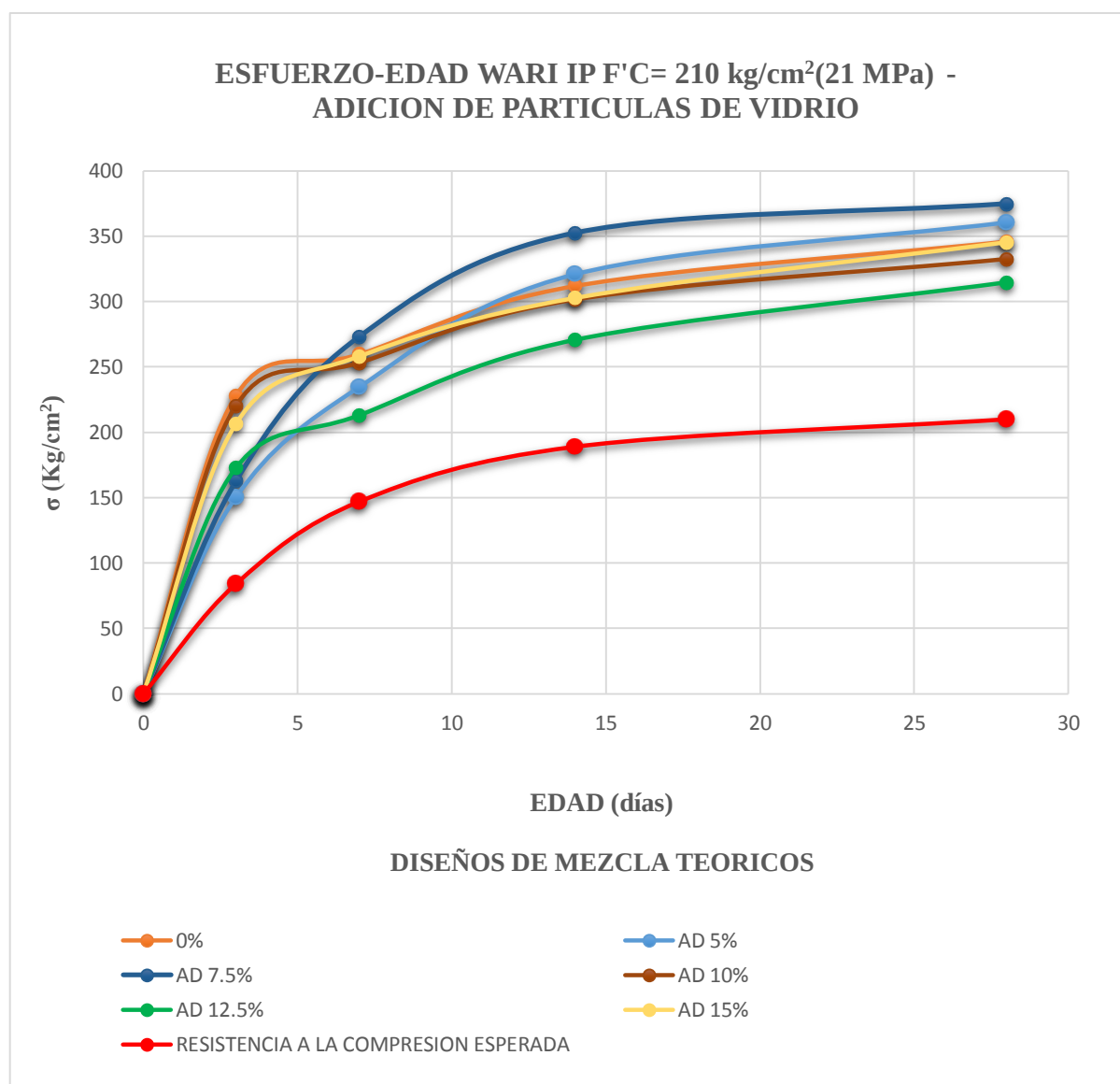


*Gráfico 57: Esfuerzo-edad Wari IP f'c= 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa), adición de partículas de vidrio.  
Fuente: Elaboración propia.*

En diseños por adición con cemento Wari IP se observa que alcanza resistencias en pocos días de edad, pero solo con 7.5% de adición alcanza su mayor resistencia teniendo siempre un comportamiento creciente.

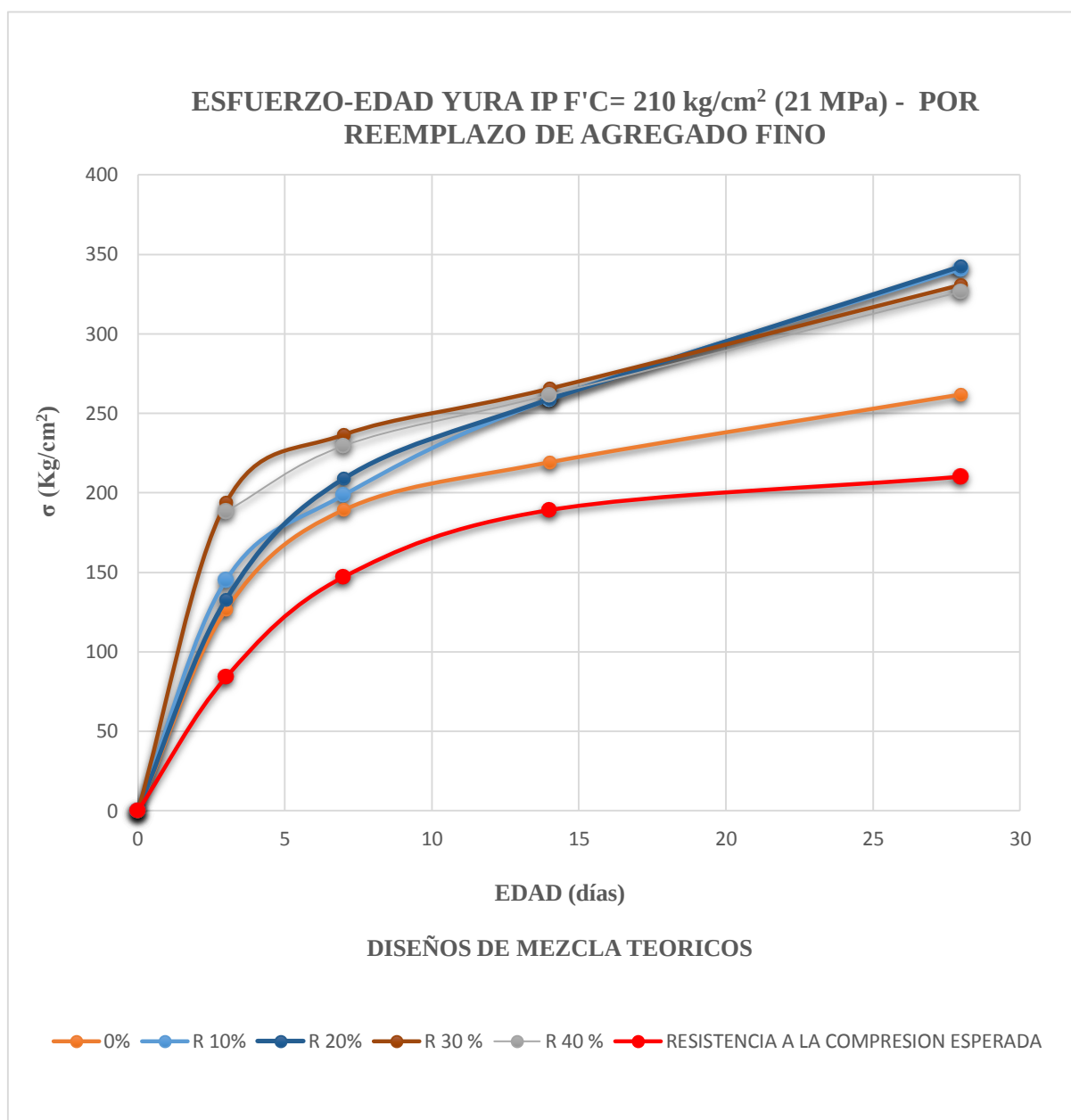


*Gráfico 58: Esfuerzo-edad Wari IP  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) - Reemplazo de agregado fino.  
Fuente: Elaboración propia.*

En diseños por reemplazo de agregado fino en concreto  $210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) con cemento Yura IP se tiene un comportamiento similar entre los diseños con reemplazo de 10% y 20% de partículas de vidrio obteniendo las resistencias más altas. También se notó que a mayor reemplazo de vidrio por agregado fino se obtenía resistencias mayores a 3 y 7 días de edad.

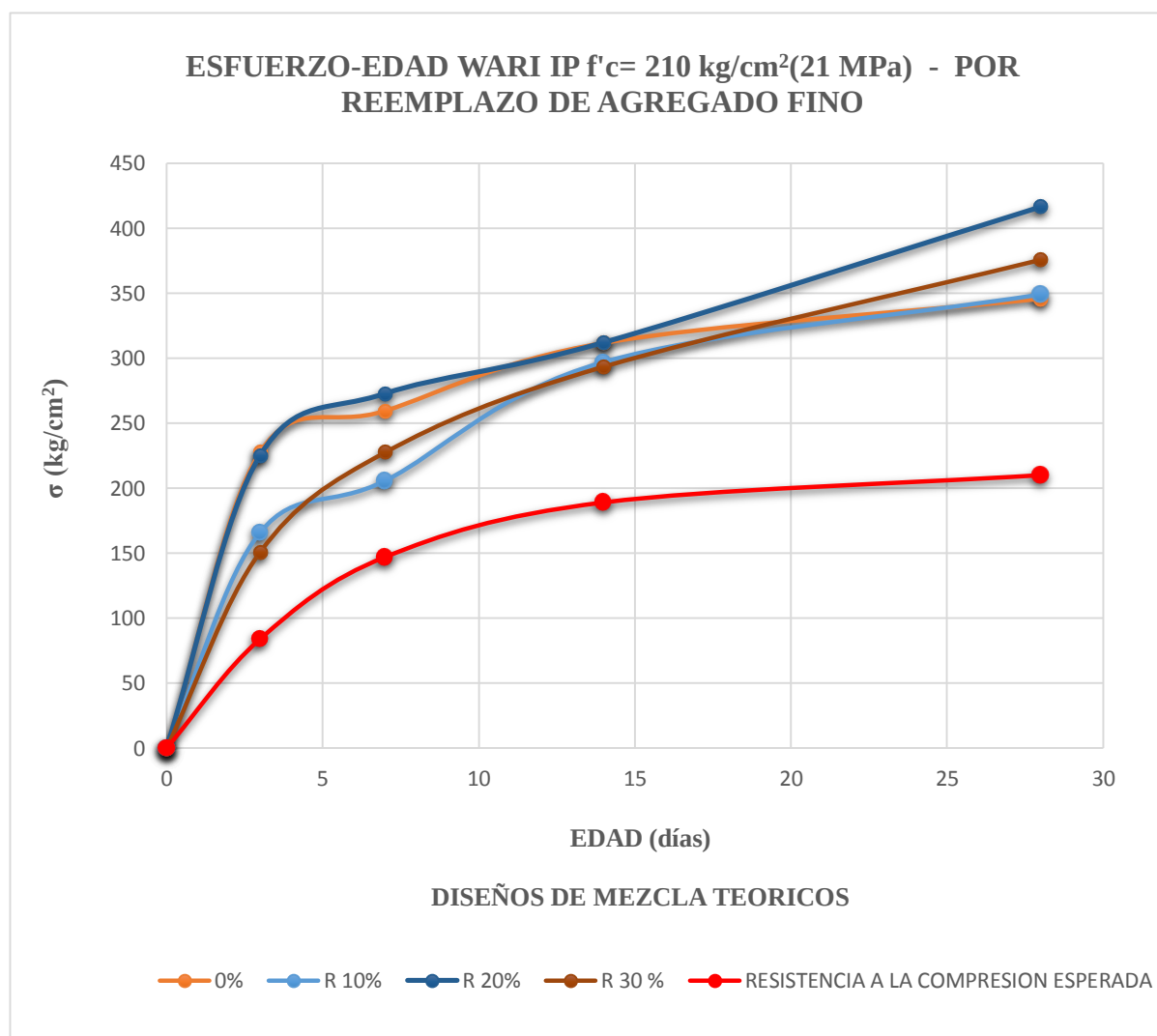


**Gráfico 59: Esfuerzo-edad Wari IP  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 (21 \text{ MPa})$  - reemplazo de agregado fino.**  
Fuente: Elaboración propia.



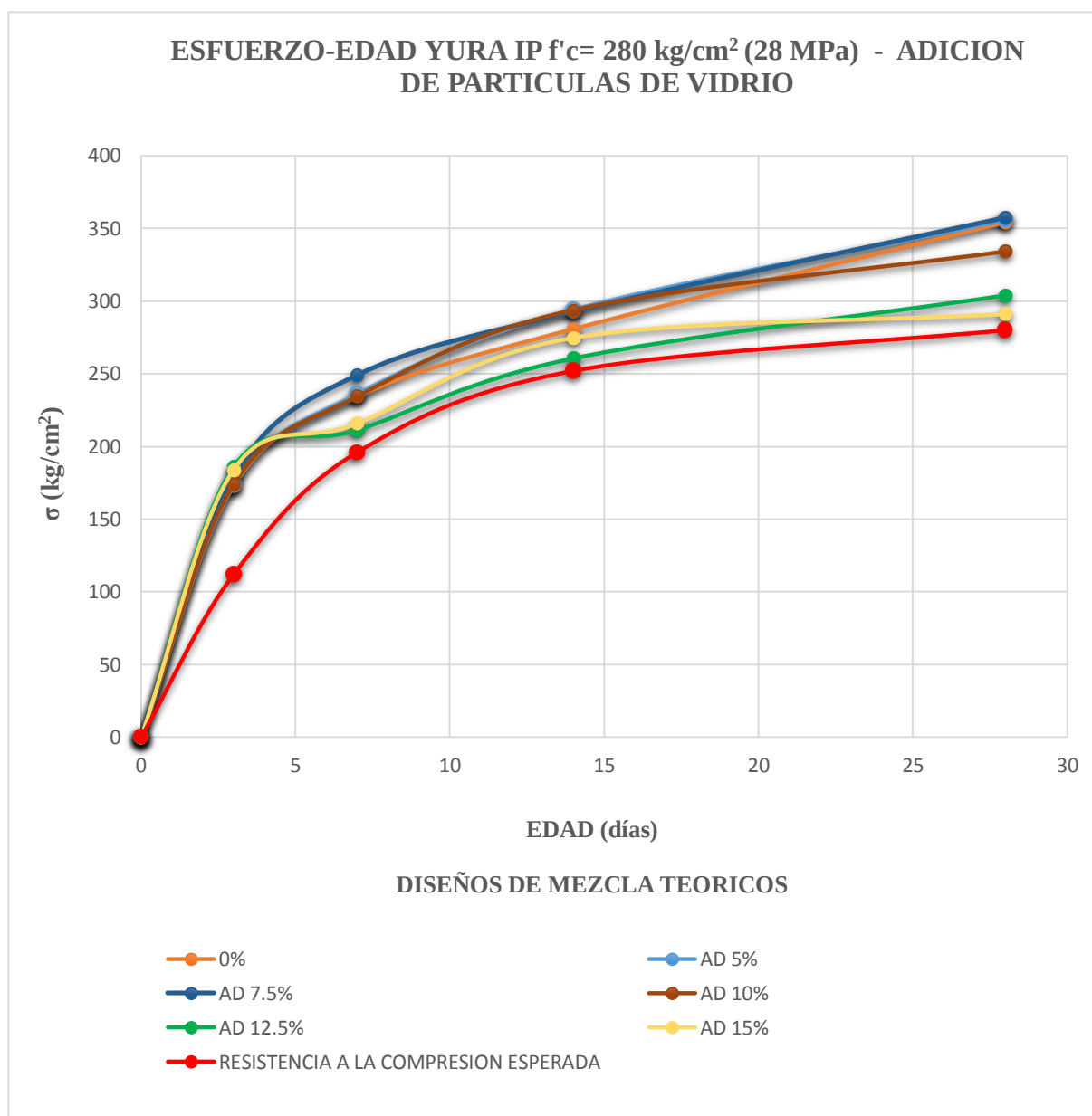


**Gráfico 60: Esfuerzo-edad Yura IP  $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) - Adición de partículas de vidrio.**  
Fuente: Elaboración propia.

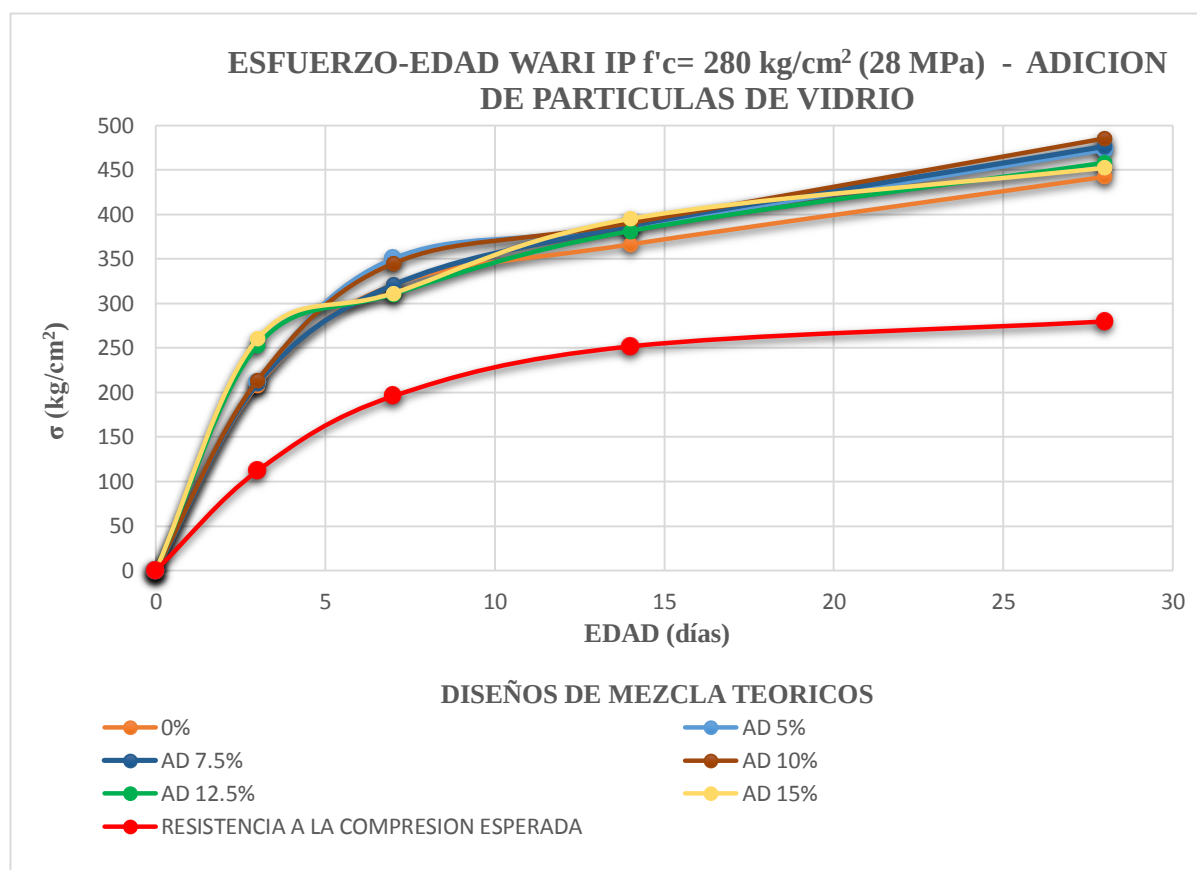


Gráfico 61: Esfuerzo-edad Wari IP  $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) - Adición de partículas de vidrio.  
Fuente: Elaboración propia.

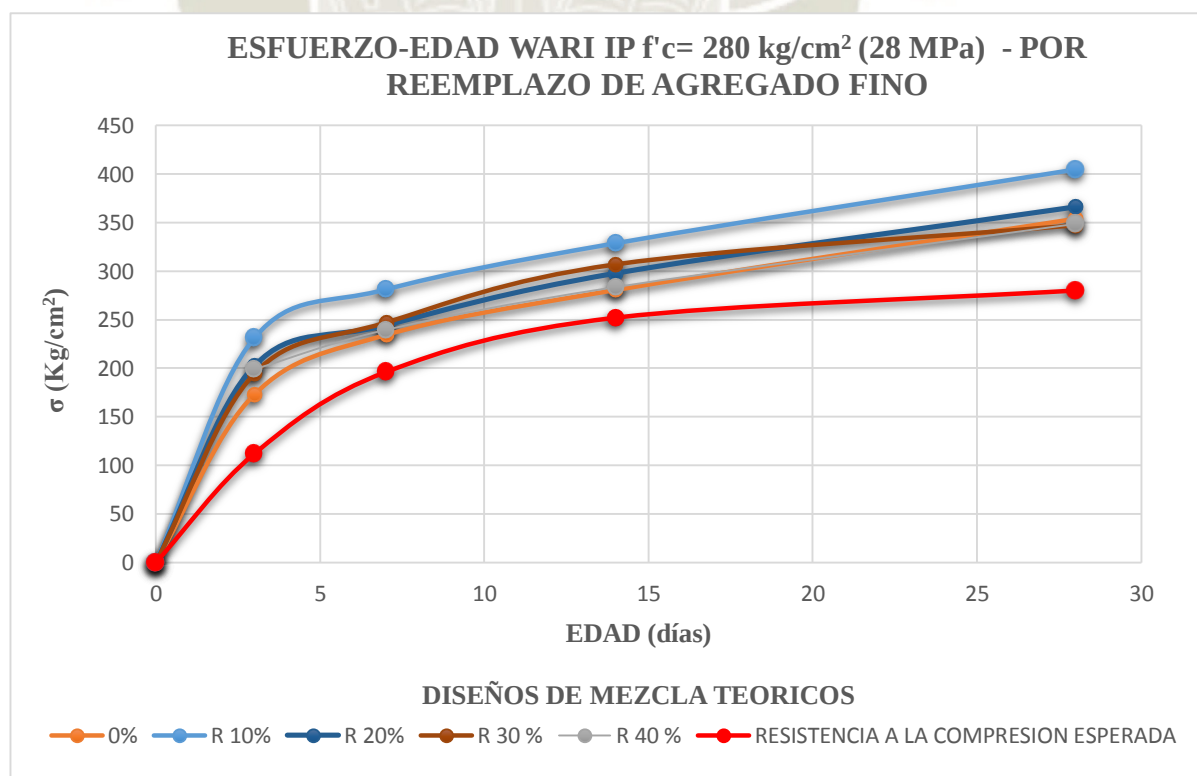


Gráfico 62: Esfuerzo-edad Wari IP  $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) - Reemplazo de agregado fino.  
Fuente: Elaboración propia.

## 5.5. Análisis costo beneficio

### 5.5.1. Análisis de precios unitarios del concreto.

#### Resumen Análisis de precios unitarios

| f'c<br>(kg/cm <sup>2</sup> )             | Diseño de mezcla<br>teórico | Diseño de mezcla<br>efectivo |           | Precio (soles) |         |
|------------------------------------------|-----------------------------|------------------------------|-----------|----------------|---------|
|                                          |                             | Yura IP                      | Wari IP   | YURA IP        | WARI IP |
| 210<br>(kg/cm <sup>2</sup> )<br>(21 MPa) | 0%                          | 0%                           | 0%        | 542.36         | 540.69  |
|                                          | AD 5%                       | AD 4.63%                     | AD 4.67%  | 573.42         | 572.14  |
|                                          | AD 7.5%                     | AD 6.79%                     | AD 6.80%  | 587.93         | 586.50  |
|                                          | AD 10%                      | AD 8.85%                     | AD 8.93%  | 601.79         | 600.79  |
|                                          | AD 12.5%                    | AD 10.82%                    | AD 10.87% | 615.04         | 613.91  |
|                                          | AD 15%                      | AD 12.71%                    | AD 12.74% | 627.73         | 626.48  |
|                                          | R 10%                       | R 10.87%                     | R 10.87%  | 569.13         | 567.81  |
|                                          | R 20%                       | R 21.69%                     | R 21.68%  | 595.84         | 595.24  |
|                                          | R 30%                       | R 32.45%                     | R 32.43%  | 622.39         | 622.09  |
|                                          | R 40%                       | R 43.16%                     | R 43.12%  | 648.79         | 646.86  |
| 280<br>(kg/cm <sup>2</sup> )<br>(28 MPa) | 0%                          | 0%                           | 0%        | 576.77         | 575.16  |
|                                          | AD 5%                       | AD 4.65%                     | AD 4.68%  | 606.41         | 605.05  |
|                                          | AD 7.5%                     | AD 6.82%                     | AD 6.86%  | 620.21         | 618.96  |
|                                          | AD 10%                      | AD 8.89%                     | AD 8.94%  | 633.41         | 632.26  |
|                                          | AD 12.5%                    | AD 10.87%                    | AD 10.93% | 646.06         | 644.97  |
|                                          | AD 15%                      | AD 12.76%                    | AD 12.83% | 658.11         | 657.14  |
|                                          | R 10%                       | R 10.76%                     | R 10.87%  | 601.14         | 600.02  |
|                                          | R 20%                       | R 21.76%                     | R 21.69%  | 625.38         | 624.75  |
|                                          | R 30%                       | R 32.42%                     | R 32.45%  | 649.50         | 649.36  |
|                                          | R 40%                       | R 43.99%                     | R 43.16%  | 673.51         | 673.84  |

Tabla 82: Análisis de la Curva Esfuerzo-Edad.

Fuente: Elaboración propia.



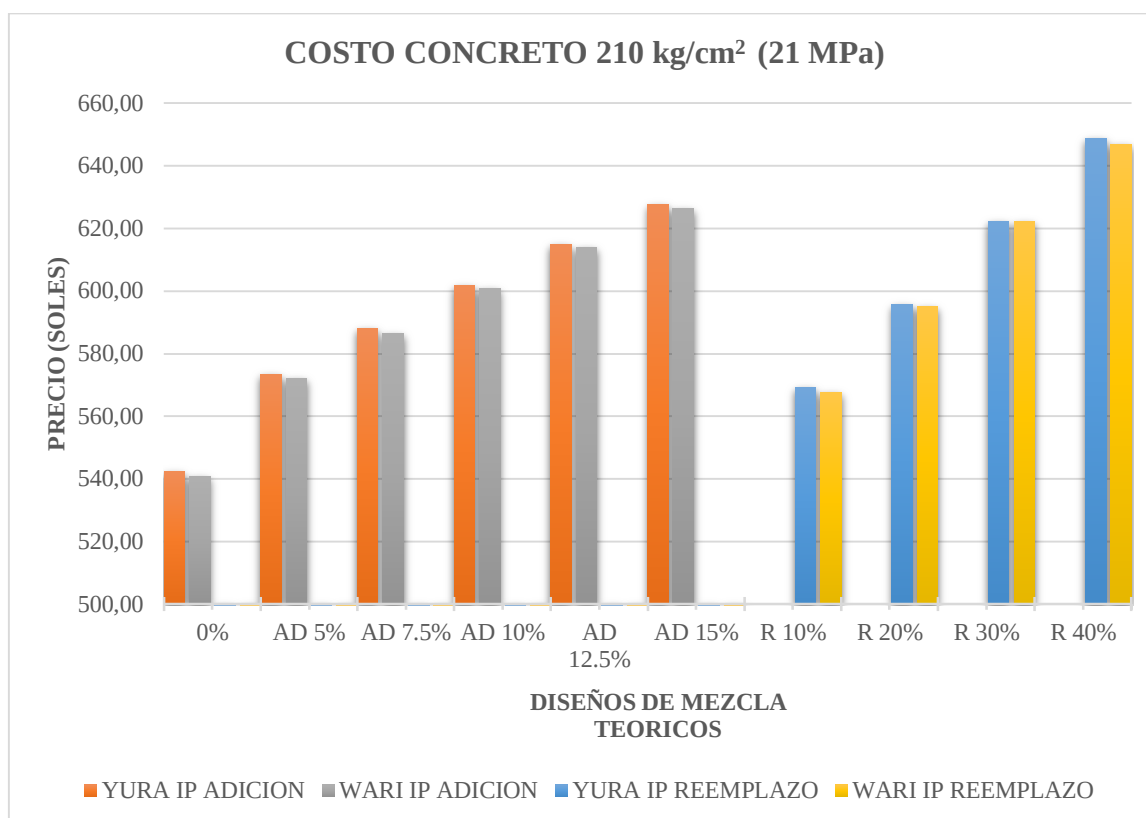


**Gráfico 63: Costo del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa).**  
Fuente: Elaboración propia.

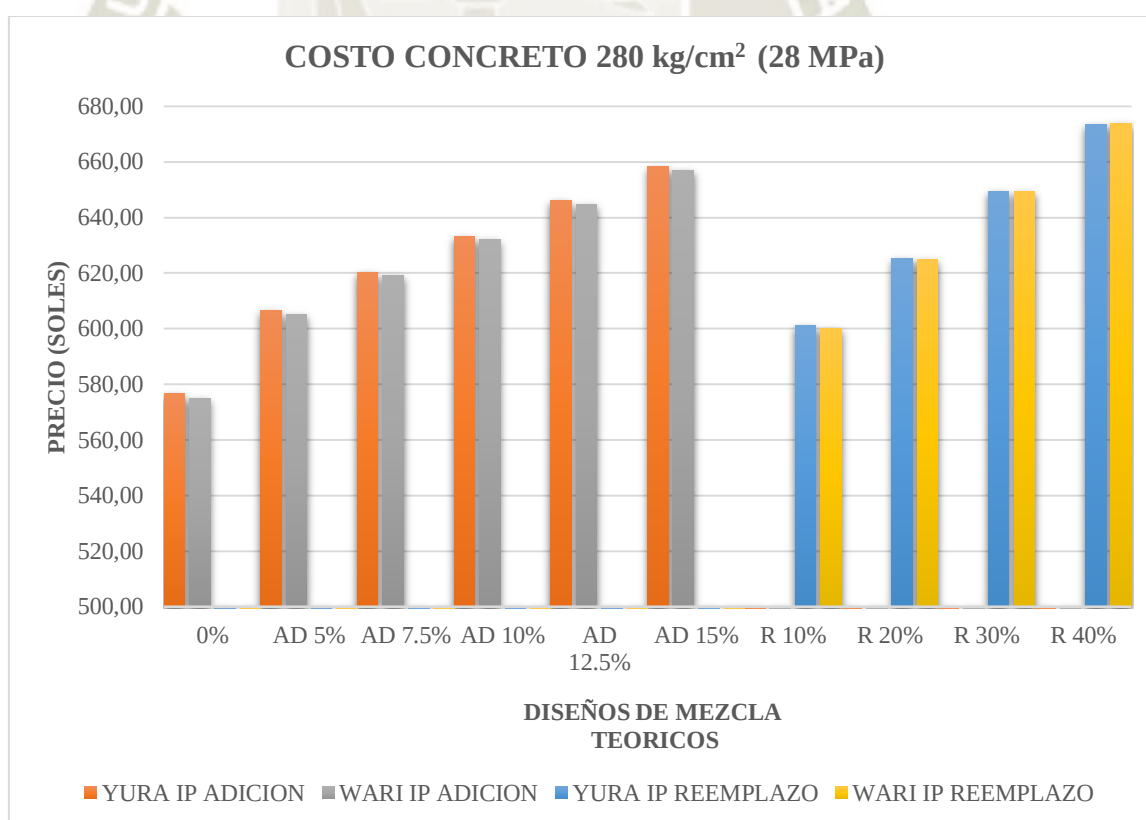


**Gráfico 64: Costo del concreto  $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa).**  
Fuente: Elaboración propia.

## 5.5.2. Análisis de variación en porcentaje de resistencia a la compresión.

### 5.5.2.1. Análisis de Variación en Porcentaje de Resistencia a la Compresión

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

| Diseño de mezcla teórico | Diseño de mezcla efectivo |           | $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 (21 \text{ MPa})$              |         |                                               |         |                                     |         |
|--------------------------|---------------------------|-----------|------------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------|---------|-------------------------------------|---------|
|                          |                           |           | $f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2 (29.4 \text{ MPa})$         |         |                                               |         |                                     |         |
|                          |                           |           | Resistencia a la compresión a 28 días ( $\text{kg/cm}^2$ ) |         | Variación en % sobre resultados diseño patrón |         | Variación sobre diseño teórico en % |         |
|                          | Yura IP                   | Wari IP   | Yura IP                                                    | Wari IP | Yura IP                                       | Wari IP | Yura IP                             | Wari IP |
| 0%                       | 0%                        | 0%        | 262.00                                                     | 346.00  | 0                                             | 0       | - 10.9%                             | 17.7 %  |
| AD 5%                    | AD 4.63%                  | AD 4.67%  | 283.75                                                     | 360.67  | 8.3%                                          | 4.2%    | -3.5%                               | 22.7 %  |
| AD 7.5%                  | AD 6.79%                  | AD 6.80%  | 294.75                                                     | 374.67  | 12.5%                                         | 8.3%    | 0.3%                                | 27.4 %  |
| AD 10%                   | AD 8.85%                  | AD 8.93%  | 298.50                                                     | 334.00  | 13.9%                                         | -3.5%   | 1.5%                                | 13.6 %  |
| AD 12.5%                 | AD 10.82%                 | AD 10.87% | 289.67                                                     | 332.33  | 10.6%                                         | - 4.00% | -1.5%                               | 13.0 %  |
| AD 15%                   | AD 12.71%                 | AD 12.74% | 280.00                                                     | 314.67  | 6.9%                                          | -9.1%   | -4.8%                               | 7.00 %  |
| R 10%                    | R 10.87%                  | R 10.87%  | 341.00                                                     | 349.00  | 30.2%                                         | 0.9%    | 16.0%                               | 18.7 %  |
| R 20%                    | R 21.69%                  | R 21.68%  | 342.67                                                     | 416.67  | 30.8%                                         | 20.4%   | 16.6%                               | 41.7 %  |
| R 30%                    | R 32.45%                  | R 32.43%  | 331.00                                                     | 376.00  | 26.3%                                         | 8.7%    | 12.6%                               | 27.9 %  |
| R 40%                    | R 43.16%                  | R 43.12%  | 326.67                                                     | 368.00  | 24.7%                                         | 6.4%    | 11.1%                               | 25.2 %  |

Tabla 83: Análisis de Variación en Porcentaje de Resistencia a la Compresión  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 (21 \text{ MPa})$ .

Fuente: Elaboración propia.

### 5.5.2.2. Análisis de Variación en Porcentaje de Resistencia a la Compresión

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

| Diseño de mezcla teórico | Diseño de mezcla efectivo |           | $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa)                      |         |                                               |         |                                     |         |
|--------------------------|---------------------------|-----------|-----------------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------|---------|-------------------------------------|---------|
|                          |                           |           | $f'cr = 364 \text{ kg/cm}^2$ (36.4 MPa)                   |         |                                               |         |                                     |         |
|                          | Yura IP                   | Wari IP   | Resistencia a la compresión 28 días (kg/cm <sup>2</sup> ) |         | Variación en % sobre resultados diseño patrón |         | Variación sobre diseño teórico en % |         |
|                          |                           |           | Yura IP                                                   | Wari IP | Yura IP                                       | Wari IP | Yura IP                             | Wari IP |
| 0%                       | 0%                        | 0%        | 354.00                                                    | 442.40  | -                                             | -       | -2.7%                               | 21.5%   |
| AD 5%                    | AD 4.65%                  | AD 4.68%  | 355.67                                                    | 472.15  | 0.5%                                          | 6.7%    | -2.3%                               | 29.7%   |
| AD 7.5%                  | AD 6.82%                  | AD 6.86%  | 357.33                                                    | 476.70  | 0.9%                                          | 7.8%    | -1.8%                               | 31.0%   |
| AD 10%                   | AD 8.89%                  | AD 8.94%  | 334.33                                                    | 485.67  | -5.6%                                         | 9.8%    | -8.2%                               | 33.4%   |
| AD 12.5%                 | AD 10.87%                 | AD 10.93% | 304.00                                                    | 458.00  | -14.1%                                        | 3.5%    | -16.5%                              | 25.8%   |
| AD 15%                   | AD 12.76%                 | AD 12.83% | 291.00                                                    | 452.67  | -17.8%                                        | 2.3%    | -20.1%                              | 24.4%   |
| R 10%                    | R 10.76%                  | R 10.87%  | 405.00                                                    | 454.67  | 14.4%                                         | 2.8%    | 11.3%                               | 24.9%   |
| R 20%                    | R 21.76%                  | R 21.69%  | 366.33                                                    | 483.33  | 3.5%                                          | 9.3%    | 0.6%                                | 32.8%   |
| R 30%                    | R 32.42%                  | R 32.45%  | 347.33                                                    | 490.70  | -1.9%                                         | 10.9%   | -4.6%                               | 34.8%   |
| R 40%                    | R 43.99%                  | R 43.16%  | 336.00                                                    | 471.33  | -5.1%                                         | 6.5%    | -7.7%                               | 29.5%   |

Tabla 84: Análisis de Variación en Porcentaje de Resistencia a la Compresión  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa).

Fuente: Elaboración propia.



### 5.5.3. Análisis de variación en porcentaje de resistencia a la tracción

#### 5.5.3.1. Análisis de variación en porcentaje de resistencia a la tracción $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

| Diseño de mezcla teórico | Diseño de mezcla efectivo |           | $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 (21 \text{ MPa})$      |         |                                               |         |                                        |         |
|--------------------------|---------------------------|-----------|----------------------------------------------------|---------|-----------------------------------------------|---------|----------------------------------------|---------|
|                          |                           |           | $f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2 (29.4 \text{ MPa})$ |         |                                               |         |                                        |         |
|                          |                           |           | Resistencia a la tracción (28 días)                |         | Variación en % sobre resultados diseño patrón |         | Variación en % sobre el diseño teórico |         |
|                          | Yura IP                   | Wari IP   | Yura IP                                            | Wari IP | Yura IP                                       | Wari IP | Yura IP                                | Wari IP |
| 0%                       | 0%                        | 0%        | 29.33                                              | 36.33   | -                                             | -       | -0.2%                                  | 23.6%   |
| AD 5%                    | AD 4.63%                  | AD 4.67%  | 27.33                                              | 36.33   | -6.8%                                         | 0.0%    | -7.0%                                  | 23.6%   |
| AD 7.5%                  | AD 6.79%                  | AD 6.80%  | 28                                                 | 29.33   | -4.5%                                         | -19.3%  | -4.8%                                  | -0.2%   |
| AD 10%                   | AD 8.85%                  | AD 8.93%  | 28                                                 | 33.33   | -4.5%                                         | -8.3%   | -4.8%                                  | 13.4%   |
| AD 12.5%                 | AD 10.82%                 | AD 10.87% | 32.67                                              | 30.33   | 11.4%                                         | -16.5%  | 11.1%                                  | 3.2%    |
| AD 15%                   | AD 12.71%                 | AD 12.74% | 27.67                                              | 31      | -5.7%                                         | -14.7%  | -5.9%                                  | 5.4%    |
| R 10%                    | R 10.87%                  | R 10.87%  | 34.67                                              | 31.67   | 18.2%                                         | -12.8%  | 17.9%                                  | 7.7%    |
| R 20%                    | R 21.69%                  | R 21.68%  | 31.33                                              | 35      | 6.8%                                          | -3.7%   | 6.6%                                   | 19.0%   |
| R 30%                    | R 32.45%                  | R 32.43%  | 31                                                 | 30      | 5.7%                                          | -17.4%  | 5.4%                                   | 2.0%    |
| R 40%                    | R 43.16%                  | R 43.12%  | 30.67                                              | 30.33   | 4.6%                                          | -16.5%  | 4.3%                                   | 3.2%    |

Tabla 85: Análisis de variación en porcentaje de resistencia a la tracción  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 (21 \text{ MPa})$ .

Fuente: Elaboración propia.

**Análisis de variación en porcentaje de resistencia a la tracción  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$** 

| Diseño de mezcla teórico | Diseño de mezcla efectivo |           | $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa)    |         |                                               |         |                                        |         |
|--------------------------|---------------------------|-----------|-----------------------------------------|---------|-----------------------------------------------|---------|----------------------------------------|---------|
|                          |                           |           | $f'cr = 364 \text{ kg/cm}^2$ (36.4 MPa) |         |                                               |         |                                        |         |
|                          |                           |           | Resistencia a la tracción (28 días)     |         | Variación en % sobre resultados diseño patrón |         | Variación en % sobre el diseño teórico |         |
|                          | Yura IP                   | Wari IP   | Yura IP                                 | Wari IP | Yura IP                                       | Wari IP | Yura IP                                | Wari IP |
| 0%                       | 0%                        | 0%        | 35.33                                   | 37.33   | -                                             | -       | -2.9%                                  | 2.6%    |
| AD 5%                    | AD 4.65%                  | AD 4.68%  | 35.33                                   | 43      | 0.0%                                          | 15.2%   | -2.9%                                  | 18.1%   |
| AD 7.5%                  | AD 6.82%                  | AD 6.86%  | 30.33                                   | 40.67   | -14.2%                                        | 8.9%    | -16.7%                                 | 11.7%   |
| AD 10%                   | AD 8.89%                  | AD 8.94%  | 28.67                                   | 43      | -18.9%                                        | 15.2%   | -21.2%                                 | 18.1%   |
| AD 12.5%                 | AD 10.87%                 | AD 10.93% | 29.67                                   | 38      | -16.0%                                        | 1.8%    | -18.5%                                 | 4.4%    |
| AD 15%                   | AD 12.76%                 | AD 12.83% | 29.33                                   | 32      | -17.0%                                        | -14.3%  | -19.4%                                 | -12.1%  |
| R 10%                    | R 10.76%                  | R 10.87%  | 39.67                                   | 36.33   | 12.3%                                         | -2.7%   | 9.0%                                   | -0.2%   |
| R 20%                    | R 21.76%                  | R 21.69%  | 35.67                                   | 35.33   | 1.0%                                          | -5.4%   | -2.0%                                  | -2.9%   |
| R 30%                    | R 32.42%                  | R 32.45%  | 29.67                                   | 30.66   | -16.0%                                        | -17.9%  | -18.5%                                 | -15.8%  |
| R 40%                    | R 43.99%                  | R 43.16%  | 30.33                                   | 30.33   | -14.2%                                        | -18.8%  | -16.7%                                 | -16.7%  |

**Tabla 86: Análisis de variación en porcentaje de resistencia a la tracción  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa).**

Fuente: Elaboración propia.

**5.5.4. Análisis de variación en porcentaje de asentamiento (SLUMP) de la mezcla.**
**Análisis de variación en porcentaje de asentamiento (SLUMP) de la mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa)**

| Diseño de mezcla teórico | Diseño de mezcla efectivo |         | $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa) |         |                                               |         |                                        |         |
|--------------------------|---------------------------|---------|--------------------------------------|---------|-----------------------------------------------|---------|----------------------------------------|---------|
|                          |                           |         | Slump de diseño = 3 pulgadas         |         |                                               |         |                                        |         |
|                          |                           |         | Slump                                |         | Variación en % sobre resultados diseño patrón |         | Variación en % sobre el diseño teórico |         |
|                          | Yura IP                   | Wari IP | Yura IP                              | Wari IP | Yura IP                                       | Wari IP | Yura IP                                | Wari IP |

|          |          |          |      |      |        |        |        |         |
|----------|----------|----------|------|------|--------|--------|--------|---------|
| 0%       | 0%       | 0%       | 3.00 | 3.50 | 0      | 0      | 0.0%   | 16.7%   |
| AD 5%    | AD 4.63% | AD 4.67% | 2.50 | 3.00 | -16.7% | -14.3% | -16.7% | 0.0%    |
| AD 7.5%  | AD 6.79% | AD 6.80% | 2.00 | 2.50 | -33.3% | -28.6% | -33.3% | -16.7%  |
| AD 10%   | AD 8.85% | AD 8.93% | 1.50 | 1.50 | -50.0% | -57.1% | -50.0% | -50.0%  |
| AD 12.5% | AD 10.82 | AD 10.87 | 1.00 | 1.00 | -66.7% | -71.4% | -66.7% | -66.7%  |
| AD 15%   | AD 12.71 | AD 12.74 | 1.00 | 1.00 | -66.7% | -71.4% | -66.7% | -66.7%  |
| R 10%    | R 10.87  | R 10.87  | 3.00 | 4.00 | 0.0%   | 14.3%  | 0.0%   | 33.3%   |
| R 20%    | R 21.69  | R 21.68  | 3.25 | 4.50 | 8.3%   | 28.6%  | 8.3%   | 50.0%   |
| R 30%    | R 32.45  | R 32.43  | 4.00 | 5.00 | 33.3%  | 42.9%  | 33.3%  | 66.7%   |
| R 40%    | R 43.16  | R 43.12  | 5.00 | 6.00 | 66.7%  | 71.4%  | 66.7%  | 100.0 % |

Tabla 87: Análisis de variación en porcentaje de asentamiento (SLUMP) de la mezcla  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa).  
Fuente: Elaboración propia.

**Análisis de variación en porcentaje de asentamiento (SLUMP) de la mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa)**

| Diseño de mezcla teórico | Diseño de mezcla efectivo |           | $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPA) |         |                                               |         |                                        |         |
|--------------------------|---------------------------|-----------|--------------------------------------|---------|-----------------------------------------------|---------|----------------------------------------|---------|
|                          |                           |           | Slump de diseño = 3 pulgadas         |         |                                               |         |                                        |         |
|                          |                           |           | Slump                                |         | Variación en % sobre resultados diseño patrón |         | Variación en % sobre el diseño teórico |         |
|                          | Yura IP                   | Wari IP   | Yura IP                              | Wari IP | Yura IP                                       | Wari IP | Yura IP                                | Wari IP |
| 0%                       | 0%                        | 0%        | 3.00                                 | 3.00    | -                                             | -       | 0.0%                                   | 0.0%    |
| AD 5%                    | AD 4.65%                  | AD 4.68%  | 2.00                                 | 2.50    | -33.3%                                        | -16.7%  | -33.3%                                 | -16.7%  |
| AD 7.5%                  | AD 6.82%                  | AD 6.86%  | 1.75                                 | 2.00    | -41.7%                                        | -33.3%  | -41.7%                                 | -33.3%  |
| AD 10%                   | AD 8.89%                  | AD 8.94%  | 1.50                                 | 1.00    | -50.0%                                        | -66.7%  | -50.0%                                 | -66.7%  |
| AD 12.5%                 | AD 10.87%                 | AD 10.93% | 1.00                                 | 1.50    | -66.7%                                        | -50.0%  | -66.7%                                 | -50.0%  |
| AD 15%                   | AD 12.76%                 | AD 12.83% | 1.00                                 | 0.75    | -66.7%                                        | -75.0%  | -66.7%                                 | -75.0%  |



|       |             |             |      |      |        |       |        |       |
|-------|-------------|-------------|------|------|--------|-------|--------|-------|
| R 10% | R<br>10.76% | R<br>10.87% | 2.00 | 4.00 | -33.3% | 33.3% | -33.3% | 33.3% |
| R 20% | R<br>21.76% | R<br>21.69% | 2.25 | 4.25 | -25.0% | 41.7% | -25.0% | 41.7% |
| R 30% | R<br>32.42% | R<br>32.45% | 3.00 | 4.50 | 0.0%   | 50.0% | 0.0%   | 50.0% |
| R 40% | R<br>43.99% | R<br>43.16% | 4.00 | 5.00 | 33.3%  | 66.7% | 33.3%  | 66.7% |

Tabla 88: Análisis de variación en porcentaje de asentamiento (SLUMP) de la mezcla  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa).  
Fuente: Elaboración propia.

### 5.5.5. Análisis de beneficio.

$\text{Beneficio} = (\text{Resist. a la compresión} * \text{Factor}) + (\text{Resist. a la tracción} * \text{Factor}) + (\text{Slump} * \text{Factor})$

#### Factores para el Análisis de beneficios

|        | Resistencia a la compresión | Resistencia a la tracción | Asentamiento (slump) |
|--------|-----------------------------|---------------------------|----------------------|
| Factor | 1                           | 0.4                       | 0.2                  |

Tabla 89: Factores para el Análisis de beneficios.  
Fuente: Elaboración propia.

#### Análisis de Beneficio para $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (21 MPa)

| Diseño de mezcla teórico | Diseño de mezcla efectivo |          | f'c = 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) |         |                           |         |                    |         |         |         |
|--------------------------|---------------------------|----------|---------------------------------------|---------|---------------------------|---------|--------------------|---------|---------|---------|
|                          |                           |          | Resistencia a la compresión           |         | Resistencia a la tracción |         | Asentamiento slump |         | TOTAL   |         |
|                          |                           |          | 1                                     |         | 0.4                       |         | 0.2                |         |         |         |
|                          | Yura IP                   | Wari IP  | Yura IP                               | Wari IP | Yura IP                   | Wari IP | Yura IP            | Wari IP | Yura IP | Wari IP |
| 0%                       | 0%                        | 0%       | -10.9%                                | 17.7%   | -0.1%                     | 9.4%    | 0.0%               | 3.3%    | -11.0%  | 30.4%   |
| AD 5%                    | AD 4.63%                  | AD 4.67% | -3.5%                                 | 22.7%   | -2.8%                     | 9.4%    | -3.3%              | 0.0%    | -9.6%   | 32.1%   |
| AD 7.5%                  | AD 6.79%                  | AD 6.80% | 0.3%                                  | 27.4%   | -1.9%                     | -0.1%   | -6.7%              | -3.3%   | -8.3%   | 24.0%   |
| AD 10%                   | AD 8.85%                  | AD 8.93% | 1.5%                                  | 13.6%   | -1.9%                     | 5.3%    | -10.0%             | -10.0%  | -10.4%  | 9.0%    |
| AD 12.5                  | AD 10.82                  | AD 10.87 | -1.5%                                 | 13.3%   | 4.4%                      | 1.3%    | -13.3              | -13.3   | -10.4%  | 1.0%    |

|           |                  |                  |       |       |       |      |                |                |        |       |
|-----------|------------------|------------------|-------|-------|-------|------|----------------|----------------|--------|-------|
| AD<br>15% | AD<br>12.71<br>% | AD<br>12.74<br>% | -4.8% | 7.0%  | -2.4% | 2.2% | -<br>13.3<br>% | -<br>13.3<br>% | -20.5% | -4.1% |
| R<br>10%  | R<br>10.87<br>%  | R<br>10.87<br>%  | 16.0% | 18.7% | 7.2%  | 3.1% | 0.0%           | 6.7%           | 23.2%  | 28.5% |
| R<br>20%  | R<br>21.69<br>%  | R<br>21.68<br>%  | 16.6% | 41.7% | 2.6%  | 7.6% | 1.7%           | 10.0<br>%      | 20.8%  | 59.3% |
| R<br>30%  | R<br>32.45<br>%  | R<br>32.43<br>%  | 12.6% | 27.9% | 2.2%  | 0.8% | 6.7%           | 13.3<br>%      | 21.4%  | 42.0% |
| R<br>40%  | R<br>43.16<br>%  | R<br>43.12<br>%  | 11.1% | 25.2% | 1.7%  | 1.3% | 13.3<br>%      | 20.0<br>%      | 26.2%  | 46.4% |

Tabla 90: Análisis de Beneficio para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa).

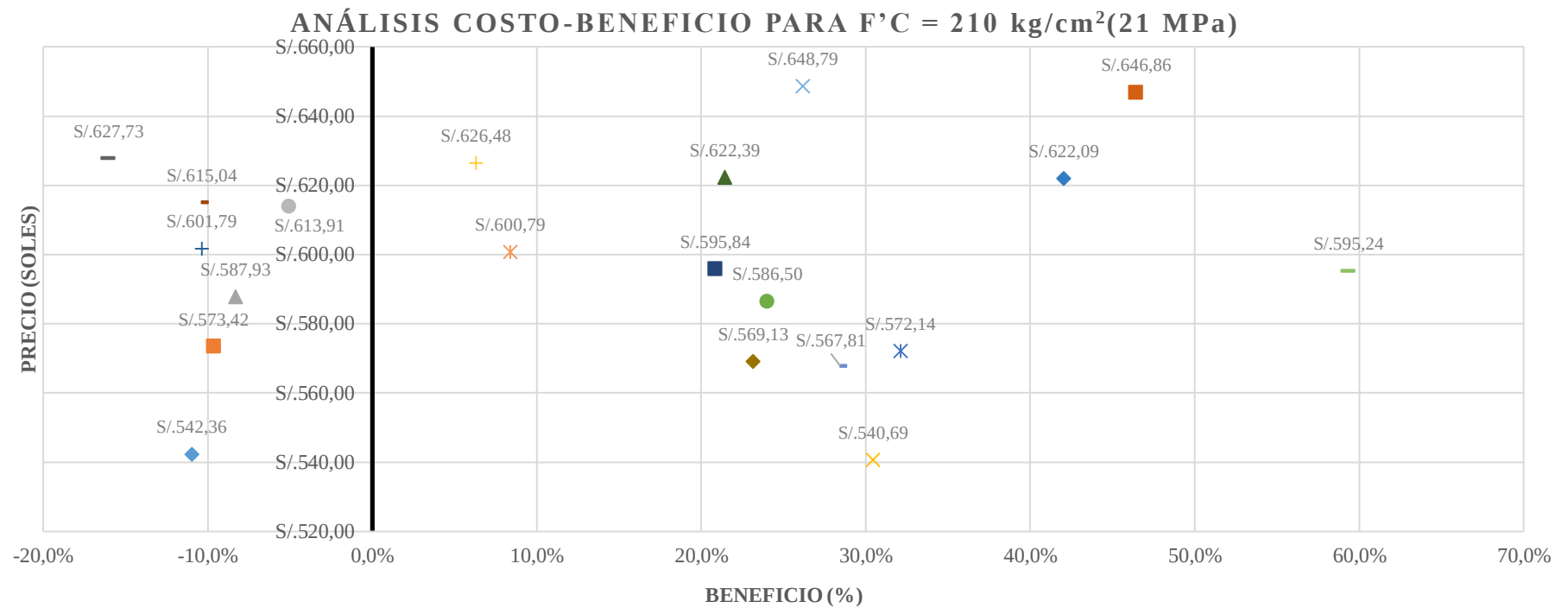
Fuente: Elaboración propia.

### Análisis de Beneficio para $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28 MPa)

| Diseño de mezcla teórico | Diseño de mezcla efectivo |            | f'c = 280 kg/cm² (28 MPA)   |         |                           |         |                    |         |         |         |
|--------------------------|---------------------------|------------|-----------------------------|---------|---------------------------|---------|--------------------|---------|---------|---------|
|                          |                           |            | Resistencia a la compresión |         | Resistencia a la tracción |         | Asentamiento slump |         | Total   |         |
|                          |                           |            | 1                           |         | 0.4                       |         | 0.2                |         |         |         |
|                          | Yura IP                   | Wari IP    | Yura IP                     | Wari IP | Yura IP                   | Wari IP | Yura IP            | Wari IP | Yura IP | Wari IP |
| 0%                       | 0%                        | 0%         | -2.7%                       | 21.5%   | -1.2%                     | 1.0%    | 0.0%               | 0.0%    | -3.9%   | 22.6%   |
| AD 5%                    | AD 4.65%                  | AD 4.68%   | -2.3%                       | 29.7%   | -1.2%                     | 7.3%    | -6.7%              | -3.3%   | -10.1%  | 33.6%   |
| AD 7.5%                  | AD 6.82%                  | AD 6.86%   | -1.8%                       | 31.0%   | -6.7%                     | 4.7%    | -8.3%              | -6.7%   | -16.8%  | 29.0%   |
| AD 10%                   | AD 8.89%                  | AD 8.94%   | -8.2%                       | 33.4%   | -8.5%                     | 7.3%    | -10%               | -13.3%  | -26.6%  | 27.3%   |
| AD 12.5%                 | AD 10.87 %                | AD 10.93 % | -16.5%                      | 25.8%   | -7.4%                     | 1.8%    | -13.3%             | -10.0%  | -37.2%  | 17.6%   |
| AD 15%                   | AD 12.76 %                | AD 12.83 % | -20.1%                      | 24.4%   | -7.8%                     | -4.8%   | -13.3%             | -15.0%  | -41.2%  | 4.5%    |
| R 10%                    | R 10.76 %                 | R 10.87 %  | 11.3%                       | 24.9%   | 3.6%                      | -0.1%   | -6.7%              | 6.7%    | 8.2%    | 31.5%   |
| R 20%                    | R 21.76 %                 | R 21.69 %  | 0.6%                        | 32.8%   | -0.8%                     | -1.2%   | -5.0%              | 8.3%    | -5.2%   | 39.9%   |
| R 30%                    | R 32.42 %                 | R 32.45 %  | -4.6%                       | 34.8%   | -7.4%                     | -6.3%   | 0.0%               | 10.0%   | -12.0%  | 38.5%   |
| R 40%                    | R 43.99 %                 | R 43.16 %  | -7.7%                       | 29.5%   | -6.7%                     | -6.7%   | 6.7%               | 13.3%   | -7.7%   | 36.1%   |

Tabla 91: Análisis de beneficio para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa)

Fuente: Elaboración propia



#### DISEÑOS DE MEZCLA TEORICOS

- ◆ DISEÑO PATRON 0% YURA
- ▲ DISEÑO ADICION DE PARTICULAS DE VIDRIO AD 7.5% YURA
- DISEÑO ADICION DE PARTICULAS DE VIDRIO AD 12.5% YURA
- ◆ DISEÑO REEMPLAZO DE AG FINO POR PARTICULAS DE VIDRIO R 10% YURA
- ▲ DISEÑO REEMPLAZO DE AG FINO POR PARTICULAS DE VIDRIO R 30% YURA
- × DISEÑO PATRON 0% WARI
- YURA DISEÑO ADICION DE PARTICULAS DE VIDRIO AD 7.5% WARI
- YURA DISEÑO ADICION DE PARTICULAS DE VIDRIO AD 12.5%
- DISEÑO REEMPLAZO DE AG FINO POR PARTICULAS DE VIDRIO R 10% WARI
- ◆ DISEÑO REEMPLAZO DE AG FINO POR PARTICULAS DE VIDRIO R 30% WARI
- DISEÑO ADICION DE PARTICULAS DE VIDRIO AD 5% YURA
- + DISEÑO ADICION DE PARTICULAS DE VIDRIO AD 10% YURA
- DISEÑO ADICION DE PARTICULAS DE VIDRIO AD 15% YURA
- DISEÑO REEMPLAZO DE AG FINO POR PARTICULAS DE VIDRIO R 20% YURA
- × DISEÑO REEMPLAZO DE AG FINO POR PARTICULAS DE VIDRIO R 40% YURA
- × DISEÑO ADICION DE PARTICULAS DE VIDRIO AD 5% WARI
- × DISEÑO ADICION DE PARTICULAS DE VIDRIO AD 10% WARI
- + DISEÑO ADICION DE PARTICULAS DE VIDRIO AD 15% WARI
- DISEÑO REEMPLAZO DE AG FINO POR PARTICULAS DE VIDRIO R 20% WARI
- DISEÑO REEMPLAZO DE AG FINO POR PARTICULAS DE VIDRIO R 40% WARI

**Grafico 65: Análisis de beneficio para  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .**

Fuente: Elaboración propia.



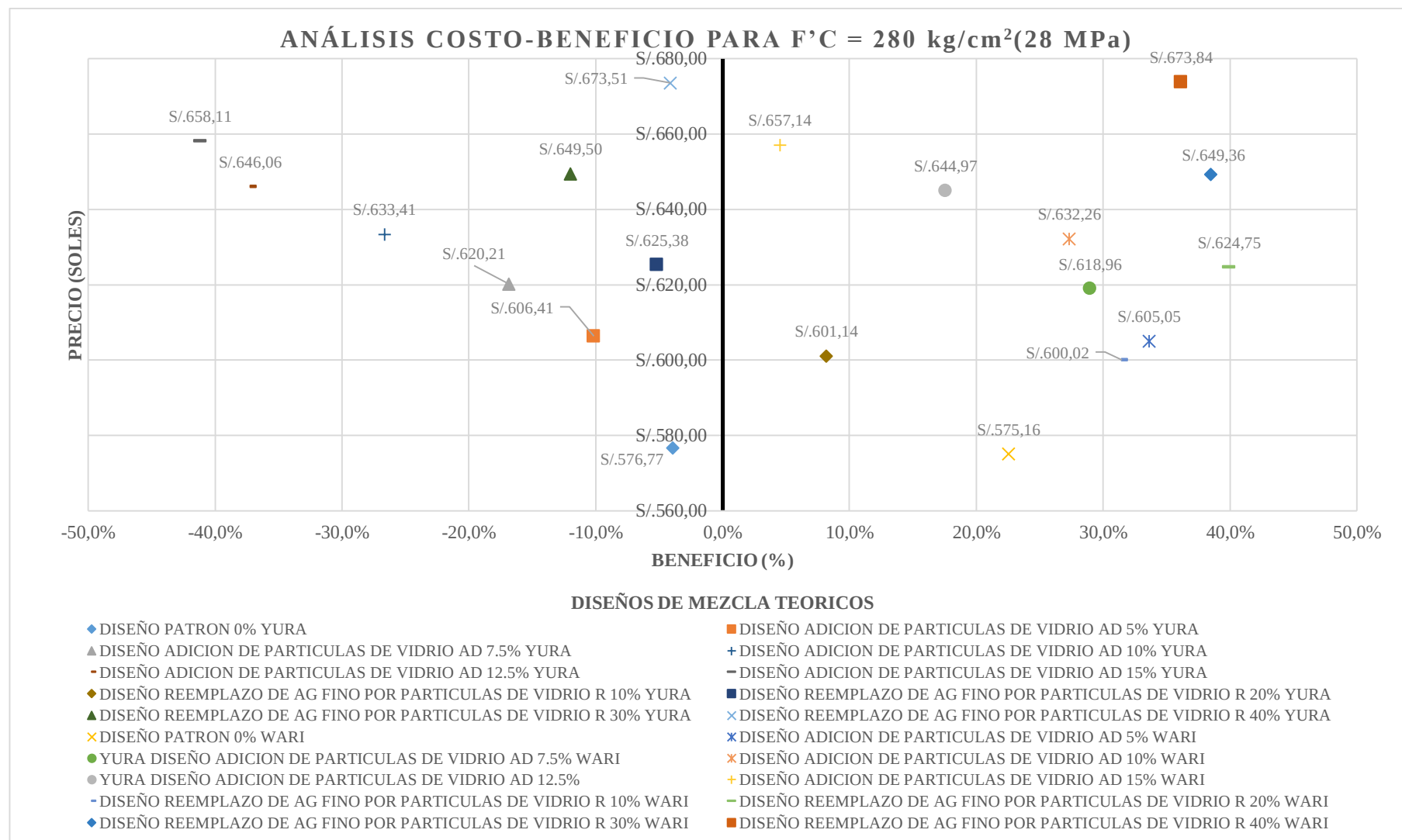


**Gráfico 66: Análisis de Beneficio para  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .**

Fuente: Elaboración propia.

### 5.6. Cuadro Comparativo de Resistencias a la Compresión

|                                                          |                 | Diseño patrón                                                                                                                                       | Diseño por adición de partículas de vidrio                                                                                                                                                                                                                                    | Diseño por reemplazo de agregado fino por partículas de vidrio                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Concreto<br>$f'_c = 210$<br>$\text{kg/cm}^2$<br>(21 MPa) | Cemento Yura IP | Resistencia a la compresión máxima = $262 \text{ kg/cm}^2$ . 24.8% más de la resistencia mínima requerida y 10.9% menos de la resistencia de diseño | Resistencia a la compresión máxima = $298.50 \text{ kg/cm}^2$ con 10% de adición de partículas de vidrio. La resistencia a la compresión es 42.5% más de la resistencia mínima requerida y 1.5% más de la resistencia de diseño. Respecto al diseño patrón aumenta en 13.9%.  | Resistencia a la compresión máxima = $342.67 \text{ kg/cm}^2$ con 20% de reemplazo parcial de Ag. Fino por partículas de vidrio. La resistencia a la compresión es 63.2% más de la resistencia mínima requerida y 16.6% más de la resistencia de diseño. Respecto al diseño patrón aumenta en 30.8%. |
|                                                          | Cemento Wari IP | Resistencia a la compresión máxima = $346 \text{ kg/cm}^2$ . 64.8% más de la resistencia mínima requerida y 17.7% más de la resistencia de diseño   | Resistencia a la compresión máxima = $374.67 \text{ kg/cm}^2$ con 7.5% de adición de partículas de vidrio. La resistencia a la compresión es 78.4% más de la resistencia mínima requerida y 27.4% más de la resistencia de diseño. Respecto al diseño patrón aumenta en 8.3%. | Resistencia a la compresión máxima = $416.67 \text{ kg/cm}^2$ con 20% de reemplazo parcial de Ag. Fino por partículas de vidrio. La resistencia a la compresión es 98.4% más de la resistencia mínima requerida y 41.7% más de la resistencia de diseño. Respecto al diseño patrón aumenta en 20.4%. |

|                                                                        |                                  |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Concreto</b><br>$f'_c = 280$<br>$\text{kg/cm}^2$<br><b>(28 MPa)</b> | <b>Cemento</b><br><b>Yura IP</b> | Resistencia a la compresión máxima = $354 \text{ kg/cm}^2$ . 26.4% más de la resistencia mínima requerida y 2.7% menos de la resistencia de diseño | Resistencia a la compresión máxima = $357.33 \text{ kg/cm}^2$ con 7.5% de adición de partículas de vidrio. La resistencia a la compresión es 27.6% más de la resistencia mínima requerida y 1.8% menos de la resistencia de diseño. Respecto al diseño patrón aumenta en 0.9%. | Resistencia a la compresión máxima = $405 \text{ kg/cm}^2$ con 10% de reemplazo parcial de Ag. Fino por partículas de vidrio. La resistencia a la compresión es 44.6% más de la resistencia mínima requerida y 11.3% más de la resistencia de diseño. Respecto al diseño patrón aumenta en 14.4%.        |
|                                                                        | <b>Cemento</b><br><b>Wari IP</b> | Resistencia a la compresión máxima = $442.4 \text{ kg/cm}^2$ . 58% más de la resistencia mínima requerida y 21.5% más de la resistencia de diseño  | Resistencia a la compresión máxima = $485.67 \text{ kg/cm}^2$ con 10% de adición de partículas de vidrio. La resistencia a la compresión es 73.5% más de la resistencia mínima requerida y 33.4% más de la resistencia de diseño. Respecto al diseño patrón aumenta en 9.8%.   | Resistencia a la compresión máxima = $490.5 \text{ kg/cm}^2$ con 30% de reemplazo parcial de agregado fino por partículas de vidrio. La resistencia a la compresión es 75.3% más de la resistencia mínima requerida y 34.8% más de la resistencia de diseño. Respecto al diseño patrón aumenta en 10.9%. |

**Tabla 92: Cuadro Comparativo de Resistencias a la Compresión.**

Fuente: Elaboración propia.



## 5.7. Prueba de Hipótesis

### 5.7.1. Análisis estadístico descriptivo.

#### 5.7.1.1. Análisis descriptivo concreto a 3 días de edad.

|                                                                     |         | N        | Media    | Desviación<br>estándar | Error<br>estándar | 95% del intervalo de<br>confianza para la<br>media |                    |
|---------------------------------------------------------------------|---------|----------|----------|------------------------|-------------------|----------------------------------------------------|--------------------|
|                                                                     |         |          |          |                        |                   | Límite<br>inferior                                 | Límite<br>superior |
| Yura IP<br>resistencia a la<br>compresión 210<br>kg/cm²<br>(21 MPa) | 0%      | 4        | 113,2500 | 17,13427               | 8,56714           | 85,9855                                            | 140,5145           |
|                                                                     | AD5%    | 4        | 118,7500 | 15,52149               | 7,76075           | 94,0518                                            | 143,4482           |
|                                                                     | AD7.5%  | 4        | 135,5000 | 11,44552               | 5,72276           | 117,2876                                           | 153,7124           |
|                                                                     | AD10%   | 4        | 157,7500 | 10,53170               | 5,26585           | 140,9917                                           | 174,5083           |
|                                                                     | AD12.5% | 4        | 122,7500 | 19,72097               | 9,86049           | 91,3695                                            | 154,1305           |
|                                                                     | AD15%   | 4        | 141,0000 | 7,70281                | 3,85141           | 128,7431                                           | 153,2569           |
|                                                                     | R10%    | 4        | 141,7500 | 8,69387                | 4,34693           | 127,9161                                           | 155,5839           |
|                                                                     | R20%    | 4        | 130,0000 | 7,78888                | 3,89444           | 117,6062                                           | 142,3938           |
|                                                                     | R30%    | 4        | 186,5000 | 21,29945               | 10,64973          | 152,6078                                           | 220,3922           |
|                                                                     | R40%    | 4        | 181,0000 | 20,78461               | 10,39230          | 147,9270                                           | 214,0730           |
| Total                                                               | 40      | 142,8250 | 27,46082 | 4,34194                | 134,0426          | 151,6074                                           |                    |
| Yura IP<br>resistencia a la<br>compresión 280<br>kg/cm²<br>(28 MPa) | 0%      | 4        | 162,0000 | 24,12468               | 12,06234          | 123,6123                                           | 200,3877           |
|                                                                     | AD5%    | 4        | 171,2500 | 6,18466                | 3,09233           | 161,4088                                           | 181,0912           |
|                                                                     | AD7.5%  | 4        | 245,2500 | 8,30161                | 4,15080           | 232,0403                                           | 258,4597           |
|                                                                     | AD10%   | 4        | 172,2500 | 5,50000                | 2,75000           | 163,4983                                           | 181,0017           |
|                                                                     | AD12.5% | 4        | 182,0000 | 12,64911               | 6,32456           | 161,8724                                           | 202,1276           |
|                                                                     | AD15%   | 4        | 180,7500 | 10,53170               | 5,26585           | 163,9917                                           | 197,5083           |
|                                                                     | R10%    | 4        | 229,5000 | 5,50757                | 2,75379           | 220,7362                                           | 238,2638           |
|                                                                     | R20%    | 4        | 198,5000 | 10,59874               | 5,29937           | 181,6350                                           | 215,3650           |
|                                                                     | R30%    | 4        | 191,2500 | 10,40433               | 5,20216           | 174,6944                                           | 207,8056           |
|                                                                     | R40%    | 4        | 194,5000 | 10,59874               | 5,29937           | 177,6350                                           | 211,3650           |
| Total                                                               | 40      | 192,7250 | 27,26507 | 4,31099                | 184,0052          | 201,4448                                           |                    |
| Wari IP<br>resistencia a la<br>compresión 210<br>kg/cm²<br>(21 MPa) | 0%      | 4        | 225,5000 | 6,60808                | 3,30404           | 214,9851                                           | 236,0149           |
|                                                                     | AD5%    | 4        | 139,7500 | 22,24672               | 11,12336          | 104,3505                                           | 175,1495           |
|                                                                     | AD7.5%  | 4        | 162,2500 | 1,25831                | ,62915            | 160,2478                                           | 164,2522           |
|                                                                     | AD10%   | 4        | 218,2500 | 4,57347                | 2,28674           | 210,9726                                           | 225,5274           |
|                                                                     | AD12.5% | 4        | 169,5000 | 9,39858                | 4,69929           | 154,5448                                           | 184,4552           |
|                                                                     | AD15%   | 4        | 200,5000 | 14,84363               | 7,42181           | 176,8805                                           | 224,1195           |
|                                                                     | R10%    | 4        | 164,2500 | 6,39661                | 3,19831           | 154,0716                                           | 174,4284           |
|                                                                     | R20%    | 4        | 217,0000 | 16,95091               | 8,47545           | 190,0273                                           | 243,9727           |
|                                                                     | R30%    | 4        | 145,5000 | 12,71482               | 6,35741           | 125,2679                                           | 165,7321           |
|                                                                     | R40%    | 4        | 140,7500 | 13,79311               | 6,89656           | 118,8021                                           | 162,6979           |
| Total                                                               | 40      | 178,3250 | 34,31557 | 5,42577                | 167,3503          | 189,2997                                           |                    |
| Wari IP<br>resistencia a la<br>compresión 280<br>kg/cm²<br>(28 MPa) | 0%      | 4        | 202,2500 | 19,36276               | 9,68138           | 171,4395                                           | 233,0605           |
|                                                                     | AD5%    | 4        | 207,5000 | 8,26640                | 4,13320           | 194,3463                                           | 220,6537           |
|                                                                     | AD7.5%  | 4        | 206,0000 | 12,19289               | 6,09645           | 186,5984                                           | 225,4016           |
|                                                                     | AD10%   | 4        | 206,7500 | 19,95620               | 9,97810           | 174,9952                                           | 238,5048           |
|                                                                     | AD12.5% | 4        | 242,2500 | 23,90781               | 11,95390          | 204,2073                                           | 280,2927           |
|                                                                     | AD15%   | 4        | 250,5000 | 23,01449               | 11,50724          | 213,8788                                           | 287,1212           |

|              |    |          |          |          |          |          |
|--------------|----|----------|----------|----------|----------|----------|
| <b>R10%</b>  | 4  | 258,5000 | 15,26434 | 7,63217  | 234,2110 | 282,7890 |
| <b>R20%</b>  | 4  | 271,0000 | 21,15026 | 10,57513 | 237,3452 | 304,6548 |
| <b>R30%</b>  | 4  | 235,0000 | 9,89949  | 4,94975  | 219,2477 | 250,7523 |
| <b>R40%</b>  | 4  | 220,7500 | 9,46485  | 4,73242  | 205,6893 | 235,8107 |
| <b>Total</b> | 40 | 230,0500 | 28,25974 | 4,46826  | 221,0121 | 239,0879 |

*Tabla 93: Análisis estadístico descriptivo concreto a 3 días de edad*

*Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22.*

### 5.7.1.2. Análisis descriptivo concreto a 7 días.

|                                                                     |         | N        | Media    | Desviación<br>estándar | Error<br>estándar | 95% del intervalo de<br>confianza para la<br>media |                    |
|---------------------------------------------------------------------|---------|----------|----------|------------------------|-------------------|----------------------------------------------------|--------------------|
|                                                                     |         |          |          |                        |                   | Límite<br>inferior                                 | Límite<br>superior |
| Yura IP<br>resistencia a la<br>compresión 210<br>kg/cm²<br>(21 MPa) | 0%      | 4        | 187,2500 | 6,84957                | 3,42479           | 176,3508                                           | 198,1492           |
|                                                                     | AD5%    | 4        | 145,7500 | 40,02812               | 20,01406          | 82,0563                                            | 209,4437           |
|                                                                     | AD7.5%  | 4        | 183,2500 | 12,81601               | 6,40800           | 162,8569                                           | 203,6431           |
|                                                                     | AD10%   | 4        | 208,2500 | 9,70824                | 4,85412           | 192,8020                                           | 223,6980           |
|                                                                     | AD12.5% | 4        | 186,0000 | 11,31371               | 5,65685           | 167,9974                                           | 204,0026           |
|                                                                     | AD15%   | 4        | 178,5000 | 16,90168               | 8,45084           | 151,6057                                           | 205,3943           |
|                                                                     | R10%    | 4        | 195,5000 | 6,95222                | 3,47611           | 184,4375                                           | 206,5625           |
|                                                                     | R20%    | 4        | 203,0000 | 16,99019               | 8,49510           | 175,9648                                           | 230,0352           |
|                                                                     | R30%    | 4        | 232,2500 | 11,64403               | 5,82201           | 213,7218                                           | 250,7782           |
|                                                                     | R40%    | 4        | 225,2500 | 11,64403               | 5,82201           | 206,7218                                           | 243,7782           |
| Total                                                               | 40      | 194,5000 | 28,12791 | 4,44741                | 185,5043          | 203,4957                                           |                    |
| Yura IP<br>resistencia a la<br>compresión 280<br>kg/cm²<br>(28 MPa) | 0%      | 4        | 225,5000 | 18,11997               | 9,05999           | 196,6671                                           | 254,3329           |
|                                                                     | AD5%    | 4        | 228,7500 | 15,37043               | 7,68521           | 204,2922                                           | 253,2078           |
|                                                                     | AD7.5%  | 4        | 173,7500 | 14,17451               | 7,08725           | 151,1952                                           | 196,3048           |
|                                                                     | AD10%   | 4        | 231,5000 | 6,85565                | 3,42783           | 220,5911                                           | 242,4089           |
|                                                                     | AD12.5% | 4        | 210,0000 | 4,24264                | 2,12132           | 203,2490                                           | 216,7510           |
|                                                                     | AD15%   | 4        | 208,2500 | 23,31487               | 11,65744          | 171,1508                                           | 245,3492           |
|                                                                     | R10%    | 4        | 276,7500 | 12,86792               | 6,43396           | 256,2743                                           | 297,2257           |
|                                                                     | R20%    | 4        | 241,7500 | 8,99537                | 4,49768           | 227,4364                                           | 256,0636           |
|                                                                     | R30%    | 4        | 243,7500 | 6,84957                | 3,42479           | 232,8508                                           | 254,6492           |
|                                                                     | R40%    | 4        | 236,7500 | 8,99537                | 4,49768           | 222,4364                                           | 251,0636           |
| Total                                                               | 40      | 227,6750 | 28,42298 | 4,49407                | 218,5849          | 236,7651                                           |                    |
| Wari IP<br>resistencia a la<br>compresión 210<br>kg/cm²             | 0%      | 4        | 257,0000 | 5,59762                | 2,79881           | 248,0929                                           | 265,9071           |
|                                                                     | AD5%    | 4        | 231,0000 | 12,67544               | 6,33772           | 210,8306                                           | 251,1694           |
|                                                                     | AD7.5%  | 4        | 264,5000 | 28,30194               | 14,15097          | 219,4653                                           | 309,5347           |
|                                                                     | AD10%   | 4        | 251,7500 | 3,86221                | 1,93111           | 245,6044                                           | 257,8956           |

|                                                                                 |         |    |          |          |          |          |          |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------|----|----------|----------|----------|----------|----------|
| (21 MPa)                                                                        | AD12.5% | 4  | 207,2500 | 17,46186 | 8,73093  | 179,4643 | 235,0357 |
|                                                                                 | AD15%   | 4  | 251,5000 | 14,47987 | 7,23994  | 228,4593 | 274,5407 |
|                                                                                 | R10%    | 4  | 201,2500 | 13,50000 | 6,75000  | 179,7685 | 222,7315 |
|                                                                                 | R20%    | 4  | 270,0000 | 12,24745 | 6,12372  | 250,5116 | 289,4884 |
|                                                                                 | R30%    | 4  | 223,2500 | 14,45395 | 7,22697  | 200,2505 | 246,2495 |
|                                                                                 | R40%    | 4  | 218,5000 | 14,20094 | 7,10047  | 195,9031 | 241,0969 |
|                                                                                 | Total   | 40 | 237,6000 | 26,98319 | 4,26642  | 228,9704 | 246,2296 |
| Wari IP<br>resistencia a la<br>compresión 280<br>kg/cm <sup>2</sup><br>(28 MPa) | 0%      | 4  | 317,0000 | 10,32796 | 5,16398  | 300,5659 | 333,4341 |
|                                                                                 | AD5%    | 4  | 342,0000 | 16,83251 | 8,41625  | 315,2157 | 368,7843 |
|                                                                                 | AD7.5%  | 4  | 316,5000 | 11,70470 | 5,85235  | 297,8752 | 335,1248 |
|                                                                                 | AD10%   | 4  | 336,7500 | 18,46393 | 9,23196  | 307,3698 | 366,1302 |
|                                                                                 | AD12.5% | 4  | 303,0000 | 26,84524 | 13,42262 | 260,2832 | 345,7168 |
|                                                                                 | AD15%   | 4  | 306,5000 | 10,72381 | 5,36190  | 289,4360 | 323,5640 |
|                                                                                 | R10%    | 4  | 310,0000 | 13,95230 | 6,97615  | 287,7988 | 332,2012 |
|                                                                                 | R20%    | 4  | 328,2500 | 14,81834 | 7,40917  | 304,6707 | 351,8293 |
|                                                                                 | R30%    | 4  | 337,2500 | 12,57975 | 6,28987  | 317,2328 | 357,2672 |
|                                                                                 | R40%    | 4  | 317,0000 | 12,08305 | 6,04152  | 297,7732 | 336,2268 |
|                                                                                 | Total   | 40 | 321,4250 | 19,02210 | 3,00766  | 315,3414 | 327,5086 |

Tabla 94: Análisis estadístico descriptivo concreto a 7 días de edad  
Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22

### 5.7.1.3. Análisis descriptivo concreto a 14 días.

|                                                                                 |         | N  | Media    | Desviación<br>estándar | Error<br>estándar | 95% del intervalo de<br>confianza para la<br>media |                    |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------|----|----------|------------------------|-------------------|----------------------------------------------------|--------------------|
|                                                                                 |         |    |          |                        |                   | Límite<br>inferior                                 | Límite<br>superior |
| Yura IP<br>resistencia a la<br>compresión 210<br>kg/cm <sup>2</sup><br>(21 MPa) | 0%      | 4  | 214,0000 | 10,86278               | 5,43139           | 196,7149                                           | 231,2851           |
|                                                                                 | AD5%    | 4  | 217,2500 | 24,00521               | 12,00260          | 179,0524                                           | 255,4476           |
|                                                                                 | AD7.5%  | 4  | 212,5000 | 19,53629               | 9,76815           | 181,4134                                           | 243,5866           |
|                                                                                 | AD10%   | 4  | 248,0000 | 21,15026               | 10,57513          | 214,3452                                           | 281,6548           |
|                                                                                 | AD12.5% | 4  | 215,0000 | 12,88410               | 6,44205           | 194,4985                                           | 235,5015           |
|                                                                                 | AD15%   | 4  | 201,7500 | 11,61536               | 5,80768           | 183,2674                                           | 220,2326           |
|                                                                                 | R10%    | 4  | 253,2500 | 19,61929               | 9,80965           | 222,0313                                           | 284,4687           |
|                                                                                 | R20%    | 4  | 255,0000 | 15,12173               | 7,56086           | 230,9380                                           | 279,0620           |
|                                                                                 | R30%    | 4  | 259,0000 | 17,66352               | 8,83176           | 230,8934                                           | 287,1066           |
|                                                                                 | R40%    | 4  | 255,0000 | 17,66352               | 8,83176           | 226,8934                                           | 283,1066           |
|                                                                                 | Total   | 40 | 233,0750 | 26,61250               | 4,20781           | 224,5639                                           | 241,5861           |
| Yura IP                                                                         | 0%      | 4  | 277,2500 | 13,72042               | 6,86021           | 255,4177                                           | 299,0823           |



|                                                                        |         |    |          |          |          |          |          |
|------------------------------------------------------------------------|---------|----|----------|----------|----------|----------|----------|
| resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa)            | AD5%    | 4  | 288,2500 | 12,91962 | 6,45981  | 267,6920 | 308,8080 |
|                                                                        | AD7.5%  | 4  | 280,0000 | 29,49576 | 14,74788 | 233,0657 | 326,9343 |
|                                                                        | AD10%   | 4  | 291,0000 | 9,62635  | 4,81318  | 275,6823 | 306,3177 |
|                                                                        | AD12.5% | 4  | 258,0000 | 14,02379 | 7,01189  | 235,6850 | 280,3150 |
|                                                                        | AD15%   | 4  | 271,5000 | 10,40833 | 5,20416  | 254,9380 | 288,0620 |
|                                                                        | R10%    | 4  | 324,2500 | 12,28481 | 6,14241  | 304,7021 | 343,7979 |
|                                                                        | R20%    | 4  | 293,5000 | 13,30413 | 6,65207  | 272,3302 | 314,6698 |
|                                                                        | R30%    | 4  | 303,5000 | 9,00000  | 4,50000  | 289,1790 | 317,8210 |
|                                                                        | R40%    | 4  | 279,5000 | 12,55654 | 6,27827  | 259,5197 | 299,4803 |
|                                                                        | Total   | 40 | 286,6750 | 21,82023 | 3,45008  | 279,6966 | 293,6534 |
| Wari IP<br>resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | 0%      | 4  | 309,7500 | 6,65207  | 3,32603  | 299,1651 | 320,3349 |
|                                                                        | AD5%    | 4  | 314,0000 | 17,62574 | 8,81287  | 285,9535 | 342,0465 |
|                                                                        | AD7.5%  | 4  | 344,0000 | 20,47763 | 10,23882 | 311,4155 | 376,5845 |
|                                                                        | AD10%   | 4  | 298,0000 | 10,09950 | 5,04975  | 281,9294 | 314,0706 |
|                                                                        | AD12.5% | 4  | 262,2500 | 22,06619 | 11,03309 | 227,1378 | 297,3622 |
|                                                                        | AD15%   | 4  | 294,5000 | 29,60293 | 14,80146 | 247,3951 | 341,6049 |
|                                                                        | R10%    | 4  | 292,2500 | 12,60622 | 6,30311  | 272,1907 | 312,3093 |
|                                                                        | R20%    | 4  | 302,5000 | 19,87461 | 9,93730  | 270,8751 | 334,1249 |
|                                                                        | R30%    | 4  | 291,2500 | 9,50000  | 4,75000  | 276,1334 | 306,3666 |
|                                                                        | R40%    | 4  | 285,2500 | 9,50000  | 4,75000  | 270,1334 | 300,3666 |
|                                                                        | Total   | 40 | 299,3750 | 25,36572 | 4,01067  | 291,2626 | 307,4874 |
| Wari IP<br>resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | 0%      | 4  | 358,5000 | 21,76388 | 10,88194 | 323,8688 | 393,1312 |
|                                                                        | AD5%    | 4  | 384,0000 | 9,48683  | 4,74342  | 368,9043 | 399,0957 |
|                                                                        | AD7.5%  | 4  | 385,5000 | 5,19615  | 2,59808  | 377,2318 | 393,7682 |
|                                                                        | AD10%   | 4  | 383,2500 | 15,19594 | 7,59797  | 359,0699 | 407,4301 |
|                                                                        | AD12.5% | 4  | 376,5000 | 14,97776 | 7,48888  | 352,6670 | 400,3330 |
|                                                                        | AD15%   | 4  | 390,0000 | 11,10555 | 5,55278  | 372,3286 | 407,6714 |
|                                                                        | R10%    | 4  | 380,5000 | 13,00000 | 6,50000  | 359,8141 | 401,1859 |
|                                                                        | R20%    | 4  | 400,2500 | 16,78044 | 8,39022  | 373,5486 | 426,9514 |
|                                                                        | R30%    | 4  | 421,2500 | 19,78846 | 9,89423  | 389,7621 | 452,7379 |
|                                                                        | R40%    | 4  | 404,0000 | 18,83260 | 9,41630  | 374,0331 | 433,9669 |
|                                                                        | Total   | 40 | 388,3750 | 21,22491 | 3,35595  | 381,5869 | 395,1631 |

Tabla 95: Análisis estadístico descriptivo concreto a 14 días de edad  
Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22

#### 5.7.1.4. Análisis descriptivo concreto a 28 días de edad.

|                                                            |         |    |          |                     |                | 95% del intervalo de confianza para la media |                 |
|------------------------------------------------------------|---------|----|----------|---------------------|----------------|----------------------------------------------|-----------------|
|                                                            |         | N  | Media    | Desviación estándar | Error estándar | Límite inferior                              | Límite superior |
| Yura IP<br>resistencia a la compresión 210 kg/cm² (21 MPa) | 0%      | 4  | 255,7500 | 18,08084            | 9,04042        | 226,9794                                     | 284,5206        |
|                                                            | AD5%    | 4  | 283,7500 | 8,88351             | 4,44175        | 269,6144                                     | 297,8856        |
|                                                            | AD7.5%  | 4  | 294,7500 | 17,85824            | 8,92912        | 266,3336                                     | 323,1664        |
|                                                            | AD10%   | 4  | 298,5000 | 13,69915            | 6,84957        | 276,7016                                     | 320,2984        |
|                                                            | AD12.5% | 4  | 286,7500 | 10,56330            | 5,28165        | 269,9414                                     | 303,5586        |
|                                                            | AD15%   | 4  | 287,0000 | 15,64182            | 7,82091        | 262,1104                                     | 311,8896        |
|                                                            | R10%    | 4  | 335,7500 | 16,19413            | 8,09707        | 309,9815                                     | 361,5185        |
|                                                            | R20%    | 4  | 332,2500 | 30,80449            | 15,40225       | 283,2332                                     | 381,2668        |
|                                                            | R30%    | 4  | 328,2500 | 10,30776            | 5,15388        | 311,8480                                     | 344,6520        |
|                                                            | R40%    | 4  | 323,2500 | 10,30776            | 5,15388        | 306,8480                                     | 339,6520        |
|                                                            | Total   | 40 | 302,6000 | 29,00911            | 4,58674        | 293,3224                                     | 311,8776        |
| Yura IP<br>resistencia a la compresión 280 kg/cm² (28 MPa) | 0%      | 4  | 345,7500 | 17,44276            | 8,72138        | 317,9947                                     | 373,5053        |
|                                                            | AD5%    | 4  | 351,0000 | 11,74734            | 5,87367        | 332,3074                                     | 369,6926        |
|                                                            | AD7.5%  | 4  | 352,5000 | 9,81495             | 4,90748        | 336,8822                                     | 368,1178        |
|                                                            | AD10%   | 4  | 332,0000 | 5,94418             | 2,97209        | 322,5415                                     | 341,4585        |
|                                                            | AD12.5% | 4  | 301,0000 | 9,59166             | 4,79583        | 285,7375                                     | 316,2625        |
|                                                            | AD15%   | 4  | 287,7500 | 9,63933             | 4,81966        | 272,4117                                     | 303,0883        |
|                                                            | R10%    | 4  | 402,2500 | 11,32475            | 5,66238        | 384,2298                                     | 420,2702        |
|                                                            | R20%    | 4  | 361,2500 | 17,61391            | 8,80696        | 333,2223                                     | 389,2777        |
|                                                            | R30%    | 4  | 345,0000 | 5,47723             | 2,73861        | 336,2845                                     | 353,7155        |
|                                                            | R40%    | 4  | 344,0000 | 17,16586            | 8,58293        | 316,6853                                     | 371,3147        |
|                                                            | Total   | 40 | 342,2500 | 32,15966            | 5,08489        | 331,9648                                     | 352,5352        |
| Wari IP<br>resistencia a la compresión 210 kg/cm² (21 MPa) | 0%      | 4  | 341,0000 | 11,51810            | 5,75905        | 322,6721                                     | 359,3279        |
|                                                            | AD5%    | 4  | 356,7500 | 10,90489            | 5,45245        | 339,3979                                     | 374,1021        |
|                                                            | AD7.5%  | 4  | 371,0000 | 7,78888             | 3,89444        | 358,6062                                     | 383,3938        |
|                                                            | AD10%   | 4  | 329,5000 | 10,40833            | 5,20416        | 312,9380                                     | 346,0620        |
|                                                            | AD12.5% | 4  | 313,2500 | 4,34933             | 2,17466        | 306,3292                                     | 320,1708        |
|                                                            | AD15%   | 4  | 338,0000 | 15,34058            | 7,67029        | 313,5897                                     | 362,4103        |
|                                                            | R10%    | 4  | 339,5000 | 31,79623            | 15,89811       | 288,9051                                     | 390,0949        |
|                                                            | R20%    | 4  | 406,7500 | 28,74456            | 14,37228       | 361,0110                                     | 452,4890        |
|                                                            | R30%    | 4  | 372,2500 | 19,20720            | 9,60360        | 341,6871                                     | 402,8129        |
|                                                            | R40%    | 4  | 364,5000 | 19,01754            | 9,50877        | 334,2389                                     | 394,7611        |
|                                                            | Total   | 40 | 353,2500 | 30,11921            | 4,76226        | 343,6174                                     | 362,8826        |
| Wari IP                                                    | 0%      | 4  | 428,5000 | 29,78255            | 14,89127       | 381,1093                                     | 475,8907        |

|                                                             |         |    |          |          |          |          |          |
|-------------------------------------------------------------|---------|----|----------|----------|----------|----------|----------|
| resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | AD5%    | 4  | 463,7500 | 21,92981 | 10,96491 | 428,8548 | 498,6452 |
|                                                             | AD7.5%  | 4  | 470,7500 | 22,51481 | 11,25740 | 434,9239 | 506,5761 |
|                                                             | AD10%   | 4  | 480,2500 | 17,13427 | 8,56714  | 452,9855 | 507,5145 |
|                                                             | AD12.5% | 4  | 448,7500 | 22,82360 | 11,41180 | 412,4326 | 485,0674 |
|                                                             | AD15%   | 4  | 446,0000 | 19,27001 | 9,63501  | 415,3371 | 476,6629 |
|                                                             | R10%    | 4  | 443,7500 | 33,77746 | 16,88873 | 390,0025 | 497,4975 |
|                                                             | R20%    | 4  | 475,5000 | 20,95233 | 10,47616 | 442,1602 | 508,8398 |
|                                                             | R30%    | 4  | 485,2500 | 17,28921 | 8,64460  | 457,7390 | 512,7610 |
|                                                             | R40%    | 4  | 463,2500 | 20,75853 | 10,37927 | 430,2185 | 496,2815 |
|                                                             | Total   | 40 | 460,5750 | 26,85468 | 4,24610  | 451,9865 | 469,1635 |

**Tabla 96: Análisis estadístico descriptivo concreto a 28 días de edad**

Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22

## 5.7.2. Contrastes de normalidad y homogeneidad de varianzas

### 5.7.2.1. Homogeneidad y normalidad de varianzas concreto a 3 días de edad

Análisis de la Normalidad de los resultados:

#### Pruebas de normalidad

|                                                                     | Diseño  | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |       |
|---------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------|----|------|--------------|----|-------|
|                                                                     |         | Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig.  |
| Yura IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | 0%      | 0.175                           | 4  | -    | 0.976        | 4  | 0.879 |
|                                                                     | AD5%    | 0.266                           | 4  | -    | 0.862        | 4  | 0.269 |
|                                                                     | AD7.5%  | 0.233                           | 4  | -    | 0.956        | 4  | 0.757 |
|                                                                     | AD10%   | 0.407                           | 4  | -    | 0.702        | 4  | 0.012 |
|                                                                     | AD12.5% | 0.216                           | 4  | -    | 0.945        | 4  | 0.687 |
|                                                                     | AD15%   | 0.242                           | 4  | -    | 0.927        | 4  | 0.579 |
|                                                                     | R10%    | 0.188                           | 4  | -    | 0.980        | 4  | 0.904 |
|                                                                     | R20%    | 0.279                           | 4  | -    | 0.881        | 4  | 0.341 |
|                                                                     | R30%    | 0.189                           | 4  | -    | 0.979        | 4  | 0.897 |
|                                                                     | R40%    | 0.185                           | 4  | -    | 0.981        | 4  | 0.906 |
| Yura IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | 0%      | 0.250                           | 4  | -    | 0.947        | 4  | 0.700 |
|                                                                     | AD5%    | 0.202                           | 4  | -    | 0.987        | 4  | 0.941 |
|                                                                     | AD7.5%  | 0.256                           | 4  | -    | 0.886        | 4  | 0.365 |
|                                                                     | AD10%   | 0.340                           | 4  | -    | 0.880        | 4  | 0.337 |
|                                                                     | AD12.5% | 0.236                           | 4  | -    | 0.940        | 4  | 0.653 |
|                                                                     | AD15%   | 0.207                           | 4  | -    | 0.937        | 4  | 0.637 |
|                                                                     | R10%    | 0.237                           | 4  | -    | 0.939        | 4  | 0.650 |
|                                                                     | R20%    | 0.131                           | 4  | -    | 0.999        | 4  | 0.996 |
|                                                                     | R30%    | 0.286                           | 4  | -    | 0.865        | 4  | 0.279 |
|                                                                     | R40%    | 0.131                           | 4  | -    | 0.999        | 4  | 0.996 |
| Wari IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | 0%      | 0.252                           | 4  | -    | 0.916        | 4  | 0.513 |
|                                                                     | AD5%    | 0.343                           | 4  | -    | 0.868        | 4  | 0.291 |
|                                                                     | AD7.5%  | 0.329                           | 4  | -    | 0.895        | 4  | 0.406 |
|                                                                     | AD10%   | 0.226                           | 4  | -    | 0.946        | 4  | 0.691 |



|                                                                           |         |       |   |   |       |   |       |
|---------------------------------------------------------------------------|---------|-------|---|---|-------|---|-------|
|                                                                           | AD12.5% | 0.255 | 4 | - | 0.874 | 4 | 0.314 |
|                                                                           | AD15%   | 0.217 | 4 | - | 0.959 | 4 | 0.771 |
|                                                                           | R10%    | 0.247 | 4 | - | 0.890 | 4 | 0.384 |
|                                                                           | R20%    | 0.343 | 4 | - | 0.769 | 4 | 0.057 |
|                                                                           | R30%    | 0.273 | 4 | - | 0.885 | 4 | 0.361 |
|                                                                           | R40%    | 0.293 | 4 | - | 0.839 | 4 | 0.193 |
| <b>Wari IP resistencia a la compresión 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa)</b> | 0%      | 0.269 | 4 | - | 0.901 | 4 | 0.437 |
|                                                                           | AD5%    | 0.247 | 4 | - | 0.872 | 4 | 0.305 |
|                                                                           | AD7.5%  | 0.153 | 4 | - | 0.998 | 4 | 0.993 |
|                                                                           | AD10%   | 0.222 | 4 | - | 0.952 | 4 | 0.731 |
|                                                                           | AD12.5% | 0.246 | 4 | - | 0.966 | 4 | 0.815 |
|                                                                           | AD15%   | 0.190 | 4 | - | 0.988 | 4 | 0.949 |
|                                                                           | R10%    | 0.315 | 4 | - | 0.899 | 4 | 0.428 |
|                                                                           | R20%    | 0.275 | 4 | - | 0.890 | 4 | 0.384 |
|                                                                           | R30%    | 0.250 | 4 | - | 0.963 | 4 | 0.798 |
|                                                                           | R40%    | 0.239 | 4 | - | 0.969 | 4 | 0.837 |

*Tabla 97: Pruebas de normalidad concreto a 3 días de edad*  
Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22

Análisis de la Homogeneidad de Varianzas aplicando el método estadístico de Levene:

**Prueba de homogeneidad de varianza**

|                                                                           |                                         | <b>Estadístico de Levene</b> | <b>df1</b> | <b>df2</b> |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------|------------|------------|
| <b>Yura IP resistencia a la compresión 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa)</b> | Se basa en la media                     | 1,893                        | 9          | 30         |
|                                                                           | Se basa en la mediana                   | 1,682                        | 9          | 30         |
|                                                                           | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 1,682                        | 9          | 19,306     |
|                                                                           | Se basa en la media recortada           | 1,883                        | 9          | 30         |
| <b>Yura IP resistencia a la compresión 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa)</b> | Se basa en la media                     | 1,432                        | 9          | 30         |
|                                                                           | Se basa en la mediana                   | 1,301                        | 9          | 30         |
|                                                                           | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 1,301                        | 9          | 8,759      |
|                                                                           | Se basa en la media recortada           | 1,433                        | 9          | 30         |
| <b>Wari IP resistencia a la compresión 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa)</b> | Se basa en la media                     | 2,765                        | 9          | 30         |
|                                                                           | Se basa en la mediana                   | 1,125                        | 9          | 30         |
|                                                                           | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 1,125                        | 9          | 8,179      |
|                                                                           | Se basa en la media recortada           | 2,450                        | 9          | 30         |
| <b>Wari IP resistencia a la compresión 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa)</b> | Se basa en la media                     | 1,214                        | 9          | 30         |
|                                                                           | Se basa en la mediana                   | 1,095                        | 9          | 30         |
|                                                                           | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 1,095                        | 9          | 18,111     |
|                                                                           | Se basa en la media recortada           | 1,207                        | 9          | 30         |

*Tabla 98: Homogeneidad de varianza concreto a 3 días de edad*  
Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22

### Prueba de homogeneidad de varianza:

|                                                                     |                                         | Sig.  |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------|
| Yura IP Resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPA) | Se basa en la media                     | 0.092 |
|                                                                     | Se basa en la mediana                   | 0.137 |
|                                                                     | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0.162 |
|                                                                     | Se basa en la media recortada           | 0.094 |
| Yura IP Resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPA) | Se basa en la media                     | 0.219 |
|                                                                     | Se basa en la mediana                   | 0.278 |
|                                                                     | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0.353 |
|                                                                     | Se basa en la media recortada           | 0.218 |
| Wari IP Resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPA) | Se basa en la media                     | 0.017 |
|                                                                     | Se basa en la mediana                   | 0.376 |
|                                                                     | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0.438 |
|                                                                     | Se basa en la media recortada           | 0.032 |
| Wari IP Resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPA) | Se basa en la media                     | 0.323 |
|                                                                     | Se basa en la mediana                   | 0.395 |
|                                                                     | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0.413 |
|                                                                     | Se basa en la media recortada           | 0.327 |

Tabla 99: Pruebas de homogeneidad de varianza concreto a 3 días de edad

Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22

Con los resultados obtenidos del análisis se observa que todos los diseños superan el valor de 0.05 con excepción del diseño Wari IP 210 kg/cm<sup>2</sup>.

### 5.7.2.2. Homogeneidad y normalidad de varianzas concreto a 7 días de edad

Análisis de la Normalidad de los resultados:

### Pruebas de normalidad

|                                                                     | DISEÑO  | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |       |
|---------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------|----|------|--------------|----|-------|
|                                                                     |         | Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig.  |
| Yura IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | 0%      | 0.322                           | 4  | -    | 0.885        | 4  | 0.362 |
|                                                                     | AD5%    | 0.215                           | 4  | -    | 0.962        | 4  | 0.793 |
|                                                                     | AD7.5%  | 0.380                           | 4  | -    | 0.806        | 4  | 0.114 |
|                                                                     | AD10%   | 0.188                           | 4  | -    | 0.977        | 4  | 0.882 |
|                                                                     | AD12.5% | 0.260                           | 4  | -    | 0.827        | 4  | 0.161 |
|                                                                     | AD15%   | 0.252                           | 4  | -    | 0.919        | 4  | 0.533 |
|                                                                     | R10%    | 0.221                           | 4  | -    | 0.938        | 4  | 0.641 |
|                                                                     | R20%    | 0.222                           | 4  | -    | 0.944        | 4  | 0.678 |
|                                                                     | R30%    | 0.274                           | 4  | -    | 0.887        | 4  | 0.367 |
| Yura IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | R40%    | 0.274                           | 4  | -    | 0.887        | 4  | 0.367 |
|                                                                     | 0%      | 0.369                           | 4  | -    | 0.816        | 4  | 0.133 |
|                                                                     | AD5%    | 0.308                           | 4  | -    | 0.899        | 4  | 0.426 |
|                                                                     | AD7.5%  | 0.159                           | 4  | -    | 0.998        | 4  | 0.995 |
|                                                                     | AD10%   | 0.244                           | 4  | -    | 0.934        | 4  | 0.616 |

|                                                                           |         |       |   |   |       |   |       |
|---------------------------------------------------------------------------|---------|-------|---|---|-------|---|-------|
|                                                                           | AD12.5% | 0.343 | 4 | - | 0.875 | 4 | 0.316 |
|                                                                           | AD15%   | 0.243 | 4 | - | 0.935 | 4 | 0.623 |
|                                                                           | R10%    | 0.173 | 4 | - | 0.985 | 4 | 0.928 |
|                                                                           | R20%    | 0.273 | 4 | - | 0.893 | 4 | 0.396 |
|                                                                           | R30%    | 0.322 | 4 | - | 0.885 | 4 | 0.362 |
|                                                                           | R40%    | 0.273 | 4 | - | 0.893 | 4 | 0.396 |
| <b>Wari IP resistencia a la compresión 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa)</b> | 0%      | 0.321 | 4 | - | 0.881 | 4 | 0.343 |
|                                                                           | AD5%    | 0.285 | 4 | - | 0.874 | 4 | 0.316 |
|                                                                           | AD7.5%  | 0.354 | 4 | - | 0.856 | 4 | 0.247 |
|                                                                           | AD10%   | 0.262 | 4 | - | 0.895 | 4 | 0.408 |
|                                                                           | AD12.5% | 0.202 | 4 | - | 0.961 | 4 | 0.787 |
|                                                                           | AD15%   | 0.291 | 4 | - | 0.933 | 4 | 0.610 |
|                                                                           | R10%    | 0.229 | 4 | - | 0.949 | 4 | 0.711 |
|                                                                           | R20%    | 0.347 | 4 | - | 0.807 | 4 | 0.115 |
|                                                                           | R30%    | 0.282 | 4 | - | 0.863 | 4 | 0.271 |
|                                                                           | R40%    | 0.270 | 4 | - | 0.881 | 4 | 0.344 |
| <b>Wari IP resistencia a la compresión 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa)</b> | 0%      | 0.151 | 4 | - | 0.993 | 4 | 0.972 |
|                                                                           | AD5%    | 0.367 | 4 | - | 0.729 | 4 | 0.024 |
|                                                                           | AD7.5%  | 0.165 | 4 | - | 0.997 | 4 | 0.989 |
|                                                                           | AD10%   | 0.234 | 4 | - | 0.964 | 4 | 0.806 |
|                                                                           | AD12.5% | 0.338 | 4 | - | 0.846 | 4 | 0.212 |
|                                                                           | AD15%   | 0.306 | 4 | - | 0.853 | 4 | 0.238 |
|                                                                           | R10%    | 0.250 | 4 | - | 0.962 | 4 | 0.790 |
|                                                                           | R20%    | 0.257 | 4 | - | 0.914 | 4 | 0.501 |
|                                                                           | R30%    | 0.382 | 4 | - | 0.711 | 4 | 0.015 |
|                                                                           | R40%    | 0.380 | 4 | - | 0.714 | 4 | 0.017 |

**Tabla 100: Pruebas de normalidad concreto a 7 días de edad.**

Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22.

Análisis de la Homogeneidad de Varianzas aplicando el método estadístico de Levene:

**Prueba de homogeneidad de varianza**

|                                                                           |                                         | Estadístico de Levene | df1 | df2    |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------|-----|--------|
| <b>Yura IP Resistencia a la compresión 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa)</b> | Se basa en la media                     | 5,253                 | 9   | 30     |
|                                                                           | Se basa en la mediana                   | 4,194                 | 9   | 30     |
|                                                                           | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 4,194                 | 9   | 10,738 |
|                                                                           | Se basa en la media recortada           | 5,184                 | 9   | 30     |
| <b>Yura IP Resistencia a la compresión 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa)</b> | Se basa en la media                     | 2,129                 | 9   | 30     |
|                                                                           | Se basa en la mediana                   | 1,292                 | 9   | 30     |
|                                                                           | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 1,292                 | 9   | 13,962 |
|                                                                           | Se basa en la media recortada           | 2,004                 | 9   | 30     |
| <b>Wari IP Resistencia a la</b>                                           | Se basa en la media                     | 1,754                 | 9   | 30     |
|                                                                           | Se basa en la mediana                   | 0,782                 | 9   | 30     |



|                                                                           |                                         |       |   |        |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------|---|--------|
| <b>compresión 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa)</b>                          | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0,782 | 9 | 8,187  |
|                                                                           | Se basa en la media recortada           | 1,600 | 9 | 30     |
| <b>Wari IP Resistencia a la compresión 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa)</b> | Se basa en la media                     | 0,670 | 9 | 30     |
|                                                                           | Se basa en la mediana                   | 0,262 | 9 | 30     |
|                                                                           | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0,262 | 9 | 17,299 |
|                                                                           | Se basa en la media recortada           | 0,582 | 9 | 30     |

*Tabla 101: homogeneidad de varianza concreto a 7 días de edad.*

*Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22*

### Prueba de homogeneidad de varianza

|                                                                           |                                         | <b>Sig.</b> |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|
| <b>Yura IP Resistencia a la compresión 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa)</b> | Se basa en la media                     | 0,000       |
|                                                                           | Se basa en la mediana                   | 0,001       |
|                                                                           | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0,015       |
|                                                                           | Se basa en la media recortada           | 0,000       |
| <b>Yura IP Resistencia a la compresión 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa)</b> | Se basa en la media                     | 0,058       |
|                                                                           | Se basa en la mediana                   | 0,282       |
|                                                                           | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0,322       |
|                                                                           | Se basa en la media recortada           | 0,074       |
| <b>Wari IP Resistencia a la compresión 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa)</b> | Se basa en la media                     | 0,120       |
|                                                                           | Se basa en la mediana                   | 0,634       |
|                                                                           | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0,641       |
|                                                                           | Se basa en la media recortada           | 0,160       |
| <b>Wari IP Resistencia a la compresión 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa)</b> | Se basa en la media                     | 0,729       |
|                                                                           | Se basa en la mediana                   | 0,980       |
|                                                                           | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0,977       |
|                                                                           | Se basa en la media recortada           | 0,801       |

*Tabla 102: Pruebas de homogeneidad de varianza concreto a 7 días de edad.*

*Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22.*

Con los resultados de la resistencia a la compresión a 7 días, solo el diseño Yura IP 210 kg/cm<sup>2</sup> no supera el valor de 0.05.

### 5.7.2.3. Homogeneidad y normalidad de varianzas concreto a 14 días de edad

Análisis de la Normalidad de los resultados:

#### Pruebas de normalidad

|                                                                           | <b>Diseño</b> | <b>Kolmogorov-Smirnov<sup>a</sup></b> |           |             | <b>Shapiro-Wilk</b> |           |             |
|---------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------------------------------|-----------|-------------|---------------------|-----------|-------------|
|                                                                           |               | <b>Estadístico</b>                    | <b>gl</b> | <b>Sig.</b> | <b>Estadístico</b>  | <b>gl</b> | <b>Sig.</b> |
| <b>Yura IP resistencia a la compresión 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa)</b> | 0%            | 0,359                                 | 4         | .           | 0,800               | 4         | 0,102       |
|                                                                           | AD5%          | 0,257                                 | 4         | .           | 0,890               | 4         | 0,384       |
|                                                                           | AD7.5%        | 0,222                                 | 4         | .           | 0,945               | 4         | 0,687       |
|                                                                           | AD10%         | 0,343                                 | 4         | .           | 0,818               | 4         | 0,139       |
|                                                                           | AD12.5%       | 0,188                                 | 4         | .           | 0,967               | 4         | 0,825       |
|                                                                           | AD15%         | 0,293                                 | 4         | .           | 0,931               | 4         | 0,599       |
|                                                                           | R10%          | 0,275                                 | 4         | .           | 0,901               | 4         | 0,437       |
|                                                                           | R20%          | 0,329                                 | 4         | .           | 0,842               | 4         | 0,201       |
|                                                                           | R30%          | 0,160                                 | 4         | .           | 0,996               | 4         | 0,985       |
|                                                                           | R40%          | 0,160                                 | 4         | .           | 0,996               | 4         | 0,985       |

|                                                                           |         |       |   |   |       |   |       |
|---------------------------------------------------------------------------|---------|-------|---|---|-------|---|-------|
| <b>Yura IP resistencia a la compresión 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa)</b> | 0%      | 0,286 | 4 | . | 0,840 | 4 | 0,196 |
|                                                                           | AD5%    | 0,242 | 4 | . | 0,964 | 4 | 0,804 |
|                                                                           | AD7.5%  | 0,264 | 4 | . | 0,951 | 4 | 0,721 |
|                                                                           | AD10%   | 0,372 | 4 | . | 0,822 | 4 | 0,149 |
|                                                                           | AD12.5% | 0,416 | 4 | . | 0,685 | 4 | 0,008 |
|                                                                           | AD15%   | 0,293 | 4 | . | 0,776 | 4 | 0,066 |
|                                                                           | R10%    | 0,258 | 4 | . | 0,954 | 4 | 0,742 |
|                                                                           | R20%    | 0,214 | 4 | . | 0,963 | 4 | 0,798 |
|                                                                           | R30%    | 0,298 | 4 | . | 0,849 | 4 | 0,224 |
|                                                                           | R40%    | 0,225 | 4 | . | 0,954 | 4 | 0,739 |
| <b>Wari IP resistencia a la compresión 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa)</b> | 0%      | 0,214 | 4 | . | 0,963 | 4 | 0,798 |
|                                                                           | AD5%    | 0,195 | 4 | . | 0,975 | 4 | 0,875 |
|                                                                           | AD7.5%  | 0,237 | 4 | . | 0,942 | 4 | 0,665 |
|                                                                           | AD10%   | 0,289 | 4 | . | 0,925 | 4 | 0,567 |
|                                                                           | AD12.5% | 0,183 | 4 | . | 0,993 | 4 | 0,973 |
|                                                                           | AD15%   | 0,243 | 4 | . | 0,889 | 4 | 0,380 |
|                                                                           | R10%    | 0,204 | 4 | . | 0,961 | 4 | 0,786 |
|                                                                           | R20%    | 0,378 | 4 | . | 0,762 | 4 | 0,050 |
|                                                                           | R30%    | 0,302 | 4 | . | 0,842 | 4 | 0,201 |
|                                                                           | R40%    | 0,302 | 4 | . | 0,842 | 4 | 0,201 |
| <b>Wari IP resistencia a la compresión 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa)</b> | 0%      | 0,289 | 4 | . | 0,848 | 4 | 0,219 |
|                                                                           | AD5%    | 0,374 | 4 | . | 0,789 | 4 | 0,084 |
|                                                                           | AD7.5%  | 0,185 | 4 | . | 0,981 | 4 | 0,906 |
|                                                                           | AD10%   | 0,347 | 4 | . | 0,822 | 4 | 0,148 |
|                                                                           | AD12.5% | 0,237 | 4 | . | 0,945 | 4 | 0,685 |
|                                                                           | AD15%   | 0,286 | 4 | . | 0,827 | 4 | 0,160 |
|                                                                           | R10%    | 0,296 | 4 | . | 0,893 | 4 | 0,399 |
|                                                                           | R20%    | 0,315 | 4 | . | 0,860 | 4 | 0,259 |
|                                                                           | R30%    | 0,272 | 4 | . | 0,891 | 4 | 0,389 |
|                                                                           | R40%    | 0,271 | 4 | . | 0,893 | 4 | 0,395 |

**Tabla 103: Pruebas de normalidad concreto a 14 días de edad.**

Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22.

### \*Corrección de significación de Lilliefors

Análisis de la Homogeneidad de Varianzas aplicando el método estadístico de Levene:

#### **Prueba de homogeneidad de varianza**

|                                                                           |                                         | <b>Estadístico de Levene</b> | <b>df1</b> | <b>df2</b> |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------|------------|------------|
| <b>Yura IP resistencia a la compresión 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa)</b> | Se basa en la media                     | 0,548                        | 9          | 30         |
|                                                                           | Se basa en la mediana                   | 0,406                        | 9          | 30         |
|                                                                           | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0,406                        | 9          | 22,941     |
|                                                                           | Se basa en la media recortada           | 0,523                        | 9          | 30         |
| <b>Yura IP resistencia a la compresión 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa)</b> | Se basa en la media                     | 0,643                        | 9          | 30         |
|                                                                           | Se basa en la mediana                   | 0,502                        | 9          | 30         |
|                                                                           | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0,502                        | 9          | 12,204     |
|                                                                           | Se basa en la media recortada           | 0,613                        | 9          | 30         |
| <b>Wari IP resistencia a la</b>                                           | Se basa en la media                     | 1,454                        | 9          | 30         |
|                                                                           | Se basa en la mediana                   | 1,009                        | 9          | 30         |

|                                                                           |                                         |       |   |        |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------|---|--------|
| <b>compresión 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa)</b>                          | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 1,009 | 9 | 14,011 |
|                                                                           | Se basa en la media recortada           | 1,414 | 9 | 30     |
| <b>Wari IP resistencia a la compresión 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa)</b> | Se basa en la media                     | 1,588 | 9 | 30     |
|                                                                           | Se basa en la mediana                   | 1,048 | 9 | 30     |
|                                                                           | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 1,048 | 9 | 22,689 |
|                                                                           | Se basa en la media recortada           | 1,514 | 9 | 30     |

*Tabla 104: homogeneidad de varianza concreto a 14 días de edad.*

*Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22*

### Prueba de homogeneidad de varianza

|                                                                           |                                         | Sig.  |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------|
| <b>Yura IP Resistencia a la compresión 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa)</b> | Se basa en la media                     | 0,828 |
|                                                                           | Se basa en la mediana                   | 0,922 |
|                                                                           | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0,919 |
|                                                                           | Se basa en la media recortada           | 0,846 |
| <b>Yura IP Resistencia a la compresión 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa)</b> | Se basa en la media                     | 0,751 |
|                                                                           | Se basa en la mediana                   | 0,861 |
|                                                                           | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0,847 |
|                                                                           | Se basa en la media recortada           | 0,776 |
| <b>Wari IP Resistencia a la compresión 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa)</b> | Se basa en la media                     | 0,210 |
|                                                                           | Se basa en la mediana                   | 0,454 |
|                                                                           | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0,476 |
|                                                                           | Se basa en la media recortada           | 0,226 |
| <b>Wari IP Resistencia a la compresión 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa)</b> | Se basa en la media                     | 0,164 |
|                                                                           | Se basa en la mediana                   | 0,427 |
|                                                                           | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0,435 |
|                                                                           | Se basa en la media recortada           | 0,188 |

*Tabla 105: Prueba de homogeneidad de varianza concreto a 14 días de edad*

*Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22*

A la edad de 14 días, todos los resultados presentar homogeneidad en sus varianzas.

### 5.7.2.4. Homogeneidad y normalidad de varianzas concreto a 28 días de edad

Análisis de la Normalidad de los resultados:

#### Pruebas de normalidad

|                                                                           | Diseño  | Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup> |    |      | Shapiro-Wilk |    |       |
|---------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------|----|------|--------------|----|-------|
|                                                                           |         | Estadístico                     | gl | Sig. | Estadístico  | gl | Sig.  |
| <b>Yura IP resistencia a la compresión 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa)</b> | 0%      | 0,205                           | 4  | -    | 0,970        | 4  | 0,840 |
|                                                                           | AD5%    | 0,223                           | 4  | -    | 0,939        | 4  | 0,648 |
|                                                                           | AD7.5%  | 0,333                           | 4  | -    | 0,778        | 4  | 0,068 |
|                                                                           | AD10%   | 0,265                           | 4  | -    | 0,856        | 4  | 0,245 |
|                                                                           | AD12.5% | 0,316                           | 4  | -    | 0,863        | 4  | 0,270 |
|                                                                           | AD15%   | 0,225                           | 4  | -    | 0,977        | 4  | 0,885 |
|                                                                           | R10%    | 0,247                           | 4  | -    | 0,930        | 4  | 0,594 |
|                                                                           | R20%    | 0,240                           | 4  | -    | 0,956        | 4  | 0,753 |



|                                                                           |         |       |   |   |       |   |       |
|---------------------------------------------------------------------------|---------|-------|---|---|-------|---|-------|
|                                                                           | R30%    | 0,259 | 4 | - | 0,881 | 4 | 0,345 |
|                                                                           | R40%    | 0,259 | 4 | - | 0,881 | 4 | 0,345 |
| <b>Yura IP resistencia a la compresión 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa)</b> | 0%      | 0,259 | 4 | - | 0,824 | 4 | 0,153 |
|                                                                           | AD5%    | 0,224 | 4 | - | 0,953 | 4 | 0,736 |
|                                                                           | AD7.5%  | 0,351 | 4 | - | 0,771 | 4 | 0,060 |
|                                                                           | AD10%   | 0,132 | 4 | - | 0,998 | 4 | 0,995 |
|                                                                           | AD12.5% | 0,208 | 4 | - | 0,941 | 4 | 0,662 |
|                                                                           | AD15%   | 0,281 | 4 | - | 0,934 | 4 | 0,621 |
|                                                                           | R10%    | 0,396 | 4 | - | 0,767 | 4 | 0,055 |
|                                                                           | R20%    | 0,238 | 4 | - | 0,912 | 4 | 0,492 |
|                                                                           | R30%    | 0,178 | 4 | - | 0,989 | 4 | 0,951 |
|                                                                           | R40%    | 0,239 | 4 | - | 0,915 | 4 | 0,511 |
| <b>Wari IP resistencia a la compresión 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa)</b> | 0%      | 0,256 | 4 | - | 0,908 | 4 | 0,472 |
|                                                                           | AD5%    | 0,275 | 4 | - | 0,870 | 4 | 0,297 |
|                                                                           | AD7.5%  | 0,250 | 4 | - | 0,861 | 4 | 0,262 |
|                                                                           | AD10%   | 0,234 | 4 | - | 0,886 | 4 | 0,366 |
|                                                                           | AD12.5% | 0,198 | 4 | - | 0,958 | 4 | 0,764 |
|                                                                           | AD15%   | 0,276 | 4 | - | 0,828 | 4 | 0,162 |
|                                                                           | R10%    | 0,256 | 4 | - | 0,914 | 4 | 0,506 |
|                                                                           | R20%    | 0,288 | 4 | - | 0,933 | 4 | 0,611 |
|                                                                           | R30%    | 0,416 | 4 | - | 0,691 | 4 | 0,009 |
|                                                                           | R40%    | 0,423 | 4 | - | 0,670 | 4 | 0,005 |
| <b>Wari IP resistencia a la compresión 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa)</b> | 0%      | 0,310 | 4 | - | 0,887 | 4 | 0,370 |
|                                                                           | AD5%    | 0,155 | 4 | - | 0,996 | 4 | 0,984 |
|                                                                           | AD7.5%  | 0,281 | 4 | - | 0,861 | 4 | 0,265 |
|                                                                           | AD10%   | 0,263 | 4 | - | 0,905 | 4 | 0,457 |
|                                                                           | AD12.5% | 0,168 | 4 | - | 0,997 | 4 | 0,988 |
|                                                                           | AD15%   | 0,216 | 4 | - | 0,961 | 4 | 0,783 |
|                                                                           | R10%    | 0,306 | 4 | - | 0,910 | 4 | 0,483 |
|                                                                           | R20%    | 0,279 | 4 | - | 0,942 | 4 | 0,665 |
|                                                                           | R30%    | 0,233 | 4 | - | 0,937 | 4 | 0,636 |
|                                                                           | R40%    | 0,178 | 4 | - | 0,995 | 4 | 0,980 |

*Tabla 106: Prueba de normalidad concreto a 28 días de edad.*

*Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22*

### **\*Corrección de significación de Lilliefors**

Análisis de la Homogeneidad de Varianzas aplicando el método estadístico de Levene

#### **Prueba de homogeneidad de varianza**

|                                                                           |                                         | <b>Estadístico de Levene</b> | <b>df1</b> | <b>df2</b> |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------|------------|------------|
| <b>Yura IP resistencia a la compresión 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa)</b> | Se basa en la media                     | 0,992                        | 9          | 30         |
|                                                                           | Se basa en la mediana                   | 0,764                        | 9          | 30         |
|                                                                           | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0,764                        | 9          | 13,017     |
|                                                                           | Se basa en la media recortada           | 0,964                        | 9          | 30         |
| <b>Yura IP resistencia a la compresión 280 kg/cm<sup>2</sup> (28 MPa)</b> | Se basa en la media                     | 1,131                        | 9          | 30         |
|                                                                           | Se basa en la mediana                   | 0,789                        | 9          | 30         |
|                                                                           | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0,789                        | 9          | 19,495     |
|                                                                           | Se basa en la media recortada           | 1,087                        | 9          | 30         |
|                                                                           | Se basa en la media                     | 1,448                        | 9          | 30         |

|                                                                     |                                         |       |   |        |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------|---|--------|
| Wari IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | Se basa en la mediana                   | 0,708 | 9 | 30     |
|                                                                     | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0,708 | 9 | 15,370 |
|                                                                     | Se basa en la media recortada           | 1,285 | 9 | 30     |
| Wari IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | Se basa en la media                     | 0,293 | 9 | 30     |
|                                                                     | Se basa en la mediana                   | 0,129 | 9 | 30     |
|                                                                     | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0,129 | 9 | 18,252 |
|                                                                     | Se basa en la media recortada           | 0,257 | 9 | 30     |

Tabla 107: Homogeneidad de varianza concreto a 28 días de edad.

Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22

### Prueba de homogeneidad de varianza

|                                                                     |                                         | Sig.  |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------|
| Yura IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | Se basa en la media                     | 0,467 |
|                                                                     | Se basa en la mediana                   | 0,649 |
|                                                                     | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0,651 |
|                                                                     | Se basa en la media recortada           | 0,488 |
| Yura IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | Se basa en la media                     | 0,373 |
|                                                                     | Se basa en la mediana                   | 0,629 |
|                                                                     | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0,630 |
|                                                                     | Se basa en la media recortada           | 0,401 |
| Wari IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | Se basa en la media                     | 0,213 |
|                                                                     | Se basa en la mediana                   | 0,697 |
|                                                                     | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0,694 |
|                                                                     | Se basa en la media recortada           | 0,286 |
| Wari IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | Se basa en la media                     | 0,971 |
|                                                                     | Se basa en la mediana                   | 0,999 |
|                                                                     | Se basa en la mediana y con gl ajustado | 0,998 |
|                                                                     | Se basa en la media recortada           | 0,981 |

Tabla 108: Prueba de homogeneidad de varianza concreto a 28 días de edad.

Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22.

En los resultados finales, a una edad de 28 días, todos los valores superar 0.05.

Todos los diseños presentan homogeneidad en sus varianzas.

### 5.7.3. Pruebas estadísticas paramétricas: ANOVA.

**Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>):** No existe diferencia real o significativa entre los resultados de resistencia a la compresión del grupo de probetas con diseño base o patrón sin adición de vidrio y los grupos de probetas con adición de vidrio y reemplazo parcial de agregado fino.

**Hipótesis Alterna (H<sub>1</sub>):** Existe diferencia real o significativa entre los resultados de resistencia a la compresión del grupo de probetas con diseño base o patrón sin adición de vidrio y los grupos de probetas con adición de vidrio y reemplazo parcial de agregado fino.

El Test de Scheffé es un test de comparaciones múltiples. Permite comparar, como los demás contrastes de este tipo, las medias de los niveles de un factor después de haber rechazado la Hipótesis nula de igualdad de medias mediante la técnica ANOVA. Diferencia de medias significativa en 0.05

### 5.7.3.1. Concreto a 3 días de edad

#### Prueba de homogeneidad de varianzas

|                                                                        | Estadístico de Levene | df1 | df2 | Sig.  |
|------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----|-----|-------|
| Yura IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup><br>(21 MPa) | 1,893                 | 9   | 30  | 0,092 |
| Yura IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup><br>(28 MPa) | 1,432                 | 9   | 30  | 0,219 |
| Wari IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup><br>(21 MPa) | 2,765                 | 9   | 30  | 0,017 |
| Wari IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup><br>(28 MPa) | 1,214                 | 9   | 30  | 0,323 |

Tabla 109: ANOVA de un factor: Prueba de homogeneidad de varianza concreto a 3 días de edad.  
Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22.

Se cumple las suposiciones de la prueba ANOVA, existe homogeneidad de varianza en los grupos menos Wari IP 210 kg/cm<sup>2</sup>.

#### ANOVA

|                                                                        |                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática |
|------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|------------------|
| Yura IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup><br>(21 MPa) | Entre grupos     | 22670,025         | 9  | 2518,892         |
|                                                                        | Dentro de grupos | 6739,750          | 30 | 224,658          |
|                                                                        | Total            | 29409,775         | 39 | -                |
| Yura IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup><br>(28 MPa) | Entre grupos     | 24931,225         | 9  | 2770,136         |
|                                                                        | Dentro de grupos | 4060,750          | 30 | 135,358          |
|                                                                        | Total            | 28991,975         | 39 | -                |
| Wari IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup><br>(21 MPa) | Entre grupos     | 41275,025         | 9  | 4586,114         |
|                                                                        | Dentro de grupos | 4649,750          | 30 | 154,992          |
|                                                                        | Total            | 45924,775         | 39 | -                |
| Wari IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup><br>(28 MPa) | Entre grupos     | 22267,900         | 9  | 2474,211         |
|                                                                        | Dentro de grupos | 8878,000          | 30 | 295,933          |
|                                                                        | Total            | 31145,900         | 39 | -                |

Tabla 110: ANOVA de un factor: concreto a 3 días de edad  
Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22



### ANOVA

|                                                                           |                  | F      | Sig.        |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------|--------|-------------|
| Yura IP Resistencia a la compresión<br>210 kg/cm <sup>2</sup><br>(21 MPa) | Entre grupos     | 11,212 | 1.9766 E-7  |
|                                                                           | Dentro de grupos | -      | -           |
|                                                                           | Total            | -      | -           |
| Yura IP Resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup><br>(28 MPa)    | Entre grupos     | 20,465 | 1.7452 E-2  |
|                                                                           | Dentro de grupos | -      | -           |
|                                                                           | Total            | -      | -           |
| Wari IP Resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup><br>(21 MPa)    | Entre grupos     | 29,589 | 1.5486 E-12 |
|                                                                           | Dentro de grupos | -      | -           |
|                                                                           | Total            | -      | -           |
| Wari IP Resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup><br>(28 MPa)    | Entre grupos     | 8,361  | 0.000004    |
|                                                                           | Dentro de grupos | -      | -           |
|                                                                           | Total            | -      | -           |

Tabla 111: ANOVA de un factor: Resultados concreto a 3 días de edad.

Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22

El valor de significancia es menos a 0.05 por lo que se acepta la hipótesis alterna (H1).

### \*Pruebas post hoc

#### Comparaciones múltiples Scheffe

| Variable dependiente                                                | (I) Diseño | (J) Diseño | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig.  | 95% de intervalo de confianza |                 |
|---------------------------------------------------------------------|------------|------------|----------------------------|----------------|-------|-------------------------------|-----------------|
|                                                                     |            |            |                            |                |       | Límite inferior               | Límite superior |
| Yura IP Resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | 0%         | AD5%       | -5,50000                   | 10,59855       | 1,000 | -52,7751                      | 41,7751         |
|                                                                     |            | AD7.5%     | -22,25000                  | 10,59855       | ,870  | -69,5251                      | 25,0251         |
|                                                                     |            | AD10%      | -44,50000                  | 10,59855       | ,081  | -91,7751                      | 2,7751          |
|                                                                     |            | AD12.5%    | -9,50000                   | 10,59855       | 1,000 | -56,7751                      | 37,7751         |
|                                                                     |            | AD15%      | -27,75000                  | 10,59855       | ,651  | -75,0251                      | 19,5251         |
|                                                                     |            | R10%       | -28,50000                  | 10,59855       | ,616  | -75,7751                      | 18,7751         |
|                                                                     |            | R20%       | -16,75000                  | 10,59855       | ,976  | -64,0251                      | 30,5251         |
|                                                                     |            | R30%       | -73,25000*                 | 10,59855       | ,000  | -120,5251                     | -25,9749        |
| Yura IP Resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | 0%         | R40%       | -67,75000*                 | 10,59855       | ,001  | -115,0251                     | -20,4749        |
|                                                                     |            | AD5%       | -9,25000                   | 8,22673        | ,998  | -45,9455                      | 27,4455         |
|                                                                     |            | AD7.5%     | -83,25000*                 | 8,22673        | ,000  | -119,9455                     | -46,5545        |
|                                                                     |            | AD10%      | -10,25000                  | 8,22673        | ,996  | -46,9455                      | 26,4455         |
|                                                                     |            | AD12.5%    | -20,00000                  | 8,22673        | ,740  | -56,6955                      | 16,6955         |
|                                                                     |            | AD15%      | -18,75000                  | 8,22673        | ,805  | -55,4455                      | 17,9455         |
|                                                                     |            | R10%       | -67,50000*                 | 8,22673        | ,000  | -104,1955                     | -30,8045        |
|                                                                     |            | R20%       | -36,50000                  | 8,22673        | ,052  | -73,1955                      | ,1955           |
| Wari IP Resistencia a la                                            | 0%         | R30%       | -29,25000                  | 8,22673        | ,230  | -65,9455                      | 7,4455          |
|                                                                     |            | R40%       | -32,50000                  | 8,22673        | ,124  | -69,1955                      | 4,1955          |
|                                                                     |            | AD5%       | 85,75000*                  | 8,80317        | ,000  | 46,4832                       | 125,0168        |
|                                                                     |            | AD7.5%     | 63,25000*                  | 8,80317        | ,000  | 23,9832                       | 102,5168        |
|                                                                     |            | AD10%      | 7,25000                    | 8,80317        | 1,000 | -32,0168                      | 46,5168         |
|                                                                     |            | AD12.5%    | 56,00000*                  | 8,80317        | ,001  | 16,7332                       | 95,2668         |

|                                                                                    |    |         |            |          |       |           |          |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|---------|------------|----------|-------|-----------|----------|
| compresión<br>210 kg/cm <sup>2</sup><br>(21 MPa)                                   |    | AD15%   | 25,00000   | 8,80317  | ,541  | -14,2668  | 64,2668  |
|                                                                                    |    | R10%    | 61,25000*  | 8,80317  | ,000  | 21,9832   | 100,5168 |
|                                                                                    |    | R20%    | 8,50000    | 8,80317  | ,999  | -30,7668  | 47,7668  |
|                                                                                    |    | R30%    | 80,00000*  | 8,80317  | ,000  | 40,7332   | 119,2668 |
|                                                                                    |    | R40%    | 84,75000*  | 8,80317  | ,000  | 45,4832   | 124,0168 |
| Wari IP<br>Resistencia a<br>la<br>compresión<br>280 kg/cm <sup>2</sup><br>(28 MPa) | 0% | AD5%    | -5,25000   | 12,16415 | 1,000 | -59,5085  | 49,0085  |
|                                                                                    |    | AD7.5%  | -3,75000   | 12,16415 | 1,000 | -58,0085  | 50,5085  |
|                                                                                    |    | AD10%   | -4,50000   | 12,16415 | 1,000 | -58,7585  | 49,7585  |
|                                                                                    |    | AD12.5% | -40,00000  | 12,16415 | ,330  | -94,2585  | 14,2585  |
|                                                                                    |    | AD15%   | -48,25000  | 12,16415 | ,121  | -102,5085 | 6,0085   |
|                                                                                    |    | R10%    | -56,25000* | 12,16415 | ,036  | -110,5085 | -1,9915  |
|                                                                                    |    | R20%    | -68,75000* | 12,16415 | ,004  | -123,0085 | -14,4915 |
|                                                                                    |    | R30%    | -32,75000  | 12,16415 | ,615  | -87,0085  | 21,5085  |
|                                                                                    |    | R40%    | -18,50000  | 12,16415 | ,981  | -72,7585  | 35,7585  |

Tabla 112: Pruebas Post hoc: Scheffle (comparaciones múltiples) concreto a 3 días de edad.  
Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22

### 5.7.3.2. Concreto a 7 días de edad

#### Prueba de homogeneidad de varianzas

|                                                                     | Estadístico de<br>Levene | df1 | df2 | Sig.     |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----|-----|----------|
| Yura IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | 5,253                    | 9   | 30  | 0,000258 |
| Yura IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | 2,129                    | 9   | 30  | 0,058    |
| Wari IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | 1,754                    | 9   | 30  | 0,120    |
| Wari IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | 0,670                    | 9   | 30  | 0,729    |

Tabla 113: ANOVA de un factor: Prueba de homogeneidad de varianza concreto a 7 días de edad.  
Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22.

Se cumple las suposiciones de la prueba ANOVA, existe homogeneidad de varianza en los grupos menos para Wari IP 210 kg/cm<sup>2</sup>.

#### ANOVA

|                                                                     |                  | Suma de<br>cuadrados | gl | Media<br>cuadrática |
|---------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|----|---------------------|
| Yura IP Resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | Entre grupos     | 22067,500            | 9  | 2451,944            |
|                                                                     | Dentro de grupos | 8788,500             | 30 | 292,950             |
|                                                                     | Total            | 30856,000            | 39 | -                   |
| Yura IP Resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | Entre grupos     | 26261,525            | 9  | 2917,947            |
|                                                                     | Dentro de grupos | 5245,250             | 30 | 174,842             |
|                                                                     | Total            | 31506,775            | 39 | -                   |
| Wari IP Resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup>          | Entre grupos     | 21599,600            | 9  | 2399,956            |
|                                                                     | Dentro de grupos | 6796,000             | 30 | 226,533             |

|                                                                     |                  |           |    |         |
|---------------------------------------------------------------------|------------------|-----------|----|---------|
| (21 MPa)                                                            | Total            | 28395,600 | 39 | -       |
| Wari IP Resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | Entre grupos     | 6845,525  | 9  | 760,614 |
|                                                                     | Dentro de grupos | 7266,250  | 30 | 242,208 |
|                                                                     | Total            | 14111,775 | 39 | -       |

Tabla 114: ANOVA de un factor: concreto a 7 días de edad.  
Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22

## ANOVA

|                                                                     |                  | F      | Sig.       |
|---------------------------------------------------------------------|------------------|--------|------------|
| Yura IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | Entre grupos     | 8,370  | 0.000004   |
|                                                                     | Dentro de grupos | -      | -          |
|                                                                     | Total            | -      | -          |
| Yura IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | Entre grupos     | 16,689 | 2.1061 E-9 |
|                                                                     | Dentro de grupos | -      | -          |
|                                                                     | Total            | -      | -          |
| Wari IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | Entre grupos     | 10,594 | 3.6322 E-7 |
|                                                                     | Dentro de grupos | -      | -          |
|                                                                     | Total            | -      | -          |
| Wari IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | Entre grupos     | 3,140  | ,009       |
|                                                                     | Dentro de grupos | -      | -          |
|                                                                     | Total            | -      | -          |

Tabla 115: ANOVA de un factor: Resultados concreto a 7 días de edad.  
Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22

El valor de significancia es menos a 0.05 por lo que se acepta la hipótesis alterna (H1).

## \*Pruebas post hoc

### Comparaciones múltiples

### Scheffe

| Variable dependiente                                                | (I) Diseño | (J) Diseño | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig.  | 95% de intervalo de confianza |                 |
|---------------------------------------------------------------------|------------|------------|----------------------------|----------------|-------|-------------------------------|-----------------|
|                                                                     |            |            |                            |                |       | Límite inferior               | Límite superior |
| Yura IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | 0%         | AD5%       | 41,50000                   | 12,10269       | 0,275 | -12,4843                      | 95,4843         |
|                                                                     |            | AD7.5%     | 4,00000                    | 12,10269       | 1,000 | -49,9843                      | 57,9843         |
|                                                                     |            | AD10%      | -21,00000                  | 12,10269       | 0,956 | -74,9843                      | 32,9843         |
|                                                                     |            | AD12.5%    | 1,25000                    | 12,10269       | 1,000 | -52,7343                      | 55,2343         |
|                                                                     |            | AD15%      | 8,75000                    | 12,10269       | 1,000 | -45,2343                      | 62,7343         |
|                                                                     |            | R10%       | -8,25000                   | 12,10269       | 1,000 | -62,2343                      | 45,7343         |
|                                                                     |            | R20%       | -15,75000                  | 12,10269       | 0,994 | -69,7343                      | 38,2343         |
|                                                                     |            | R30%       | -45,00000                  | 12,10269       | 0,181 | -98,9843                      | 8,9843          |
| Yura IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | 0%         | R40%       | -38,00000                  | 12,10269       | 0,395 | -91,9843                      | 15,9843         |
|                                                                     |            | AD5%       | -3,25000                   | 9,34991        | 1,000 | -44,9555                      | 38,4555         |
|                                                                     |            | AD7.5%     | 51,75000*                  | 9,34991        | 0,005 | 10,0445                       | 93,4555         |
|                                                                     |            | AD10%      | -6,00000                   | 9,34991        | 1,000 | -47,7055                      | 35,7055         |
|                                                                     |            | AD12.5%    | 15,50000                   | 9,34991        | 0,967 | -26,2055                      | 57,2055         |
|                                                                     |            | AD15%      | 17,25000                   | 9,34991        | 0,936 | -24,4555                      | 58,9555         |
|                                                                     |            | R10%       | -51,25000*                 | 9,34991        | 0,006 | -92,9555                      | -9,5445         |
|                                                                     |            | R20%       | -16,25000                  | 9,34991        | 0,956 | -57,9555                      | 25,4555         |
|                                                                     |            | R30%       | -18,25000                  | 9,34991        | 0,912 | -59,9555                      | 23,4555         |
|                                                                     |            | R40%       | -11,25000                  | 9,34991        | 0,997 | -52,9555                      | 30,4555         |



|                                                                                 |    |         |           |          |       |          |          |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|---------|-----------|----------|-------|----------|----------|
| Wari IP<br>resistencia a la<br>compresión<br>210 kg/cm <sup>2</sup><br>(21 MPa) | 0% | AD5%    | 26,00000  | 10,64268 | 0,735 | -21,4719 | 73,4719  |
|                                                                                 |    | AD7.5%  | -7,50000  | 10,64268 | 1,000 | -54,9719 | 39,9719  |
|                                                                                 |    | AD10%   | 5,25000   | 10,64268 | 1,000 | -42,2219 | 52,7219  |
|                                                                                 |    | AD12.5% | 49,75000* | 10,64268 | 0,033 | 2,2781   | 97,2219  |
|                                                                                 |    | AD15%   | 5,50000   | 10,64268 | 1,000 | -41,9719 | 52,9719  |
|                                                                                 |    | R10%    | 55,75000* | 10,64268 | 0,010 | 8,2781   | 103,2219 |
|                                                                                 |    | R20%    | -13,00000 | 10,64268 | 0,996 | -60,4719 | 34,4719  |
|                                                                                 |    | R30%    | 33,75000  | 10,64268 | 0,381 | -13,7219 | 81,2219  |
|                                                                                 |    | R40%    | 38,50000  | 10,64268 | 0,210 | -8,9719  | 85,9719  |
| Wari IP<br>resistencia a la<br>compresión<br>280 kg/cm <sup>2</sup><br>(28 MPa) | 0% | AD5%    | -25,00000 | 11,00473 | 0,808 | -74,0869 | 24,0869  |
|                                                                                 |    | AD7.5%  | ,50000    | 11,00473 | 1,000 | -48,5869 | 49,5869  |
|                                                                                 |    | AD10%   | -19,75000 | 11,00473 | 0,946 | -68,8369 | 29,3369  |
|                                                                                 |    | AD12.5% | 14,00000  | 11,00473 | 0,995 | -35,0869 | 63,0869  |
|                                                                                 |    | AD15%   | 10,50000  | 11,00473 | 0,999 | -38,5869 | 59,5869  |
|                                                                                 |    | R10%    | 7,00000   | 11,00473 | 1,000 | -42,0869 | 56,0869  |
|                                                                                 |    | R20%    | -11,25000 | 11,00473 | 0,999 | -60,3369 | 37,8369  |
|                                                                                 |    | R30%    | -20,25000 | 11,00473 | 0,937 | -69,3369 | 28,8369  |
|                                                                                 |    | R40%    | ,00000    | 11,00473 | 1,000 | -49,0869 | 49,0869  |

Tabla 116: Pruebas Post hoc: Scheffle (comparaciones múltiples) concreto a 7 días de edad.

Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22

### 5.7.3.3. Concreto a 14 días de edad

#### Prueba de homogeneidad de varianzas

|                                                                     | Estadístico de Levene | df1 | df2 | Sig.  |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----|-----|-------|
| Yura IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | 0,548                 | 9   | 30  | 0,828 |
| Yura IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | 0,643                 | 9   | 30  | 0,751 |
| Wari IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | 1,454                 | 9   | 30  | 0,210 |
| Wari IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | 1,588                 | 9   | 30  | 0,164 |

Tabla 117: ANOVA de un factor: Prueba de homogeneidad de varianza concreto a 14 días de edad

Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22

Se cumple las suposiciones de la prueba ANOVA, existe homogeneidad de varianza en los grupos.

#### ANOVA

|                                                                     |                  | Suma de cuadrados | gl | Media cuadrática |
|---------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|------------------|
| Yura IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | Entre grupos     | 18435,525         | 9  | 2048,392         |
|                                                                     | Dentro de grupos | 9185,250          | 30 | 306,175          |
|                                                                     | Total            | 27620,775         | 39 | -                |
| Yura IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | Entre grupos     | 12000,525         | 9  | 1333,392         |
|                                                                     | Dentro de grupos | 6568,250          | 30 | 218,942          |
|                                                                     | Total            | 18568,775         | 39 | -                |
| Wari IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | Entre grupos     | 16171,625         | 9  | 1796,847         |
|                                                                     | Dentro de grupos | 8921,750          | 30 | 297,392          |
|                                                                     | Total            | 25093,375         | 39 | -                |
| Wari IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | Entre grupos     | 10471,125         | 9  | 1163,458         |
|                                                                     | Dentro de grupos | 7098,250          | 30 | 236,608          |
|                                                                     | Total            | 17569,375         | 39 | -                |

**Tabla 118: ANOVA de un factor: concreto a 14 días de edad.**

Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22

**ANOVA**

|                                                                           |                  | F     | Sig.      |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------|-------|-----------|
| Yura IP Resistencia a la compresión<br>210 kg/cm <sup>2</sup><br>(21 MPa) | Entre grupos     | 6,690 | 0,000033  |
|                                                                           | Dentro de grupos |       |           |
|                                                                           | Total            |       |           |
| Yura IP Resistencia a la compresión<br>280 kg/cm <sup>2</sup><br>(28 MPa) | Entre grupos     | 6,090 | 0,000076  |
|                                                                           | Dentro de grupos |       |           |
|                                                                           | Total            |       |           |
| Wari IP Resistencia a la compresión<br>210 kg/cm <sup>2</sup><br>(21 MPa) | Entre grupos     | 6,042 | 0,000081  |
|                                                                           | Dentro de grupos |       |           |
|                                                                           | Total            |       |           |
| Wari IP Resistencia a la compresión<br>280 kg/cm <sup>2</sup><br>(28 MPa) | Entre grupos     | 4,917 | 0,0000432 |
|                                                                           | Dentro de grupos |       |           |
|                                                                           | Total            |       |           |

**Tabla 119: ANOVA de un factor: Resultados concreto a 14 días de edad.**

Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22

El valor de significancia es menos a 0.05 por lo que se acepta la hipótesis alterna (H1).

**\*Pruebas post hoc**  
**Comparaciones múltiples**  
**Scheffe**

| Variable dependiente                                                | (I) Diseño | (J) Diseño | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig.  | 95% de intervalo de confianza |                 |
|---------------------------------------------------------------------|------------|------------|----------------------------|----------------|-------|-------------------------------|-----------------|
|                                                                     |            |            |                            |                |       | Límite inferior               | Límite superior |
| Yura IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | 0%         | AD5%       | -3,25000                   | 12,37285       | 1,000 | -58,4394                      | 51,9394         |
|                                                                     |            | AD7.5%     | 1,50000                    | 12,37285       | 1,000 | -53,6894                      | 56,6894         |
|                                                                     |            | AD10%      | -34,00000                  | 12,37285       | ,587  | -89,1894                      | 21,1894         |
|                                                                     |            | AD12.5%    | -1,00000                   | 12,37285       | 1,000 | -56,1894                      | 54,1894         |
|                                                                     |            | AD15%      | 12,25000                   | 12,37285       | ,999  | -42,9394                      | 67,4394         |
|                                                                     |            | R10%       | -39,25000                  | 12,37285       | ,381  | -94,4394                      | 15,9394         |
|                                                                     |            | R20%       | -41,00000                  | 12,37285       | ,320  | -96,1894                      | 14,1894         |
|                                                                     |            | R30%       | -45,00000                  | 12,37285       | ,204  | -100,1894                     | 10,1894         |
|                                                                     |            | R40%       | -41,00000                  | 12,37285       | ,320  | -96,1894                      | 14,1894         |
| Yura IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | 0%         | AD5%       | -11,00000                  | 10,46283       | ,999  | -57,6697                      | 35,6697         |
|                                                                     |            | AD7.5%     | -2,75000                   | 10,46283       | 1,000 | -49,4197                      | 43,9197         |
|                                                                     |            | AD10%      | -13,75000                  | 10,46283       | ,993  | -60,4197                      | 32,9197         |
|                                                                     |            | AD12.5%    | 19,25000                   | 10,46283       | ,937  | -27,4197                      | 65,9197         |
|                                                                     |            | AD15%      | 5,75000                    | 10,46283       | 1,000 | -40,9197                      | 52,4197         |
|                                                                     |            | R10%       | -47,00000*                 | 10,46283       | ,047  | -93,6697                      | -,3303          |
|                                                                     |            | R20%       | -16,25000                  | 10,46283       | ,979  | -62,9197                      | 30,4197         |
|                                                                     |            | R30%       | -26,25000                  | 10,46283       | ,704  | -72,9197                      | 20,4197         |
|                                                                     |            | R40%       | -2,25000                   | 10,46283       | 1,000 | -48,9197                      | 44,4197         |
| Wari IP resistencia                                                 | 0%         | AD5%       | -4,25000                   | 12,19409       | 1,000 | -58,6420                      | 50,1420         |
|                                                                     |            | AD7.5%     | -34,25000                  | 12,19409       | ,556  | -88,6420                      | 20,1420         |

|                                                                                    |    |         |            |          |       |           |          |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|---------|------------|----------|-------|-----------|----------|
| a la<br>compresión<br>210 kg/cm <sup>2</sup><br>(21 MPa)                           |    | AD10%   | 11,75000   | 12,19409 | ,999  | -42,6420  | 66,1420  |
|                                                                                    |    | AD12.5% | 47,50000   | 12,19409 | ,136  | -6,8920   | 101,8920 |
|                                                                                    |    | AD15%   | 15,25000   | 12,19409 | ,995  | -39,1420  | 69,6420  |
|                                                                                    |    | R10%    | 17,50000   | 12,19409 | ,988  | -36,8920  | 71,8920  |
|                                                                                    |    | R20%    | 7,25000    | 12,19409 | 1,000 | -47,1420  | 61,6420  |
|                                                                                    |    | R30%    | 18,50000   | 12,19409 | ,982  | -35,8920  | 72,8920  |
|                                                                                    |    | R40%    | 24,50000   | 12,19409 | ,897  | -29,8920  | 78,8920  |
| Wari IP<br>resistencia<br>a la<br>compresión<br>280 kg/cm <sup>2</sup><br>(28 MPa) | 0% | AD5%    | -25,50000  | 10,87677 | ,778  | -74,0161  | 23,0161  |
|                                                                                    |    | AD7.5%  | -27,00000  | 10,87677 | ,717  | -75,5161  | 21,5161  |
|                                                                                    |    | AD10%   | -24,75000  | 10,87677 | ,806  | -73,2661  | 23,7661  |
|                                                                                    |    | AD12.5% | -18,00000  | 10,87677 | ,968  | -66,5161  | 30,5161  |
|                                                                                    |    | AD15%   | -31,50000  | 10,87677 | ,512  | -80,0161  | 17,0161  |
|                                                                                    |    | R10%    | -22,00000  | 10,87677 | ,893  | -70,5161  | 26,5161  |
|                                                                                    |    | R20%    | -41,75000  | 10,87677 | ,150  | -90,2661  | 6,7661   |
|                                                                                    |    | R30%    | -62,75000* | 10,87677 | ,003  | -111,2661 | -14,2339 |
|                                                                                    |    | R40%    | -45,50000  | 10,87677 | ,083  | -94,0161  | 3,0161   |

Tabla 120: Pruebas Post hoc: Scheffle (comparaciones múltiples) concreto a 14 días de edad.  
Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22

#### 5.7.3.4. Concreto a 28 días de edad

##### Prueba de homogeneidad de varianzas

|                                                                           | Estadístico de<br>Levene | df1 | df2 | Sig.  |
|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-----|-----|-------|
| Yura IP Resistencia a la compresión 210<br>kg/cm <sup>2</sup><br>(21 MPa) | 0,992                    | 9   | 30  | 0,467 |
| Yura IP Resistencia a la compresión 280<br>kg/cm <sup>2</sup><br>(28 MPa) | 1,131                    | 9   | 30  | 0,373 |
| Wari IP Resistencia a la compresión 210<br>kg/cm <sup>2</sup><br>(21 MPa) | 1,448                    | 9   | 30  | 0,213 |
| Wari IP Resistencia a la compresión 280<br>kg/cm <sup>2</sup><br>(28 MPa) | 0,293                    | 9   | 30  | 0,971 |

Tabla 121: ANOVA de un factor: Prueba de homogeneidad de varianza concreto a 28 días de edad  
Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22

Se cumple las suposiciones de la prueba ANOVA, existe homogeneidad de varianza en los grupos.

#### ANOVA

|                                                                           |                  | Suma de<br>cuadrados | gl | Media<br>cuadrática |
|---------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------------|----|---------------------|
| Yura IP resistencia a la<br>compresión 210 kg/cm <sup>2</sup><br>(21 MPa) | Entre grupos     | 24742,600            | 9  | 2749,178            |
|                                                                           | Dentro de grupos | 8077,000             | 30 | 269,233             |
|                                                                           | Total            | 32819,600            | 39 | -                   |
| Yura IP resistencia a la<br>compresión 280 kg/cm <sup>2</sup>             | Entre grupos     | 35769,500            | 9  | 3974,389            |
|                                                                           | Dentro de grupos | 4566,000             | 30 | 152,200             |



|                                                                     |                  |           |    |          |
|---------------------------------------------------------------------|------------------|-----------|----|----------|
| (28 MPa)                                                            | Total            | 40335,500 | 39 | -        |
| Wari IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | Entre grupos     | 25651,500 | 9  | 2850,167 |
|                                                                     | Dentro de grupos | 9728,000  | 30 | 324,267  |
|                                                                     | Total            | 35379,500 | 39 | -        |
| Wari IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | Entre grupos     | 12014,525 | 9  | 1334,947 |
|                                                                     | Dentro de grupos | 16111,250 | 30 | 537,042  |
|                                                                     | Total            | 28125,775 | 39 | -        |

Tabla 122: ANOVA de un factor: concreto a 28 días de edad.

Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22

## ANOVA

|                                                                     |                  | F      | Sig.        |
|---------------------------------------------------------------------|------------------|--------|-------------|
| Yura IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | Entre grupos     | 10,211 | 5.3634 E-7  |
|                                                                     | Dentro de grupos | -      | -           |
|                                                                     | Total            | -      | -           |
| Yura IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | Entre grupos     | 26,113 | 7.9071 E-12 |
|                                                                     | Dentro de grupos | -      | -           |
|                                                                     | Total            | -      | -           |
| Wari IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | Entre grupos     | 8,790  | ,000002     |
|                                                                     | Dentro de grupos | -      | -           |
|                                                                     | Total            | -      | -           |
| Wari IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup> (28 MPa) | Entre grupos     | 2,486  | ,030        |
|                                                                     | Dentro de grupos | -      | -           |
|                                                                     | Total            | -      | -           |

Tabla 123: ANOVA de un factor: Resultados concreto a 28 días de edad.

Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22.

El valor de significancia es menos a 0.05 por lo que se acepta la hipótesis alterna (H1)

## \*Pruebas post hoc

### Comparaciones múltiples

### Scheffe

| Variable dependiente                                                | (I) Diseño | (J) Diseño | Diferencia de medias (I-J) | Error estándar | Sig.  | 95% de intervalo de confianza |                 |
|---------------------------------------------------------------------|------------|------------|----------------------------|----------------|-------|-------------------------------|-----------------|
|                                                                     |            |            |                            |                |       | Límite inferior               | Límite superior |
| Yura IP resistencia a la compresión 210 kg/cm <sup>2</sup> (21 MPa) | 0%         | AD5%       | -28,00000                  | 11,60244       | ,748  | -79,7530                      | 23,7530         |
|                                                                     |            | AD7.5%     | -39,00000                  | 11,60244       | ,301  | -90,7530                      | 12,7530         |
|                                                                     |            | AD10%      | -42,75000                  | 11,60244       | ,190  | -94,5030                      | 9,0030          |
|                                                                     |            | AD12.5%    | -31,00000                  | 11,60244       | ,625  | -82,7530                      | 20,7530         |
|                                                                     |            | AD15%      | -31,25000                  | 11,60244       | ,614  | -83,0030                      | 20,5030         |
|                                                                     |            | R10%       | -80,00000*                 | 11,60244       | ,000  | -131,7530                     | -28,2470        |
|                                                                     |            | R20%       | -76,50000*                 | 11,60244       | ,000  | -128,2530                     | -24,7470        |
|                                                                     |            | R30%       | -72,50000*                 | 11,60244       | ,001  | -124,2530                     | -20,7470        |
| Yura IP resistencia a la compresión 280 kg/cm <sup>2</sup>          | 0%         | R40%       | -67,50000*                 | 11,60244       | ,003  | -119,2530                     | -15,7470        |
|                                                                     |            | AD5%       | -5,25000                   | 8,72353        | 1,000 | -44,1615                      | 33,6615         |
|                                                                     |            | AD7.5%     | -6,75000                   | 8,72353        | 1,000 | -45,6615                      | 32,1615         |
|                                                                     |            | AD10%      | 13,75000                   | 8,72353        | ,976  | -25,1615                      | 52,6615         |
|                                                                     |            | AD12.5%    | 44,75000*                  | 8,72353        | ,013  | 5,8385                        | 83,6615         |
|                                                                     |            | AD15%      | 58,00000*                  | 8,72353        | ,000  | 19,0885                       | 96,9115         |

|                                                                                               |    |         |            |          |       |           |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|---------|------------|----------|-------|-----------|----------|
| <b>(28 MPa)</b>                                                                               |    | R10%    | -56,50000* | 8,72353  | ,001  | -95,4115  | -17,5885 |
|                                                                                               |    | R20%    | -15,50000  | 8,72353  | ,949  | -54,4115  | 23,4115  |
|                                                                                               |    | R30%    | ,75000     | 8,72353  | 1,000 | -38,1615  | 39,6615  |
|                                                                                               |    | R40%    | 1,75000    | 8,72353  | 1,000 | -37,1615  | 40,6615  |
| <b>Wari IP<br/>resistencia a<br/>la<br/>compresión<br/>210 kg/cm<sup>2</sup><br/>(21 MPa)</b> | 0% | AD5%    | -15,75000  | 12,73316 | ,996  | -72,5466  | 41,0466  |
|                                                                                               |    | AD7.5%  | -30,00000  | 12,73316 | ,773  | -86,7966  | 26,7966  |
|                                                                                               |    | AD10%   | 11,50000   | 12,73316 | 1,000 | -45,2966  | 68,2966  |
|                                                                                               |    | AD12.5% | 27,75000   | 12,73316 | ,843  | -29,0466  | 84,5466  |
|                                                                                               |    | AD15%   | 3,00000    | 12,73316 | 1,000 | -53,7966  | 59,7966  |
|                                                                                               |    | R10%    | 1,50000    | 12,73316 | 1,000 | -55,2966  | 58,2966  |
|                                                                                               |    | R20%    | -65,75000* | 12,73316 | ,012  | -122,5466 | -8,9534  |
|                                                                                               |    | R30%    | -31,25000  | 12,73316 | ,730  | -88,0466  | 25,5466  |
| <b>Wari IP<br/>resistencia a<br/>la<br/>compresión<br/>280 kg/cm<sup>2</sup><br/>(28 MPa)</b> | 0% | R40%    | -23,50000  | 12,73316 | ,936  | -80,2966  | 33,2966  |
|                                                                                               |    | AD5%    | -35,25000  | 16,38661 | ,853  | -108,3428 | 37,8428  |
|                                                                                               |    | AD7.5%  | -42,25000  | 16,38661 | ,671  | -115,3428 | 30,8428  |
|                                                                                               |    | AD10%   | -51,75000  | 16,38661 | ,387  | -124,8428 | 21,3428  |
|                                                                                               |    | AD12.5% | -20,25000  | 16,38661 | ,996  | -93,3428  | 52,8428  |
|                                                                                               |    | AD15%   | -17,50000  | 16,38661 | ,999  | -90,5928  | 55,5928  |
|                                                                                               |    | R10%    | -15,25000  | 16,38661 | 1,000 | -88,3428  | 57,8428  |
|                                                                                               |    | R20%    | -47,00000  | 16,38661 | ,526  | -120,0928 | 26,0928  |
|                                                                                               |    | R30%    | -56,75000  | 16,38661 | ,262  | -129,8428 | 16,3428  |
|                                                                                               |    | R40%    | -34,75000  | 16,38661 | ,863  | -107,8428 | 38,3428  |

**Tabla 124: Pruebas Post hoc: Scheffe (comparaciones múltiples) concreto a 28 días de edad.**

Fuente: Software IBM SPSS Statistics 22

Se realiza la prueba post hoc de Scheffe comparando la variable principal con cada uno de los grupos. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05. Para YURA IP R. COMPRESIÓN 210 KG/CM2 se cumple la diferencia de medias solo en los diseños R10%, R20%, R30% y R40%. Para YURA IP R. COMPRESIÓN 280 KG/CM2 se cumple la diferencia de medias en los diseños AD12.5%, AD15% y R10%. Para WARI IP R. COMPRESIÓN 210 KG/CM2 se cumple la diferencia de medias solo en el diseño R20%. Para WARI IP R. COMPRESIÓN 280 KG/CM2 no se cumple la diferencia de medias en ninguno de los grupos.

## CONCLUSIONES

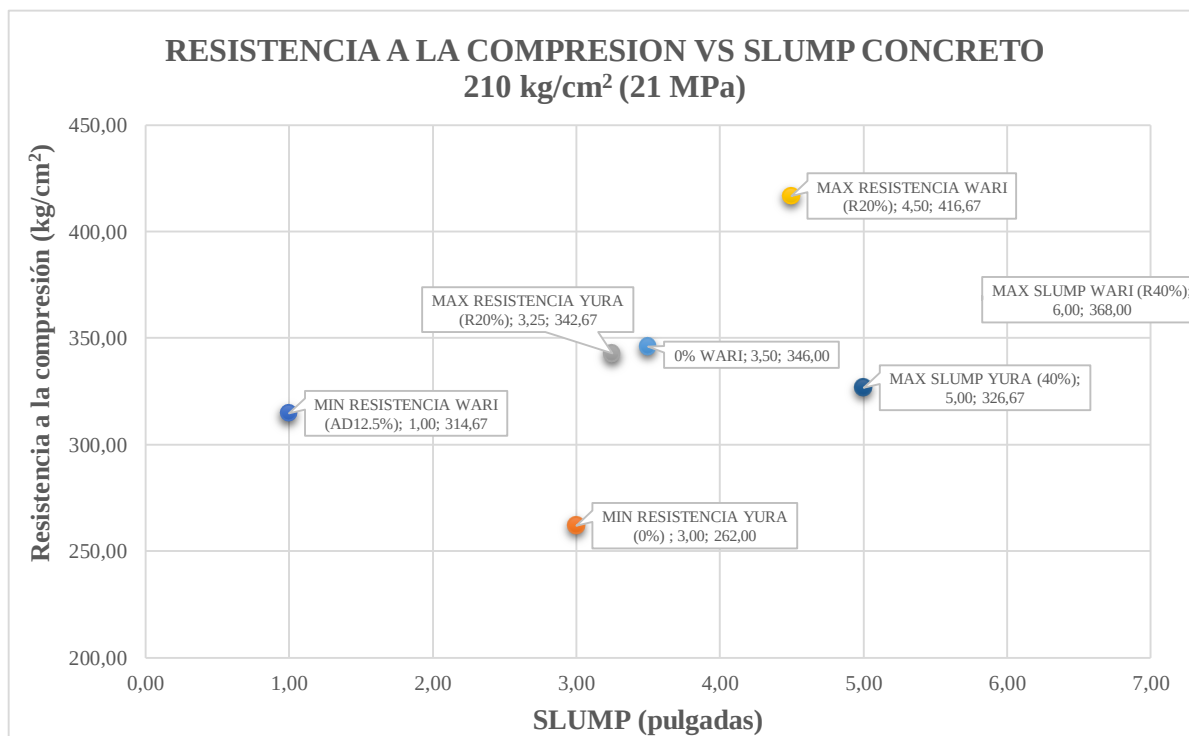
1. Al analizar el uso de partículas de vidrio al ser incorporadas en mezclas de concreto se observa que tiene beneficios en el mismo, pero solo para diseños con reemplazo parcial de agregado fino por partículas de vidrio, mas no por adición de partículas de vidrio sobre el peso total de la mezcla, pues los resultados demuestran que no se cumple para todos los casos en ambos de cemento.
2. De los resultados obtenidos se puede determinar que el tipo de diseño a escoger es el diseño por reemplazo parcial de agregado fino con partículas de vidrio para ambos cementos, tanto Yura IP como Wari IP; los resultados demuestran mayor resistencia a la compresión y mejor comportamiento del concreto. La resistencia a la compresión máxima con adición de partículas de vidrio para concreto  $210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) es solo 1.5% mayor a la resistencia de diseño con cemento Yura IP y 27.4% con cemento Wari IP, para concretos  $280 \text{ kg/cm}^2$  con cemento Yura IP es 1.8% menor que la resistencia de diseño y 33.4% mayor con cemento Wari IP. La resistencia a la compresión máxima con reemplazo parcial de agregado fino con partículas de vidrio para concreto  $210 \text{ kg/cm}^2$  es 16.6% mayor a la resistencia de diseño con cemento Yura IP, 41.7% con cemento Wari IP y para concretos  $280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) con cemento Yura IP es 11.3% mayor que la resistencia de diseño y 34.8% mayor con cemento Wari IP.
3. Al finalizar toda nuestra investigación pudimos llegar a la conclusión que el tamaño de partícula que proporciona más resistencia a la compresión del concreto son las partículas retenidas en el tamiz N° 8.



4. Al comparar resultados de resistencia a la compresión y el asentamiento se determina que se puede obtener mezclas con buena trabajabilidad y alta resistencia a la compresión pues para ambos tipos de cemento en concretos  $210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) la máxima resistencia también tiene un mayor SLUMP que el propuesto en el diseño.

*Gráfico 67: Resistencia a la compresión vs slump concreto  $210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) .*

*Fuente: Elaboración propia.*



5. Para concretos  $280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) se cumple la misma relación que la anterior, solo para concretos elaborados con cemento Wari IP, donde la resistencia máxima también tiene un mayor SLUMP que el propuesto en el diseño.

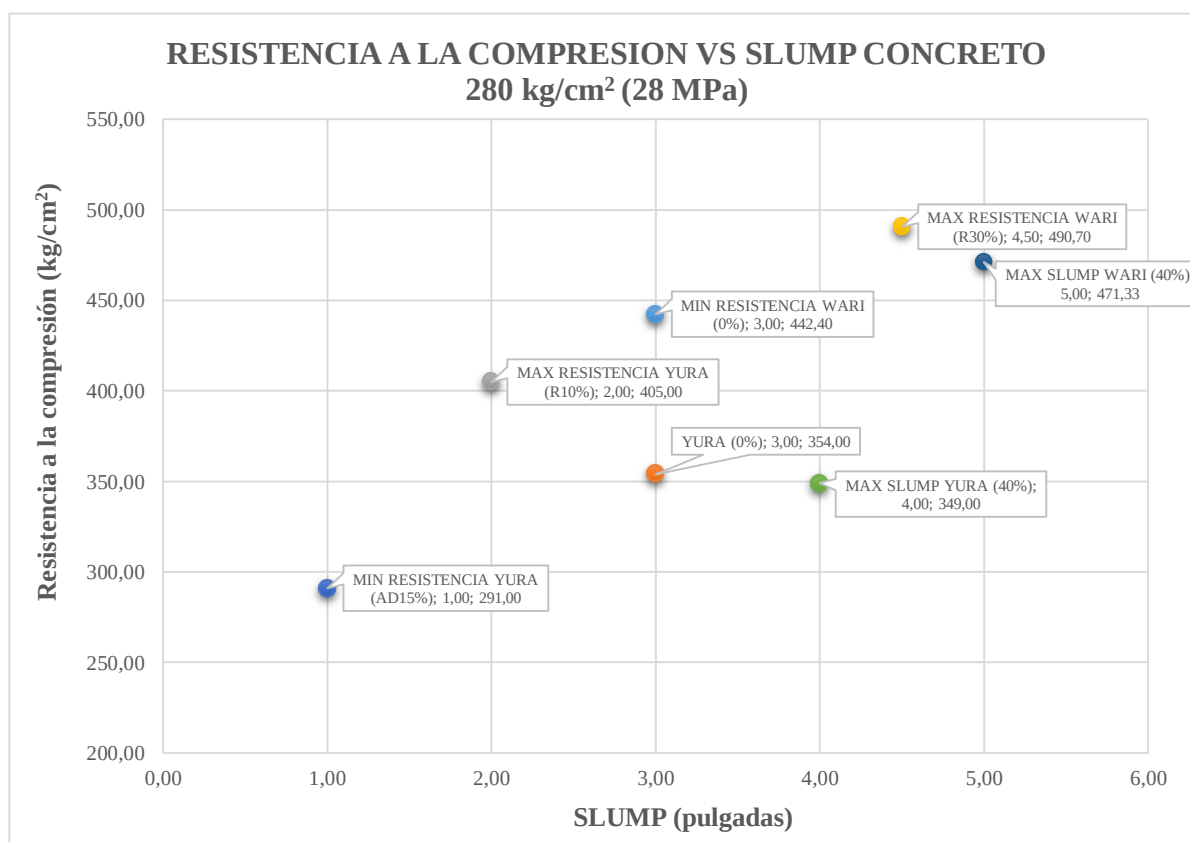


Gráfico 68: Resistencia a la compresión vs slump concreto  $280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) .

Fuente: Elaboración propia.

6. Para concretos 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa) la máxima resistencia no se da con la mezcla que tiene mayor peso unitario compactado, lo cual se cumple para ambos tipos de cemento.

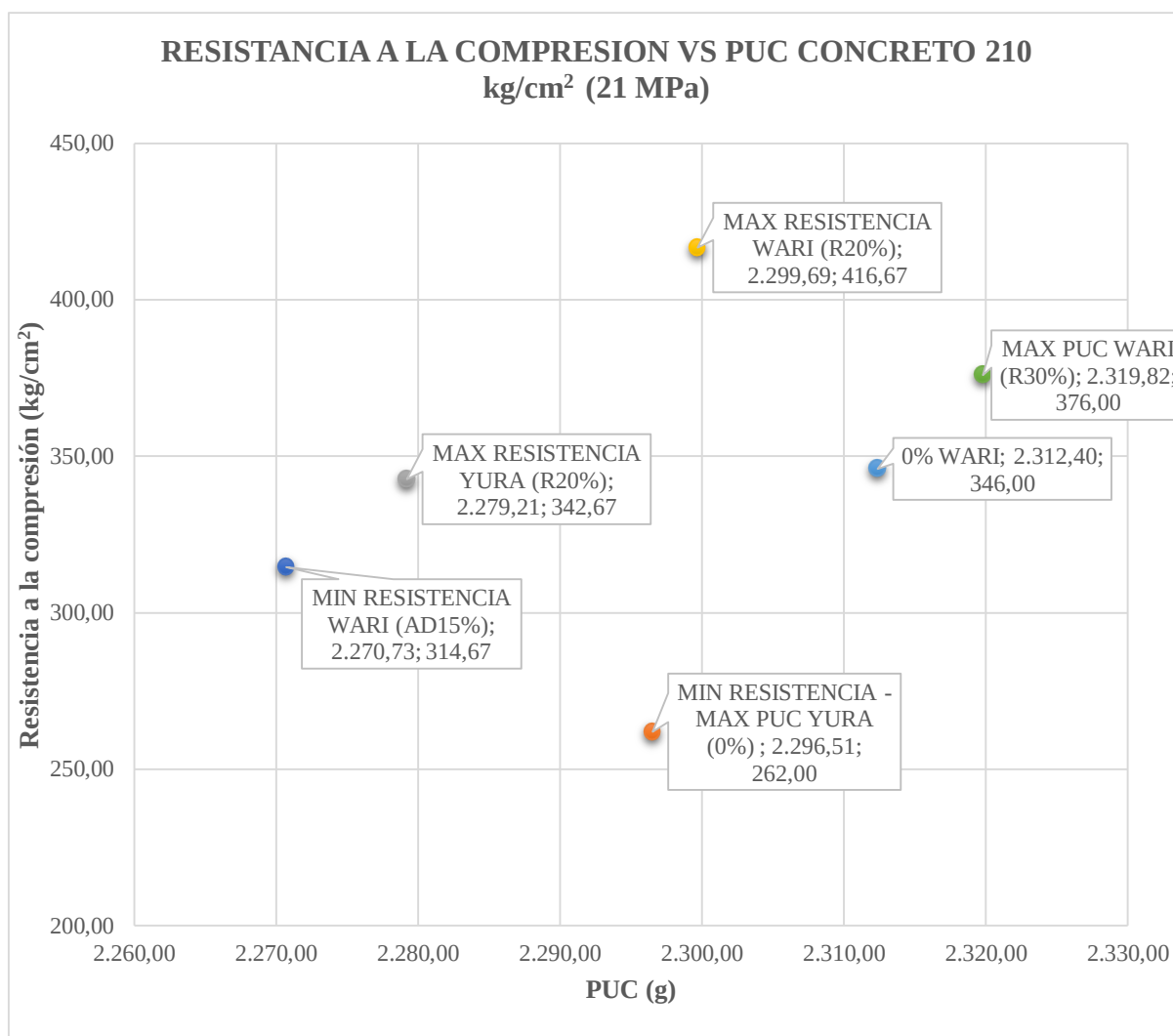


**Gráfico 69: Resistencia a la compresión vs PUC concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> (21 MPa)**

Fuente: Elaboración propia.



7. Para concretos  $280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) si se cumple que la resistencia máxima se da con el peso unitario compactado máximo en mezclas utilizando cemento Wari IP. Para cemento Yura IP se tiene que el diseño con mayor peso unitario compactado se da con el diseño patrón sin adición de partículas de vidrio, tal como se da de la misma forma en concretos  $210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa).

**Gráfico 70: Resistencia a la compresión vs PUC concreto  $280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa).**

Fuente: Elaboración propia.



8. Del análisis costos beneficio se determina que para concretos  $210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) utilizando cemento Wari IP, la mejor relación costo beneficio coincide con el diseño con mayor resistencia a la compresión en cambio para cemento Yura IP el diseño con mayor beneficio no es el que tiene mayor resistencia a la compresión,
9. En concreto  $280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) el comportamiento es inverso al mencionado anteriormente, para cemento Yura IP la mejor relación costo beneficio coincide con el diseño con mayor resistencia a la compresión, sin embargo, para cemento Wari IP el diseño con mayor beneficio no es el que tiene mayor resistencia a la compresión.

- 10.** Se determinar que la mejor relación costo beneficio para concretos  $210 \text{ kg/cm}^2$  (21 MPa) y  $280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa) se da en el diseño por reemplazo parcial de agregado fino con partículas de vidrio en un 21.73% para  $210 \text{ kg/cm}^2$  y 21.66% para  $280 \text{ kg/cm}^2$  con cemento Wari IP.



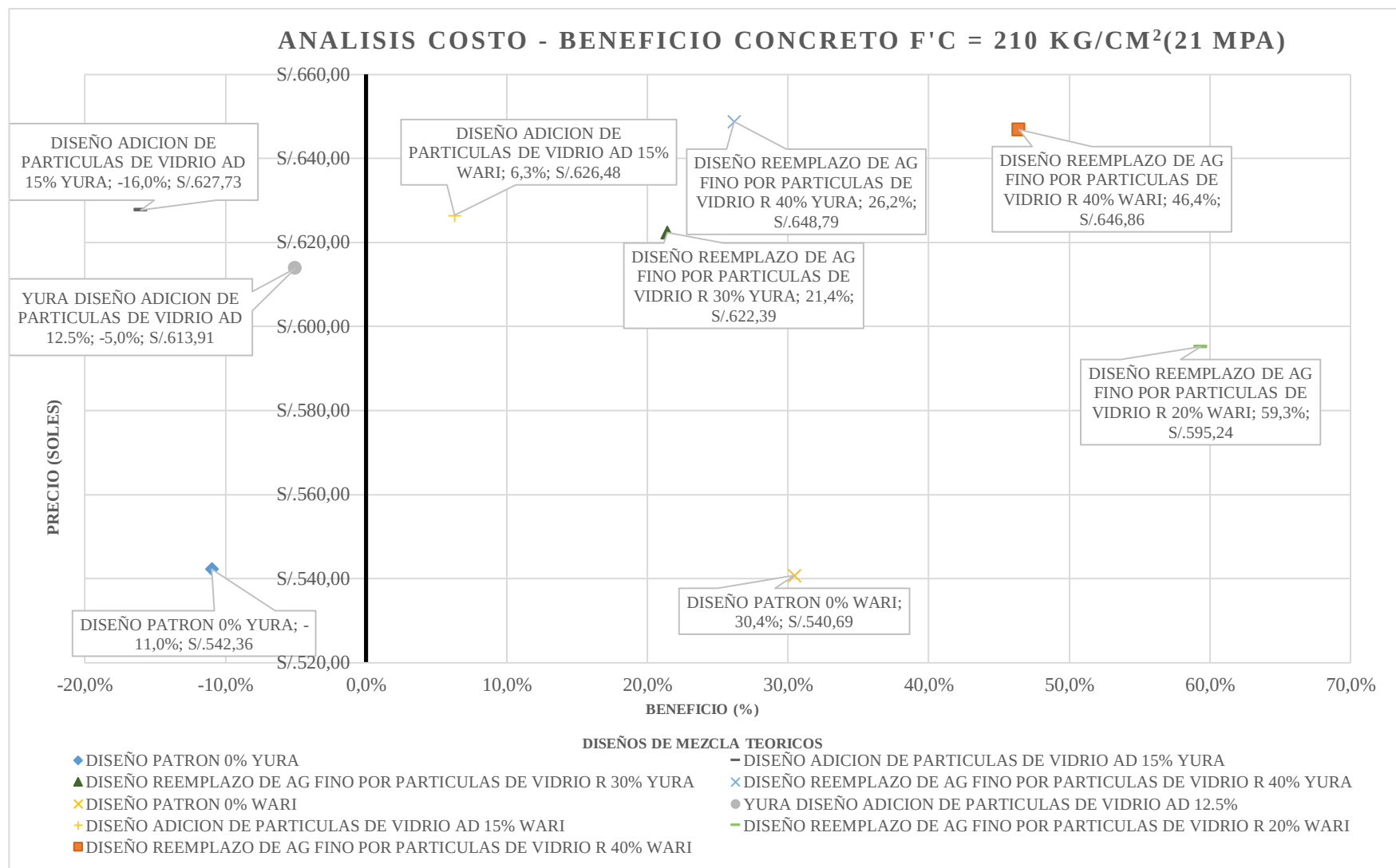


**Gráfico 71: Análisis costo - beneficio concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 (21 \text{ MPa})$ .**

Fuente: Elaboración propia.



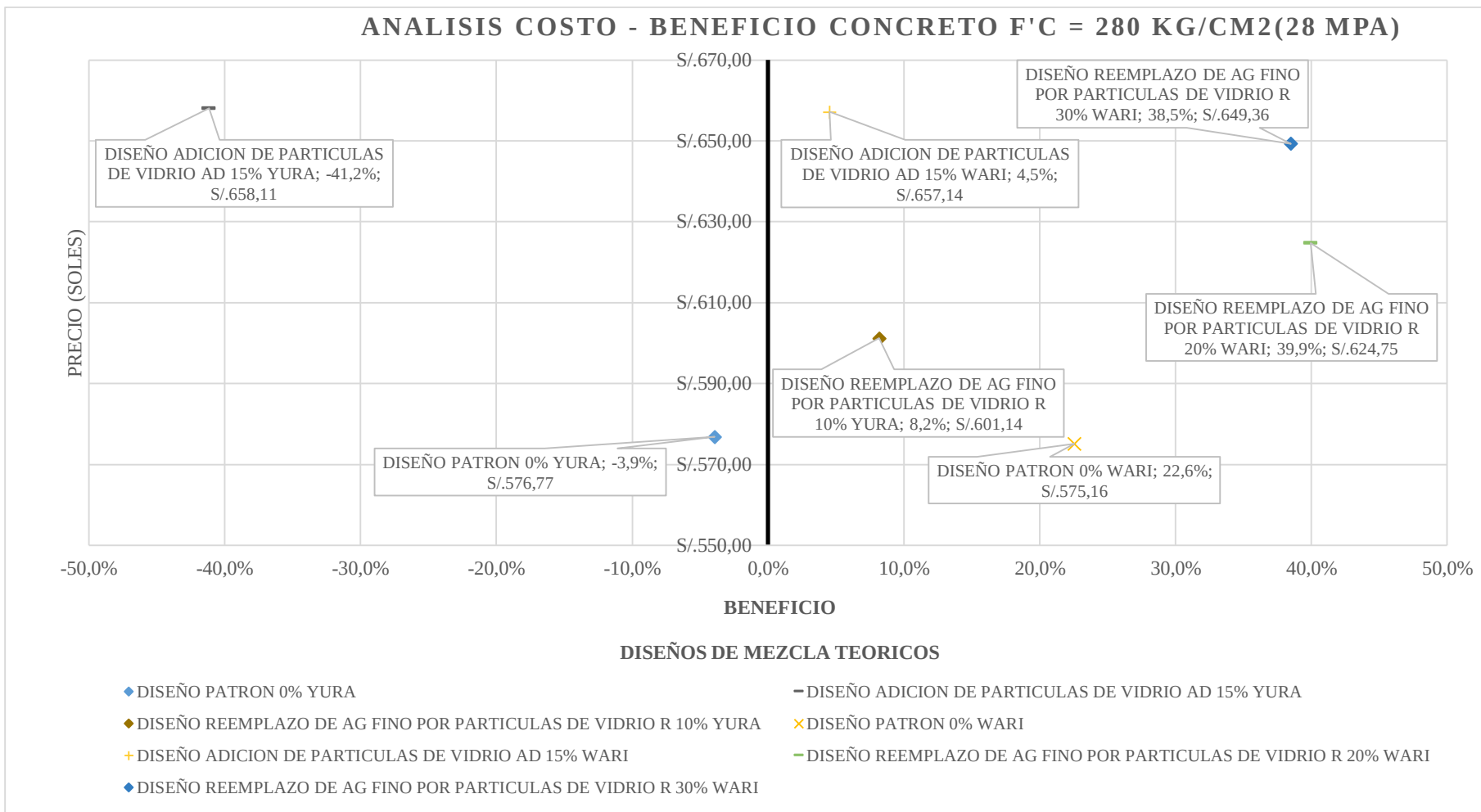
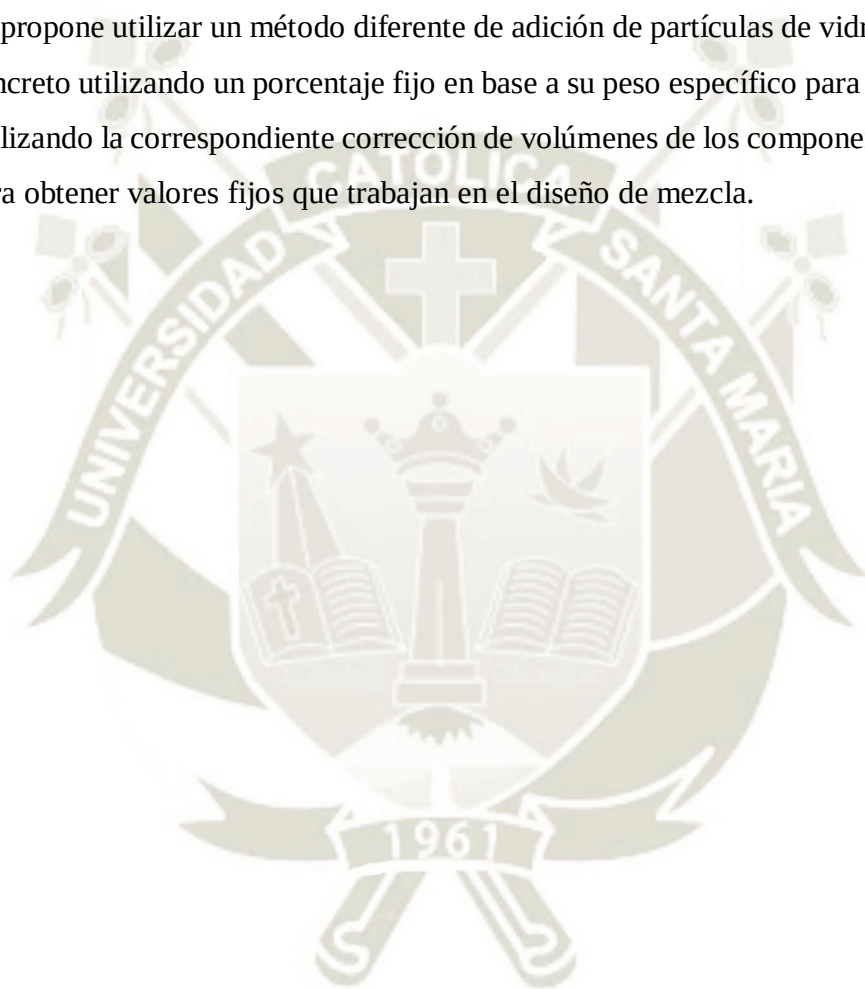


**Gráfico 72: Análisis de costos – beneficio concreto  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  (28 MPa).**  
Fuente: Elaboración propia.

11. Las partículas de vidrio son prácticamente impermeables lo que también se puede decir como que su absorción de agua es casi nula. Es por esta razón que no es necesario utilizar el total de agua para diseños de mezcla con reemplazo de agregado fino por partículas de vidrio.
12. El agua efectiva en los diseños de mezcla será determinante para ambos tipos de diseño. En diseños por adición de partículas sobre el peso total de la mezcla el agua podría no ser suficiente por la adición de material, a diferencia de los diseños por reemplazo de agregado fino por partículas de vidrio donde el agua podría ser excesiva por la impermeabilidad de las partículas de vidrio.
13. Se determina que el cemento Wari IP es el que tiene mejor comportamiento en sus propiedades mecánicas antes, durante y después del fraguado; siendo las más resaltantes la trabajabilidad y resistencia a la compresión.
14. Conforme el reemplazo de partículas de vidrio por agregado fino en la mezcla es mayor, tiende a tener un mayor asentamiento (SLUMP) y por ende mayor trabajabilidad. Esto es debido a que la absorción de las partículas de vidrio es prácticamente nula.
15. Para la presente investigación se propuso dos tipos de metodologías de uso de partículas de vidrio en mezclas de concreto con resistencias convencionales. El primero método es la adición de partículas de vidrio en porcentaje sobre el peso total del diseño de mezcla en estado seco y un segundo método de uso de partículas de vidrio en reemplazo parcial sobre el peso total del agregado fino del diseño de mezcla en estado seco. Estos dos métodos se toman como base de investigaciones previas en el campo de la ingeniería civil y tecnología del concreto.
16. Como resultado de los métodos utilizados de uso de partículas de vidrio se concluye que para el método de adición sobre el peso total del diseño seco el porcentaje base planteado de adición de partículas de vidrio correspondiente al diseño teórico no representa el porcentaje correspondiente el diseño de mezcla efectivo del concreto, al diseñar para un metro cubico de concreto los componentes de la mezcla representativos se verán afectados por la adición de partículas de vidrio dando lugar a un diseño de mezcla efectivo donde los componentes de la mezcla trabajan conjuntamente en diferentes porcentajes que el diseño de mezcla teórico. Para obtener los porcentajes de mezcla reales que trabajan sobre un metro cubico se tuvo que realizar la corrección de volúmenes dando lugar al diseño de mezcla efectivo.

17. Para el método de reemplazo parcial de agregado fino por partículas de vidrio se tiene que hacer una corrección de volúmenes menor dado que el peso por unidad de volumen de las partículas de vidrio es diferente que la del agregado fino, para lo cual se tiene que hacer una corrección sobre el volumen del agregado fino en el diseño de mezcla para un metro cubico correspondiente dando lugar a un diseño de mezcla efectivo donde el agregado fino y las partículas de vidrio trabajen sobre un metro cubico.
18. Se propone utilizar un método diferente de adición de partículas de vidrio en mezclas de concreto utilizando un porcentaje fijo en base a su peso específico para un metro cubico, realizando la correspondiente corrección de volúmenes de los componentes de la mezcla para obtener valores fijos que trabajan en el diseño de mezcla.



## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda evaluar el comportamiento del concreto elaborado con adición y reemplazo de partículas de vidrio para resistencias de  $350 \text{ kg/cm}^2$  o superiores.
2. Se recomienda realizar nuevas investigaciones con reemplazo de agregado fino por partículas de vidrio en porcentajes mayores al 40% del peso de la mezcla de concreto.
3. Investigar diseño de mezcla para concretos de resistencias convencionales utilizando partículas de vidrio retenidas en las mallas N°4 y N°8 de los tamices normados.
4. Utilizar aditivos reductores de agua en diseños de mezcla utilizando reemplazo de agregado fino por partículas de vidrio para ser analizados y evaluados.
5. Para la manipulación del vidrio se deberá tener implementos de seguridad según la etapa del proceso. En la primera recolección y trituración del vidrio se deberá utilizar implementos de seguridad para la protección de los ojos y contra elementos punzocortantes por los filos que tiene el material. Durante y después de la molienda del vidrio y la obtención de partículas finas se debe utilizar, además de los implementos mencionados antes, máscaras para nariz y boca dado que el polvo de vidrio es un material que puede dañar los conductos respiratorios y los pulmones.
6. No es recomendable que la mezcla de concreto permanezca de 3 minutos a más en la mezcladora porque se puede dar segregación en el concreto.
7. Se recomienda incentivar el reciclaje y posteriormente la reutilización de los envases de vidrio debido al beneficio que aporta al concreto.
8. Se recomienda hacer un estudio de la relación álcali – sílice con concretos incorporados con partículas de vidrio en nuevas investigaciones con métodos diferentes como la barra de mortero, expansión y variación de longitud y análisis de la estructura del concreto con el espectrómetro.
9. Realizar nuevas investigaciones realizando pruebas de resistencia a la flexión del concreto con partículas de vidrio incorporadas.
10. Se recomienda realizar nuevas investigaciones con comparaciones múltiples entre diseños de mezcla con diferentes tipos de partículas de vidrio incorporadas utilizando vidrio reciclado tanto de construcción como de industria.



11. Se recomienda tener cuidado especial con los desechos de partículas de vidrio pasantes de la malla N° 200 para que no causen daños en la salud de terceros al momento de su disposición final.
12. Con los resultados obtenidos de la presente investigación se recomienda que para nuevas investigaciones que se realice una corrección de volúmenes sobre un porcentaje de adición establecido. Según los pesos por unidad de volumen del componente del concreto se puede corregir los volúmenes de los mismos partiendo de un porcentaje de adición fijo sobre el metro cubico, donde se tomará la diferencia como base para los nuevos volúmenes de los componentes de la mezcla.
13. Se debe tomar en cuenta que el material utilizado como adición sobre la mezcla de concreto tiene un peso específico o peso por unidad de volumen único que deberá ser tomado en cuenta en el diseño de mezcla para obtener los volúmenes reales que trabajan para el diseño de un metro cubico como corresponde.
14. Se recomienda diseñar siempre para un volumen predeterminado utilizando valores fijos de los componentes de la mezcla para no tener diferencias entre el diseño de mezcla teórico y diseño de mezcla efectivo, obteniendo así resultados que pueden ser evaluados directamente y comparados entre sí.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abanto Castillo, F. (2009). Tecnología del concreto, teoría y problemas (Segunda ed.). Lima, Peru: San Marcos.
- ACI International. (2019) State-of-the-Art Report on High-Strength Concrete-Reported by ACI Committee 363., Farmington hills, MI, [www.aci-int.org](http://www.aci-int.org).
- ACI International. (2019) Guide to Quality Control and Testing of High-Strength Concrete, ACI 363.2R-98; Reported by ACI Committee 363. [www.aci-int.org](http://www.aci-int.org).
- Adán S G. (2017) “Análisis de mezclas de concreto con proporciones de vidrio molido, tamizado y granular como aditivo, a fin de aumentar la resistencia a la compresión del hormigón” Pereira, Colombia,
- Carpio Fernández E., Peña Sánchez E. (2017). “Análisis comparativo de las diferentes canteras de puzolana de la ciudad de Arequipa para concretos de resistencias  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ,  $280 \text{ kg/cm}^2$  y  $350 \text{ kg/cm}^2$  en el año 2017”. Universidad Católica de Santa María. Arequipa, Perú.
- Catalán Arteaga C. (2013). “Estudio de la influencia del vidrio molido en hormigones gado h15, h20, y h30”. Universidad Austral de Chile.Valdivia – Chile, 2013
- Diario oficial del bicentenario el peruano. (2019). Norma técnica peruana NTP 334.003 (2019) Cementos. Procedimiento para la obtención de pastas y morteros de consistencia plástica por mezcla mecánica.
- Diario oficial del bicentenario el peruano. (2019). Norma técnica peruana NTP 334.005 Cementos. Método de ensayo para determinar la densidad del cemento Portland
- Diario oficial del bicentenario el peruano. (2019). Norma técnica peruana NTP 334.009 Cementos. Cemento portland. Requisitos
- Diario oficial del bicentenario el peruano. (2019). Norma técnica peruana NTP 334.045 Cementos. Método de ensayo para determinar la finura por tamizado húmedo con tamiz normalizado de  $45 \mu\text{m}$  (N° 325)
- Diario oficial del bicentenario el peruano. (2019). Norma técnica peruana NTP 334.046 Cementos. Método de ensayo para determinar la finura por tamizado húmedo con tamiz ITINTEC  $149\mu\text{m}$  (N100) y  $74 \mu\text{m}$  (N200)

- Diario oficial del bicentenario el peruano. (2019). Norma técnica peruana NTP 334.051 Cementos. Método para determinar la resistencia a la compresión de morteros de cemento portland cubos de 50 mm de lado.
- Diario oficial del bicentenario el peruano. (2019). Norma técnica peruana NTP 334.057 Cemento. Método de ensayo para determinar la fluidez de morteros de cemento portland
- Diario oficial del bicentenario el peruano. (2019). Norma técnica peruana NTP 334.060 Método de ensayo para determinar la resistencia a la tensión de morteros de cemento hidráulico
- Diario oficial del bicentenario el peruano. (2019). Norma técnica peruana NTP 334.077 Cementos. Ambientes, gabinetes y tanques de almacenamiento utilizados en los ensayos de cemento y concreto. Requisitos.
- Diario oficial del bicentenario el peruano. (2019). Norma técnica peruana NTP 334.090 Cementos. Cementos portland adicionados. Requisitos
- Diario oficial del bicentenario el peruano. (2019). Norma técnica peruana NTP 334.097 Cementos. Arena normalizada. Requisitos
- Diario oficial del bicentenario el peruano. (2019). Norma técnica peruana NTP 334.120 Cementos. Método de ensayo normalizado de resistencia a la flexión de mortero de Cementos portland.
- Grupo transmerquim (2014). Hoja de datos de seguridad. Obtenido de: <http://www.gtm.net/images/industrial/f/FIBRA%20DE%20VIDRIO.pdf>
- M. Rodriguez, M. Ruiz. (2016)- “Evaluación del desempeño de un hormigón con incorporación de vidrio reciclado finamente molido en reemplazo de cemento mediante ensayos de laboratorio”. Revista facultad de ciencias exactas, físicas y naturales, vol. 3, no. 2. Córdoba, Argentina.
- Nilson, A. (2019). Diseño de estructuras de concreto. de estructuras de concreto.
- Pasquel E. (1997). “Reacción álcali-agregado: El VIH del concreto”. Laboratorio del concreto – Asocreto. Lima – Perú.
- Rivva L. E, 2000, Diseño de mezclas, Lima - Perú
- Rivva López Enrique. (2019) “Concreto alta resistencia”, ICG, ACI capitulo peruano.



Segarra F., J. (2005). “Envejecimiento de presas por reacciones expansivas en hormigón”.

Universidad Politécnica de Cataluña, Escuela Superior de Ingeniería de Caminos,  
Canales y Puertos.

Vilca, Aranda, P. (2008). Obtención del concreto de alta resistencia. Lima, Perú.





## ANEXOS

### TABLAS DE ROTURA

*ANEXO 1: Concreto Yura IP  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .*

*Fuente: Elaboración propio.*

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>$f'c \text{ (kg/cm}^2 \text{)}$ | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>$f'cr \text{ (kg/cm}^2 \text{)}$ | RESISTENCIA<br>MÍNIMA POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>$\text{(kg/cm}^2 \text{)}$ | TIPO | CÓDIGO         | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>$\text{(kg/cm}^2 \text{)}$ | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------|----------------|------------------|--------------------|----------------|--------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                                  | 294                                                                                | 84                                                                              | -    | 210 11/02/19 A | 11/02/2019       | 14/02/2019         | 3              | 91                                               | 7210                      | SI                                                          | 1.00                    | 113.25   |
| 2  | 210                                                                  | 294                                                                                | 84                                                                              | -    | 210 11/02/19 A | 11/02/2019       | 14/02/2019         | 3              | 110                                              | 8664                      | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                                  | 294                                                                                | 84                                                                              | -    | 211 11/02/19 A | 11/02/2019       | 14/02/2019         | 3              | 121                                              | 9528                      | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                                  | 294                                                                                | 84                                                                              | -    | 210 11/02/19 A | 11/02/2019       | 14/02/2019         | 3              | 131                                              | 10309                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                                  | 294                                                                                | 147                                                                             | -    | 211 11/02/19 A | 11/02/2019       | 18/02/2019         | 7              | 181                                              | 14285                     | SI                                                          | 1.00                    | 187.25   |
| 6  | 210                                                                  | 294                                                                                | 147                                                                             | -    | 210 11/02/19 A | 11/02/2019       | 18/02/2019         | 7              | 185                                              | 14592                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                                  | 294                                                                                | 147                                                                             | -    | 210 11/02/19 A | 11/02/2019       | 18/02/2019         | 7              | 186                                              | 14702                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                                  | 294                                                                                | 147                                                                             | -    | 210 11/02/19 A | 11/02/2019       | 18/02/2019         | 7              | 197                                              | 15743                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                                  | 294                                                                                | 189                                                                             | -    | 210 11/02/19 A | 11/02/2019       | 25/02/2019         | 14             | 198                                              | 15551                     | SI                                                          | 1.00                    | 214.00   |
| 10 | 210                                                                  | 294                                                                                | 189                                                                             | -    | 210 11/02/19 A | 11/02/2019       | 25/02/2019         | 14             | 217                                              | 17030                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                                  | 294                                                                                | 189                                                                             | -    | 210 11/02/19 A | 11/02/2019       | 25/02/2019         | 14             | 219                                              | 17278                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                                  | 294                                                                                | 189                                                                             | -    | 210 11/02/19 A | 11/02/2019       | 25/02/2019         | 14             | 222                                              | 17430                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 13 | 210                                                                  | 294                                                                                | 199.5                                                                           | -    | 210 11/02/19 A | 11/02/2019       | 11/03/2019         | 28             | 237                                              | 18614                     | SI                                                          | 1.00                    | 255.75   |
| 14 | 210                                                                  | 294                                                                                | 199.5                                                                           | -    | 210 11/02/19 A | 11/02/2019       | 11/03/2019         | 28             | 246                                              | 19366                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 15 | 210                                                                  | 294                                                                                | 199.5                                                                           | -    | 210 11/02/19 A | 11/02/2019       | 11/03/2019         | 28             | 262                                              | 20635                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 16 | 210                                                                  | 294                                                                                | 199.5                                                                           | -    | 210 11/02/19 A | 11/02/2019       | 11/03/2019         | 28             | 278                                              | 21915                     | SI                                                          | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm <sup>2</sup> ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | TIPO  | CÓDIGO               | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                            | 294                                                                          | 84                                                                         | AD 5% | 211 15/02/2019 5% AD | 15/02/2019       | 18/02/2019         | 3              | 103                                         | 8124                      | SI                                                          | 1.00                    | 118.75   |
| 2  | 210                                                            | 294                                                                          | 84                                                                         | AD 5% | 210 15/02/2019 5% AD | 15/02/2019       | 18/02/2019         | 3              | 108                                         | 8594                      | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                            | 294                                                                          | 84                                                                         | AD 5% | 210 15/02/2019 5% AD | 15/02/2019       | 18/02/2019         | 3              | 130                                         | 10226                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                            | 294                                                                          | 84                                                                         | AD 5% | 210 15/02/2019 5% AD | 15/02/2019       | 18/02/2019         | 3              | 134                                         | 10554                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                            | 294                                                                          | 147                                                                        | AD 5% | 210 15/02/2019 5% AD | 15/02/2019       | 22/02/2019         | 7              | 105                                         | 8261                      | NO                                                          | 1.00                    | 145.75   |
| 6  | 210                                                            | 294                                                                          | 147                                                                        | AD 5% | 210 15/02/2019 5% AD | 15/02/2019       | 22/02/2019         | 7              | 123                                         | 9755                      | NO                                                          | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                            | 294                                                                          | 147                                                                        | AD 5% | 210 15/02/2019 5% AD | 15/02/2019       | 22/02/2019         | 7              | 160                                         | 12611                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                            | 294                                                                          | 147                                                                        | AD 5% | 210 15/02/2019 5% AD | 15/02/2019       | 22/02/2019         | 7              | 195                                         | 15406                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                            | 294                                                                          | 189                                                                        | AD 5% | 210 15/02/2019 5% AD | 15/02/2019       | 01/03/2019         | 14             | 185                                         | 14548                     | NO                                                          | 1.00                    | 217.25   |
| 10 | 210                                                            | 294                                                                          | 189                                                                        | AD 5% | 210 15/02/2019 5% AD | 15/02/2019       | 01/03/2019         | 14             | 213                                         | 16725                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                            | 294                                                                          | 189                                                                        | AD 5% | 210 15/02/2019 5% AD | 15/02/2019       | 01/03/2019         | 14             | 234                                         | 18407                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                            | 294                                                                          | 189                                                                        | AD 5% | 210 15/02/2019 5% AD | 15/02/2019       | 01/03/2019         | 14             | 237                                         | 18605                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 13 | 210                                                            | 294                                                                          | 199.5                                                                      | AD 5% | 210 15/02/2019 5% AD | 15/02/2019       | 15/03/2019         | 28             | 185                                         | 14750                     | NO                                                          | 1.00                    | 264.00   |
| 14 | 210                                                            | 294                                                                          | 199.5                                                                      | AD 5% | 210 15/02/2019 5% AD | 15/02/2019       | 15/03/2019         | 28             | 272                                         | 21454                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 15 | 210                                                            | 294                                                                          | 199.5                                                                      | AD 5% | 210 15/02/2019 5% AD | 15/02/2019       | 15/03/2019         | 28             | 282                                         | 22172                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 16 | 210                                                            | 294                                                                          | 199.5                                                                      | AD 5% | 210 15/02/2019 5% AD | 15/02/2019       | 15/03/2019         | 28             | 289                                         | 22742                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 17 | 210                                                            | 294                                                                          | 199.5                                                                      | AD 5% | 210 15/02/2019 5% AD | 15/02/2019       | 15/03/2019         | 28             | 292                                         | 22982                     | SI                                                          | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN $f'_c$<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>$f'_{cr}$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | TIPO       | CÓDIGO                     | FECHA<br>VACIAD<br>O | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DIAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|------------|----------------------------|----------------------|--------------------|----------------|---------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                               | 294                                                                               | 84                                                                         | AD<br>7.5% | 210 19/02/2019/<br>7.5% AD | 19/02/20<br>19       | 22/02/2019         | 3              | 120                                         | 9638                      | SI                                                          | 1.00                    | 135.50   |
| 2  | 210                                                               | 294                                                                               | 84                                                                         | AD<br>7.5% | 210 19/02/2019/<br>7.5% AD | 19/02/20<br>19       | 22/02/2019         | 3              | 135                                         | 10611                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                               | 294                                                                               | 84                                                                         | AD<br>7.5% | 210 19/02/2019/<br>7.5% AD | 19/02/20<br>19       | 22/02/2019         | 3              | 140                                         | 10523                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                               | 294                                                                               | 84                                                                         | AD<br>7.5% | 210 19/02/2019/<br>7.5% AD | 19/02/20<br>19       | 22/02/2019         | 3              | 147                                         | 11554                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                               | 294                                                                               | 147                                                                        | AD<br>7.5% | 210 19/02/2019/<br>7.5% AD | 19/02/20<br>19       | 26/02/2019         | 7              | 173                                         | 13658                     | NO                                                          | 1.00                    | 183.25   |
| 6  | 210                                                               | 294                                                                               | 147                                                                        | AD<br>7.5% | 210 19/02/2019/<br>7.5% AD | 19/02/20<br>19       | 26/02/2019         | 7              | 179                                         | 14084                     | NO                                                          | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                               | 294                                                                               | 147                                                                        | AD<br>7.5% | 210 19/02/2019/<br>7.5% AD | 19/02/20<br>19       | 26/02/2019         | 7              | 179                                         | 14119                     | NO                                                          | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                               | 294                                                                               | 147                                                                        | AD<br>7.5% | 210 19/02/2019/<br>7.5% AD | 19/02/20<br>19       | 26/02/2019         | 7              | 202                                         | 15941                     | NO                                                          | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                               | 294                                                                               | 189                                                                        | AD<br>7.5% | 210 19/02/2019/<br>7.5% AD | 19/02/20<br>19       | 05/03/2019         | 14             | 194                                         | 15372                     | SI                                                          | 1.00                    | 212.50   |
| 10 | 210                                                               | 294                                                                               | 189                                                                        | AD<br>7.5% | 210 19/02/2019/<br>7.5% AD | 19/02/20<br>19       | 05/03/2019         | 14             | 201                                         | 15765                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                               | 294                                                                               | 189                                                                        | AD<br>7.5% | 210 19/02/2019/<br>7.5% AD | 19/02/20<br>19       | 05/03/2019         | 14             | 217                                         | 17149                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                               | 294                                                                               | 189                                                                        | AD<br>7.5% | 210 19/02/2019/<br>7.5% AD | 19/02/20<br>19       | 05/03/2019         | 14             | 238                                         | 18761                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 13 | 210                                                               | 294                                                                               | 199.5                                                                      | AD<br>7.5% | 210 19/02/2019/<br>7.5% AD | 19/02/20<br>19       | 19/03/2019         | 28             | 256                                         | 20120                     | SI                                                          | 1.00                    | 287.00   |
| 14 | 210                                                               | 294                                                                               | 199.5                                                                      | AD<br>7.5% | 210 19/02/2019/<br>7.5% AD | 19/02/20<br>19       | 19/03/2019         | 28             | 283                                         | 22237                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 15 | 210                                                               | 294                                                                               | 199.5                                                                      | AD<br>7.5% | 210 19/02/2019/<br>7.5% AD | 19/02/20<br>19       | 19/03/2019         | 28             | 284                                         | 22343                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 16 | 210                                                               | 294                                                                               | 199.5                                                                      | AD<br>7.5% | 210 19/02/2019/<br>7.5% AD | 19/02/20<br>19       | 19/03/2019         | 28             | 291                                         | 22909                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 17 | 210                                                               | 294                                                                               | 199.5                                                                      | AD<br>7.5% | 210 19/02/2019/<br>7.5% AD | 19/02/20<br>19       | 19/03/2019         | 28             | 321                                         | 25257                     | SI                                                          | 1.00                    |          |



| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm <sup>2</sup> ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | TIPO   | CÓDIGO                 | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DIAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                            | 294                                                                          | 84                                                                            | AD 10% | 210 19/02/2019/ 10% AD | 19/02/2019       | 22/02/2019         | 3              | 142                                         | 11191                     | SI                                                             | 1.00                    | 157.75   |
| 2  | 210                                                            | 294                                                                          | 84                                                                            | AD 10% | 210 19/02/2019/ 10% AD | 19/02/2019       | 22/02/2019         | 3              | 162                                         | 12742                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                            | 294                                                                          | 84                                                                            | AD 10% | 210 19/02/2019/ 10% AD | 19/02/2019       | 22/02/2019         | 3              | 163                                         | 12812                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                            | 294                                                                          | 84                                                                            | AD 10% | 210 19/02/2019/ 10% AD | 19/02/2019       | 22/02/2019         | 3              | 164                                         | 12980                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                            | 294                                                                          | 147                                                                           | AD 10% | 210 19/02/2019/ 10% AD | 19/02/2019       | 26/02/2019         | 7              | 197                                         | 15561                     | SI                                                             | 1.00                    | 208.25   |
| 6  | 210                                                            | 294                                                                          | 147                                                                           | AD 10% | 210 19/02/2019/ 10% AD | 19/02/2019       | 26/02/2019         | 7              | 204                                         | 16085                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                            | 294                                                                          | 147                                                                           | AD 10% | 210 19/02/2019/ 10% AD | 19/02/2019       | 26/02/2019         | 7              | 213                                         | 16791                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                            | 294                                                                          | 147                                                                           | AD 10% | 210 19/02/2019/ 10% AD | 19/02/2019       | 26/02/2019         | 7              | 219                                         | 17318                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                            | 294                                                                          | 189                                                                           | AD 10% | 210 19/02/2019/ 10% AD | 19/02/2019       | 05/03/2019         | 14             | 217                                         | 17118                     | SI                                                             | 1.00                    | 248.00   |
| 10 | 210                                                            | 294                                                                          | 189                                                                           | AD 10% | 210 19/02/2019/ 10% AD | 19/02/2019       | 05/03/2019         | 14             | 253                                         | 19889                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                            | 294                                                                          | 189                                                                           | AD 10% | 210 19/02/2019/ 10% AD | 19/02/2019       | 05/03/2019         | 14             | 258                                         | 20286                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                            | 294                                                                          | 189                                                                           | AD 10% | 210 19/02/2019/ 10% AD | 19/02/2019       | 05/03/2019         | 14             | 264                                         | 20722                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 210                                                            | 294                                                                          | 199.5                                                                         | AD 10% | 210 19/02/2019/ 10% AD | 19/02/2019       | 19/03/2019         | 28             | 275                                         | 21677                     | SI                                                             | 1.00                    | 293.80   |
| 14 | 210                                                            | 294                                                                          | 199.5                                                                         | AD 10% | 210 19/02/2019/ 10% AD | 19/02/2019       | 19/03/2019         | 28             | 279                                         | 21996                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 210                                                            | 294                                                                          | 199.5                                                                         | AD 10% | 210 19/02/2019/ 10% AD | 19/02/2019       | 19/03/2019         | 28             | 299                                         | 23486                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 210                                                            | 294                                                                          | 199.5                                                                         | AD 10% | 210 19/02/2019/ 10% AD | 19/02/2019       | 19/03/2019         | 28             | 307                                         | 24128                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 17 | 210                                                            | 294                                                                          | 199.5                                                                         | AD 10% | 210 19/02/2019/ 10% AD | 19/02/2019       | 19/03/2019         | 28             | 309                                         | 24212                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm <sup>2</sup> ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | TIPO     | CÓDIGO             | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DIAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                            | 294                                                                          | 84                                                                            | AD 12.5% | 210 5/3/19 A 12.5% | 05/03/2019       | 08/03/2019         | 3              | 101                                         | 7953                      | SI                                                             | 1.00                    | 122.75   |
| 2  | 210                                                            | 294                                                                          | 84                                                                            | AD 12.5% | 210 5/3/19 A 12.5% | 05/03/2019       | 08/03/2019         | 3              | 112                                         | 8823                      | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                            | 294                                                                          | 84                                                                            | AD 12.5% | 210 5/3/19 A 12.5% | 05/03/2019       | 08/03/2019         | 3              | 134                                         | 11206                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                            | 294                                                                          | 84                                                                            | AD 12.5% | 210 5/3/19 A 12.5% | 05/03/2019       | 08/03/2019         | 3              | 144                                         | 11314                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                            | 294                                                                          | 147                                                                           | AD 12.5% | 210 5/3/19 A 12.5% | 05/03/2019       | 12/03/2019         | 7              | 170                                         | 13404                     | SI                                                             | 1.00                    | 186.00   |
| 6  | 210                                                            | 294                                                                          | 147                                                                           | AD 12.5% | 210 5/3/19 A 12.5% | 05/03/2019       | 12/03/2019         | 7              | 186                                         | 14664                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                            | 294                                                                          | 147                                                                           | AD 12.5% | 210 5/3/19 A 12.5% | 05/03/2019       | 12/03/2019         | 7              | 194                                         | 15275                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                            | 294                                                                          | 147                                                                           | AD 12.5% | 210 5/3/19 A 12.5% | 05/03/2019       | 12/03/2019         | 7              | 194                                         | 15275                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                            | 294                                                                          | 189                                                                           | AD 12.5% | 210 5/3/19 A 12.5% | 05/03/2019       | 19/03/2019         | 14             | 202                                         | 15838                     | SI                                                             | 1.00                    | 215.00   |
| 10 | 210                                                            | 294                                                                          | 189                                                                           | AD 12.5% | 210 5/3/19 A 12.5% | 05/03/2019       | 19/03/2019         | 14             | 209                                         | 16521                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                            | 294                                                                          | 189                                                                           | AD 12.5% | 210 5/3/19 A 12.5% | 05/03/2019       | 19/03/2019         | 14             | 217                                         | 17115                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                            | 294                                                                          | 189                                                                           | AD 12.5% | 210 5/3/19 A 12.5% | 05/03/2019       | 19/03/2019         | 14             | 232                                         | 18222                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 210                                                            | 294                                                                          | 199.5                                                                         | AD 12.5% | 210 5/3/19 A 12.5% | 05/03/2019       | 02/04/2019         | 28             | 278                                         | 21927                     | SI                                                             | 1.00                    | 286.75   |
| 14 | 210                                                            | 294                                                                          | 199.5                                                                         | AD 12.5% | 210 5/3/19 A 12.5% | 05/03/2019       | 02/04/2019         | 28             | 282                                         | 22259                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 210                                                            | 294                                                                          | 199.5                                                                         | AD 12.5% | 210 5/3/19 A 12.5% | 05/03/2019       | 02/04/2019         | 28             | 285                                         | 22434                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 210                                                            | 294                                                                          | 199.5                                                                         | AD 12.5% | 210 5/3/19 A 12.5% | 05/03/2019       | 02/04/2019         | 28             | 302                                         | 23798                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm <sup>2</sup> ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | TIPO   | CÓDIGO           | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DIAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                            | 294                                                                          | 84                                                                            | AD 15% | 210 5/3/19 A 15% | 05/03/2019       | 08/03/2019         | 3              | 134                                         | 10636                     | SI                                                             | 1.00                    | 141.00   |
| 2  | 210                                                            | 294                                                                          | 84                                                                            | AD 15% | 210 5/3/19 A 15% | 05/03/2019       | 08/03/2019         | 3              | 136                                         | 10658                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                            | 294                                                                          | 84                                                                            | AD 15% | 210 5/3/19 A 15% | 05/03/2019       | 08/03/2019         | 3              | 143                                         | 11304                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                            | 294                                                                          | 84                                                                            | AD 15% | 210 5/3/19 A 15% | 05/03/2019       | 08/03/2019         | 3              | 151                                         | 11909                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                            | 294                                                                          | 147                                                                           | AD 15% | 210 5/3/19 A 15% | 05/03/2019       | 12/03/2019         | 7              | 162                                         | 12796                     | SI                                                             | 1.00                    | 178.50   |
| 6  | 210                                                            | 294                                                                          | 147                                                                           | AD 15% | 210 5/3/19 A 15% | 05/03/2019       | 12/03/2019         | 7              | 167                                         | 13172                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                            | 294                                                                          | 147                                                                           | AD 15% | 210 5/3/19 A 15% | 05/03/2019       | 12/03/2019         | 7              | 187                                         | 14728                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                            | 294                                                                          | 147                                                                           | AD 15% | 210 5/3/19 A 15% | 05/03/2019       | 12/03/2019         | 7              | 198                                         | 15553                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                            | 294                                                                          | 189                                                                           | AD 15% | 210 5/3/19 A 15% | 05/03/2019       | 19/03/2019         | 14             | 186                                         | 14624                     | NO                                                             | 1.00                    | 201.75   |
| 10 | 210                                                            | 294                                                                          | 189                                                                           | AD 15% | 210 5/3/19 A 15% | 05/03/2019       | 19/03/2019         | 14             | 203                                         | 15944                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                            | 294                                                                          | 189                                                                           | AD 15% | 210 5/3/19 A 15% | 05/03/2019       | 19/03/2019         | 14             | 204                                         | 16096                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                            | 294                                                                          | 189                                                                           | AD 15% | 210 5/3/19 A 15% | 05/03/2019       | 19/03/2019         | 14             | 214                                         | 16834                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 210                                                            | 294                                                                          | 199.5                                                                         | AD 15% | 210 5/3/19 A 15% | 05/03/2019       | 02/04/2019         | 28             | 269                                         | 21157                     | SI                                                             | 1.00                    | 287.00   |
| 14 | 210                                                            | 294                                                                          | 199.5                                                                         | AD 15% | 210 5/3/19 A 15% | 05/03/2019       | 02/04/2019         | 28             | 284                                         | 22369                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 210                                                            | 294                                                                          | 199.5                                                                         | AD 15% | 210 5/3/19 A 15% | 05/03/2019       | 02/04/2019         | 28             | 288                                         | 22636                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 210                                                            | 294                                                                          | 199.5                                                                         | AD 15% | 210 5/3/19 A 15% | 05/03/2019       | 02/04/2019         | 28             | 307                                         | 24167                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm <sup>2</sup> ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm <sup>2</sup> ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | TIPO  | CÓDIGO           | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DIAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|-------|------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                            | 294                                                                          | 84                                                                            | R 10% | 210 6/3/19 R 10% | 06/03/2019       | 09/03/2019         | 3              | 131                                         | 10327                     | SI                                                             | 1.00                    | 141.75   |
| 2  | 210                                                            | 294                                                                          | 84                                                                            | R 10% | 210 6/3/19 R 10% | 06/03/2019       | 09/03/2019         | 3              | 139                                         | 10980                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                            | 294                                                                          | 84                                                                            | R 10% | 210 6/3/19 R 10% | 06/03/2019       | 09/03/2019         | 3              | 146                                         | 11569                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                            | 294                                                                          | 84                                                                            | R 10% | 210 6/3/19 R 10% | 06/03/2019       | 09/03/2019         | 3              | 151                                         | 11930                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                            | 294                                                                          | 147                                                                           | R 10% | 210 6/3/19 R 10% | 06/03/2019       | 13/03/2019         | 7              | 186                                         | 14649                     | SI                                                             | 1.00                    | 195.50   |
| 6  | 210                                                            | 294                                                                          | 147                                                                           | R 10% | 210 6/3/19 R 10% | 06/03/2019       | 13/03/2019         | 7              | 195                                         | 15343                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                            | 294                                                                          | 147                                                                           | R 10% | 210 6/3/19 R 10% | 06/03/2019       | 13/03/2019         | 7              | 199                                         | 15690                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                            | 294                                                                          | 147                                                                           | R 10% | 210 6/3/19 R 10% | 06/03/2019       | 13/03/2019         | 7              | 202                                         | 15892                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                            | 294                                                                          | 189                                                                           | R 10% | 210 6/3/19 R 10% | 06/03/2019       | 20/03/2019         | 14             | 236                                         | 18574                     | SI                                                             | 1.00                    | 253.25   |
| 10 | 210                                                            | 294                                                                          | 189                                                                           | R 10% | 210 6/3/19 R 10% | 06/03/2019       | 20/03/2019         | 14             | 244                                         | 19201                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                            | 294                                                                          | 189                                                                           | R 10% | 210 6/3/19 R 10% | 06/03/2019       | 20/03/2019         | 14             | 252                                         | 19853                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                            | 294                                                                          | 189                                                                           | R 10% | 210 6/3/19 R 10% | 06/03/2019       | 20/03/2019         | 14             | 281                                         | 22049                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 210                                                            | 294                                                                          | 199.5                                                                         | R 10% | 210 6/3/19 R 10% | 06/03/2019       | 03/04/2019         | 28             | 320                                         | 25186                     | SI                                                             | 1.00                    | 335.75   |
| 14 | 210                                                            | 294                                                                          | 199.5                                                                         | R 10% | 210 6/3/19 R 10% | 06/03/2019       | 03/04/2019         | 28             | 325                                         | 25584                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 210                                                            | 294                                                                          | 199.5                                                                         | R 10% | 210 6/3/19 R 10% | 06/03/2019       | 03/04/2019         | 28             | 343                                         | 26978                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 210                                                            | 294                                                                          | 199.5                                                                         | R 10% | 210 6/3/19 R 10% | 06/03/2019       | 03/04/2019         | 28             | 355                                         | 27920                     | SI                                                             | 1.00                    |          |



| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO  | CÓDIGO           | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DIAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 20% | 210 6/3/19 R 20% | 06/03/2019       | 09/03/2019         | 3              | 121                             | 9528                      | SI                                                             | 1.00                    | 130.00   |
| 2  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 20% | 210 6/3/19 R 20% | 06/03/2019       | 09/03/2019         | 3              | 126                             | 9949                      | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 20% | 210 6/3/19 R 20% | 06/03/2019       | 09/03/2019         | 3              | 136                             | 10710                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 20% | 210 6/3/19 R 20% | 06/03/2019       | 09/03/2019         | 3              | 137                             | 10822                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 20% | 210 6/3/19 R 20% | 06/03/2019       | 13/03/2019         | 7              | 185                             | 14557                     | SI                                                             | 1.00                    | 203.00   |
| 6  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 20% | 210 6/3/19 R 20% | 06/03/2019       | 13/03/2019         | 7              | 193                             | 15173                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 20% | 210 6/3/19 R 20% | 06/03/2019       | 13/03/2019         | 7              | 212                             | 16632                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 20% | 210 6/3/19 R 20% | 06/03/2019       | 13/03/2019         | 7              | 222                             | 17442                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 20% | 210 6/3/19 R 20% | 06/03/2019       | 20/03/2019         | 14             | 243                             | 19161                     | SI                                                             | 1.00                    | 255.00   |
| 10 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 20% | 210 6/3/19 R 20% | 06/03/2019       | 20/03/2019         | 14             | 248                             | 19501                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 20% | 210 6/3/19 R 20% | 06/03/2019       | 20/03/2019         | 14             | 252                             | 19875                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 20% | 210 6/3/19 R 20% | 06/03/2019       | 20/03/2019         | 14             | 277                             | 21787                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 20% | 210 6/3/19 R 20% | 06/03/2019       | 03/04/2019         | 28             | 301                             | 23655                     | SI                                                             | 1.00                    | 332.25   |
| 14 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 20% | 210 6/3/19 R 20% | 06/03/2019       | 03/04/2019         | 28             | 321                             | 25313                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 20% | 210 6/3/19 R 20% | 06/03/2019       | 03/04/2019         | 28             | 333                             | 26197                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 20% | 210 6/3/19 R 20% | 06/03/2019       | 03/04/2019         | 28             | 374                             | 29408                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO  | CÓDIGO           | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DIAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 30% | 210 7/3/19 R 30% | 07/03/2019       | 10/03/2019         | 3              | 164                             | 12952                     | SI                                                             | 1.00                    | 186.50   |
| 2  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 30% | 210 7/3/19 R 30% | 07/03/2019       | 10/03/2019         | 3              | 176                             | 13878                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 30% | 210 7/3/19 R 30% | 07/03/2019       | 10/03/2019         | 3              | 193                             | 15155                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 30% | 210 7/3/19 R 30% | 07/03/2019       | 10/03/2019         | 3              | 213                             | 16792                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 30% | 210 7/3/19 R 30% | 07/03/2019       | 14/03/2019         | 7              | 219                             | 17314                     | SI                                                             | 1.00                    | 232.25   |
| 6  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 30% | 210 7/3/19 R 30% | 07/03/2019       | 14/03/2019         | 7              | 226                             | 17718                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 30% | 210 7/3/19 R 30% | 07/03/2019       | 14/03/2019         | 7              | 241                             | 18915                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 30% | 210 7/3/19 R 30% | 07/03/2019       | 14/03/2019         | 7              | 243                             | 19121                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 30% | 210 7/3/19 R 30% | 07/03/2019       | 21/03/2019         | 14             | 239                             | 18897                     | SI                                                             | 1.00                    | 259.00   |
| 10 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 30% | 210 7/3/19 R 30% | 07/03/2019       | 21/03/2019         | 14             | 253                             | 19941                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 30% | 210 7/3/19 R 30% | 07/03/2019       | 21/03/2019         | 14             | 263                             | 20753                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 30% | 210 7/3/19 R 30% | 07/03/2019       | 21/03/2019         | 14             | 281                             | 22094                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 30% | 210 7/3/19 R 30% | 07/03/2019       | 04/04/2019         | 28             | 318                             | 25016                     | SI                                                             | 1.00                    | 328.25   |
| 14 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 30% | 210 7/3/19 R 30% | 07/03/2019       | 04/04/2019         | 28             | 321                             | 25295                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 30% | 210 7/3/19 R 30% | 07/03/2019       | 04/04/2019         | 28             | 335                             | 26372                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 30% | 210 7/3/19 R 30% | 07/03/2019       | 04/04/2019         | 28             | 339                             | 26640                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO  | CÓDIGO           | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DIAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 40% | 210 7/3/19 R 40% | 08/03/2019       | 11/03/2019         | 3              | 159                             | 12563                     | SI                                                             | 1.00                    | 181.00   |
| 2  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 40% | 210 7/3/19 R 40% | 08/03/2019       | 11/03/2019         | 3              | 171                             | 13462                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 40% | 210 7/3/19 R 40% | 08/03/2019       | 11/03/2019         | 3              | 187                             | 14700                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 40% | 210 7/3/19 R 40% | 08/03/2019       | 11/03/2019         | 3              | 207                             | 16288                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 40% | 210 7/3/19 R 40% | 08/03/2019       | 15/03/2019         | 7              | 212                             | 16795                     | SI                                                             | 1.00                    | 225.25   |
| 6  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 40% | 210 7/3/19 R 40% | 08/03/2019       | 15/03/2019         | 7              | 219                             | 17186                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 40% | 210 7/3/19 R 40% | 08/03/2019       | 15/03/2019         | 7              | 234                             | 18348                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 40% | 210 7/3/19 R 40% | 08/03/2019       | 15/03/2019         | 7              | 236                             | 18547                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 40% | 210 7/3/19 R 40% | 08/03/2019       | 22/03/2019         | 14             | 235                             | 18614                     | SI                                                             | 1.00                    | 255.00   |
| 10 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 40% | 210 7/3/19 R 40% | 08/03/2019       | 22/03/2019         | 14             | 249                             | 19642                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 40% | 210 7/3/19 R 40% | 08/03/2019       | 22/03/2019         | 14             | 259                             | 20442                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 40% | 210 7/3/19 R 40% | 08/03/2019       | 22/03/2019         | 14             | 277                             | 21763                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 40% | 210 7/3/19 R 40% | 08/03/2019       | 05/04/2019         | 28             | 313                             | 24641                     | SI                                                             | 1.00                    | 323.25   |
| 14 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 40% | 210 7/3/19 R 40% | 08/03/2019       | 05/04/2019         | 28             | 316                             | 24916                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 40% | 210 7/3/19 R 40% | 08/03/2019       | 05/04/2019         | 28             | 330                             | 25976                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 40% | 210 7/3/19 R 40% | 08/03/2019       | 05/04/2019         | 28             | 334                             | 26240                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO | CÓDIGO         | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DIAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------|----------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | -    | 210 11/02/19 B | 11/02/2019       | 14/02/2019         | 3              | 107                             | 8419                      | SI                                                             | 1.00                    | 113.06   |
| 2  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | -    | 210 11/02/19 B | 11/02/2019       | 14/02/2019         | 3              | 108                             | 8504                      | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | -    | 210 11/02/19 B | 11/02/2019       | 14/02/2019         | 3              | 118                             | 9338                      | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | -    | 210 11/02/19 B | 11/02/2019       | 14/02/2019         | 3              | 119                             | 9345                      | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | -    | 210 11/02/19 B | 11/02/2019       | 18/02/2019         | 7              | 155                             | 12188                     | SI                                                             | 1.00                    | 159.95   |
| 6  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | -    | 210 11/02/19 B | 11/02/2019       | 18/02/2019         | 7              | 159                             | 12468                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | -    | 210 11/02/19 B | 11/02/2019       | 18/02/2019         | 7              | 161                             | 12705                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | -    | 210 11/02/19 B | 11/02/2019       | 18/02/2019         | 7              | 165                             | 12997                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | -    | 210 11/02/19 B | 11/02/2019       | 25/02/2019         | 14             | 147                             | 11601                     | NO                                                             | 1.00                    | 179.24   |
| 10 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | -    | 210 11/02/19 B | 11/02/2019       | 25/02/2019         | 14             | 188                             | 14758                     | NO                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | -    | 210 11/02/19 B | 11/02/2019       | 25/02/2019         | 14             | 190                             | 15024                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | -    | 210 11/02/19 B | 11/02/2019       | 25/02/2019         | 14             | 192                             | 15081                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | -    | 211 11/02/19 B | 11/02/2019       | 11/03/2019         | 28             | 219                             | 17267                     | SI                                                             | 1.00                    | 244.44   |
| 14 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | -    | 212 11/02/19 B | 11/02/2019       | 11/03/2019         | 28             | 221                             | 17360                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | -    | 214 11/02/19 B | 11/02/2019       | 11/03/2019         | 28             | 260                             | 20425                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | -    | 213 11/02/19 B | 11/02/2019       | 11/03/2019         | 28             | 278                             | 21915                     | SI                                                             | 1.00                    |          |



| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO         | CÓDIGO           | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DIAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------------|------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 A | 01/03/2019       | 04/03/2019         | 3              | 95                              | 7518                      | SI                                                             | 1.00                    | 106.79   |
| 2  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 A | 01/03/2019       | 04/03/2019         | 3              | 98                              | 7764                      | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 A | 01/03/2019       | 04/03/2019         | 3              | 117                             | 9247                      | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 A | 01/03/2019       | 04/03/2019         | 3              | 117                             | 9289                      | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 A | 01/03/2019       | 08/03/2019         | 7              | 141                             | 11125                     | NO                                                             | 1.00                    | 153.41   |
| 6  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 A | 01/03/2019       | 08/03/2019         | 7              | 151                             | 11932                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 A | 01/03/2019       | 08/03/2019         | 7              | 160                             | 12701                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 A | 01/03/2019       | 08/03/2019         | 7              | 161                             | 12758                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 A | 01/03/2019       | 15/03/2019         | 14             | 176                             | 13883                     | NO                                                             | 1.00                    | 198.77   |
| 10 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 A | 01/03/2019       | 15/03/2019         | 14             | 200                             | 15810                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 A | 01/03/2019       | 15/03/2019         | 14             | 200                             | 15826                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 A | 01/03/2019       | 15/03/2019         | 14             | 218                             | 17122                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 1  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 B | 01/03/2019       | 04/03/2019         | 3              | 103                             | 8123                      | SI                                                             | 1.00                    | 111.83   |
| 2  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 B | 01/03/2019       | 04/03/2019         | 3              | 112                             | 8897                      | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 B | 01/03/2019       | 04/03/2019         | 3              | 116                             | 9156                      | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 B | 01/03/2019       | 04/03/2019         | 3              | 116                             | 9197                      | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 B | 01/03/2019       | 08/03/2019         | 7              | 169                             | 13269                     | SI                                                             | 1.00                    | 194.04   |
| 6  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 B | 01/03/2019       | 08/03/2019         | 7              | 190                             | 15029                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 B | 01/03/2019       | 08/03/2019         | 7              | 208                             | 16424                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 B | 01/03/2019       | 08/03/2019         | 7              | 209                             | 16497                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 B | 01/03/2019       | 15/03/2019         | 14             | 197                             | 17854                     | SI                                                             | 1.00                    | 232.16   |
| 10 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 B | 01/03/2019       | 15/03/2019         | 14             | 218                             | 17186                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 B | 01/03/2019       | 15/03/2019         | 14             | 242                             | 19029                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | Reemplazo #8 | 210 1/3 /19 M8 B | 01/03/2019       | 15/03/2019         | 14             | 272                             | 21453                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO             | CÓDIGO         | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DIAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | Reemplazo<br>#30 | 211 1/3/19 M30 | 01/03/2019       | 04/03/2019         | 3              | 97                              | 7682                      | SI                                                             | 1.00                    | 105.53   |
| 2  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | Reemplazo<br>#30 | 212 1/3/19 M30 | 01/03/2019       | 04/03/2019         | 3              | 98                              | 7768                      | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | Reemplazo<br>#30 | 212 1/3/19 M30 | 01/03/2019       | 04/03/2019         | 3              | 113                             | 8918                      | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | Reemplazo<br>#30 | 210 1/3/19 M30 | 01/03/2019       | 04/03/2019         | 3              | 113                             | 8959                      | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | Reemplazo<br>#30 | 214 1/3/19 M30 | 01/03/2019       | 08/03/2019         | 7              | 139                             | 10895                     | NO                                                             | 1.00                    | 154.04   |
| 6  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | Reemplazo<br>#30 | 215 1/3/19 M30 | 01/03/2019       | 08/03/2019         | 7              | 159                             | 12542                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | Reemplazo<br>#30 | 215 1/3/19 M30 | 01/03/2019       | 08/03/2019         | 7              | 159                             | 12523                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | Reemplazo<br>#30 | 213 1/3/19 M30 | 01/03/2019       | 08/03/2019         | 7              | 160                             | 12579                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | Reemplazo<br>#30 | 218 1/3/19 M30 | 01/03/2019       | 15/03/2019         | 14             | 173                             | 13568                     | NO                                                             | 1.00                    | 200.03   |
| 10 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | Reemplazo<br>#30 | 216 1/3/19 M30 | 01/03/2019       | 15/03/2019         | 14             | 205                             | 16200                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | Reemplazo<br>#30 | 217 1/3/19 M30 | 01/03/2019       | 15/03/2019         | 14             | 207                             | 16278                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | Reemplazo<br>#30 | 219 1/3/19 M30 | 01/03/2019       | 15/03/2019         | 14             | 215                             | 16975                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

**ANEXO 2: Concreto Yura IP  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .**

**Fuente: Elaboración propio**

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>$f'c \text{ (kg/cm}^2 \text{)}$ | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>$f'cr \text{ (kgf/cm}^2 \text{)}$ | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>$\text{(kg/cm}^2 \text{)}$ | TIPO | CÓDIGO         | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>$\text{(kg/cm}^2 \text{)}$ | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------|------------------|--------------------|----------------|--------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 280                                                                  | 364                                                                                 | 112                                                                                | -    | 280 20/02/2019 | 20/02/2019       | 23/02/2019         | 3              | 129                                              | 10169                     | SI                                                             | 1.00                    | 162.00   |
| 2  | 280                                                                  | 364                                                                                 | 112                                                                                | -    | 280 20/02/2019 | 20/02/2019       | 23/02/2019         | 3              | 162                                              | 12708                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 280                                                                  | 364                                                                                 | 112                                                                                | -    | 280 20/02/2019 | 20/02/2019       | 23/02/2019         | 3              | 171                                              | 13428                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 280                                                                  | 364                                                                                 | 112                                                                                | -    | 280 20/02/2019 | 20/02/2019       | 23/02/2019         | 3              | 186                                              | 14674                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 280                                                                  | 364                                                                                 | 196                                                                                | -    | 280 20/02/2019 | 20/02/2019       | 27/02/2019         | 7              | 199                                              | 15638                     | SI                                                             | 1.00                    | 225.50   |
| 6  | 280                                                                  | 364                                                                                 | 196                                                                                | -    | 280 20/02/2019 | 20/02/2019       | 27/02/2019         | 7              | 231                                              | 18156                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 280                                                                  | 364                                                                                 | 196                                                                                | -    | 280 20/02/2019 | 20/02/2019       | 27/02/2019         | 7              | 232                                              | 11498                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 280                                                                  | 364                                                                                 | 196                                                                                | -    | 280 20/02/2019 | 20/02/2019       | 27/02/2019         | 7              | 240                                              | 18861                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 280                                                                  | 364                                                                                 | 252                                                                                | -    | 280 20/02/2019 | 20/02/2019       | 06/03/2019         | 14             | 267                                              | 21010                     | SI                                                             | 1.00                    | 277.25   |
| 10 | 280                                                                  | 364                                                                                 | 252                                                                                | -    | 280 20/02/2019 | 20/02/2019       | 06/03/2019         | 14             | 269                                              | 21209                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 280                                                                  | 364                                                                                 | 252                                                                                | -    | 280 20/02/2019 | 20/02/2019       | 06/03/2019         | 14             | 276                                              | 21732                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 280                                                                  | 364                                                                                 | 252                                                                                | -    | 280 20/02/2019 | 20/02/2019       | 06/03/2019         | 14             | 297                                              | 23371                     | SI                                                             | 1.00                    | 345.75   |
| 13 | 280                                                                  | 364                                                                                 | 266                                                                                | -    | 280 20/02/2019 | 20/02/2019       | 20/03/2019         | 28             | 321                                              | 25205                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 14 | 280                                                                  | 364                                                                                 | 266                                                                                | -    | 280 20/02/2019 | 20/02/2019       | 20/03/2019         | 28             | 346                                              | 27857                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 280                                                                  | 364                                                                                 | 266                                                                                | -    | 280 20/02/2019 | 20/02/2019       | 20/03/2019         | 28             | 358                                              | 28007                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 280                                                                  | 364                                                                                 | 266                                                                                | -    | 280 20/02/2019 | 20/02/2019       | 20/03/2019         | 28             | 358                                              | 27631                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kgf/cm2) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO  | CÓDIGO               | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------|----------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                            | AD 5% | 280 20/02/2019 5% AD | 20/02/2019       | 23/02/2019         | 3              | 164                             | 12871                     | SI                                                          | 1.00                    | 171.25   |
| 2  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                            | AD 5% | 280 20/02/2019 5% AD | 20/02/2019       | 23/02/2019         | 3              | 170                             | 13436                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 3  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                            | AD 5% | 280 20/02/2019 5% AD | 20/02/2019       | 23/02/2019         | 3              | 172                             | 13504                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 4  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                            | AD 5% | 280 20/02/2019 5% AD | 20/02/2019       | 23/02/2019         | 3              | 179                             | 14125                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 5  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                            | AD 5% | 280 20/02/2019 5% AD | 20/02/2019       | 27/02/2019         | 7              | 207                             | 16241                     | SI                                                          | 1.00                    | 228.75   |
| 6  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                            | AD 5% | 280 20/02/2019 5% AD | 20/02/2019       | 27/02/2019         | 7              | 231                             | 18214                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 7  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                            | AD 5% | 280 20/02/2019 5% AD | 20/02/2019       | 27/02/2019         | 7              | 234                             | 18446                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 8  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                            | AD 5% | 280 20/02/2019 5% AD | 20/02/2019       | 27/02/2019         | 7              | 243                             | 19152                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 9  | 280                                                | 364                                                              | 252                                                            | AD 5% | 280 20/02/2019 5% AD | 20/02/2019       | 06/03/2019         | 14             | 271                             | 21322                     | SI                                                          | 1.00                    | 288.25   |
| 10 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                            | AD 5% | 280 20/02/2019 5% AD | 20/02/2019       | 06/03/2019         | 14             | 288                             | 22681                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 11 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                            | AD 5% | 280 20/02/2019 5% AD | 20/02/2019       | 06/03/2019         | 14             | 292                             | 22922                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 12 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                            | AD 5% | 280 20/02/2019 5% AD | 20/02/2019       | 06/03/2019         | 14             | 302                             | 23736                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 13 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                            | AD 5% | 280 20/02/2019 5% AD | 20/02/2019       | 20/03/2019         | 28             | 337                             | 26458                     | SI                                                          | 1.00                    | 351.00   |
| 14 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                            | AD 5% | 280 20/02/2019 5% AD | 20/02/2019       | 20/03/2019         | 28             | 346                             | 27186                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 15 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                            | AD 5% | 280 20/02/2019 5% AD | 20/02/2019       | 20/03/2019         | 28             | 358                             | 27796                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 16 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                            | AD 5% | 280 20/02/2019 5% AD | 20/02/2019       | 20/03/2019         | 28             | 363                             | 28492                     | SI                                                          | 1.00                    |          |



| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kgf/cm2) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO    | CÓDIGO                 | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------|------------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 7.5% | 280 21/02/2019 7.5% AD | 21/02/2019       | 24/02/2019         | 3              | 234                             | 18422                     | SI                                                             | 1.00                    | 245.25   |
| 2  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 7.5% | 280 21/02/2019 7.5% AD | 21/02/2019       | 24/02/2019         | 3              | 244                             | 19177                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 7.5% | 280 21/02/2019 7.5% AD | 21/02/2019       | 24/02/2019         | 3              | 251                             | 19711                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 7.5% | 280 21/02/2019 7.5% AD | 21/02/2019       | 24/02/2019         | 3              | 252                             | 19830                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 7.5% | 280 21/02/2019 7.5% AD | 21/02/2019       | 28/02/2019         | 7              | 157                             | 12392                     | NO                                                             | 1.00                    | 173.75   |
| 6  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 7.5% | 280 21/02/2019 7.5% AD | 21/02/2019       | 28/02/2019         | 7              | 170                             | 13393                     | NO                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 7.5% | 280 21/02/2019 7.5% AD | 21/02/2019       | 28/02/2019         | 7              | 177                             | 14007                     | NO                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 7.5% | 280 21/02/2019 7.5% AD | 21/02/2019       | 28/02/2019         | 7              | 191                             | 14495                     | NO                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 7.5% | 280 21/02/2019 7.5% AD | 21/02/2019       | 07/03/2019         | 14             | 242                             | 19036                     | NO                                                             | 1.00                    | 280.00   |
| 10 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 7.5% | 280 21/02/2019 7.5% AD | 21/02/2019       | 07/03/2019         | 14             | 281                             | 22154                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 7.5% | 280 21/02/2019 7.5% AD | 21/02/2019       | 07/03/2019         | 14             | 283                             | 22235                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 7.5% | 280 21/02/2019 7.5% AD | 21/02/2019       | 07/03/2019         | 14             | 314                             | 24672                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 7.5% | 280 21/02/2019 7.5% AD | 21/02/2019       | 21/03/2019         | 28             | 338                             | 26543                     | SI                                                             | 1.00                    | 352.50   |
| 14 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 7.5% | 280 21/02/2019 7.5% AD | 21/02/2019       | 21/03/2019         | 28             | 355                             | 27883                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 7.5% | 280 21/02/2019 7.5% AD | 21/02/2019       | 21/03/2019         | 28             | 358                             | 28156                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 7.5% | 280 21/02/2019 7.5% AD | 21/02/2019       | 21/03/2019         | 28             | 359                             | 28287                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kgf/cm2) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO   | CÓDIGO                | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 10% | 280 25/02/2019 10% AD | 25/02/2019       | 28/02/2019         | 3              | 167                             | 13185                     | SI                                                             | 1.00                    | 172.25   |
| 2  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 10% | 280 25/02/2019 10% AD | 25/02/2019       | 28/02/2019         | 3              | 171                             | 13445                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 10% | 280 25/02/2019 10% AD | 25/02/2019       | 28/02/2019         | 3              | 171                             | 13461                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 10% | 280 25/02/2019 10% AD | 25/02/2019       | 28/02/2019         | 3              | 180                             | 14119                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 10% | 280 25/02/2019 10% AD | 25/02/2019       | 04/03/2019         | 7              | 223                             | 17504                     | SI                                                             | 1.00                    | 231.50   |
| 6  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 10% | 280 25/02/2019 10% AD | 25/02/2019       | 04/03/2019         | 7              | 229                             | 18073                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 10% | 280 25/02/2019 10% AD | 25/02/2019       | 04/03/2019         | 7              | 236                             | 18602                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 10% | 280 25/02/2019 10% AD | 25/02/2019       | 04/03/2019         | 7              | 238                             | 18776                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 10% | 280 25/02/2019 10% AD | 25/02/2019       | 11/03/2019         | 14             | 283                             | 22262                     | SI                                                             | 1.00                    | 291.00   |
| 10 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 10% | 280 25/02/2019 10% AD | 25/02/2019       | 11/03/2019         | 14             | 288                             | 22654                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 10% | 280 25/02/2019 10% AD | 25/02/2019       | 11/03/2019         | 14             | 288                             | 22681                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 10% | 280 25/02/2019 10% AD | 25/02/2019       | 11/03/2019         | 14             | 305                             | 23985                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 10% | 280 25/02/2019 10% AD | 25/02/2019       | 25/03/2019         | 28             | 325                             | 25636                     | SI                                                             | 1.00                    | 332.00   |
| 14 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 10% | 280 25/02/2019 10% AD | 25/02/2019       | 25/03/2019         | 28             | 330                             | 25919                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 10% | 280 25/02/2019 10% AD | 25/02/2019       | 25/03/2019         | 28             | 334                             | 26270                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 10% | 280 25/02/2019 10% AD | 25/02/2019       | 25/03/2019         | 28             | 339                             | 26625                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kgf/cm2) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO     | CÓDIGO              | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------|---------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 12.5% | 280 25/2/19 A 12.5% | 25/02/2019       | 28/02/2019         | 3              | 170                             | 13392                     | SI                                                             | 1.00                    | 182.00   |
| 2  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 12.5% | 280 25/2/19 A 12.5% | 25/02/2019       | 28/02/2019         | 3              | 174                             | 13740                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 12.5% | 280 25/2/19 A 12.5% | 25/02/2019       | 28/02/2019         | 3              | 186                             | 14695                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 12.5% | 280 25/2/19 A 12.5% | 25/02/2019       | 28/02/2019         | 3              | 198                             | 15580                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 12.5% | 280 25/2/19 A 12.5% | 25/02/2019       | 04/03/2019         | 7              | 206                             | 16175                     | SI                                                             | 1.00                    | 210.00   |
| 6  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 12.5% | 280 25/2/19 A 12.5% | 25/02/2019       | 04/03/2019         | 7              | 209                             | 16461                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 12.5% | 280 25/2/19 A 12.5% | 25/02/2019       | 04/03/2019         | 7              | 209                             | 16478                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 12.5% | 280 25/2/19 A 12.5% | 25/02/2019       | 04/03/2019         | 7              | 216                             | 16973                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 12.5% | 280 25/2/19 A 12.5% | 25/02/2019       | 11/03/2019         | 14             | 250                             | 19671                     | NO                                                             | 1.00                    | 258.00   |
| 10 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 12.5% | 280 25/2/19 A 12.5% | 25/02/2019       | 11/03/2019         | 14             | 251                             | 19711                     | NO                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 12.5% | 280 25/2/19 A 12.5% | 25/02/2019       | 11/03/2019         | 14             | 252                             | 19868                     | NO                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 12.5% | 280 25/2/19 A 12.5% | 25/02/2019       | 11/03/2019         | 14             | 279                             | 21976                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 12.5% | 280 25/2/19 A 12.5% | 25/02/2019       | 25/03/2019         | 28             | 292                             | 22945                     | SI                                                             | 1.00                    | 301.00   |
| 14 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 12.5% | 280 25/2/19 A 12.5% | 25/02/2019       | 25/03/2019         | 28             | 296                             | 23328                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 12.5% | 280 25/2/19 A 12.5% | 25/02/2019       | 25/03/2019         | 28             | 302                             | 23736                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 12.5% | 280 25/2/19 A 12.5% | 25/02/2019       | 25/03/2019         | 28             | 314                             | 24713                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kgf/cm2) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO   | CÓDIGO            | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------|-------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 15% | 280 25/2/19 A 15% | 25/02/2019       | 28/02/2019         | 3              | 171                             | 13474                     | SI                                                             | 1.00                    | 180.75   |
| 2  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 15% | 280 25/2/19 A 15% | 25/02/2019       | 28/02/2019         | 3              | 175                             | 13740                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 15% | 280 25/2/19 A 15% | 25/02/2019       | 28/02/2019         | 3              | 182                             | 14351                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 15% | 280 25/2/19 A 15% | 25/02/2019       | 28/02/2019         | 3              | 195                             | 15360                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 15% | 280 25/2/19 A 15% | 25/02/2019       | 04/03/2019         | 7              | 186                             | 14691                     | NO                                                             | 1.00                    | 208.25   |
| 6  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 15% | 280 25/2/19 A 15% | 25/02/2019       | 04/03/2019         | 7              | 193                             | 15186                     | NO                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 15% | 280 25/2/19 A 15% | 25/02/2019       | 04/03/2019         | 7              | 217                             | 17090                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 15% | 280 25/2/19 A 15% | 25/02/2019       | 04/03/2019         | 7              | 237                             | 17847                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 15% | 280 25/2/19 A 15% | 25/02/2019       | 11/03/2019         | 14             | 262                             | 20577                     |                                                                | 1.00                    | 271.50   |
| 10 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 15% | 280 25/2/19 A 15% | 25/02/2019       | 11/03/2019         | 14             | 263                             | 20682                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 15% | 280 25/2/19 A 15% | 25/02/2019       | 11/03/2019         | 14             | 280                             | 22082                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 15% | 280 25/2/19 A 15% | 25/02/2019       | 11/03/2019         | 14             | 281                             | 22156                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 15% | 280 25/2/19 A 15% | 25/02/2019       | 25/03/2019         | 28             | 278                             | 21920                     | SI                                                             | 1.00                    | 287.75   |
| 14 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 15% | 280 25/2/19 A 15% | 25/02/2019       | 25/03/2019         | 28             | 285                             | 22392                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 15% | 280 25/2/19 A 15% | 25/02/2019       | 25/03/2019         | 28             | 287                             | 22615                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 15% | 280 25/2/19 A 15% | 25/02/2019       | 25/03/2019         | 28             | 301                             | 23692                     | SI                                                             | 1.00                    |          |



| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kgf/cm2) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO  | CÓDIGO           | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 10% | 280 7/3/19 R 10% | 07/03/2019       | 10/03/2019         | 3              | 224                             | 17599                     | SI                                                             | 1.00                    | 229.50   |
| 2  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 10% | 280 7/3/19 R 10% | 07/03/2019       | 10/03/2019         | 3              | 226                             | 17787                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 10% | 280 7/3/19 R 10% | 07/03/2019       | 10/03/2019         | 3              | 232                             | 18202                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 10% | 280 7/3/19 R 10% | 07/03/2019       | 10/03/2019         | 3              | 236                             | 18616                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 10% | 280 7/3/19 R 10% | 07/03/2019       | 14/03/2019         | 7              | 263                             | 20725                     | SI                                                             | 1.00                    | 276.75   |
| 6  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 10% | 280 7/3/19 R 10% | 07/03/2019       | 14/03/2019         | 7              | 271                             | 21333                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 10% | 280 7/3/19 R 10% | 07/03/2019       | 14/03/2019         | 7              | 280                             | 22092                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 10% | 280 7/3/19 R 10% | 07/03/2019       | 14/03/2019         | 7              | 293                             | 23008                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 10% | 280 7/3/19 R 10% | 07/03/2019       | 21/03/2019         | 14             | 310                             | 24396                     | SI                                                             | 1.00                    | 324.25   |
| 10 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 10% | 280 7/3/19 R 10% | 07/03/2019       | 21/03/2019         | 14             | 323                             | 25394                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 10% | 280 7/3/19 R 10% | 07/03/2019       | 21/03/2019         | 14             | 324                             | 25483                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 10% | 280 7/3/19 R 10% | 07/03/2019       | 21/03/2019         | 14             | 340                             | 26744                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 10% | 280 7/3/19 R 10% | 07/03/2019       | 04/04/2019         | 28             | 394                             | 31046                     | SI                                                             | 1.00                    | 402.25   |
| 14 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 10% | 280 7/3/19 R 10% | 07/03/2019       | 04/04/2019         | 28             | 398                             | 31245                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 10% | 280 7/3/19 R 10% | 07/03/2019       | 04/04/2019         | 28             | 398                             | 31265                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 10% | 280 7/3/19 R 10% | 07/03/2019       | 04/04/2019         | 28             | 419                             | 32981                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kgf/cm2) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO  | CÓDIGO            | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|-------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 20% | 280 11/3/19 R 20% | 11/03/2019       | 14/03/2019         | 3              | 186                             | 14732                     | SI                                                             | 1.00                    | 198.50   |
| 2  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 20% | 280 11/3/19 R 20% | 11/03/2019       | 14/03/2019         | 3              | 195                             | 15437                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 20% | 280 11/3/19 R 20% | 11/03/2019       | 14/03/2019         | 3              | 202                             | 15888                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 20% | 280 11/3/19 R 20% | 11/03/2019       | 14/03/2019         | 3              | 211                             | 16618                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 20% | 280 11/3/19 R 20% | 11/03/2019       | 18/03/2019         | 7              | 234                             | 18444                     | SI                                                             | 1.00                    | 241.75   |
| 6  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 20% | 280 11/3/19 R 20% | 11/03/2019       | 18/03/2019         | 7              | 235                             | 18463                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 20% | 280 11/3/19 R 20% | 11/03/2019       | 18/03/2019         | 7              | 245                             | 19328                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 20% | 280 11/3/19 R 20% | 11/03/2019       | 18/03/2019         | 7              | 253                             | 19947                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 20% | 280 11/3/19 R 20% | 11/03/2019       | 25/03/2019         | 14             | 280                             | 22004                     | SI                                                             | 1.00                    | 293.50   |
| 10 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 20% | 280 11/3/19 R 20% | 11/03/2019       | 25/03/2019         | 14             | 286                             | 22259                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 20% | 280 11/3/19 R 20% | 11/03/2019       | 25/03/2019         | 14             | 298                             | 23492                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 20% | 280 11/3/19 R 20% | 11/03/2019       | 25/03/2019         | 14             | 310                             | 24326                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 20% | 280 11/3/19 R 20% | 11/03/2019       | 08/04/2019         | 28             | 346                             | 27245                     | SI                                                             | 1.00                    | 361.25   |
| 14 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 20% | 280 11/3/19 R 20% | 11/03/2019       | 08/04/2019         | 28             | 350                             | 27583                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 20% | 280 11/3/19 R 20% | 11/03/2019       | 08/04/2019         | 28             | 364                             | 28638                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 20% | 280 11/3/19 R 20% | 11/03/2019       | 08/04/2019         | 28             | 385                             | 30307                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kgf/cm2) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO  | CÓDIGO            | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|-------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 30% | 280 11/3/19 R 30% | 11/03/2019       | 14/03/2019         | 3              | 182                             | 14289                     | SI                                                             | 1.00                    | 191.25   |
| 2  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 30% | 280 11/3/19 R 30% | 11/03/2019       | 14/03/2019         | 3              | 183                             | 14393                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 30% | 280 11/3/19 R 30% | 11/03/2019       | 14/03/2019         | 3              | 197                             | 15471                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 30% | 280 11/3/19 R 30% | 11/03/2019       | 14/03/2019         | 3              | 203                             | 16036                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 30% | 280 11/3/19 R 30% | 11/03/2019       | 18/03/2019         | 7              | 234                             | 18407                     | SI                                                             | 1.00                    | 243.75   |
| 6  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 30% | 280 11/3/19 R 30% | 11/03/2019       | 18/03/2019         | 7              | 245                             | 19340                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 30% | 280 11/3/19 R 30% | 11/03/2019       | 18/03/2019         | 7              | 246                             | 19387                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 30% | 280 11/3/19 R 30% | 11/03/2019       | 18/03/2019         | 7              | 250                             | 19661                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 30% | 280 11/3/19 R 30% | 11/03/2019       | 25/03/2019         | 14             | 293                             | 23026                     | SI                                                             | 1.00                    | 303.50   |
| 10 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 30% | 280 11/3/19 R 30% | 11/03/2019       | 25/03/2019         | 14             | 299                             | 23551                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 30% | 280 11/3/19 R 30% | 11/03/2019       | 25/03/2019         | 14             | 311                             | 24466                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 30% | 280 11/3/19 R 30% | 11/03/2019       | 25/03/2019         | 14             | 311                             | 24487                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 30% | 280 11/3/19 R 30% | 11/03/2019       | 08/04/2019         | 28             | 338                             | 26536                     | SI                                                             | 1.00                    | 345.00   |
| 14 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 30% | 280 11/3/19 R 30% | 11/03/2019       | 08/04/2019         | 28             | 344                             | 27016                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 30% | 280 11/3/19 R 30% | 11/03/2019       | 08/04/2019         | 28             | 347                             | 27290                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 30% | 280 11/3/19 R 30% | 11/03/2019       | 08/04/2019         | 28             | 351                             | 27530                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kgf/cm2) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO  | CÓDIGO            | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCION | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|-------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 40% | 280 11/3/19 R 40% | 12/03/2019       | 15/03/2019         | 3              | 182                             | 14437                     | SI                                                             | 1.00                    | 194.50   |
| 2  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 40% | 280 11/3/19 R 40% | 12/03/2019       | 15/03/2019         | 3              | 191                             | 15128                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 40% | 280 11/3/19 R 40% | 12/03/2019       | 15/03/2019         | 3              | 198                             | 15570                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 40% | 280 11/3/19 R 40% | 12/03/2019       | 15/03/2019         | 3              | 207                             | 16286                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 40% | 280 11/3/19 R 40% | 12/03/2019       | 19/03/2019         | 7              | 229                             | 18075                     | SI                                                             | 1.00                    | 236.75   |
| 6  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 40% | 280 11/3/19 R 40% | 12/03/2019       | 19/03/2019         | 7              | 230                             | 18094                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 40% | 280 11/3/19 R 40% | 12/03/2019       | 19/03/2019         | 7              | 240                             | 18941                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 40% | 280 11/3/19 R 40% | 12/03/2019       | 19/03/2019         | 7              | 248                             | 19548                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 40% | 280 11/3/19 R 40% | 12/03/2019       | 26/03/2019         | 14             | 267                             | 20970                     | SI                                                             | 1.00                    | 279.50   |
| 10 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 40% | 280 11/3/19 R 40% | 12/03/2019       | 26/03/2019         | 14             | 272                             | 21191                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 40% | 280 11/3/19 R 40% | 12/03/2019       | 26/03/2019         | 14             | 284                             | 22364                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 40% | 280 11/3/19 R 40% | 12/03/2019       | 26/03/2019         | 14             | 295                             | 23158                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 40% | 280 11/3/19 R 40% | 12/03/2019       | 09/04/2019         | 28             | 329                             | 25937                     | SI                                                             | 1.00                    | 344.00   |
| 14 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 40% | 280 11/3/19 R 40% | 12/03/2019       | 09/04/2019         | 28             | 333                             | 26259                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 40% | 280 11/3/19 R 40% | 12/03/2019       | 09/04/2019         | 28             | 347                             | 27263                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 40% | 280 11/3/19 R 40% | 12/03/2019       | 09/04/2019         | 28             | 367                             | 28852                     | SI                                                             | 1.00                    |          |



**ANEXO 3: Concreto Yura IP  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  – Tracción (10% de  $f'c$ )**

*Fuente: Elaboración propio.*

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN $f'c$<br>( $\text{kg/cm}^2$ ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA $f'c$<br>( $\text{kg/cm}^2$ ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA A LA<br>TRACCIÓN DEL<br>CONCRETO<br>( $\text{kg/cm}^2$ ) | TIPO    | CÓDIGO                | FECHA VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD (DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>( $\text{kg/cm}^2$ ) | FUERZA MÁXIMA<br>(kgf) | PROMEDIO |
|----|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------------------|---------------|--------------------|-------------|--------------------------------------------|------------------------|----------|
| 1  | 210                                                             | 294                                                                          | 21                                                                             | -       | 210 11/02/19 A        | 11/02/2019    | 11/03/2019         | 28          | 26                                         | 8476                   | 29.40    |
| 2  | 210                                                             | 294                                                                          | 21                                                                             | -       | 210 11/02/19 A        | 11/02/2019    | 11/03/2019         | 28          | 27                                         | 8615                   |          |
| 3  | 210                                                             | 294                                                                          | 21                                                                             | -       | 210 11/02/19 A        | 11/02/2019    | 11/03/2019         | 28          | 30                                         | 9462                   |          |
| 4  | 210                                                             | 294                                                                          | 21                                                                             | -       | 211 11/02/19 A        | 11/02/2019    | 11/03/2019         | 28          | 31                                         | 9861                   |          |
| 5  | 210                                                             | 294                                                                          | 21                                                                             | -       | 211 11/02/19 A        | 11/02/2019    | 11/03/2019         | 28          | 33                                         | 10354                  |          |
| 6  | 210                                                             | 294                                                                          | 21                                                                             | -       | 210 11/02/19 B        | 11/02/2019    | 11/03/2019         | 28          | 20                                         | 6634                   | 27.00    |
| 7  | 210                                                             | 294                                                                          | 21                                                                             | -       | 210 11/02/19 B        | 11/02/2019    | 11/03/2019         | 28          | 28                                         | 8966                   |          |
| 8  | 210                                                             | 294                                                                          | 21                                                                             | -       | 210 11/02/19 B        | 11/02/2019    | 11/03/2019         | 28          | 29                                         | 9229                   |          |
| 9  | 210                                                             | 294                                                                          | 21                                                                             | -       | 210 11/02/19 B        | 11/02/2019    | 11/03/2019         | 28          | 31                                         | 9637                   |          |
| 10 | 210                                                             | 294                                                                          | 21                                                                             | AD 5%   | 213 15/02/19 AD 5%    | 15/02/2019    | 15/03/2019         | 28          | 21                                         | 6922                   | 25.75    |
| 11 | 210                                                             | 294                                                                          | 21                                                                             | AD 5%   | 212 15/02/19 AD 5%    | 15/02/2019    | 15/03/2019         | 28          | 24                                         | 7978                   |          |
| 12 | 210                                                             | 294                                                                          | 21                                                                             | AD 5%   | 210 15/02/19 AD 5%    | 15/02/2019    | 15/03/2019         | 28          | 29                                         | 9004                   |          |
| 13 | 210                                                             | 294                                                                          | 21                                                                             | AD 5%   | 211 15/02/19 AD 5%    | 15/02/2019    | 15/03/2019         | 28          | 29                                         | 9039                   |          |
| 14 | 210                                                             | 294                                                                          | 21                                                                             | AD 7.5% | 210 19/02/19/ AD 7.5% | 19/02/2019    | 19/03/2019         | 28          | 19                                         | 6313                   | 25.75    |
| 15 | 210                                                             | 294                                                                          | 21                                                                             | AD 7.5% | 213 19/02/19/ AD 7.5% | 19/02/2019    | 19/03/2019         | 28          | 26                                         | 8091                   |          |
| 16 | 210                                                             | 294                                                                          | 21                                                                             | AD 7.5% | 212 19/02/19/ AD 7.5% | 19/02/2019    | 19/03/2019         | 28          | 28                                         | 8898                   |          |
| 17 | 210                                                             | 294                                                                          | 21                                                                             | AD 7.5% | 211 19/02/19/ AD 7.5% | 19/02/2019    | 19/03/2019         | 28          | 30                                         | 9316                   |          |
| 18 | 210                                                             | 294                                                                          | 21                                                                             | AD 10%  | 213 19/02/19 AD 10%   | 19/02/2019    | 19/03/2019         | 28          | 21                                         | 6922                   | 26.25    |
| 19 | 210                                                             | 294                                                                          | 21                                                                             | AD 10%  | 211 19/02/19 AD 10%   | 19/02/2019    | 19/03/2019         | 28          | 26                                         | 7173                   |          |
| 20 | 210                                                             | 294                                                                          | 21                                                                             | AD 10%  | 210 19/02/19 AD 10%   | 19/02/2019    | 19/03/2019         | 28          | 28                                         | 8747                   |          |
| 21 | 210                                                             | 294                                                                          | 21                                                                             | AD 10%  | 212 19/02/19 AD 10%   | 19/02/2019    | 19/03/2019         | 28          | 30                                         | 9300                   |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA A LA<br>TRACCIÓN<br>DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO     | CÓDIGO             | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD (DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------|------------------|--------------------|-------------|---------------------------------|---------------------------|----------|
| 1  | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                     | AD 12.5% | 210 5/3/19 A 12.5% | 05/03/2019       | 02/04/2019         | 28          | 28                              | 8689                      | 31.50    |
| 2  | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                     | AD 12.5% | 210 5/3/19 A 12.5% | 05/03/2019       | 02/04/2019         | 28          | 32                              | 10080                     |          |
| 3  | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                     | AD 12.5% | 210 5/3/19 A 12.5% | 05/03/2019       | 02/04/2019         | 28          | 33                              | 10393                     |          |
| 4  | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                     | AD 12.5% | 210 5/3/19 A 12.5% | 05/03/2019       | 02/04/2019         | 28          | 33                              | 10369                     |          |
| 5  | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                     | A 15%    | 210 5/3/19 A 15%   | 05/03/2019       | 02/04/2019         | 28          | 23                              | 7440                      | 26.50    |
| 6  | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                     | A 15%    | 210 5/3/19 A 15%   | 05/03/2019       | 02/04/2019         | 28          | 23                              | 7606                      |          |
| 7  | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                     | A 15%    | 210 5/3/19 A 15%   | 05/03/2019       | 02/04/2019         | 28          | 26                              | 8059                      |          |
| 8  | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                     | A 15%    | 210 5/3/19 A 15%   | 05/03/2019       | 02/04/2019         | 28          | 34                              | 10629                     |          |
| 9  | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                     | R 10%    | 210 6/3/19 R 10%   | 06/03/2019       | 03/04/2019         | 28          | 22                              | 7070                      | 31.50    |
| 10 | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                     | R 10%    | 210 6/3/19 R 10%   | 06/03/2019       | 03/04/2019         | 28          | 33                              | 10459                     |          |
| 11 | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                     | R 10%    | 210 6/3/19 R 10%   | 06/03/2019       | 03/04/2019         | 28          | 35                              | 10973                     |          |
| 12 | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                     | R 10%    | 210 6/3/19 R 10%   | 06/03/2019       | 03/04/2019         | 28          | 36                              | 11459                     |          |
| 13 | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                     | R 20%    | 210 6/3/19 R 20%   | 06/03/2019       | 03/04/2019         | 28          | 28                              | 8767                      | 30.50    |
| 14 | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                     | R 20%    | 210 6/3/19 R 20%   | 06/03/2019       | 03/04/2019         | 28          | 29                              | 8996                      |          |
| 15 | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                     | R 20%    | 210 6/3/19 R 20%   | 06/03/2019       | 03/04/2019         | 28          | 32                              | 9962                      |          |
| 16 | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                     | R 20%    | 210 6/3/19 R 20%   | 06/03/2019       | 03/04/2019         | 28          | 33                              | 10269                     |          |
| 17 | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                     | R 30%    | 210 6/3/19 R 30%   | 07/03/2019       | 04/04/2019         | 28          | 22                              | 7205                      | 28.75    |
| 18 | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                     | R 30%    | 210 6/3/19 R 30%   | 07/03/2019       | 04/04/2019         | 28          | 27                              | 8369                      |          |
| 19 | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                     | R 30%    | 210 6/3/19 R 30%   | 07/03/2019       | 04/04/2019         | 28          | 31                              | 9933                      |          |
| 20 | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                     | R 30%    | 210 6/3/19 R 30%   | 07/03/2019       | 04/04/2019         | 28          | 35                              | 10899                     |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA A<br>LA<br>TRACCIÓN<br>DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO   | CÓDIGO               | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|--------|----------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------|
| 1  | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                        | R 40%  | 210 8/3/19 R 40%     | 08/03/2019       | 05/04/2019         | 28             | 27                              | 8548                      | 29.75    |
| 2  | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                        | R 40%  | 210 8/3/19 R 40%     | 08/03/2019       | 05/04/2019         | 28             | 28                              | 8772                      |          |
| 3  | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                        | R 40%  | 210 8/3/19 R 40%     | 08/03/2019       | 05/04/2019         | 28             | 32                              | 9862                      |          |
| 4  | 210                                                | 294                                                             | 21                                                                        | R 40%  | 210 8/3/19 R 40%     | 08/03/2019       | 05/04/2019         | 28             | 32                              | 10012                     |          |
| 5  | 210                                                | -                                                               | -                                                                         | M #8 B | 210 1/3/19 M #8B     | 01/03/2019       | 29/03/2019         | 28             | 29                              | 9087                      |          |
| 6  | 210                                                | -                                                               | -                                                                         | M #8 B | 210 11/2/19 B        | 11/02/2019       | 11/03/2019         | 28             | 31                              | 9637                      |          |
| 7  | 210                                                | -                                                               | -                                                                         | M #8 B | 210 11/2/19 B        | 11/02/2019       | 11/03/2019         | 28             | 32                              | 9905                      |          |
| 8  | 210                                                | -                                                               | -                                                                         | M #30  | 210 1/3/19 M #30     | 01/03/2019       | 29/03/2019         | 28             | 24                              | 7854                      |          |
| 9  | 210                                                | -                                                               | -                                                                         | M #30  | 210 1/3/19 M #30     | 01/03/2019       | 29/03/2019         | 28             | 26                              | 8247                      |          |
| 10 | 210                                                | -                                                               | -                                                                         | M #30  | 210 1/3/19 M #30     | 01/03/2019       | 29/03/2019         | 28             | 29                              | 9072                      |          |
| 11 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | -      | 280 20/02/19 B       | 20/02/2019       | 20/03/2019         | 28             | 24                              | 7700                      | 29.25    |
| 12 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | -      | 280 20/02/19 B       | 20/02/2019       | 20/03/2019         | 28             | 29                              | 9414                      |          |
| 13 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | -      | 280 20/02/19 B       | 20/02/2019       | 20/03/2019         | 28             | 31                              | 9862                      |          |
| 14 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | -      | 280 20/02/19 B       | 20/02/2019       | 20/03/2019         | 28             | 33                              | 10452                     |          |
| 15 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | -      | 280 20/02/2019       | 20/02/2019       | 20/03/2019         | 28             | 32                              | 10130                     | 34.50    |
| 16 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | -      | 280 20/02/2019       | 20/02/2019       | 20/03/2019         | 28             | 35                              | 11258                     |          |
| 17 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | -      | 280 20/02/2019       | 20/02/2019       | 20/03/2019         | 28             | 35                              | 11281                     |          |
| 18 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | -      | 280 20/02/2019       | 20/02/2019       | 20/03/2019         | 28             | 36                              | 11384                     |          |
| 19 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | AD 5%  | 280 20/02/2019 AD 5% | 20/02/2019       | 20/03/2019         | 28             | 27                              | 8405                      | 33.25    |
| 20 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | AD 5%  | 281 20/02/2019 AD 5% | 20/02/2019       | 20/03/2019         | 28             | 35                              | 10909                     |          |
| 21 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | AD 5%  | 283 20/02/2019 AD 5% | 20/02/2019       | 20/03/2019         | 28             | 35                              | 11087                     |          |
| 22 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | AD 5%  | 282 20/02/2019 AD 5% | 20/02/2019       | 20/03/2019         | 28             | 36                              | 11417                     |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA A<br>LA<br>TRACCIÓN<br>DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO     | CÓDIGO              | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------|
| 1  | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | AD 7.5%  | 281 25/4/19 A 7.5%  | 21/04/2019       | 19/05/2019         | 28             | 22                              | 7242                      | 28.25    |
| 2  | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | AD 7.5%  | 283 25/4/19 A 7.5%  | 21/04/2019       | 19/05/2019         | 28             | 24                              | 7723                      |          |
| 3  | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | AD 7.5%  | 280 25/4/19 A 7.5%  | 21/04/2019       | 19/05/2019         | 28             | 32                              | 10319                     |          |
| 4  | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | AD 7.5%  | 282 25/4/19 A 7.5%  | 21/04/2019       | 19/05/2019         | 28             | 35                              | 10951                     |          |
| 5  | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | AD 10%   | 283 25/4/19 A 10%   | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 22                              | 7297                      | 27.00    |
| 6  | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | AD 10%   | 281 25/4/19 A 10%   | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 24                              | 7952                      |          |
| 7  | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | AD 10%   | 282 25/4/19 A 10%   | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 24                              | 7936                      |          |
| 8  | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | AD 10%   | 280 25/4/19 A 10%   | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 38                              | 12089                     |          |
| 9  | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | AD 12.5% | 281 25/4/19 A 12.5% | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 20                              | 6466                      | 27.25    |
| 10 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | AD 12.5% | 280 25/4/19 A 12.5% | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 29                              | 9214                      |          |
| 11 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | AD 12.5% | 280 25/4/19 A 12.5% | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 29                              | 9202                      |          |
| 12 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | AD 12.5% | 280 25/4/19 A 12.5% | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 31                              | 9778                      |          |
| 13 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | AD 15%   | 280 25/4/19 A 15%   | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 24                              | 7952                      | 28.00    |
| 14 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | AD 15%   | 281 25/4/19 A 15%   | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 24                              | 7936                      |          |
| 15 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | AD 15%   | 280 25/4/19 A 15%   | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 26                              | 8304                      |          |
| 16 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | AD 15%   | 280 25/4/19 A 15%   | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 38                              | 12089                     |          |
| 17 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | R 10%    | 210 7/3/19 R 10%    | 07/03/2019       | 04/04/2019         | 28             | 30                              | 9366                      | 37.25    |
| 18 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | R 10%    | 210 7/3/19 R 10%    | 07/03/2019       | 04/04/2019         | 28             | 38                              | 12158                     |          |
| 19 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | R 10%    | 210 7/3/19 R 10%    | 07/03/2019       | 04/04/2019         | 28             | 40                              | 12534                     |          |
| 20 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | R 10%    | 210 7/3/19 R 10%    | 07/03/2019       | 04/04/2019         | 28             | 41                              | 12977                     |          |



| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA A<br>LA<br>TRACCIÓN<br>DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO  | CÓDIGO             | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------|--------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------|
| 1  | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | R 20% | 280 11/03/19 R20 % | 11/03/2019       | 08/04/2019         | 28             | 31                              | 9762                      | 34.50    |
| 2  | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | R 20% | 280 11/03/19 R20 % | 11/03/2019       | 08/04/2019         | 28             | 33                              | 10505                     |          |
| 3  | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | R 20% | 280 11/03/19 R20 % | 11/03/2019       | 08/04/2019         | 28             | 38                              | 12124                     |          |
| 4  | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | R 20% | 280 11/03/19 R20 % | 11/03/2019       | 08/04/2019         | 28             | 36                              | 11313                     |          |
| 5  | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | R 30% | 280 11/03/19 R30 % | 11/03/2019       | 08/04/2019         | 28             | 27                              | 8643                      | 29.00    |
| 6  | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | R 30% | 280 11/03/19 R30 % | 11/03/2019       | 08/04/2019         | 28             | 29                              | 9183                      |          |
| 7  | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | R 30% | 280 11/03/19 R30 % | 11/03/2019       | 08/04/2019         | 28             | 30                              | 9303                      |          |
| 8  | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | R 30% | 280 11/03/19 R30 % | 11/03/2019       | 08/04/2019         | 28             | 30                              | 9327                      |          |
| 9  | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | R 40% | 280 8/3/19 R 40%   | 12/03/2019       | 09/04/2019         | 28             | 22                              | 7118                      | 28.25    |
| 10 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | R 40% | 280 8/3/19 R 40%   | 12/03/2019       | 09/04/2019         | 28             | 29                              | 9240                      |          |
| 11 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | R 40% | 280 8/3/19 R 40%   | 12/03/2019       | 09/04/2019         | 28             | 31                              | 9526                      |          |
| 12 | 280                                                | 364                                                             | 28                                                                        | R 40% | 280 8/3/19 R 40%   | 12/03/2019       | 09/04/2019         | 28             | 31                              | 9862                      |          |

**ANEXO 4: Concreto Wari IP  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

*Fuente: Elaboración propio.*

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>$f'c \text{ (kg/cm}^2 \text{)}$ | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>$f'cr \text{ (kg/cm}^2 \text{)}$ | RESISTENCIA<br>MÍNIMA POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>$\text{(kg/cm}^2 \text{)}$ | TIPO | CÓDIGO        | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DIAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>$\text{(kg/cm}^2 \text{)}$ | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCIÓN | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------|---------------|------------------|--------------------|----------------|--------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                                  | 294                                                                                | 84                                                                              | -    | W 210 11/4/19 | 03/04/2019       | 06/04/2019         | 3              | 230                                              | 18128                     | SI                                                          | 1.00                    | 225.50   |
| 2  | 210                                                                  | 294                                                                                | 84                                                                              | -    | W 210 11/4/19 | 03/04/2019       | 06/04/2019         | 3              | 222                                              | 17435                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                                  | 294                                                                                | 84                                                                              | -    | W 210 11/4/19 | 03/04/2019       | 06/04/2019         | 3              | 218                                              | 17162                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                                  | 294                                                                                | 84                                                                              | -    | W 210 11/4/19 | 03/04/2019       | 06/04/2019         | 3              | 232                                              | 18237                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                                  | 294                                                                                | 147                                                                             | -    | W 210 11/4/19 | 03/04/2019       | 10/04/2019         | 7              | 258                                              | 20276                     | SI                                                          | 1.00                    | 257.00   |
| 6  | 210                                                                  | 294                                                                                | 147                                                                             | -    | W 210 11/4/19 | 03/04/2019       | 10/04/2019         | 7              | 249                                              | 19609                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                                  | 294                                                                                | 147                                                                             | -    | W 210 11/4/19 | 03/04/2019       | 10/04/2019         | 7              | 262                                              | 20636                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                                  | 294                                                                                | 147                                                                             | -    | W 210 11/4/19 | 03/04/2019       | 10/04/2019         | 7              | 259                                              | 20368                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                                  | 294                                                                                | 189                                                                             | -    | W 210 11/4/19 | 03/04/2019       | 17/04/2019         | 14             | 303                                              | 23812                     | SI                                                          | 1.00                    | 309.75   |
| 10 | 210                                                                  | 294                                                                                | 189                                                                             | -    | W 210 11/4/19 | 03/04/2019       | 17/04/2019         | 14             | 306                                              | 24081                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                                  | 294                                                                                | 189                                                                             | -    | W 210 11/4/19 | 03/04/2019       | 17/04/2019         | 14             | 318                                              | 25016                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                                  | 294                                                                                | 189                                                                             | -    | W 210 11/4/19 | 03/04/2019       | 17/04/2019         | 14             | 312                                              | 24542                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 13 | 210                                                                  | 294                                                                                | 199.5                                                                           | -    | W 210 11/4/19 | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 338                                              | 26602                     | SI                                                          | 1.00                    | 341.00   |
| 14 | 210                                                                  | 294                                                                                | 199.5                                                                           | -    | W 210 11/4/19 | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 351                                              | 27620                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 15 | 210                                                                  | 294                                                                                | 199.5                                                                           | -    | W 210 11/4/19 | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 349                                              | 27458                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 16 | 210                                                                  | 294                                                                                | 199.5                                                                           | -    | W 210 11/4/19 | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 326                                              | 25658                     | SI                                                          | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO  | CÓDIGO            | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DIAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCIÓN | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------|-------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                             | AD 5% | W 210 3/4/19 A 5% | 03/04/2019       | 06/04/2019         | 3              | 108                             | 8486                      | SI                                                          | 1.00                    | 139.75   |
| 2  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                             | AD 5% | W 210 3/4/19 A 5% | 03/04/2019       | 06/04/2019         | 3              | 146                             | 11526                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                             | AD 5% | W 210 3/4/19 A 5% | 03/04/2019       | 06/04/2019         | 3              | 160                             | 12631                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                             | AD 5% | W 210 3/4/19 A 5% | 03/04/2019       | 06/04/2019         | 3              | 145                             | 11467                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                            | AD 5% | W 210 3/4/19 A 5% | 03/04/2019       | 10/04/2019         | 7              | 246                             | 19372                     | SI                                                          | 1.00                    | 231.00   |
| 6  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                            | AD 5% | W 210 3/4/19 A 5% | 03/04/2019       | 10/04/2019         | 7              | 220                             | 17275                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                            | AD 5% | W 210 3/4/19 A 5% | 03/04/2019       | 10/04/2019         | 7              | 237                             | 18646                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                            | AD 5% | W 210 3/4/19 A 5% | 03/04/2019       | 10/04/2019         | 7              | 221                             | 17408                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                | 294                                                              | 189                                                            | AD 5% | W 210 3/4/19 A 5% | 03/04/2019       | 17/04/2019         | 14             | 293                             | 23042                     | SI                                                          | 1.00                    | 314.00   |
| 10 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                            | AD 5% | W 210 3/4/19 A 5% | 03/04/2019       | 17/04/2019         | 14             | 307                             | 24100                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                            | AD 5% | W 210 3/4/19 A 5% | 03/04/2019       | 17/04/2019         | 14             | 323                             | 25421                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                            | AD 5% | W 210 3/4/19 A 5% | 03/04/2019       | 17/04/2019         | 14             | 333                             | 26237                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 13 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                          | AD 5% | W 210 3/4/19 A 5% | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 365                             | 28698                     | SI                                                          | 1.00                    | 356.75   |
| 14 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                          | AD 5% | W 210 3/4/19 A 5% | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 350                             | 27497                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 15 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                          | AD 5% | W 210 3/4/19 A 5% | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 367                             | 28719                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 16 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                          | AD 5% | W 210 3/4/19 A 5% | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 345                             | 27118                     | SI                                                          | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO    | CÓDIGO               | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DIAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCIÓN | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------|----------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | AD 7.5% | W 210 11/4/19 A 7.5% | 12/04/2019       | 15/04/2019         | 3              | 164                             | 12963                     | SI                                                             | 1.00                    | 162.25   |
| 2  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | AD 7.5% | W 210 11/4/19 A 7.5% | 12/04/2019       | 15/04/2019         | 3              | 161                             | 12696                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | AD 7.5% | W 210 11/4/19 A 7.5% | 12/04/2019       | 15/04/2019         | 3              | 162                             | 12797                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | AD 7.5% | W 210 11/4/19 A 7.5% | 12/04/2019       | 15/04/2019         | 3              | 162                             | 12763                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | AD 7.5% | W 210 11/4/19 A 7.5% | 12/04/2019       | 19/04/2019         | 7              | 257                             | 20194                     | SI                                                             | 1.00                    | 264.50   |
| 6  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | AD 7.5% | W 210 11/4/19 A 7.5% | 12/04/2019       | 19/04/2019         | 7              | 305                             | 23974                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | AD 7.5% | W 210 11/4/19 A 7.5% | 12/04/2019       | 19/04/2019         | 7              | 239                             | 18842                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | AD 7.5% | W 210 11/4/19 A 7.5% | 12/04/2019       | 19/04/2019         | 7              | 257                             | 20375                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | AD 7.5% | W 210 11/4/19 A 7.5% | 12/04/2019       | 26/04/2019         | 14             | 357                             | 27995                     | SI                                                             | 1.00                    | 344.00   |
| 10 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | AD 7.5% | W 210 11/4/19 A 7.5% | 12/04/2019       | 26/04/2019         | 14             | 364                             | 28999                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | AD 7.5% | W 210 11/4/19 A 7.5% | 12/04/2019       | 26/04/2019         | 14             | 336                             | 26452                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | AD 7.5% | W 210 11/4/19 A 7.5% | 12/04/2019       | 26/04/2019         | 14             | 319                             | 25186                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | AD 7.5% | W 210 11/4/19 A 7.5% | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 360                             | 28301                     | SI                                                             | 1.00                    | 371.00   |
| 14 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | AD 7.5% | W 210 11/4/19 A 7.5% | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 377                             | 29676                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | AD 7.5% | W 210 11/4/19 A 7.5% | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 371                             | 29286                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | AD 7.5% | W 210 11/4/19 A 7.5% | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 376                             | 29560                     | SI                                                             | 1.00                    |          |



| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN f'c<br>(kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO (kg/cm² ) | TIPO   | CÓDIGO                    | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DIAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA (kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA POR<br>EDAD DEL CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCIÓN | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------|---------------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                          | AD 10% | W 210<br>11/4/19 A<br>15% | 11/04/2019       | 14/04/2019         | 3              | 183                             | 14162                  | SI                                                       | 1.00                    | 200.50   |
| 2  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                          | AD 10% | W 210<br>12/4/19 A 5%     | 11/04/2019       | 14/04/2019         | 3              | 209                             | 16465                  | SI                                                       | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                          | AD 10% | W 210<br>12/4/19 A 5%     | 11/04/2019       | 14/04/2019         | 3              | 216                             | 16987                  | SI                                                       | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                          | AD 10% | W 210<br>12/4/19 A 5%     | 11/04/2019       | 14/04/2019         | 3              | 194                             | 15317                  | SI                                                       | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                         | AD 10% | W 210<br>12/4/19 A 5%     | 11/04/2019       | 18/04/2019         | 7              | 267                             | 21040                  | SI                                                       | 1.00                    | 251.50   |
| 6  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                         | AD 10% | W 210<br>12/4/19 A 5%     | 11/04/2019       | 18/04/2019         | 7              | 254                             | 19915                  | SI                                                       | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                         | AD 10% | W 210<br>12/4/19 A 5%     | 11/04/2019       | 18/04/2019         | 7              | 232                             | 18349                  | SI                                                       | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                         | AD 10% | W 210<br>12/4/19 A 5%     | 11/04/2019       | 18/04/2019         | 7              | 253                             | 19859                  | SI                                                       | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                | 294                                                              | 189                                                         | AD 10% | W 210<br>12/4/19 A 5%     | 11/04/2019       | 25/04/2019         | 14             | 295                             | 23199                  | SI                                                       | 1.00                    | 294.50   |
| 10 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                         | AD 10% | W 210<br>12/4/19 A 5%     | 11/04/2019       | 25/04/2019         | 14             | 336                             | 26501                  | SI                                                       | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                         | AD 10% | W 210<br>12/4/19 A 5%     | 11/04/2019       | 25/04/2019         | 14             | 270                             | 21213                  | SI                                                       | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                         | AD 10% | W 210<br>12/4/19 A 5%     | 11/04/2019       | 25/04/2019         | 14             | 277                             | 21789                  | SI                                                       | 1.00                    |          |
| 13 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                       | AD 10% | W 210<br>12/4/19 A 5%     | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 339                             | 26611                  | SI                                                       | 1.00                    | 338.00   |
| 14 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                       | AD 10% | W 210<br>12/4/19 A 5%     | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 348                             | 27366                  | SI                                                       | 1.00                    |          |
| 15 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                       | AD 10% | W 210<br>12/4/19 A 5%     | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 349                             | 27462                  | SI                                                       | 1.00                    |          |
| 16 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                       | AD 10% | W 210<br>12/4/19 A 5%     | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 316                             | 24812                  | SI                                                       | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO     | CÓDIGO              | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DIAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCIÓN | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------|---------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | AD 12.5% | W 210 11/4/19 A 10% | 11/04/2019       | 14/04/2019         | 3              | 221                             | 17364                     | SI                                                             | 1.00                    | 218.25   |
| 2  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | AD 12.5% | W 210 11/4/19 A 10% | 11/04/2019       | 14/04/2019         | 3              | 216                             | 16996                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | AD 12.5% | W 210 11/4/19 A 10% | 11/04/2019       | 14/04/2019         | 3              | 213                             | 16742                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | AD 12.5% | W 210 11/4/19 A 10% | 11/04/2019       | 14/04/2019         | 3              | 223                             | 17608                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | AD 12.5% | W 210 11/4/19 A 10% | 11/04/2019       | 18/04/2019         | 7              | 256                             | 20090                     | SI                                                             | 1.00                    | 251.75   |
| 6  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | AD 12.5% | W 210 11/4/19 A 10% | 11/04/2019       | 18/04/2019         | 7              | 254                             | 19942                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | AD 12.5% | W 210 11/4/19 A 10% | 11/04/2019       | 18/04/2019         | 7              | 248                             | 19544                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | AD 12.5% | W 210 11/4/19 A 10% | 11/04/2019       | 18/04/2019         | 7              | 249                             | 19620                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | AD 12.5% | W 210 11/4/19 A 10% | 11/04/2019       | 25/04/2019         | 14             | 297                             | 23336                     | SI                                                             | 1.00                    | 298.00   |
| 10 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | AD 12.5% | W 210 11/4/19 A 10% | 11/04/2019       | 25/04/2019         | 14             | 295                             | 23228                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | AD 12.5% | W 210 11/4/19 A 10% | 11/04/2019       | 25/04/2019         | 14             | 312                             | 24516                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | AD 12.5% | W 210 11/4/19 A 10% | 11/04/2019       | 25/04/2019         | 14             | 288                             | 22822                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | AD 12.5% | W 210 11/4/19 A 10% | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 330                             | 25997                     | SI                                                             | 1.00                    | 329.50   |
| 14 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | AD 12.5% | W 210 11/4/19 A 10% | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 321                             | 25244                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | AD 12.5% | W 210 11/4/19 A 10% | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 323                             | 25454                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | AD 12.5% | W 210 11/4/19 A 10% | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 344                             | 27015                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO   | CÓDIGO                | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DIAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCIÓN | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------|-----------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | AD 15% | W 210 22/4/19 A 12.5% | 22/04/2019       | 25/04/2019         | 3              | 163                             | 12859                     | SI                                                             | 1.00                    | 169.50   |
| 2  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | AD 15% | W 210 22/4/19 A 12.5% | 22/04/2019       | 25/04/2019         | 3              | 176                             | 13934                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | AD 15% | W 210 22/4/19 A 12.5% | 22/04/2019       | 25/04/2019         | 3              | 179                             | 14158                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | AD 15% | W 210 22/4/19 A 12.5% | 22/04/2019       | 25/04/2019         | 3              | 160                             | 12579                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | AD 15% | W 210 22/4/19 A 12.5% | 22/04/2019       | 29/04/2019         | 7              | 198                             | 15623                     | SI                                                             | 1.00                    | 207.25   |
| 6  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | AD 15% | W 210 22/4/19 A 12.5% | 22/04/2019       | 29/04/2019         | 7              | 230                             | 18135                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | AD 15% | W 210 22/4/19 A 12.5% | 22/04/2019       | 29/04/2019         | 7              | 211                             | 16582                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | AD 15% | W 210 22/4/19 A 12.5% | 22/04/2019       | 29/04/2019         | 7              | 190                             | 14978                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | AD 15% | W 210 22/4/19 A 12.5% | 22/04/2019       | 06/05/2019         | 14             | 256                             | 20138                     | SI                                                             | 1.00                    | 262.25   |
| 10 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | AD 15% | W 210 22/4/19 A 12.5% | 22/04/2019       | 06/05/2019         | 14             | 237                             | 18614                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | AD 15% | W 210 22/4/19 A 12.5% | 22/04/2019       | 06/05/2019         | 14             | 266                             | 20902                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | AD 15% | W 210 22/4/19 A 12.5% | 22/04/2019       | 06/05/2019         | 14             | 290                             | 22822                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | AD 15% | W 210 22/4/19 A 12.5% | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 309                             | 24238                     | SI                                                             | 1.00                    | 313.25   |
| 14 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | AD 15% | W 210 22/4/19 A 12.5% | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 319                             | 25107                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | AD 15% | W 210 22/4/19 A 12.5% | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 311                             | 24438                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | AD 15% | W 210 22/4/19 A 12.5% | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 314                             | 24655                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO  | CÓDIGO              | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DIAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCIÓN | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|---------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 10% | W 210 22/4/19 R 10% | 22/04/2019       | 25/04/2019         | 3              | 160                             | 12551                     | SI                                                             | 1.00                    | 164.25   |
| 2  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 10% | W 210 22/4/19 R 10% | 22/04/2019       | 25/04/2019         | 3              | 165                             | 12960                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 10% | W 210 22/4/19 R 10% | 22/04/2019       | 25/04/2019         | 3              | 173                             | 13678                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 10% | W 210 22/4/19 R 10% | 22/04/2019       | 25/04/2019         | 3              | 159                             | 12478                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 10% | W 210 22/4/19 R 10% | 22/04/2019       | 29/04/2019         | 7              | 188                             | 14823                     | SI                                                             | 1.00                    | 201.25   |
| 6  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 10% | W 210 22/4/19 R 10% | 22/04/2019       | 29/04/2019         | 7              | 206                             | 16240                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 10% | W 210 22/4/19 R 10% | 22/04/2019       | 29/04/2019         | 7              | 193                             | 15115                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 10% | W 210 22/4/19 R 10% | 22/04/2019       | 29/04/2019         | 7              | 218                             | 17175                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 10% | W 210 22/4/19 R 10% | 22/04/2019       | 06/05/2019         | 14             | 278                             | 21885                     | SI                                                             | 1.00                    | 292.25   |
| 10 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 10% | W 210 22/4/19 R 10% | 22/04/2019       | 06/05/2019         | 14             | 299                             | 23508                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 10% | W 210 22/4/19 R 10% | 22/04/2019       | 06/05/2019         | 14             | 306                             | 24108                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 10% | W 210 22/4/19 R 10% | 22/04/2019       | 06/05/2019         | 14             | 286                             | 22468                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 10% | W 210 22/4/19 R 10% | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 339                             | 26718                     | SI                                                             | 1.00                    | 339.50   |
| 14 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 10% | W 210 22/4/19 R 10% | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 324                             | 25474                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 10% | W 210 22/4/19 R 10% | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 311                             | 25170                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 10% | W 210 22/4/19 R 10% | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 384                             | 30281                     | SI                                                             | 1.00                    |          |



| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO  | CÓDIGO              | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DIAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCIÓN | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|---------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 20% | W 210 11/4/19 R 20% | 11/04/2019       | 14/04/2019         | 3              | 228                             | 17963                     | SI                                                             | 1.00                    | 217.00   |
| 2  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 20% | W 210 11/4/19 R 20% | 11/04/2019       | 14/04/2019         | 3              | 221                             | 17424                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 20% | W 210 11/4/19 R 20% | 11/04/2019       | 14/04/2019         | 3              | 227                             | 17895                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 20% | W 210 11/4/19 R 20% | 11/04/2019       | 14/04/2019         | 3              | 192                             | 15080                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 20% | W 210 11/4/19 R 20% | 11/04/2019       | 18/04/2019         | 7              | 264                             | 20768                     | SI                                                             | 1.00                    | 270.00   |
| 6  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 20% | W 210 11/4/19 R 20% | 11/04/2019       | 18/04/2019         | 7              | 267                             | 21028                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 20% | W 210 11/4/19 R 20% | 11/04/2019       | 18/04/2019         | 7              | 261                             | 20557                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 20% | W 210 11/4/19 R 20% | 11/04/2019       | 18/04/2019         | 7              | 288                             | 22223                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 20% | W 210 11/4/19 R 20% | 11/04/2019       | 25/04/2019         | 14             | 273                             | 21485                     | SI                                                             | 1.00                    | 302.50   |
| 10 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 20% | W 210 11/4/19 R 20% | 11/04/2019       | 25/04/2019         | 14             | 312                             | 24545                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 20% | W 210 11/4/19 R 20% | 11/04/2019       | 25/04/2019         | 14             | 309                             | 24281                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 20% | W 210 11/4/19 R 20% | 11/04/2019       | 25/04/2019         | 14             | 316                             | 24853                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 20% | W 210 11/4/19 R 20% | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 377                             | 29652                     | SI                                                             | 1.00                    | 406.75   |
| 14 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 20% | W 210 11/4/19 R 20% | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 400                             | 31397                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 20% | W 210 11/4/19 R 20% | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 446                             | 35011                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 20% | W 210 11/4/19 R 20% | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 404                             | 31784                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO  | CÓDIGO              | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DIAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCIÓN | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|---------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 30% | W 210 23/4/19 R 30% | 23/04/2019       | 26/04/2019         | 3              | 129                             | 10168                     | SI                                                             | 1.00                    | 145.50   |
| 2  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 30% | W 210 23/4/19 R 30% | 23/04/2019       | 26/04/2019         | 3              | 155                             | 12228                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 30% | W 210 23/4/19 R 30% | 23/04/2019       | 26/04/2019         | 3              | 156                             | 12296                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 30% | W 210 23/4/19 R 30% | 23/04/2019       | 26/04/2019         | 3              | 142                             | 11158                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 30% | W 210 23/4/19 R 30% | 23/04/2019       | 30/04/2019         | 7              | 239                             | 18817                     | SI                                                             | 1.00                    | 223.25   |
| 6  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 30% | W 210 23/4/19 R 30% | 23/04/2019       | 30/04/2019         | 7              | 232                             | 18279                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 30% | W 210 23/4/19 R 30% | 23/04/2019       | 30/04/2019         | 7              | 210                             | 16447                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 30% | W 210 23/4/19 R 30% | 23/04/2019       | 30/04/2019         | 7              | 212                             | 16642                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 30% | W 210 23/4/19 R 30% | 23/04/2019       | 07/05/2019         | 14             | 284                             | 22375                     | SI                                                             | 1.00                    | 291.25   |
| 10 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 30% | W 210 23/4/19 R 30% | 23/04/2019       | 07/05/2019         | 14             | 290                             | 22808                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 30% | W 210 23/4/19 R 30% | 23/04/2019       | 07/05/2019         | 14             | 286                             | 22480                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 30% | W 210 23/4/19 R 30% | 23/04/2019       | 07/05/2019         | 14             | 305                             | 23971                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 30% | W 210 23/4/19 R 30% | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 363                             | 28481                     | SI                                                             | 1.00                    | 372.25   |
| 14 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 30% | W 210 23/4/19 R 30% | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 401                             | 31537                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 30% | W 210 23/4/19 R 30% | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 364                             | 28567                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 30% | W 210 23/4/19 R 30% | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 361                             | 28333                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO  | CÓDIGO              | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DIAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCIÓN | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|---------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 29/04/2019         | 3              | 126                             | 9965                      | SI                                                             | 1.00                    | 140.75   |
| 2  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 29/04/2019         | 3              | 152                             | 11984                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 29/04/2019         | 3              | 153                             | 12050                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 210                                                | 294                                                              | 84                                                                | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 29/04/2019         | 3              | 132                             | 10301                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 03/05/2019         | 7              | 234                             | 18441                     | SI                                                             | 1.00                    | 218.50   |
| 6  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 03/05/2019         | 7              | 227                             | 17914                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 03/05/2019         | 7              | 205                             | 16118                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 210                                                | 294                                                              | 147                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 03/05/2019         | 7              | 208                             | 16309                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 10/05/2019         | 14             | 278                             | 21927                     | SI                                                             | 1.00                    | 285.25   |
| 10 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 10/05/2019         | 14             | 284                             | 22352                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 10/05/2019         | 14             | 280                             | 22030                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 210                                                | 294                                                              | 189                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 10/05/2019         | 14             | 299                             | 23492                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 24/05/2019         | 28             | 355                             | 27711                     | SI                                                             | 1.00                    | 364.50   |
| 14 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 24/05/2019         | 28             | 393                             | 30906                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 24/05/2019         | 28             | 356                             | 27995                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 210                                                | 294                                                              | 199.5                                                             | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 24/05/2019         | 28             | 354                             | 27700                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

**ANEXO 5: Concreto Wari IP  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$**

Fuente: Elaboración propio.

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>$f'cr$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | TIPO | CÓDIGO       | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCIÓN | PROMEDIO |
|----|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|------|--------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 280                                                              | 364                                                                            | 112                                                                           | -    | W 280 3/4/19 | 03/04/2019       | 06/04/2019         | 3              | 185                                         | 14523                     | SI                                                             | 1.00                    | 202.13   |
| 2  | 280                                                              | 364                                                                            | 112                                                                           | -    | W 280 3/4/19 | 03/04/2019       | 06/04/2019         | 3              | 188                                         | 14780                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 280                                                              | 364                                                                            | 112                                                                           | -    | W 280 3/4/19 | 03/04/2019       | 06/04/2019         | 3              | 226                                         | 17796                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 280                                                              | 364                                                                            | 112                                                                           | -    | W 280 3/4/19 | 03/04/2019       | 06/04/2019         | 3              | 210                                         | 16523                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 280                                                              | 364                                                                            | 196                                                                           | -    | W 280 3/4/19 | 03/04/2019       | 10/04/2019         | 7              | 321                                         | 25267                     | SI                                                             | 1.00                    | 316.84   |
| 6  | 280                                                              | 364                                                                            | 196                                                                           | -    | W 280 3/4/19 | 03/04/2019       | 10/04/2019         | 7              | 329                                         | 25817                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 280                                                              | 364                                                                            | 196                                                                           | -    | W 280 3/4/19 | 03/04/2019       | 10/04/2019         | 7              | 313                                         | 24629                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 280                                                              | 364                                                                            | 196                                                                           | -    | W 280 3/4/19 | 03/04/2019       | 10/04/2019         | 7              | 305                                         | 23996                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 280                                                              | 364                                                                            | 252                                                                           | -    | W 280 3/4/19 | 03/04/2019       | 17/04/2019         | 14             | 345                                         | 27190                     | SI                                                             | 1.00                    | 358.58   |
| 10 | 280                                                              | 364                                                                            | 252                                                                           | -    | W 280 3/4/19 | 03/04/2019       | 17/04/2019         | 14             | 335                                         | 26352                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 280                                                              | 364                                                                            | 252                                                                           | -    | W 280 3/4/19 | 03/04/2019       | 17/04/2019         | 14             | 376                                         | 29537                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 280                                                              | 364                                                                            | 252                                                                           | -    | W 280 3/4/19 | 03/04/2019       | 17/04/2019         | 14             | 378                                         | 29740                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 280                                                              | 364                                                                            | 266                                                                           | -    | W 280 3/4/19 | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 455                                         | 35780                     | SI                                                             | 1.00                    | 428.40   |
| 14 | 280                                                              | 364                                                                            | 266                                                                           | -    | W 280 3/4/19 | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 386                                         | 30425                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 280                                                              | 364                                                                            | 266                                                                           | -    | W 280 3/4/19 | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 433                                         | 34023                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 280                                                              | 364                                                                            | 266                                                                           | -    | W 280 3/4/19 | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 440                                         | 34599                     | SI                                                             | 1.00                    |          |



| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO  | CÓDIGO             | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCIÓN | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------|--------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                            | AD 5% | W 280 12/4/19 A 5% | 12/04/2019       | 15/04/2019         | 3              | 214                             | 16838                     | SI                                                          | 1.00                    | 207.64   |
| 2  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                            | AD 5% | W 280 12/4/19 A 5% | 12/04/2019       | 15/04/2019         | 3              | 213                             | 16781                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 3  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                            | AD 5% | W 280 12/4/19 A 5% | 12/04/2019       | 15/04/2019         | 3              | 207                             | 16223                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 4  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                            | AD 5% | W 280 12/4/19 A 5% | 12/04/2019       | 15/04/2019         | 3              | 196                             | 15442                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 5  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                            | AD 5% | W 280 12/4/19 A 5% | 12/04/2019       | 19/04/2019         | 7              | 352                             | 27645                     | SI                                                          | 1.00                    | 341.78   |
| 6  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                            | AD 5% | W 280 12/4/19 A 5% | 12/04/2019       | 19/04/2019         | 7              | 352                             | 26982                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 7  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                            | AD 5% | W 280 12/4/19 A 5% | 12/04/2019       | 19/04/2019         | 7              | 317                             | 24987                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 8  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                            | AD 5% | W 280 12/4/19 A 5% | 12/04/2019       | 19/04/2019         | 7              | 347                             | 27259                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 9  | 280                                                | 364                                                              | 252                                                            | AD 5% | W 280 12/4/19 A 5% | 12/04/2019       | 26/04/2019         | 14             | 377                             | 29688                     | SI                                                          | 1.00                    | 384.04   |
| 10 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                            | AD 5% | W 280 12/4/19 A 5% | 12/04/2019       | 26/04/2019         | 14             | 398                             | 31286                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 11 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                            | AD 5% | W 280 12/4/19 A 5% | 12/04/2019       | 26/04/2019         | 14             | 381                             | 29985                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 12 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                            | AD 5% | W 280 12/4/19 A 5% | 12/04/2019       | 26/04/2019         | 14             | 380                             | 29891                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 13 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                            | AD 5% | W 280 12/4/19 A 5% | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 439                             | 34517                     | SI                                                          | 1.00                    | 463.84   |
| 14 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                            | AD 5% | W 280 12/4/19 A 5% | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 469                             | 36895                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 15 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                            | AD 5% | W 280 12/4/19 A 5% | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 491                             | 38625                     | SI                                                          | 1.00                    |          |
| 16 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                            | AD 5% | W 280 12/4/19 A 5% | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 456                             | 35861                     | SI                                                          | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO    | CÓDIGO              | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCIÓN | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------|---------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 7.5% | W 280 15/4/19 A7.5% | 15/04/2019       | 18/04/2019         | 3              | 209                             | 16446                     | SI                                                             | 1.00                    | 205.80   |
| 2  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 7.5% | W 280 15/4/19 A7.5% | 15/04/2019       | 18/04/2019         | 3              | 202                             | 15911                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 7.5% | W 280 15/4/19 A7.5% | 15/04/2019       | 18/04/2019         | 3              | 192                             | 15154                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 7.5% | W 280 15/4/19 A7.5% | 15/04/2019       | 18/04/2019         | 3              | 221                             | 17571                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 7.5% | W 280 15/4/19 A7.5% | 15/04/2019       | 22/04/2019         | 7              | 331                             | 25999                     | SI                                                             | 1.00                    | 316.58   |
| 6  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 7.5% | W 280 15/4/19 A7.5% | 15/04/2019       | 22/04/2019         | 7              | 319                             | 25073                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 7.5% | W 280 15/4/19 A7.5% | 15/04/2019       | 22/04/2019         | 7              | 303                             | 23839                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 7.5% | W 280 15/4/19 A7.5% | 15/04/2019       | 22/04/2019         | 7              | 313                             | 24657                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 7.5% | W 280 15/4/19 A7.5% | 15/04/2019       | 29/04/2019         | 14             | 380                             | 29884                     | SI                                                             | 1.00                    | 385.61   |
| 10 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 7.5% | W 280 15/4/19 A7.5% | 15/04/2019       | 29/04/2019         | 14             | 387                             | 30511                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 7.5% | W 280 15/4/19 A7.5% | 15/04/2019       | 29/04/2019         | 14             | 392                             | 30819                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 7.5% | W 280 15/4/19 A7.5% | 15/04/2019       | 29/04/2019         | 14             | 383                             | 30670                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 7.5% | W 280 15/4/19 A7.5% | 15/04/2019       | 13/05/2019         | 28             | 469                             | 36897                     | SI                                                             | 1.00                    | 470.66   |
| 14 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 7.5% | W 280 15/4/19 A7.5% | 15/04/2019       | 13/05/2019         | 28             | 503                             | 39522                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 7.5% | W 280 15/4/19 A7.5% | 15/04/2019       | 13/05/2019         | 28             | 458                             | 35989                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 7.5% | W 280 15/4/19 A7.5% | 15/04/2019       | 13/05/2019         | 28             | 453                             | 35547                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO   | CÓDIGO              | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCIÓN | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------|---------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 10% | W 280 15/4/19 A 10% | 12/04/2019       | 15/04/2019         | 3              | 195                             | 15368                     | SI                                                             | 1.00                    | 206.75   |
| 2  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 10% | W 280 15/4/19 A 10% | 12/04/2019       | 15/04/2019         | 3              | 230                             | 18092                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 10% | W 280 15/4/19 A 10% | 12/04/2019       | 15/04/2019         | 3              | 186                             | 14640                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 10% | W 280 15/4/19 A 10% | 12/04/2019       | 15/04/2019         | 3              | 216                             | 17034                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 10% | W 280 15/4/19 A 10% | 12/04/2019       | 19/04/2019         | 7              | 356                             | 28036                     | SI                                                             | 1.00                    | 336.75   |
| 6  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 10% | W 280 15/4/19 A 10% | 12/04/2019       | 19/04/2019         | 7              | 343                             | 26982                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 10% | W 280 15/4/19 A 10% | 12/04/2019       | 19/04/2019         | 7              | 312                             | 24555                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 10% | W 280 15/4/19 A 10% | 12/04/2019       | 19/04/2019         | 7              | 336                             | 26373                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 10% | W 280 15/4/19 A 10% | 12/04/2019       | 26/04/2019         | 14             | 395                             | 31025                     | SI                                                             | 1.00                    | 383.25   |
| 10 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 10% | W 280 15/4/19 A 10% | 12/04/2019       | 26/04/2019         | 14             | 387                             | 30475                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 10% | W 280 15/4/19 A 10% | 12/04/2019       | 26/04/2019         | 14             | 361                             | 28434                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 10% | W 280 15/4/19 A 10% | 12/04/2019       | 26/04/2019         | 14             | 390                             | 30639                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 10% | W 280 15/4/19 A 10% | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 464                             | 36531                     | SI                                                             | 1.00                    | 480.25   |
| 14 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 10% | W 280 15/4/19 A 10% | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 500                             | 39256                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 10% | W 280 15/4/19 A 10% | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 468                             | 36838                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 10% | W 280 15/4/19 A 10% | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 489                             | 38430                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO     | CÓDIGO                | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCIÓN | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 12.5% | W 280 23/4/19 A 12.5% | 23/04/2019       | 26/04/2019         | 3              | 211                             | 16605                     | SI                                                             | 1.00                    | 242.25   |
| 2  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 12.5% | W 280 23/4/19 A 12.5% | 23/04/2019       | 26/04/2019         | 3              | 269                             | 21128                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 12.5% | W 280 23/4/19 A 12.5% | 23/04/2019       | 26/04/2019         | 3              | 247                             | 19418                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 12.5% | W 280 23/4/19 A 12.5% | 23/04/2019       | 26/04/2019         | 3              | 242                             | 18978                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 12.5% | W 280 23/4/19 A 12.5% | 23/04/2019       | 30/04/2019         | 7              | 292                             | 22973                     | SI                                                             | 1.00                    | 303.00   |
| 6  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 12.5% | W 280 23/4/19 A 12.5% | 23/04/2019       | 30/04/2019         | 7              | 297                             | 23359                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 12.5% | W 280 23/4/19 A 12.5% | 23/04/2019       | 30/04/2019         | 7              | 281                             | 22152                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 12.5% | W 280 23/4/19 A 12.5% | 23/04/2019       | 30/04/2019         | 7              | 342                             | 26917                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 12.5% | W 280 23/4/19 A 12.5% | 23/04/2019       | 07/05/2019         | 14             | 397                             | 31175                     | SI                                                             | 1.00                    | 376.50   |
| 10 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 12.5% | W 280 23/4/19 A 12.5% | 23/04/2019       | 07/05/2019         | 14             | 362                             | 28498                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 12.5% | W 280 23/4/19 A 12.5% | 23/04/2019       | 07/05/2019         | 14             | 377                             | 29619                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 12.5% | W 280 23/4/19 A 12.5% | 23/04/2019       | 07/05/2019         | 14             | 370                             | 29065                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 12.5% | W 280 23/4/19 A 12.5% | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 444                             | 34909                     | SI                                                             | 1.00                    | 448.75   |
| 14 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 12.5% | W 280 23/4/19 A 12.5% | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 454                             | 35671                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 12.5% | W 280 23/4/19 A 12.5% | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 476                             | 37439                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 12.5% | W 280 23/4/19 A 12.5% | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 421                             | 33086                     | SI                                                             | 1.00                    |          |



| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO   | CÓDIGO              | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCIÓN | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|--------|---------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 15% | W 280 25/4/19 A 15% | 25/04/2019       | 28/04/2019         | 3              | 276                             | 21741                     | SI                                                             | 1.00                    | 250.50   |
| 2  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 15% | W 280 25/4/19 A 15% | 25/04/2019       | 28/04/2019         | 3              | 258                             | 20366                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 15% | W 280 25/4/19 A 15% | 25/04/2019       | 28/04/2019         | 3              | 221                             | 17373                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | AD 15% | W 280 25/4/19 A 15% | 25/04/2019       | 28/04/2019         | 3              | 247                             | 19420                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 15% | W 280 25/4/19 A 15% | 25/04/2019       | 02/05/2019         | 7              | 312                             | 24492                     | SI                                                             | 1.00                    | 306.50   |
| 6  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 15% | W 280 25/4/19 A 15% | 25/04/2019       | 02/05/2019         | 7              | 291                             | 22877                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 15% | W 280 25/4/19 A 15% | 25/04/2019       | 02/05/2019         | 7              | 315                             | 29733                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | AD 15% | W 280 25/4/19 A 15% | 25/04/2019       | 02/05/2019         | 7              | 308                             | 24177                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 15% | W 280 25/4/19 A 15% | 25/04/2019       | 09/05/2019         | 14             | 391                             | 30682                     | SI                                                             | 1.00                    | 390.00   |
| 10 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 15% | W 280 25/4/19 A 15% | 25/04/2019       | 09/05/2019         | 14             | 398                             | 31318                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 15% | W 280 25/4/19 A 15% | 25/04/2019       | 09/05/2019         | 14             | 374                             | 29384                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | AD 15% | W 280 25/4/19 A 15% | 25/04/2019       | 09/05/2019         | 14             | 397                             | 31172                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 15% | W 280 25/4/19 A 15% | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 469                             | 36895                     | SI                                                             | 1.00                    | 446.00   |
| 14 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 15% | W 280 25/4/19 A 15% | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 426                             | 33494                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 15% | W 280 25/4/19 A 15% | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 435                             | 34144                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | AD 15% | W 280 25/4/19 A 15% | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 454                             | 35671                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO  | CÓDIGO              | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCIÓN | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|---------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 10% | W 280 25/4/19 R 10% | 25/04/2019       | 28/04/2019         | 3              | 244                             | 19197                     | SI                                                             | 1.00                    | 258.50   |
| 2  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 10% | W 280 25/4/19 R 10% | 25/04/2019       | 28/04/2019         | 3              | 256                             | 20152                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 10% | W 280 25/4/19 R 10% | 25/04/2019       | 28/04/2019         | 3              | 280                             | 22079                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 10% | W 280 25/4/19 R 10% | 25/04/2019       | 28/04/2019         | 3              | 254                             | 19991                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 10% | W 280 25/4/19 R 10% | 25/04/2019       | 02/05/2019         | 7              | 310                             | 24400                     | SI                                                             | 1.00                    | 310.00   |
| 6  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 10% | W 280 25/4/19 R 10% | 25/04/2019       | 02/05/2019         | 7              | 308                             | 24166                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 10% | W 280 25/4/19 R 10% | 25/04/2019       | 02/05/2019         | 7              | 328                             | 25802                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 10% | W 280 25/4/19 R 10% | 25/04/2019       | 02/05/2019         | 7              | 294                             | 23136                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 10% | W 280 25/4/19 R 10% | 25/04/2019       | 09/05/2019         | 14             | 375                             | 29509                     | SI                                                             | 1.00                    | 380.50   |
| 10 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 10% | W 280 25/4/19 R 10% | 25/04/2019       | 09/05/2019         | 14             | 369                             | 28987                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 10% | W 280 25/4/19 R 10% | 25/04/2019       | 09/05/2019         | 14             | 399                             | 31345                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 10% | W 280 25/4/19 R 10% | 25/04/2019       | 09/05/2019         | 14             | 379                             | 29833                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 10% | W 280 25/4/19 R 10% | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 411                             | 32304                     | SI                                                             | 1.00                    | 443.75   |
| 14 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 10% | W 280 25/4/19 R 10% | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 434                             | 34103                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 10% | W 280 25/4/19 R 10% | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 439                             | 34493                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 10% | W 280 25/4/19 R 10% | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 491                             | 38625                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO  | CÓDIGO             | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCIÓN | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|--------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 20% | W 280 22/4/19 R20% | 22/04/2019       | 25/04/2019         | 3              | 261                             | 20612                     | SI                                                             | 1.00                    | 271.00   |
| 2  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 20% | W 280 22/4/19 R20% | 22/04/2019       | 25/04/2019         | 3              | 287                             | 22579                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 20% | W 280 22/4/19 R20% | 22/04/2019       | 25/04/2019         | 3              | 246                             | 19303                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 20% | W 280 22/4/19 R20% | 22/04/2019       | 25/04/2019         | 3              | 290                             | 22805                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 20% | W 280 22/4/19 R20% | 22/04/2019       | 29/04/2019         | 7              | 315                             | 24757                     | SI                                                             | 1.00                    | 328.25   |
| 6  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 20% | W 280 22/4/19 R20% | 22/04/2019       | 29/04/2019         | 7              | 321                             | 25277                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 20% | W 280 22/4/19 R20% | 22/04/2019       | 29/04/2019         | 7              | 328                             | 26490                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 20% | W 280 22/4/19 R20% | 22/04/2019       | 29/04/2019         | 7              | 349                             | 27453                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 20% | W 280 22/4/19 R20% | 22/04/2019       | 06/05/2019         | 14             | 376                             | 29583                     | SI                                                             | 1.00                    | 400.25   |
| 10 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 20% | W 280 22/4/19 R20% | 22/04/2019       | 06/05/2019         | 14             | 403                             | 31723                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 20% | W 280 22/4/19 R20% | 22/04/2019       | 06/05/2019         | 14             | 414                             | 32869                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 20% | W 280 22/4/19 R20% | 22/04/2019       | 06/05/2019         | 14             | 408                             | 32121                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 20% | W 280 22/4/19 R20% | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 452                             | 35477                     | SI                                                             | 1.00                    | 475.50   |
| 14 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 20% | W 280 22/4/19 R20% | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 473                             | 37189                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 20% | W 280 22/4/19 R20% | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 474                             | 37227                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 20% | W 280 22/4/19 R20% | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 503                             | 39522                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO  | CÓDIGO             | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCIÓN | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|--------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 30% | W 210 6/3/19 R 30% | 23/04/2019       | 26/04/2019         | 3              | 233                             | 18312                     | SI                                                             | 1.00                    | 234.94   |
| 2  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 30% | W 210 6/3/19 R 30% | 23/04/2019       | 26/04/2019         | 3              | 235                             | 18491                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 30% | W 210 6/3/19 R 30% | 23/04/2019       | 26/04/2019         | 3              | 224                             | 17602                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 30% | W 210 6/3/19 R 30% | 23/04/2019       | 26/04/2019         | 3              | 248                             | 19538                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 30% | W 210 6/3/19 R 30% | 23/04/2019       | 30/04/2019         | 7              | 356                             | 27995                     | SI                                                             | 1.00                    | 337.05   |
| 6  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 30% | W 210 6/3/19 R 30% | 23/04/2019       | 30/04/2019         | 7              | 333                             | 26214                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 30% | W 210 6/3/19 R 30% | 23/04/2019       | 30/04/2019         | 7              | 330                             | 25948                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 30% | W 210 6/3/19 R 30% | 23/04/2019       | 30/04/2019         | 7              | 330                             | 25921                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 30% | W 210 6/3/19 R 30% | 23/04/2019       | 07/05/2019         | 14             | 438                             | 34418                     | SI                                                             | 1.00                    | 421.05   |
| 10 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 30% | W 210 6/3/19 R 30% | 23/04/2019       | 07/05/2019         | 14             | 415                             | 32600                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 30% | W 210 6/3/19 R 30% | 23/04/2019       | 07/05/2019         | 14             | 396                             | 31108                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 30% | W 210 6/3/19 R 30% | 23/04/2019       | 07/05/2019         | 14             | 436                             | 34291                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 30% | W 210 6/3/19 R 30% | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 486                             | 38263                     | SI                                                             | 1.00                    | 485.36   |
| 14 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 30% | W 210 6/3/19 R 30% | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 509                             | 40032                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 30% | W 210 6/3/19 R 30% | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 469                             | 36881                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 30% | W 210 6/3/19 R 30% | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 477                             | 37478                     | SI                                                             | 1.00                    |          |



| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'cr (kg/cm² ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm² ) | TIPO  | CÓDIGO              | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm² ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | SUPERA<br>RESISTENCIA<br>MÍNIMA<br>POR<br>EDAD DEL<br>CONCRETO | FACTOR DE<br>CORRECCIÓN | PROMEDIO |
|----|----------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|---------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|----------|
| 1  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 29/04/2019         | 3              | 219                             | 17213                     | SI                                                             | 1.00                    | 220.75   |
| 2  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 29/04/2019         | 3              | 221                             | 17381                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 3  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 29/04/2019         | 3              | 210                             | 16546                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 4  | 280                                                | 364                                                              | 112                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 29/04/2019         | 3              | 233                             | 18366                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 5  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 03/05/2019         | 7              | 335                             | 26315                     | SI                                                             | 1.00                    | 317.00   |
| 6  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 03/05/2019         | 7              | 313                             | 24641                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 7  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 03/05/2019         | 7              | 310                             | 24391                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 8  | 280                                                | 364                                                              | 196                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 03/05/2019         | 7              | 310                             | 24366                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 9  | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 10/05/2019         | 14             | 420                             | 33041                     | SI                                                             | 1.00                    | 404.00   |
| 10 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 10/05/2019         | 14             | 398                             | 31296                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 11 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 10/05/2019         | 14             | 380                             | 29864                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 12 | 280                                                | 364                                                              | 252                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 10/05/2019         | 14             | 418                             | 32919                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 13 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 24/05/2019         | 28             | 467                             | 36733                     | SI                                                             | 1.00                    | 463.25   |
| 14 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 24/05/2019         | 28             | 489                             | 38431                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 15 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 24/05/2019         | 28             | 439                             | 34565                     | SI                                                             | 1.00                    |          |
| 16 | 280                                                | 364                                                              | 266                                                               | R 40% | W 210 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 24/05/2019         | 28             | 458                             | 35979                     | SI                                                             | 1.00                    |          |

**ANEXO 6: Concreto Wari IP  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  – Tracción (10% de  $f'c$ ).**

*Fuente: Elaboración propio.*

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>$f'c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA A LA<br>TRACCIÓN DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | TIPO     | CÓDIGO                | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm <sup>2</sup> ) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | PROMEDIO |
|----|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------|------------------|--------------------|----------------|---------------------------------------------|---------------------------|----------|
| 1  | 210                                                              | 294                                                                           | 21                                                                              | -        | W 210 3/4/19          | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 33                                          | 10526                     | 35.50    |
| 2  | 210                                                              | 294                                                                           | 21                                                                              | -        | W 210 3/4/19          | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 35                                          | 11060                     |          |
| 3  | 210                                                              | 294                                                                           | 21                                                                              | -        | W 210 3/4/19          | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 36                                          | 11541                     |          |
| 4  | 210                                                              | 294                                                                           | 21                                                                              | -        | W 210 3/4/19          | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 38                                          | 12107                     |          |
| 5  | 210                                                              | 294                                                                           | 21                                                                              | AD 5%    | W 210 3/4/19 A 5%     | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 32                                          | 10239                     | 35.25    |
| 6  | 210                                                              | 294                                                                           | 21                                                                              | AD 5%    | W 210 3/4/19 A 5%     | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 32                                          | 10236                     |          |
| 7  | 210                                                              | 294                                                                           | 21                                                                              | AD 5%    | W 210 3/4/19 A 5%     | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 37                                          | 11736                     |          |
| 8  | 210                                                              | 294                                                                           | 21                                                                              | AD 5%    | W 210 3/4/19 A 5%     | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 40                                          | 12513                     |          |
| 9  | 210                                                              | 294                                                                           | 21                                                                              | AD 7.5%  | W 210 12/4/19 A 7.5%  | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 25                                          | 8117                      | 28.25    |
| 10 | 210                                                              | 294                                                                           | 21                                                                              | AD 7.5%  | W 210 12/4/19 A 7.5%  | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 26                                          | 8366                      |          |
| 11 | 210                                                              | 294                                                                           | 21                                                                              | AD 7.5%  | W 210 12/4/19 A 7.5%  | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 28                                          | 8942                      |          |
| 12 | 210                                                              | 294                                                                           | 21                                                                              | AD 7.5%  | W 210 12/4/19 A 7.5%  | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 34                                          | 10574                     |          |
| 13 | 210                                                              | 294                                                                           | 21                                                                              | AD 10%   | W 210 11/4/19 A 10%   | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 22                                          | 7338                      | 30.50    |
| 14 | 210                                                              | 294                                                                           | 21                                                                              | AD 10%   | W 210 11/4/19 A 10%   | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 28                                          | 8731                      |          |
| 15 | 210                                                              | 294                                                                           | 21                                                                              | AD 10%   | W 210 11/4/19 A 10%   | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 34                                          | 10613                     |          |
| 16 | 210                                                              | 294                                                                           | 21                                                                              | AD 10%   | W 210 11/4/19 A 10%   | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 38                                          | 11954                     |          |
| 17 | 210                                                              | 294                                                                           | 21                                                                              | AD 12.5% | W 210 22/4/19 A 12.5% | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 26                                          | 8218                      | 29.25    |
| 18 | 210                                                              | 294                                                                           | 21                                                                              | AD 12.5% | W 210 22/4/19 A 12.5% | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 27                                          | 8559                      |          |
| 19 | 210                                                              | 294                                                                           | 21                                                                              | AD 12.5% | W 210 22/4/19 A 12.5% | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 29                                          | 9034                      |          |
| 20 | 210                                                              | 294                                                                           | 21                                                                              | AD 12.5% | W 210 22/4/19 A 12.5% | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 35                                          | 10951                     |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm²) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'c (kg/cm²) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA A LA<br>TRACCIÓN DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm²) | TIPO   | CÓDIGO              | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm²) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | PROMEDIO |
|----|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|--------|---------------------|------------------|--------------------|----------------|--------------------------------|---------------------------|----------|
| 1  | 210                                               | 294                                                            | 21                                                                 | AD 15% | W 280 11/4/19 A 5%  | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 27                             | 8492                      | 30.00    |
| 2  | 210                                               | 294                                                            | 21                                                                 | AD 15% | W 280 11/4/19 A 5%  | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 28                             | 8753                      |          |
| 3  | 210                                               | 294                                                            | 21                                                                 | AD 15% | W 280 11/4/19 A 5%  | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 30                             | 9355                      |          |
| 4  | 210                                               | 294                                                            | 21                                                                 | AD 15% | W 280 11/4/19 A 5%  | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 35                             | 10895                     |          |
| 5  | 210                                               | 294                                                            | 21                                                                 | R 10%  | W 210 22/4/19 R 10% | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 30                             | 9424                      | 31.25    |
| 6  | 210                                               | 294                                                            | 21                                                                 | R 10%  | W 210 22/4/19 R 10% | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 30                             | 9467                      |          |
| 7  | 210                                               | 294                                                            | 21                                                                 | R 10%  | W 210 22/4/19 R 10% | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 32                             | 10129                     |          |
| 8  | 210                                               | 294                                                            | 21                                                                 | R 10%  | W 210 22/4/19 R 10% | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 33                             | 10503                     |          |
| 9  | 210                                               | 294                                                            | 21                                                                 | R 20%  | W 210 11/4/19 R 20% | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 33                             | 10395                     | 34.50    |
| 10 | 210                                               | 294                                                            | 21                                                                 | R 20%  | W 210 11/4/19 R 20% | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 33                             | 10415                     |          |
| 11 | 210                                               | 294                                                            | 21                                                                 | R 20%  | W 210 11/4/19 R 20% | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 36                             | 11235                     |          |
| 12 | 210                                               | 294                                                            | 21                                                                 | R 20%  | W 210 11/4/19 R 20% | 11/04/2019       | 09/05/2019         | 28             | 36                             | 11497                     |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm²) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'c (kg/cm²) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA A<br>LA<br>TRACCIÓN<br>DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm²) | TIPO    | CÓDIGO               | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm²) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | PROMEDIO |
|----|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------|------------------|--------------------|----------------|--------------------------------|---------------------------|----------|
| 1  | 210                                               | 294                                                            | 21                                                                       | R 30%   | W 210 23/4/19 R 30%  | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 23                             | 7574                      | 28.25    |
| 2  | 210                                               | 294                                                            | 21                                                                       | R 30%   | W 210 23/4/19 R 30%  | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 27                             | 8469                      |          |
| 3  | 210                                               | 294                                                            | 21                                                                       | R 30%   | W 210 23/4/19 R 30%  | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 31                             | 9623                      |          |
| 4  | 210                                               | 294                                                            | 21                                                                       | R 30%   | W 210 23/4/19 R 30%  | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 32                             | 10234                     |          |
| 5  | 210                                               | 294                                                            | 21                                                                       | R 40%   | W 210 26/4/19 R 40%  | 26/04/2019       | 24/05/2019         | 28             | 24                             | 7801                      | 28.75    |
| 6  | 210                                               | 294                                                            | 21                                                                       | R 40%   | W 210 26/4/19 R 40%  | 26/04/2019       | 24/05/2019         | 28             | 27                             | 8553                      |          |
| 7  | 210                                               | 294                                                            | 21                                                                       | R 40%   | W 210 26/4/19 R 40%  | 26/04/2019       | 24/05/2019         | 28             | 31                             | 9719                      |          |
| 8  | 210                                               | 294                                                            | 21                                                                       | R 40%   | W 210 26/4/19 R 40%  | 26/04/2019       | 24/05/2019         | 28             | 33                             | 10541                     |          |
| 9  | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | -       | W 280 3/4/19         | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 31                             | 9748                      | 35.75    |
| 10 | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | -       | W 280 3/4/19         | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 34                             | 10947                     |          |
| 11 | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | -       | W 280 3/4/19         | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 39                             | 12585                     |          |
| 12 | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | -       | W 280 3/4/19         | 03/04/2019       | 01/05/2019         | 28             | 39                             | 12479                     |          |
| 13 | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | AD 5%   | W 280 12/4/19 A 5%   | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 37                             | 11740                     | 41.50    |
| 14 | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | AD 5%   | W 280 12/4/19 A 5%   | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 42                             | 13354                     |          |
| 15 | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | AD 5%   | W 280 12/4/19 A 5%   | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 43                             | 13495                     |          |
| 16 | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | AD 5%   | W 280 12/4/19 A 5%   | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 44                             | 13944                     |          |
| 17 | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | AD 7.5% | W 280 15/4/19 A 7.5% | 15/04/2019       | 13/05/2019         | 28             | 35                             | 11336                     | 39.25    |
| 18 | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | AD 7.5% | W 280 15/4/19 A 7.5% | 15/04/2019       | 13/05/2019         | 28             | 40                             | 12896                     |          |
| 19 | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | AD 7.5% | W 280 15/4/19 A 7.5% | 15/04/2019       | 13/05/2019         | 28             | 40                             | 12569                     |          |
| 20 | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | AD 7.5% | W 280 15/4/19 A 7.5% | 15/04/2019       | 13/05/2019         | 28             | 42                             | 13465                     |          |



| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm²) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'c (kg/cm²) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA A<br>LA<br>TRACCIÓN<br>DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm²) | TIPO     | CÓDIGO                | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm²) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | PROMEDIO |
|----|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------------|------------------|--------------------|----------------|--------------------------------|---------------------------|----------|
| 1  | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | AD 10%   | W 280 12/4/19 A 10%   | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 37                             | 11821                     | 41.50    |
| 2  | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | AD 10%   | W 280 12/4/19 A 10%   | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 41                             | 12968                     |          |
| 3  | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | AD 10%   | W 280 12/4/19 A 10%   | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 44                             | 13871                     |          |
| 4  | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | AD 10%   | W 280 12/4/19 A 10%   | 12/04/2019       | 10/05/2019         | 28             | 44                             | 13909                     |          |
| 5  | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | AD 12.5% | W 280 23/4/19 A 12.5% | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 33                             | 10287                     | 36.75    |
| 6  | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | AD 12.5% | W 280 23/4/19 A 12.5% | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 34                             | 10699                     |          |
| 7  | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | AD 12.5% | W 280 23/4/19 A 12.5% | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 40                             | 12636                     |          |
| 8  | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | AD 12.5% | W 280 23/4/19 A 12.5% | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 40                             | 12674                     |          |
| 9  | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | AD 15%   | W 280 25/4/19 A 15%   | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 24                             | 7834                      | 30.00    |
| 10 | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | AD 15%   | W 280 25/4/19 A 15%   | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 26                             | 8135                      |          |
| 11 | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | AD 15%   | W 280 25/4/19 A 15%   | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 33                             | 10278                     |          |
| 12 | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | AD 15%   | W 280 25/4/19 A 15%   | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 37                             | 11621                     |          |
| 13 | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | R 10%    | W 210 25/4/19 R 10%   | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 32                             | 10039                     | 35.25    |
| 14 | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | R 10%    | W 210 25/4/19 R 10%   | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 34                             | 10867                     |          |
| 15 | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | R 10%    | W 210 25/4/19 R 10%   | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 35                             | 11133                     |          |
| 16 | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | R 10%    | W 210 25/4/19 R 10%   | 25/04/2019       | 23/05/2019         | 28             | 40                             | 12767                     |          |
| 17 | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | R 20%    | W 280 22/4/19 R20%    | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 27                             | 9461                      | 33.25    |
| 18 | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | R 20%    | W 280 22/4/19 R20%    | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 32                             | 10162                     |          |
| 19 | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | R 20%    | W 280 22/4/19 R20%    | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 35                             | 11021                     |          |
| 20 | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | R 20%    | W 280 22/4/19 R20%    | 22/04/2019       | 20/05/2019         | 28             | 39                             | 12399                     |          |

| N° | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>f'c (kg/cm²) | RESISTENCIA<br>A LA<br>COMPRESIÓN<br>REQUERIDA<br>f'c (kg/cm²) | RESISTENCIA<br>MÍNIMA A<br>LA<br>TRACCIÓN<br>DEL<br>CONCRETO<br>(kg/cm²) | TIPO  | CÓDIGO              | FECHA<br>VACIADO | FECHA DE<br>ROTURA | EDAD<br>(DÍAS) | ESFUERZO<br>MÁXIMO<br>(kg/cm²) | FUERZA<br>MÁXIMA<br>(kgf) | PROMEDIO |
|----|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-------|---------------------|------------------|--------------------|----------------|--------------------------------|---------------------------|----------|
| 1  | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | R 30% | W 280 23/4/19 R 30% | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 24                             | 7845                      | 29.00    |
| 2  | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | R 30% | W 280 23/4/19 R 30% | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 24                             | 7887                      |          |
| 3  | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | R 30% | W 280 23/4/19 R 30% | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 29                             | 9188                      |          |
| 4  | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | R 30% | W 280 23/4/19 R 30% | 23/04/2019       | 21/05/2019         | 28             | 39                             | 12286                     |          |
| 5  | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | R 40% | W 280 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 24/05/2019         | 28             | 24                             | 7758                      | 28.75    |
| 6  | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | R 40% | W 280 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 24/05/2019         | 28             | 30                             | 9464                      |          |
| 7  | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | R 40% | W 280 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 24/05/2019         | 28             | 29                             | 9085                      |          |
| 8  | 280                                               | 364                                                            | 28                                                                       | R 40% | W 280 26/4/19 R 40% | 26/04/2019       | 24/05/2019         | 28             | 32                             | 10107                     |          |

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Datos para la elaboración de Precios Unitarios:

REVISTA “CONSTRUCCIÓN E INDUSTRIA” – CAPECO AÑO LII N° 340 MARZO 2018 Y N° 346 SETIEMBRE 2018

### ANEXO 7: Precios unitarios Concreto Yura IP $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

*Fuente: Elaboración propio.*

|                                                   |                                                     |  |        |              |          |         |         |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--|--------|--------------|----------|---------|---------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO YURA F'C = 210 KG/CM <sup>2</sup> |  |        | RENDIMIENTO  | 10       | M3/DIA  |         |
| UNIDAD                                            | M3                                                  |  |        | PRECIO TOTAL | 542.36   | SOLES   |         |
| DESCRIPCION                                       |                                                     |  | UNIDAD | CUADRILLA    | CANTIDAD | PRECIO  | PARCIAL |
| MANO DE OBRA                                      |                                                     |  |        |              |          |         | 230.58  |
| CAPATAZ                                           |                                                     |  | HH     | 0.2000       | 0.1600   | 25.70   | 4.11    |
| OPERARIO                                          |                                                     |  | HH     | 2.0000       | 1.6000   | 21.95   | 35.12   |
| OFICIAL                                           |                                                     |  | HH     | 2.0000       | 1.6000   | 17.59   | 28.14   |
| PEON                                              |                                                     |  | HH     | 10.0000      | 8.0000   | 15.86   | 126.88  |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           |                                                     |  | HH     | 2.0000       | 1.6000   | 22.70   | 36.32   |
| MATERIALES                                        |                                                     |  |        |              |          |         | 268.60  |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                |                                                     |  | GAL    |              | 0.0040   | 55.84   | 0.22    |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                |                                                     |  | GAL    |              | 0.3000   | 9.53    | 2.86    |
| CEMENTO YURA                                      |                                                     |  | BOL    |              | 9.1100   | 20.70   | 188.58  |
| AGREGADO GRUESO                                   |                                                     |  | M3     |              | 0.8662   | 50.23   | 43.51   |
| AGREGADO FINO                                     |                                                     |  | M3     |              | 0.7496   | 41.44   | 31.06   |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               |                                                     |  | M3     |              | 0.2299   | 8.60    | 1.98    |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      |                                                     |  | P2     |              | 0.0600   | 6.55    | 0.39    |
| VIDRIO MOLIDO                                     |                                                     |  | KG     |              | 0.0000   | 0.41    | 0.00    |
| EQUIPOS                                           |                                                     |  |        |              |          |         | 43.18   |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 |                                                     |  | HM     | 1.0000       | 0.8000   | 12.54   | 10.03   |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   |                                                     |  | HM     | 1.0000       | 0.8000   | 6.93    | 5.54    |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         |                                                     |  | HM     | 1.0000       | 0.8000   | 20.10   | 16.08   |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             |                                                     |  | %MO    |              | 5.0000   | 230.576 | 11.53   |

| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO YURA F'C = 210 KG/CM <sup>2</sup> AD 5% |        |           | RENDIMIENTO  | 10      | M3/DIA        |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------|-----------|--------------|---------|---------------|
| UNIDAD                                            | M3                                                        |        |           | PRECIO TOTAL | 573.42  | SOLES         |
| DESCRIPCION                                       |                                                           | UNIDAD | CUADRILLA | CANTIDAD     | PRECIO  | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                                           |        |           |              |         | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           |                                                           | HH     | 0.2000    | 0.1600       | 25.70   | 4.11          |
| OPERARIO                                          |                                                           | HH     | 2.0000    | 1.6000       | 21.95   | 35.12         |
| OFICIAL                                           |                                                           | HH     | 2.0000    | 1.6000       | 17.59   | 28.14         |
| PEON                                              |                                                           | HH     | 10.0000   | 8.0000       | 15.86   | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           |                                                           | HH     | 2.0000    | 1.6000       | 22.70   | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                                           |        |           |              |         | <b>299.66</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                |                                                           | GAL    |           | 0.0040       | 55.84   | 0.22          |
| GASOLINA 84 OCTANOS                               |                                                           | GAL    |           | 0.3000       | 9.53    | 2.86          |
| CEMENTO YURA                                      |                                                           | BOL    |           | 8.6860       | 20.70   | 179.80        |
| AGREGADO GRUESO                                   |                                                           | M3     |           | 0.8261       | 50.23   | 41.50         |
| AGREGADO FINO                                     |                                                           | M3     |           | 0.7149       | 41.44   | 29.63         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               |                                                           | M3     |           | 0.2193       | 8.60    | 1.89          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      |                                                           | P2     |           | 0.0600       | 6.55    | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     |                                                           | KG     |           | 105.8100     | 0.41    | 43.38         |
| EQUIPOS                                           |                                                           |        |           |              |         | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 |                                                           | HM     | 1.0000    | 0.8000       | 12.54   | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   |                                                           | HM     | 1.0000    | 0.8000       | 6.93    | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         |                                                           | HM     | 1.0000    | 0.8000       | 20.10   | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             |                                                           | %MO    |           | 5.0000       | 230.576 | 11.53         |



|                                                   |                                                             |         |           |              |         |               |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|-----------|--------------|---------|---------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO YURA F'C = 210 KG/CM <sup>2</sup> AD 7.5% |         |           | RENDIMIENTO  | 10      | M3/DIA        |
| UNIDAD                                            | M3                                                          |         |           | PRECIO TOTAL | 587.93  | SOLES         |
| DESCRIPCION                                       |                                                             | UNIDAD  | CUADRILLA | CANTIDAD     | PRECIO  | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                                             |         |           |              |         | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           | HH                                                          | 0.2000  |           | 0.1600       | 25.70   | 4.11          |
| OPERARIO                                          | HH                                                          | 2.0000  |           | 1.6000       | 21.95   | 35.12         |
| OFICIAL                                           | HH                                                          | 2.0000  |           | 1.6000       | 17.59   | 28.14         |
| PEON                                              | HH                                                          | 10.0000 |           | 8.0000       | 15.86   | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                                          | 2.0000  |           | 1.6000       | 22.70   | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                                             |         |           |              |         | <b>314.17</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                                         |         |           | 0.0040       | 55.84   | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                                         |         |           | 0.3000       | 9.53    | 2.86          |
| CEMENTO YURA                                      | BOL                                                         |         |           | 8.4900       | 20.70   | 175.74        |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                                          |         |           | 0.8074       | 50.23   | 40.56         |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                                          |         |           | 0.6987       | 41.44   | 28.95         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                                          |         |           | 0.2144       | 8.60    | 1.84          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                                          |         |           | 0.0600       | 6.55    | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                                          |         |           | 155.1200     | 0.41    | 63.60         |
| EQUIPOS                                           |                                                             |         |           |              |         | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                                          | 1.0000  |           | 0.8000       | 12.54   | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   | HM                                                          | 1.0000  |           | 0.8000       | 6.93    | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                                          | 1.0000  |           | 0.8000       | 20.10   | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                                         |         |           | 5.0000       | 230.576 | 11.53         |

|                                                   |                                                |  |        |                     |          |         |         |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------|--|--------|---------------------|----------|---------|---------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO YURA F'C = 210 KG/CM² AD 10% |  |        | RENDIMIENTO 10      |          | M3/DIA  |         |
| UNIDAD                                            | M3                                             |  |        | PRECIO TOTAL 601.79 |          | SOLES   |         |
| DESCRIPCION                                       |                                                |  | UNIDAD | CUADRILLA           | CANTIDAD | PRECIO  | PARCIAL |
| MANO DE OBRA                                      |                                                |  |        |                     |          |         | 230.58  |
| CAPATAZ                                           |                                                |  | HH     | 0.2000              | 0.1600   | 25.70   | 4.11    |
| OPERARIO                                          |                                                |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 21.95   | 35.12   |
| OFICIAL                                           |                                                |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 17.59   | 28.14   |
| PEON                                              |                                                |  | HH     | 10.0000             | 8.0000   | 15.86   | 126.88  |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           |                                                |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 22.70   | 36.32   |
| MATERIALES                                        |                                                |  |        |                     |          |         | 328.02  |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                |                                                |  | GAL    |                     | 0.0040   | 55.84   | 0.22    |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                |                                                |  | GAL    |                     | 0.3000   | 9.53    | 2.86    |
| CEMENTO YURA                                      |                                                |  | BOL    |                     | 8.3020   | 20.70   | 171.85  |
| AGREGADO GRUESO                                   |                                                |  | M3     |                     | 0.7895   | 50.23   | 39.66   |
| AGREGADO FINO                                     |                                                |  | M3     |                     | 0.6833   | 41.44   | 28.31   |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               |                                                |  | M3     |                     | 0.2097   | 8.60    | 1.80    |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      |                                                |  | P2     |                     | 0.0600   | 6.55    | 0.39    |
| VIDRIO MOLIDO                                     |                                                |  | KG     |                     | 202.2500 | 0.41    | 82.92   |
| EQUIPOS                                           |                                                |  |        |                     |          |         | 43.18   |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 |                                                |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 12.54   | 10.03   |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   |                                                |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 6.93    | 5.54    |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         |                                                |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 20.10   | 16.08   |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             |                                                |  | %MO    |                     | 5.0000   | 230.576 | 11.53   |

|                                                   |                                                  |  |        |                     |          |         |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--|--------|---------------------|----------|---------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO YURA F'C = 210 KG/CM² AD 12.5% |  |        | RENDIMIENTO 10      |          | M3/DIA  |
| UNIDAD                                            | M3                                               |  |        | PRECIO TOTAL 615.04 |          | SOLES   |
| DESCRIPCION                                       |                                                  |  | UNIDAD | CUADRILLA           | CANTIDAD | PRECIO  |
| MANO DE OBRA                                      |                                                  |  |        |                     |          | 230.58  |
| CAPATAZ                                           |                                                  |  | HH     | 0.2000              | 0.1600   | 25.70   |
| OPERARIO                                          |                                                  |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 21.95   |
| OFICIAL                                           |                                                  |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 17.59   |
| PEON                                              |                                                  |  | HH     | 10.0000             | 8.0000   | 15.86   |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           |                                                  |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 22.70   |
| MATERIALES                                        |                                                  |  |        |                     |          | 341.28  |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                |                                                  |  | GAL    |                     | 0.0040   | 55.84   |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                |                                                  |  | GAL    |                     | 0.3000   | 9.53    |
| CEMENTO YURA                                      |                                                  |  | BOL    |                     | 8.1220   | 20.70   |
| AGREGADO GRUESO                                   |                                                  |  | M3     |                     | 0.7725   | 50.23   |
| AGREGADO FINO                                     |                                                  |  | M3     |                     | 0.6685   | 41.44   |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               |                                                  |  | M3     |                     | 0.2051   | 8.60    |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      |                                                  |  | P2     |                     | 0.0600   | 6.55    |
| VIDRIO MOLIDO                                     |                                                  |  | KG     |                     | 247.3400 | 0.41    |
| EQUIPOS                                           |                                                  |  |        |                     |          | 43.18   |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 |                                                  |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 12.54   |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   |                                                  |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 6.93    |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         |                                                  |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 20.10   |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             |                                                  |  | %MO    |                     | 5.0000   | 230.576 |

|                                                   |                                                |  |        |                     |          |                |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------|--|--------|---------------------|----------|----------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO YURA F'C = 210 KG/CM² AD 15% |  |        | RENDIMIENTO 10      |          | M3/DIA         |
| UNIDAD                                            | M3                                             |  |        | PRECIO TOTAL 627.73 |          | SOLES          |
| DESCRIPCION                                       |                                                |  | UNIDAD | CUADRILLA           | CANTIDAD | PRECIO PARCIAL |
| MANO DE OBRA                                      |                                                |  |        |                     |          | 230.58         |
| CAPATAZ                                           |                                                |  | HH     | 0.2000              | 0.1600   | 25.70 4.11     |
| OPERARIO                                          |                                                |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 21.95 35.12    |
| OFICIAL                                           |                                                |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 17.59 28.14    |
| PEON                                              |                                                |  | HH     | 10.0000             | 8.0000   | 15.86 126.88   |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           |                                                |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 22.70 36.32    |
| MATERIALES                                        |                                                |  |        |                     |          | 353.97         |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                |                                                |  | GAL    |                     | 0.0040   | 55.84 0.22     |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                |                                                |  | GAL    |                     | 0.3000   | 9.53 2.86      |
| CEMENTO YURA                                      |                                                |  | BOL    |                     | 7.9500   | 20.70 164.57   |
| AGREGADO GRUESO                                   |                                                |  | M3     |                     | 0.7561   | 50.23 37.98    |
| AGREGADO FINO                                     |                                                |  | M3     |                     | 0.6543   | 41.44 27.11    |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               |                                                |  | M3     |                     | 0.2008   | 8.60 1.73      |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      |                                                |  | P2     |                     | 0.0600   | 6.55 0.39      |
| VIDRIO MOLIDO                                     |                                                |  | KG     |                     | 290.5200 | 0.41 119.11    |
| EQUIPOS                                           |                                                |  |        |                     |          | 43.18          |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 |                                                |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 12.54 10.03    |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   |                                                |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 6.93 5.54      |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         |                                                |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 20.10 16.08    |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             |                                                |  | %MO    |                     | 5.0000   | 230.576 11.53  |



|                                                   |                                               |  |        |              |          |         |         |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--|--------|--------------|----------|---------|---------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO YURA F'C = 210 KG/CM² R 10% |  |        | RENDIMIENTO  | 10       | M3/DIA  |         |
| UNIDAD                                            | M3                                            |  |        | PRECIO TOTAL | 569.16   | SOLES   |         |
| DESCRIPCION                                       |                                               |  | UNIDAD | CUADRILLA    | CANTIDAD | PRECIO  | PARCIAL |
| MANO DE OBRA                                      |                                               |  |        |              |          |         | 230.58  |
| CAPATAZ                                           |                                               |  | HH     | 0.2000       | 0.1600   | 25.70   | 4.11    |
| OPERARIO                                          |                                               |  | HH     | 2.0000       | 1.6000   | 21.95   | 35.12   |
| OFICIAL                                           |                                               |  | HH     | 2.0000       | 1.6000   | 17.59   | 28.14   |
| PEON                                              |                                               |  | HH     | 10.0000      | 8.0000   | 15.86   | 126.88  |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           |                                               |  | HH     | 2.0000       | 1.6000   | 22.70   | 36.32   |
| MATERIALES                                        |                                               |  |        |              |          |         | 295.40  |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                |                                               |  | GAL    |              | 0.0040   | 55.84   | 0.22    |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                |                                               |  | GAL    |              | 0.3000   | 9.53    | 2.86    |
| CEMENTO YURA                                      |                                               |  | BOL    |              | 9.0840   | 20.70   | 188.04  |
| AGREGADO GRUESO                                   |                                               |  | M3     |              | 0.8639   | 50.23   | 43.39   |
| AGREGADO FINO                                     |                                               |  | M3     |              | 0.6728   | 41.44   | 27.88   |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               |                                               |  | M3     |              | 0.2283   | 8.60    | 1.96    |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      |                                               |  | P2     |              | 0.0600   | 6.55    | 0.39    |
| VIDRIO MOLIDO                                     |                                               |  | KG     |              | 74.7600  | 0.41    | 30.65   |
| EQUIPOS                                           |                                               |  |        |              |          |         | 43.18   |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 |                                               |  | HM     | 1.0000       | 0.8000   | 12.54   | 10.03   |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   |                                               |  | HM     | 1.0000       | 0.8000   | 6.93    | 5.54    |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         |                                               |  | HM     | 1.0000       | 0.8000   | 20.10   | 16.08   |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             |                                               |  | %MO    |              | 5.0000   | 230.576 | 11.53   |

|                                                   |                                                           |         |           |              |         |               |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------|-----------|--------------|---------|---------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO YURA F'C = 210 KG/CM <sup>2</sup> R 20% |         |           | RENDIMIENTO  | 10      | M3/DIA        |
| UNIDAD                                            | M3                                                        |         |           | PRECIO TOTAL | 595.84  | SOLES         |
| DESCRIPCION                                       |                                                           | UNIDAD  | CUADRILLA | CANTIDAD     | PRECIO  | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                                           |         |           |              |         | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           | HH                                                        | 0.2000  |           | 0.1600       | 25.70   | 4.11          |
| OPERARIO                                          | HH                                                        | 2.0000  |           | 1.6000       | 21.95   | 35.12         |
| OFICIAL                                           | HH                                                        | 2.0000  |           | 1.6000       | 17.59   | 28.14         |
| PEON                                              | HH                                                        | 10.0000 |           | 8.0000       | 15.86   | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                                        | 2.0000  |           | 1.6000       | 22.70   | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                                           |         |           |              |         | <b>322.08</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                                       |         |           | 0.0040       | 55.84   | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                                       |         |           | 0.3000       | 9.53    | 2.86          |
| CEMENTO YURA                                      | BOL                                                       |         |           | 9.0590       | 20.70   | 187.52        |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                                        |         |           | 0.8616       | 50.23   | 43.28         |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                                        |         |           | 0.5965       | 41.44   | 24.72         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                                        |         |           | 0.2268       | 8.60    | 1.95          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                                        |         |           | 0.0600       | 6.55    | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                                        |         |           | 149.1100     | 0.41    | 61.14         |
| EQUIPOS                                           |                                                           |         |           |              |         | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                                        | 1.0000  |           | 0.8000       | 12.54   | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   | HM                                                        | 1.0000  |           | 0.8000       | 6.93    | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                                        | 1.0000  |           | 0.8000       | 20.10   | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                                       |         |           | 5.0000       | 230.576 | 11.53         |

|                                                   |                                               |  |        |              |          |         |         |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--|--------|--------------|----------|---------|---------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO YURA F'C = 210 KG/CM² R 30% |  |        | RENDIMIENTO  | 10       | M3/DIA  |         |
| UNIDAD                                            | M3                                            |  |        | PRECIO TOTAL | 622.39   | SOLES   |         |
| DESCRIPCION                                       |                                               |  | UNIDAD | CUADRILLA    | CANTIDAD | PRECIO  | PARCIAL |
| MANO DE OBRA                                      |                                               |  |        |              |          |         | 230.58  |
| CAPATAZ                                           |                                               |  | HH     | 0.2000       | 0.1600   | 25.70   | 4.11    |
| OPERARIO                                          |                                               |  | HH     | 2.0000       | 1.6000   | 21.95   | 35.12   |
| OFICIAL                                           |                                               |  | HH     | 2.0000       | 1.6000   | 17.59   | 28.14   |
| PEON                                              |                                               |  | HH     | 10.0000      | 8.0000   | 15.86   | 126.88  |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           |                                               |  | HH     | 2.0000       | 1.6000   | 22.70   | 36.32   |
| MATERIALES                                        |                                               |  |        |              |          |         | 348.62  |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                |                                               |  | GAL    |              | 0.0040   | 55.84   | 0.22    |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                |                                               |  | GAL    |              | 0.3000   | 9.53    | 2.86    |
| CEMENTO YURA                                      |                                               |  | BOL    |              | 9.0350   | 20.70   | 187.02  |
| AGREGADO GRUESO                                   |                                               |  | M3     |              | 0.8593   | 50.23   | 43.16   |
| AGREGADO FINO                                     |                                               |  | M3     |              | 0.5205   | 41.44   | 21.57   |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               |                                               |  | M3     |              | 0.2252   | 8.60    | 1.94    |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      |                                               |  | P2     |              | 0.0600   | 6.55    | 0.39    |
| VIDRIO MOLIDO                                     |                                               |  | KG     |              | 223.0700 | 0.41    | 91.46   |
| EQUIPOS                                           |                                               |  |        |              |          |         | 43.18   |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 |                                               |  | HM     | 1.0000       | 0.8000   | 12.54   | 10.03   |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   |                                               |  | HM     | 1.0000       | 0.8000   | 6.93    | 5.54    |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         |                                               |  | HM     | 1.0000       | 0.8000   | 20.10   | 16.08   |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             |                                               |  | %MO    |              | 5.0000   | 230.576 | 11.53   |

|                                                   |                                                           |         |           |              |         |               |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------|-----------|--------------|---------|---------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO YURA F'C = 210 KG/CM <sup>2</sup> R 40% |         |           | RENDIMIENTO  | 10      | M3/DIA        |
| UNIDAD                                            | M3                                                        |         |           | PRECIO TOTAL | 648.79  | SOLES         |
| DESCRIPCION                                       |                                                           | UNIDAD  | CUADRILLA | CANTIDAD     | PRECIO  | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                                           |         |           |              |         | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           | HH                                                        | 0.2000  |           | 0.1600       | 25.70   | 4.11          |
| OPERARIO                                          | HH                                                        | 2.0000  |           | 1.6000       | 21.95   | 35.12         |
| OFICIAL                                           | HH                                                        | 2.0000  |           | 1.6000       | 17.59   | 28.14         |
| PEON                                              | HH                                                        | 10.0000 |           | 8.0000       | 15.86   | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                                        | 2.0000  |           | 1.6000       | 22.70   | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                                           |         |           |              |         | <b>375.03</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                                       |         |           | 0.0040       | 55.84   | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                                       |         |           | 0.3000       | 9.53    | 2.86          |
| CEMENTO YURA                                      | BOL                                                       |         |           | 9.0110       | 20.70   | 186.53        |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                                        |         |           | 0.8570       | 50.23   | 43.04         |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                                        |         |           | 0.4450       | 41.44   | 18.44         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                                        |         |           | 0.2237       | 8.60    | 1.92          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                                        |         |           | 0.0600       | 6.55    | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                                        |         |           | 296.6400     | 0.41    | 121.62        |
| EQUIPOS                                           |                                                           |         |           |              |         | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                                        | 1.0000  |           | 0.8000       | 12.54   | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   | HM                                                        | 1.0000  |           | 0.8000       | 6.93    | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                                        | 1.0000  |           | 0.8000       | 20.10   | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                                       |         |           | 5.0000       | 230.576 | 11.53         |



**ANEXO 8: Precios unitarios Concreto Yura IP 280 kg/cm<sup>2</sup>.**

*Fuente: Elaboración propio.*

|                                                   |                                         |  |        |                     |          |         |         |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|--|--------|---------------------|----------|---------|---------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO YURA F'C = 280 KG/CM² |  |        | RENDIMIENTO 10      |          | M3/DIA  |         |
| UNIDAD                                            | M3                                      |  |        | PRECIO TOTAL 576.77 |          | SOLES   |         |
| DESCRIPCION                                       |                                         |  | UNIDAD | CUADRILLA           | CANTIDAD | PRECIO  | PARCIAL |
| MANO DE OBRA                                      |                                         |  |        |                     |          |         | 230.58  |
| CAPATAZ                                           |                                         |  | HH     | 0.2000              | 0.1600   | 25.70   | 4.11    |
| OPERARIO                                          |                                         |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 21.95   | 35.12   |
| OFICIAL                                           |                                         |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 17.59   | 28.14   |
| PEON                                              |                                         |  | HH     | 10.0000             | 8.0000   | 15.86   | 126.88  |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           |                                         |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 22.70   | 36.32   |
| MATERIALES                                        |                                         |  |        |                     |          |         | 303.01  |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                |                                         |  | GAL    |                     | 0.0040   | 55.84   | 0.22    |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                |                                         |  | GAL    |                     | 0.3000   | 9.53    | 2.86    |
| CEMENTO YURA                                      |                                         |  | BOL    |                     | 10.9064  | 20.70   | 225.76  |
| AGREGADO GRUESO                                   |                                         |  | M3     |                     | 0.8662   | 50.23   | 43.51   |
| AGREGADO FINO                                     |                                         |  | M3     |                     | 0.6828   | 41.44   | 28.30   |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               |                                         |  | M3     |                     | 0.2290   | 8.60    | 1.97    |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      |                                         |  | P2     |                     | 0.0600   | 6.55    | 0.39    |
| VIDRIO MOLIDO                                     |                                         |  | KG     |                     | 0.0000   | 0.41    | 0.00    |
| EQUIPOS                                           |                                         |  |        |                     |          |         | 43.18   |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 |                                         |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 12.54   | 10.03   |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   |                                         |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 6.93    | 5.54    |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         |                                         |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 20.10   | 16.08   |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             |                                         |  | %MO    |                     | 5.0000   | 230.576 | 11.53   |

|                                                   |                                               |  |  |              |           |          |         |         |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--|--|--------------|-----------|----------|---------|---------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO YURA F'C = 280 KG/CM² AD 5% |  |  | RENDIMIENTO  | 10        | M3/DIA   |         |         |
| UNIDAD                                            | M3                                            |  |  | PRECIO TOTAL | 606.41    | SOLES    |         |         |
| DESCRIPCION                                       |                                               |  |  | UNIDAD       | CUADRILLA | CANTIDAD | PRECIO  | PARCIAL |
| MANO DE OBRA                                      |                                               |  |  |              |           |          |         | 230.58  |
| CAPATAZ                                           |                                               |  |  | HH           | 0.2000    | 0.1600   | 25.70   | 4.11    |
| OPERARIO                                          |                                               |  |  | HH           | 2.0000    | 1.6000   | 21.95   | 35.12   |
| OFICIAL                                           |                                               |  |  | HH           | 2.0000    | 1.6000   | 17.59   | 28.14   |
| PEON                                              |                                               |  |  | HH           | 10.0000   | 8.0000   | 15.86   | 126.88  |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           |                                               |  |  | HH           | 2.0000    | 1.6000   | 22.70   | 36.32   |
| MATERIALES                                        |                                               |  |  |              |           |          |         | 332.65  |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                |                                               |  |  | GAL          |           | 0.0040   | 55.84   | 0.22    |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                |                                               |  |  | GAL          |           | 0.3000   | 9.53    | 2.86    |
| CEMENTO YURA                                      |                                               |  |  | BOL          |           | 10.3993  | 20.70   | 215.26  |
| AGREGADO GRUESO                                   |                                               |  |  | M3           |           | 0.8259   | 50.23   | 41.49   |
| AGREGADO FINO                                     |                                               |  |  | M3           |           | 0.6511   | 41.44   | 26.98   |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               |                                               |  |  | M3           |           | 0.2184   | 8.60    | 1.88    |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      |                                               |  |  | P2           |           | 0.0600   | 6.55    | 0.39    |
| VIDRIO MOLIDO                                     |                                               |  |  | KG           |           | 106.2470 | 0.41    | 43.56   |
| EQUIPOS                                           |                                               |  |  |              |           |          |         | 43.18   |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 |                                               |  |  | HM           | 1.0000    | 0.8000   | 12.54   | 10.03   |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   |                                               |  |  | HM           | 1.0000    | 0.8000   | 6.93    | 5.54    |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         |                                               |  |  | HM           | 1.0000    | 0.8000   | 20.10   | 16.08   |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             |                                               |  |  | %MO          |           | 5.0000   | 230.576 | 11.53   |

|                                                   |                                                             |         |           |              |         |               |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|-----------|--------------|---------|---------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO YURA F'C = 280 KG/CM <sup>2</sup> AD 7.5% |         |           | RENDIMIENTO  | 10      | M3/DIA        |
| UNIDAD                                            | M3                                                          |         |           | PRECIO TOTAL | 620.21  | SOLES         |
| DESCRIPCION                                       |                                                             | UNIDAD  | CUADRILLA | CANTIDAD     | PRECIO  | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                                             |         |           |              |         | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           | HH                                                          | 0.2000  |           | 0.1600       | 25.70   | 4.11          |
| OPERARIO                                          | HH                                                          | 2.0000  |           | 1.6000       | 21.95   | 35.12         |
| OFICIAL                                           | HH                                                          | 2.0000  |           | 1.6000       | 17.59   | 28.14         |
| PEON                                              | HH                                                          | 10.0000 |           | 8.0000       | 15.86   | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                                          | 2.0000  |           | 1.6000       | 22.70   | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                                             |         |           |              |         | <b>346.45</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                                         |         |           | 0.0040       | 55.84   | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                                         |         |           | 0.3000       | 9.53    | 2.86          |
| CEMENTO YURA                                      | BOL                                                         |         |           | 10.1630      | 20.70   | 210.37        |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                                          |         |           | 0.8072       | 50.23   | 40.54         |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                                          |         |           | 0.6363       | 41.44   | 26.37         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                                          |         |           | 0.2135       | 8.60    | 1.84          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                                          |         |           | 0.0600       | 6.55    | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                                          |         |           | 155.7496     | 0.41    | 63.86         |
| EQUIPOS                                           |                                                             |         |           |              |         | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                                          | 1.0000  |           | 0.8000       | 12.54   | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   | HM                                                          | 1.0000  |           | 0.8000       | 6.93    | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                                          | 1.0000  |           | 0.8000       | 20.10   | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                                         |         |           | 5.0000       | 230.576 | 11.53         |

|                                                   |                                                            |         |           |              |         |               |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------|-----------|--------------|---------|---------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO YURA F'C = 280 KG/CM <sup>2</sup> AD 10% |         |           | RENDIMIENTO  | 10      | M3/DIA        |
| UNIDAD                                            | M3                                                         |         |           | PRECIO TOTAL | 633.41  | SOLES         |
| DESCRIPCION                                       |                                                            | UNIDAD  | CUADRILLA | CANTIDAD     | PRECIO  | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                                            |         |           |              |         | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           | HH                                                         | 0.2000  |           | 0.1600       | 25.70   | 4.11          |
| OPERARIO                                          | HH                                                         | 2.0000  |           | 1.6000       | 21.95   | 35.12         |
| OFICIAL                                           | HH                                                         | 2.0000  |           | 1.6000       | 17.59   | 28.14         |
| PEON                                              | HH                                                         | 10.0000 |           | 8.0000       | 15.86   | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                                         | 2.0000  |           | 1.6000       | 22.70   | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                                            |         |           |              |         | <b>359.65</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                                        |         |           | 0.0040       | 55.84   | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                                        |         |           | 0.3000       | 9.53    | 2.86          |
| CEMENTO YURA                                      | BOL                                                        |         |           | 9.9372       | 20.70   | 205.70        |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                                         |         |           | 0.7892       | 50.23   | 39.64         |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                                         |         |           | 0.6222       | 41.44   | 25.78         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                                         |         |           | 0.2088       | 8.60    | 1.80          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                                         |         |           | 0.0600       | 6.55    | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                                         |         |           | 203.0526     | 0.41    | 83.25         |
| EQUIPOS                                           |                                                            |         |           |              |         | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                                         | 1.0000  |           | 0.8000       | 12.54   | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   | HM                                                         | 1.0000  |           | 0.8000       | 6.93    | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                                         | 1.0000  |           | 0.8000       | 20.10   | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                                        |         |           | 5.0000       | 230.576 | 11.53         |



|                                                   |                                                              |         |           |             |              |               |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------|-----------|-------------|--------------|---------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO YURA F'C = 280 KG/CM <sup>2</sup> AD 12.5% |         |           | RENDIMIENTO | 10           | M3/DIA        |
| UNIDAD                                            | M3                                                           |         |           |             | PRECIO TOTAL | 646.03 SOLES  |
| DESCRIPCION                                       |                                                              | UNIDAD  | CUADRILLA | CANTIDAD    | PRECIO       | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                                              |         |           |             |              | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           | HH                                                           | 0.2000  |           | 0.1600      | 25.70        | 4.11          |
| OPERARIO                                          | HH                                                           | 2.0000  |           | 1.6000      | 21.95        | 35.12         |
| OFICIAL                                           | HH                                                           | 2.0000  |           | 1.6000      | 17.59        | 28.14         |
| PEON                                              | HH                                                           | 10.0000 |           | 8.0000      | 15.86        | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                                           | 2.0000  |           | 1.6000      | 22.70        | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                                              |         |           |             |              | <b>372.27</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                                          |         |           | 0.0040      | 55.84        | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                                          |         |           | 0.3000      | 9.53         | 2.86          |
| CEMENTO YURA                                      | BOL                                                          |         |           | 9.7212      | 20.70        | 201.23        |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                                           |         |           | 0.7721      | 50.23        | 38.78         |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                                           |         |           | 0.6086      | 41.44        | 25.22         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                                           |         |           | 0.2042      | 8.60         | 1.76          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                                           |         |           | 0.0600      | 6.55         | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                                           |         |           | 248.2996    | 0.41         | 101.80        |
| EQUIPOS                                           |                                                              |         |           |             |              | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                                           | 1.0000  |           | 0.8000      | 12.54        | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   | HM                                                           | 1.0000  |           | 0.8000      | 6.93         | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                                           | 1.0000  |           | 0.8000      | 20.10        | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                                          |         |           | 5.0000      | 230.576      | 11.53         |

|                                                   |                                                            |         |           |              |         |               |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------|-----------|--------------|---------|---------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO YURA F'C = 280 KG/CM <sup>2</sup> AD 15% |         |           | RENDIMIENTO  | 10      | M3/DIA        |
| UNIDAD                                            | M3                                                         |         |           | PRECIO TOTAL | 658.11  | SOLES         |
| DESCRIPCION                                       |                                                            | UNIDAD  | CUADRILLA | CANTIDAD     | PRECIO  | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                                            |         |           |              |         | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           | HH                                                         | 0.2000  |           | 0.1600       | 25.70   | 4.11          |
| OPERARIO                                          | HH                                                         | 2.0000  |           | 1.6000       | 21.95   | 35.12         |
| OFICIAL                                           | HH                                                         | 2.0000  |           | 1.6000       | 17.59   | 28.14         |
| PEON                                              | HH                                                         | 10.0000 |           | 8.0000       | 15.86   | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                                         | 2.0000  |           | 1.6000       | 22.70   | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                                            |         |           |              |         | <b>384.35</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                                        |         |           | 0.0040       | 55.84   | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                                        |         |           | 0.3000       | 9.53    | 2.86          |
| CEMENTO YURA                                      | BOL                                                        |         |           | 9.5145       | 20.70   | 196.95        |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                                         |         |           | 0.7557       | 50.23   | 37.96         |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                                         |         |           | 0.5957       | 41.44   | 24.69         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                                         |         |           | 0.1999       | 8.60    | 1.72          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                                         |         |           | 0.0600       | 6.55    | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                                         |         |           | 291.6217     | 0.41    | 119.56        |
| EQUIPOS                                           |                                                            |         |           |              |         | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                                         | 1.0000  |           | 0.8000       | 12.54   | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   | HM                                                         | 1.0000  |           | 0.8000       | 6.93    | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                                         | 1.0000  |           | 0.8000       | 20.10   | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                                        |         |           | 5.0000       | 230.576 | 11.53         |

|                                                   |                                                           |         |           |             |              |               |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------|-----------|-------------|--------------|---------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO YURA F'C = 280 KG/CM <sup>2</sup> R 10% |         |           | RENDIMIENTO | 10           | M3/DIA        |
| UNIDAD                                            | M3                                                        |         |           |             | PRECIO TOTAL | 601.14 SOLES  |
| DESCRIPCION                                       |                                                           | UNIDAD  | CUADRILLA | CANTIDAD    | PRECIO       | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                                           |         |           |             |              | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           | HH                                                        | 0.2000  |           | 0.1600      | 25.70        | 4.11          |
| OPERARIO                                          | HH                                                        | 2.0000  |           | 1.6000      | 21.95        | 35.12         |
| OFICIAL                                           | HH                                                        | 2.0000  |           | 1.6000      | 17.59        | 28.14         |
| PEON                                              | HH                                                        | 10.0000 |           | 8.0000      | 15.86        | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                                        | 2.0000  |           | 1.6000      | 22.70        | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                                           |         |           |             |              | <b>327.38</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                                       |         |           | 0.0040      | 55.84        | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                                       |         |           | 0.3000      | 9.53         | 2.86          |
| CEMENTO YURA                                      | BOL                                                       |         |           | 10.8796     | 20.70        | 225.21        |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                                        |         |           | 0.8641      | 50.23        | 43.40         |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                                        |         |           | 0.6130      | 41.44        | 25.40         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                                        |         |           | 0.2276      | 8.60         | 1.96          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                                        |         |           | 0.0600      | 6.55         | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                                        |         |           | 68.1155     | 0.41         | 27.93         |
| EQUIPOS                                           |                                                           |         |           |             |              | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                                        | 1.0000  |           | 0.8000      | 12.54        | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   | HM                                                        | 1.0000  |           | 0.8000      | 6.93         | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                                        | 1.0000  |           | 0.8000      | 20.10        | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                                       |         |           | 5.0000      | 230.576      | 11.53         |

|                                                   |                                                           |         |           |             |              |               |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------|-----------|-------------|--------------|---------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO YURA F'C = 280 KG/CM <sup>2</sup> R 20% |         |           | RENDIMIENTO | 10           | M3/DIA        |
| UNIDAD                                            | M3                                                        |         |           |             | PRECIO TOTAL | 625.38        |
| DESCRIPCION                                       |                                                           | UNIDAD  | CUADRILLA | CANTIDAD    | PRECIO       | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                                           |         |           |             |              | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           | HH                                                        | 0.2000  |           | 0.1600      | 25.70        | 4.11          |
| OPERARIO                                          | HH                                                        | 2.0000  |           | 1.6000      | 21.95        | 35.12         |
| OFICIAL                                           | HH                                                        | 2.0000  |           | 1.6000      | 17.59        | 28.14         |
| PEON                                              | HH                                                        | 10.0000 |           | 8.0000      | 15.86        | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                                        | 2.0000  |           | 1.6000      | 22.70        | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                                           |         |           |             |              | <b>351.62</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                                       |         |           | 0.0040      | 55.84        | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                                       |         |           | 0.3000      | 9.53         | 2.86          |
| CEMENTO YURA                                      | BOL                                                       |         |           | 10.8530     | 20.70        | 224.66        |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                                        |         |           | 0.8620      | 50.23        | 43.30         |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                                        |         |           | 0.5436      | 41.44        | 22.53         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                                        |         |           | 0.2262      | 8.60         | 1.94          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                                        |         |           | 0.0600      | 6.55         | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                                        |         |           | 135.8975    | 0.41         | 55.72         |
| EQUIPOS                                           |                                                           |         |           |             |              | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                                        | 1.0000  |           | 0.8000      | 12.54        | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   | HM                                                        | 1.0000  |           | 0.8000      | 6.93         | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                                        | 1.0000  |           | 0.8000      | 20.10        | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                                       |         |           | 5.0000      | 230.576      | 11.53         |



|                                                   |                                                           |         |           |             |              |               |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------|-----------|-------------|--------------|---------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO YURA F'C = 280 KG/CM <sup>2</sup> R 30% |         |           | RENDIMIENTO | 10           | M3/DIA        |
| UNIDAD                                            | M3                                                        |         |           |             | PRECIO TOTAL | 649.50 SOLES  |
| DESCRIPCION                                       |                                                           | UNIDAD  | CUADRILLA | CANTIDAD    | PRECIO       | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                                           |         |           |             |              | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           | HH                                                        | 0.2000  |           | 0.1600      | 25.70        | 4.11          |
| OPERARIO                                          | HH                                                        | 2.0000  |           | 1.6000      | 21.95        | 35.12         |
| OFICIAL                                           | HH                                                        | 2.0000  |           | 1.6000      | 17.59        | 28.14         |
| PEON                                              | HH                                                        | 10.0000 |           | 8.0000      | 15.86        | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                                        | 2.0000  |           | 1.6000      | 22.70        | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                                           |         |           |             |              | <b>375.74</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                                       |         |           | 0.0040      | 55.84        | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                                       |         |           | 0.3000      | 9.53         | 2.86          |
| CEMENTO YURA                                      | BOL                                                       |         |           | 10.8265     | 20.70        | 224.11        |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                                        |         |           | 0.8599      | 50.23        | 43.19         |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                                        |         |           | 0.4745      | 41.44        | 19.66         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                                        |         |           | 0.2247      | 8.60         | 1.93          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                                        |         |           | 0.0600      | 6.55         | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                                        |         |           | 203.3485    | 0.41         | 83.37         |
| EQUIPOS                                           |                                                           |         |           |             |              | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                                        | 1.0000  |           | 0.8000      | 12.54        | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   | HM                                                        | 1.0000  |           | 0.8000      | 6.93         | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                                        | 1.0000  |           | 0.8000      | 20.10        | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                                       |         |           | 5.0000      | 230.576      | 11.53         |

|                                                   |                                               |         |           |             |              |               |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------|-----------|-------------|--------------|---------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO YURA F'C = 280 KG/CM² R 40% |         |           | RENDIMIENTO | 10           | M3/DIA        |
| UNIDAD                                            | M3                                            |         |           |             | PRECIO TOTAL | 673.51        |
| DESCRIPCION                                       |                                               | UNIDAD  | CUADRILLA | CANTIDAD    | PRECIO       | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                               |         |           |             |              | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           | HH                                            | 0.2000  |           | 0.1600      | 25.70        | 4.11          |
| OPERARIO                                          | HH                                            | 2.0000  |           | 1.6000      | 21.95        | 35.12         |
| OFICIAL                                           | HH                                            | 2.0000  |           | 1.6000      | 17.59        | 28.14         |
| PEON                                              | HH                                            | 10.0000 |           | 8.0000      | 15.86        | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                            | 2.0000  |           | 1.6000      | 22.70        | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                               |         |           |             |              | <b>399.75</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                           |         |           | 0.0040      | 55.84        | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                           |         |           | 0.3000      | 9.53         | 2.86          |
| CEMENTO YURA                                      | BOL                                           |         |           | 10.8001     | 20.70        | 223.56        |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                            |         |           | 0.8578      | 50.23        | 43.09         |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                            |         |           | 0.4057      | 41.44        | 16.81         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                            |         |           | 0.2233      | 8.60         | 1.92          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                            |         |           | 0.0600      | 6.55         | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                            |         |           | 270.4707    | 0.41         | 110.89        |
| EQUIPOS                                           |                                               |         |           |             |              | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                            | 1.0000  |           | 0.8000      | 12.54        | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   | HM                                            | 1.0000  |           | 0.8000      | 6.93         | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                            | 1.0000  |           | 0.8000      | 20.10        | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                           |         |           | 5.0000      | 230.576      | 11.53         |

**ANEXO 9: Precios unitarios Concreto Wari IP  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .**

*Fuente: Elaboración propio.*

|                                                   |                                                     |         |              |          |                |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------|--------------|----------|----------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO WARI F'C = 210 KG/CM <sup>2</sup> |         | RENDIMIENTO  | 10       | M3/DIA         |
| UNIDAD                                            | M3                                                  |         | PRECIO TOTAL | 540.69   | SOLES          |
| DESCRIPCION                                       |                                                     | UNIDAD  | CUADRILLA    | CANTIDAD | PRECIO PARCIAL |
| <b>MANO DE OBRA</b>                               |                                                     |         |              |          | <b>230.58</b>  |
| CAPATAZ                                           | HH                                                  | 0.2000  | 0.1600       | 25.70    | 4.11           |
| OPERARIO                                          | HH                                                  | 2.0000  | 1.6000       | 21.95    | 35.12          |
| OFICIAL                                           | HH                                                  | 2.0000  | 1.6000       | 17.59    | 28.14          |
| PEON                                              | HH                                                  | 10.0000 | 8.0000       | 15.86    | 126.88         |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                                  | 2.0000  | 1.6000       | 22.70    | 36.32          |
| <b>MATERIALES</b>                                 |                                                     |         |              |          | <b>266.93</b>  |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                                 |         | 0.0040       | 55.84    | 0.22           |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                                 |         | 0.3000       | 9.53     | 2.86           |
| CEMENTO WARI                                      | BOL                                                 |         | 9.0929       | 20.50    | 186.41         |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                                  |         | 0.8659       | 50.23    | 43.49          |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                                  |         | 0.7619       | 41.44    | 31.57          |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                                  |         | 0.2301       | 8.60     | 1.98           |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                                  |         | 0.0600       | 6.55     | 0.39           |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                                  |         | 0.0000       | 0.41     | 0.00           |
| <b>EQUIPOS</b>                                    |                                                     |         |              |          | <b>43.18</b>   |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                                  | 1.0000  | 0.8000       | 12.54    | 10.03          |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   | HM                                                  | 1.0000  | 0.8000       | 6.93     | 5.54           |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                                  | 1.0000  | 0.8000       | 20.10    | 16.08          |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                                 |         | 5.0000       | 230.576  | 11.53          |

|                                                   |                                               |  |        |                     |          |         |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--|--------|---------------------|----------|---------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO WARI F'C = 210 KG/CM² AD 5% |  |        | RENDIMIENTO 10      |          | M3/DIA  |
| UNIDAD                                            | M3                                            |  |        | PRECIO TOTAL 572.14 |          | SOLES   |
| DESCRIPCION                                       |                                               |  | UNIDAD | CUADRILLA           | CANTIDAD | PRECIO  |
| MANO DE OBRA                                      |                                               |  |        |                     |          | 230.58  |
| CAPATAZ                                           |                                               |  | HH     | 0.2000              | 0.1600   | 25.70   |
| OPERARIO                                          |                                               |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 21.95   |
| OFICIAL                                           |                                               |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 17.59   |
| PEON                                              |                                               |  | HH     | 10.0000             | 8.0000   | 15.86   |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           |                                               |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 22.70   |
| MATERIALES                                        |                                               |  |        |                     |          | 298.38  |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                |                                               |  | GAL    |                     | 0.0040   | 55.84   |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                |                                               |  | GAL    |                     | 0.3000   | 9.53    |
| CEMENTO WARI                                      |                                               |  | BOL    |                     | 8.6682   | 20.50   |
| AGREGADO GRUESO                                   |                                               |  | M3     |                     | 0.8254   | 50.23   |
| AGREGADO FINO                                     |                                               |  | M3     |                     | 0.7263   | 41.44   |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               |                                               |  | M3     |                     | 0.2194   | 8.60    |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      |                                               |  | P2     |                     | 0.0600   | 6.55    |
| VIDRIO MOLIDO                                     |                                               |  | KG     |                     | 106.7350 | 0.41    |
| EQUIPOS                                           |                                               |  |        |                     |          | 43.18   |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 |                                               |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 12.54   |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   |                                               |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 6.93    |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         |                                               |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 20.10   |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             |                                               |  | %MO    |                     | 5.0000   | 230.576 |



|                                                   |                                                 |  |        |                     |          |         |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--|--------|---------------------|----------|---------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO WARI F'C = 210 KG/CM² AD 7.5% |  |        | RENDIMIENTO 10      |          | M3/DIA  |
| UNIDAD                                            | M3                                              |  |        | PRECIO TOTAL 586.50 |          | SOLES   |
| DESCRIPCION                                       |                                                 |  | UNIDAD | CUADRILLA           | CANTIDAD | PRECIO  |
| MANO DE OBRA                                      |                                                 |  |        |                     |          | 230.58  |
| CAPATAZ                                           |                                                 |  | HH     | 0.2000              | 0.1600   | 25.70   |
| OPERARIO                                          |                                                 |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 21.95   |
| OFICIAL                                           |                                                 |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 17.59   |
| PEON                                              |                                                 |  | HH     | 10.0000             | 8.0000   | 15.86   |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           |                                                 |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 22.70   |
| MATERIALES                                        |                                                 |  |        |                     |          | 312.74  |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                |                                                 |  | GAL    |                     | 0.0040   | 55.84   |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                |                                                 |  | GAL    |                     | 0.3000   | 9.53    |
| CEMENTO WARI                                      |                                                 |  | BOL    |                     | 8.4743   | 20.50   |
| AGREGADO GRUESO                                   |                                                 |  | M3     |                     | 0.8070   | 50.23   |
| AGREGADO FINO                                     |                                                 |  | M3     |                     | 0.7101   | 41.44   |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               |                                                 |  | M3     |                     | 0.2145   | 8.60    |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      |                                                 |  | P2     |                     | 0.0600   | 6.55    |
| VIDRIO MOLIDO                                     |                                                 |  | KG     |                     | 155.4567 | 0.41    |
| EQUIPOS                                           |                                                 |  |        |                     |          | 43.18   |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 |                                                 |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 12.54   |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   |                                                 |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 6.93    |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         |                                                 |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 20.10   |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             |                                                 |  | %MO    |                     | 5.0000   | 230.576 |

|                                                   |                                                            |         |           |             |              |               |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------|-----------|-------------|--------------|---------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO WARI F'C = 210 KG/CM <sup>2</sup> AD 10% |         |           | RENDIMIENTO | 10           | M3/DIA        |
| UNIDAD                                            | M3                                                         |         |           |             | PRECIO TOTAL | 600.79 SOLES  |
| DESCRIPCION                                       |                                                            | UNIDAD  | CUADRILLA | CANTIDAD    | PRECIO       | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                                            |         |           |             |              | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           | HH                                                         | 0.2000  |           | 0.1600      | 25.70        | 4.11          |
| OPERARIO                                          | HH                                                         | 2.0000  |           | 1.6000      | 21.95        | 35.12         |
| OFICIAL                                           | HH                                                         | 2.0000  |           | 1.6000      | 17.59        | 28.14         |
| PEON                                              | HH                                                         | 10.0000 |           | 8.0000      | 15.86        | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                                         | 2.0000  |           | 1.6000      | 22.70        | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                                            |         |           |             |              | <b>327.03</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                                        |         |           | 0.0040      | 55.84        | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                                        |         |           | 0.3000      | 9.53         | 2.86          |
| CEMENTO WARI                                      | BOL                                                        |         |           | 8.2814      | 20.50        | 169.77        |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                                         |         |           | 0.7886      | 50.23        | 39.61         |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                                         |         |           | 0.6939      | 41.44        | 28.76         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                                         |         |           | 0.2096      | 8.60         | 1.80          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                                         |         |           | 0.0600      | 6.55         | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                                         |         |           | 203.9435    | 0.41         | 83.62         |
| EQUIPOS                                           |                                                            |         |           |             |              | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                                         | 1.0000  |           | 0.8000      | 12.54        | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   | HM                                                         | 1.0000  |           | 0.8000      | 6.93         | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                                         | 1.0000  |           | 0.8000      | 20.10        | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                                        |         |           | 5.0000      | 230.576      | 11.53         |

|                                                   |                                                  |  |        |              |          |         |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--|--------|--------------|----------|---------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO WARI F'C = 210 KG/CM² AD 12.5% |  |        | RENDIMIENTO  | 10       | M3/DIA  |
| UNIDAD                                            | M3                                               |  |        | PRECIO TOTAL | 613.91   | SOLES   |
| DESCRIPCION                                       |                                                  |  | UNIDAD | CUADRILLA    | CANTIDAD | PRECIO  |
| MANO DE OBRA                                      |                                                  |  |        |              |          | 230.58  |
| CAPATAZ                                           |                                                  |  | HH     | 0.2000       | 0.1600   | 25.70   |
| OPERARIO                                          |                                                  |  | HH     | 2.0000       | 1.6000   | 21.95   |
| OFICIAL                                           |                                                  |  | HH     | 2.0000       | 1.6000   | 17.59   |
| PEON                                              |                                                  |  | HH     | 10.0000      | 8.0000   | 15.86   |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           |                                                  |  | HH     | 2.0000       | 1.6000   | 22.70   |
| MATERIALES                                        |                                                  |  |        |              |          | 340.15  |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                |                                                  |  | GAL    |              | 0.0040   | 55.84   |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                |                                                  |  | GAL    |              | 0.3000   | 9.53    |
| CEMENTO WARI                                      |                                                  |  | BOL    |              | 8.1042   | 20.50   |
| AGREGADO GRUESO                                   |                                                  |  | M3     |              | 0.7717   | 50.23   |
| AGREGADO FINO                                     |                                                  |  | M3     |              | 0.6791   | 41.44   |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               |                                                  |  | M3     |              | 0.2052   | 8.60    |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      |                                                  |  | P2     |              | 0.0600   | 6.55    |
| VIDRIO MOLIDO                                     |                                                  |  | KG     |              | 248.4581 | 0.41    |
| EQUIPOS                                           |                                                  |  |        |              |          | 43.18   |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 |                                                  |  | HM     | 1.0000       | 0.8000   | 12.54   |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   |                                                  |  | HM     | 1.0000       | 0.8000   | 6.93    |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         |                                                  |  | HM     | 1.0000       | 0.8000   | 20.10   |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             |                                                  |  | %MO    |              | 5.0000   | 230.576 |

|                                                   |                                                            |         |           |              |         |               |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------|-----------|--------------|---------|---------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO WARI F'C = 210 KG/CM <sup>2</sup> AD 15% |         |           | RENDIMIENTO  | 10      | M3/DIA        |
| UNIDAD                                            | M3                                                         |         |           | PRECIO TOTAL | 626.48  | SOLES         |
| DESCRIPCION                                       |                                                            | UNIDAD  | CUADRILLA | CANTIDAD     | PRECIO  | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                                            |         |           |              |         | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           | HH                                                         | 0.2000  |           | 0.1600       | 25.70   | 4.11          |
| OPERARIO                                          | HH                                                         | 2.0000  |           | 1.6000       | 21.95   | 35.12         |
| OFICIAL                                           | HH                                                         | 2.0000  |           | 1.6000       | 17.59   | 28.14         |
| PEON                                              | HH                                                         | 10.0000 |           | 8.0000       | 15.86   | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                                         | 2.0000  |           | 1.6000       | 22.70   | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                                            |         |           |              |         | <b>352.72</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                                        |         |           | 0.0040       | 55.84   | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                                        |         |           | 0.3000       | 9.53    | 2.86          |
| CEMENTO WARI                                      | BOL                                                        |         |           | 7.9345       | 20.50   | 162.66        |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                                         |         |           | 0.7555       | 50.23   | 37.95         |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                                         |         |           | 0.6649       | 41.44   | 27.55         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                                         |         |           | 0.2009       | 8.60    | 1.73          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                                         |         |           | 0.0600       | 6.55    | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                                         |         |           | 291.1082     | 0.41    | 119.35        |
| EQUIPOS                                           |                                                            |         |           |              |         | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                                         | 1.0000  |           | 0.8000       | 12.54   | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   | HM                                                         | 1.0000  |           | 0.8000       | 6.93    | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                                         | 1.0000  |           | 0.8000       | 20.10   | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                                        |         |           | 5.0000       | 230.576 | 11.53         |



|                                                   |                                               |         |           |              |         |         |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------|-----------|--------------|---------|---------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO WARI F'C = 210 KG/CM² R 10% |         |           | RENDIMIENTO  | 10      | M3/DIA  |
| UNIDAD                                            | M3                                            |         |           | PRECIO TOTAL | 567.81  | SOLES   |
| DESCRIPCION                                       |                                               | UNIDAD  | CUADRILLA | CANTIDAD     | PRECIO  | PARCIAL |
| MANO DE OBRA                                      |                                               |         |           |              |         | 230.58  |
| CAPATAZ                                           | HH                                            | 0.2000  |           | 0.1600       | 25.70   | 4.11    |
| OPERARIO                                          | HH                                            | 2.0000  |           | 1.6000       | 21.95   | 35.12   |
| OFICIAL                                           | HH                                            | 2.0000  |           | 1.6000       | 17.59   | 28.14   |
| PEON                                              | HH                                            | 10.0000 |           | 8.0000       | 15.86   | 126.88  |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                            | 2.0000  |           | 1.6000       | 22.70   | 36.32   |
| MATERIALES                                        |                                               |         |           |              |         | 294.05  |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                           |         |           | 0.0040       | 55.84   | 0.22    |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                           |         |           | 0.3000       | 9.53    | 2.86    |
| CEMENTO WARI                                      | BOL                                           |         |           | 9.0748       | 20.50   | 186.03  |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                            |         |           | 0.8641       | 50.23   | 43.41   |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                            |         |           | 0.6834       | 41.44   | 28.32   |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                            |         |           | 0.2286       | 8.60    | 1.97    |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                            |         |           | 0.0600       | 6.55    | 0.39    |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                            |         |           | 75.2545      | 0.41    | 30.85   |
| EQUIPOS                                           |                                               |         |           |              |         | 43.18   |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                            | 1.0000  |           | 0.8000       | 12.54   | 10.03   |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   | HM                                            | 1.0000  |           | 0.8000       | 6.93    | 5.54    |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                            | 1.0000  |           | 0.8000       | 20.10   | 16.08   |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                           |         |           | 5.0000       | 230.576 | 11.53   |

|                                                   |                                               |  |        |              |          |         |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--|--------|--------------|----------|---------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO WARI F'C = 210 KG/CM² R 20% |  |        | RENDIMIENTO  | 10       | M3/DIA  |
| UNIDAD                                            | M3                                            |  |        | PRECIO TOTAL | 595.24   | SOLES   |
| DESCRIPCION                                       |                                               |  | UNIDAD | CUADRILLA    | CANTIDAD | PRECIO  |
| MANO DE OBRA                                      |                                               |  |        |              |          | 230.58  |
| CAPATAZ                                           |                                               |  | HH     | 0.2000       | 0.1600   | 25.70   |
| OPERARIO                                          |                                               |  | HH     | 2.0000       | 1.6000   | 21.95   |
| OFICIAL                                           |                                               |  | HH     | 2.0000       | 1.6000   | 17.59   |
| PEON                                              |                                               |  | HH     | 10.0000      | 8.0000   | 15.86   |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           |                                               |  | HH     | 2.0000       | 1.6000   | 22.70   |
| MATERIALES                                        |                                               |  |        |              |          | 321.48  |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                |                                               |  | GAL    |              | 0.0040   | 55.84   |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                |                                               |  | GAL    |              | 0.3000   | 9.53    |
| CEMENTO WARI                                      |                                               |  | BOL    |              | 9.0387   | 20.50   |
| AGREGADO GRUESO                                   |                                               |  | M3     |              | 0.8607   | 50.23   |
| AGREGADO FINO                                     |                                               |  | M3     |              | 0.6064   | 41.44   |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               |                                               |  | M3     |              | 0.2268   | 8.60    |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      |                                               |  | P2     |              | 0.0600   | 6.55    |
| VIDRIO MOLIDO                                     |                                               |  | KG     |              | 152.1819 | 0.41    |
| EQUIPOS                                           |                                               |  |        |              |          | 43.18   |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 |                                               |  | HM     | 1.0000       | 0.8000   | 12.54   |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   |                                               |  | HM     | 1.0000       | 0.8000   | 6.93    |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         |                                               |  | HM     | 1.0000       | 0.8000   | 20.10   |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             |                                               |  | %MO    |              | 5.0000   | 230.576 |

|                                                   |                                                           |         |           |              |         |               |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------|-----------|--------------|---------|---------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO WARI F'C = 210 KG/CM <sup>2</sup> R 30% |         |           | RENDIMIENTO  | 10      | M3/DIA        |
| UNIDAD                                            | M3                                                        |         |           | PRECIO TOTAL | 622.09  | SOLES         |
| DESCRIPCION                                       |                                                           | UNIDAD  | CUADRILLA | CANTIDAD     | PRECIO  | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                                           |         |           |              |         | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           | HH                                                        | 0.2000  |           | 0.1600       | 25.70   | 4.11          |
| OPERARIO                                          | HH                                                        | 2.0000  |           | 1.6000       | 21.95   | 35.12         |
| OFICIAL                                           | HH                                                        | 2.0000  |           | 1.6000       | 17.59   | 28.14         |
| PEON                                              | HH                                                        | 10.0000 |           | 8.0000       | 15.86   | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                                        | 2.0000  |           | 1.6000       | 22.70   | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                                           |         |           |              |         | <b>348.33</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                                       |         |           | 0.0040       | 55.84   | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                                       |         |           | 0.3000       | 9.53    | 2.86          |
| CEMENTO WARI                                      | BOL                                                       |         |           | 9.0208       | 20.50   | 184.93        |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                                        |         |           | 0.8590       | 50.23   | 43.15         |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                                        |         |           | 0.5286       | 41.44   | 21.91         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                                        |         |           | 0.2253       | 8.60    | 1.94          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                                        |         |           | 0.0600       | 6.55    | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                                        |         |           | 226.6865     | 0.41    | 92.94         |
| EQUIPOS                                           |                                                           |         |           |              |         | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                                        | 1.0000  |           | 0.8000       | 12.54   | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   | HM                                                        | 1.0000  |           | 0.8000       | 6.93    | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                                        | 1.0000  |           | 0.8000       | 20.10   | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                                       |         |           | 5.0000       | 230.576 | 11.53         |

|                                                   |                                               |  |        |                     |          |         |         |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--|--------|---------------------|----------|---------|---------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO WARI F'C = 210 KG/CM² R 40% |  |        | RENDIMIENTO 10      |          | M3/DIA  |         |
| UNIDAD                                            | M3                                            |  |        | PRECIO TOTAL 646.86 |          | SOLES   |         |
| DESCRIPCION                                       |                                               |  | UNIDAD | CUADRILLA           | CANTIDAD | PRECIO  | PARCIAL |
| MANO DE OBRA                                      |                                               |  |        |                     |          |         | 227.06  |
| CAPATAZ                                           |                                               |  | HH     | 0.2000              | 0.1600   | 25.70   | 4.11    |
| OPERARIO                                          |                                               |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 21.95   | 35.12   |
| OFICIAL                                           |                                               |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 17.59   | 28.14   |
| PEON                                              |                                               |  | HH     | 10.0000             | 8.0000   | 15.86   | 126.88  |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           |                                               |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 20.50   | 32.80   |
| MATERIALES                                        |                                               |  |        |                     |          |         | 376.62  |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                |                                               |  | GAL    |                     | 0.0040   | 55.84   | 0.22    |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                |                                               |  | GAL    |                     | 0.3000   | 9.53    | 2.86    |
| CEMENTO WARI                                      |                                               |  | BOL    |                     | 8.9940   | 20.70   | 186.18  |
| AGREGADO GRUESO                                   |                                               |  | M3     |                     | 0.8564   | 50.23   | 43.02   |
| AGREGADO FINO                                     |                                               |  | M3     |                     | 0.4532   | 41.44   | 18.78   |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               |                                               |  | M3     |                     | 0.2237   | 8.60    | 1.92    |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      |                                               |  | P2     |                     | 0.0600   | 6.55    | 0.39    |
| VIDRIO MOLIDO                                     |                                               |  | KG     |                     | 300.5984 | 0.41    | 123.25  |
| EQUIPOS                                           |                                               |  |        |                     |          |         | 43.18   |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 |                                               |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 12.54   | 10.03   |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   |                                               |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 6.93    | 5.54    |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         |                                               |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 20.10   | 16.08   |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             |                                               |  | %MO    |                     | 5.0000   | 230.576 | 11.53   |



**ANEXO 10: Precios unitarios Concreto Wari IP  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ .**

*Fuente: Elaboración propio.*

|                                                   |                                                     |        |           |              |         |               |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------|-----------|--------------|---------|---------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO WARI F'C = 280 KG/CM <sup>2</sup> |        |           | RENDIMIENTO  | 10      | M3/DIA        |
| UNIDAD                                            | M3                                                  |        |           | PRECIO TOTAL | 575.16  | SOLES         |
| DESCRIPCION                                       |                                                     | UNIDAD | CUADRILLA | CANTIDAD     | PRECIO  | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                                     |        |           |              |         | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           |                                                     | HH     | 0.2000    | 0.1600       | 25.70   | 4.11          |
| OPERARIO                                          |                                                     | HH     | 2.0000    | 1.6000       | 21.95   | 35.12         |
| OFICIAL                                           |                                                     | HH     | 2.0000    | 1.6000       | 17.59   | 28.14         |
| PEON                                              |                                                     | HH     | 10.0000   | 8.0000       | 15.86   | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           |                                                     | HH     | 2.0000    | 1.6000       | 22.70   | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                                     |        |           |              |         | <b>301.40</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                |                                                     | GAL    |           | 0.0040       | 55.84   | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                |                                                     | GAL    |           | 0.3000       | 9.53    | 2.86          |
| CEMENTO WARI                                      |                                                     | BOL    |           | 10.9064      | 20.50   | 223.58        |
| AGREGADO GRUESO                                   |                                                     | M3     |           | 0.8662       | 50.23   | 43.51         |
| AGREGADO FINO                                     |                                                     | M3     |           | 0.6966       | 41.44   | 28.87         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               |                                                     | M3     |           | 0.2292       | 8.60    | 1.97          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      |                                                     | P2     |           | 0.0600       | 6.55    | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     |                                                     | KG     |           | 0.0000       | 0.41    | 0.00          |
| EQUIPOS                                           |                                                     |        |           |              |         | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 |                                                     | HM     | 1.0000    | 0.8000       | 12.54   | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   |                                                     | HM     | 1.0000    | 0.8000       | 6.93    | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         |                                                     | HM     | 1.0000    | 0.8000       | 20.10   | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             |                                                     | %MO    |           | 5.0000       | 230.576 | 11.53         |

| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO WARI F'C = 280 KG/CM <sup>2</sup> AD 5% |        |           | RENDIMIENTO  | 10      | M3/DIA        |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|--------|-----------|--------------|---------|---------------|
| UNIDAD                                            | M3                                                        |        |           | PRECIO TOTAL | 605.05  | SOLES         |
| DESCRIPCION                                       |                                                           | UNIDAD | CUADRILLA | CANTIDAD     | PRECIO  | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                                           |        |           |              |         | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           |                                                           | HH     | 0.2000    | 0.1600       | 25.70   | 4.11          |
| OPERARIO                                          |                                                           | HH     | 2.0000    | 1.6000       | 21.95   | 35.12         |
| OFICIAL                                           |                                                           | HH     | 2.0000    | 1.6000       | 17.59   | 28.14         |
| PEON                                              |                                                           | HH     | 10.0000   | 8.0000       | 15.86   | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           |                                                           | HH     | 2.0000    | 1.6000       | 22.70   | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                                           |        |           |              |         | <b>331.29</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                |                                                           | GAL    |           | 0.0040       | 55.84   | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                |                                                           | GAL    |           | 0.3000       | 9.53    | 2.86          |
| CEMENTO WARI                                      |                                                           | BOL    |           | 10.3963      | 20.50   | 213.12        |
| AGREGADO GRUESO                                   |                                                           | M3     |           | 0.8257       | 50.23   | 41.47         |
| AGREGADO FINO                                     |                                                           | M3     |           | 0.6640       | 41.44   | 27.52         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               |                                                           | M3     |           | 0.2185       | 8.60    | 1.88          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      |                                                           | P2     |           | 0.0600       | 6.55    | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     |                                                           | KG     |           | 106.8709     | 0.41    | 43.82         |
| EQUIPOS                                           |                                                           |        |           |              |         | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 |                                                           | HM     | 1.0000    | 0.8000       | 12.54   | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   |                                                           | HM     | 1.0000    | 0.8000       | 6.93    | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         |                                                           | HM     | 1.0000    | 0.8000       | 20.10   | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             |                                                           | %MO    |           | 5.0000       | 230.576 | 11.53         |

|                                                   |                                                 |  |        |                     |          |         |         |
|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|--|--------|---------------------|----------|---------|---------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO WARI F'C = 280 KG/CM² AD 7.5% |  |        | RENDIMIENTO 10      |          | M3/DIA  |         |
| UNIDAD                                            | M3                                              |  |        | PRECIO TOTAL 618.96 |          | SOLES   |         |
| DESCRIPCION                                       |                                                 |  | UNIDAD | CUADRILLA           | CANTIDAD | PRECIO  | PARCIAL |
| MANO DE OBRA                                      |                                                 |  |        |                     |          |         | 230.58  |
| CAPATAZ                                           |                                                 |  | HH     | 0.2000              | 0.1600   | 25.70   | 4.11    |
| OPERARIO                                          |                                                 |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 21.95   | 35.12   |
| OFICIAL                                           |                                                 |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 17.59   | 28.14   |
| PEON                                              |                                                 |  | HH     | 10.0000             | 8.0000   | 15.86   | 126.88  |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           |                                                 |  | HH     | 2.0000              | 1.6000   | 22.70   | 36.32   |
| MATERIALES                                        |                                                 |  |        |                     |          |         | 345.20  |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                |                                                 |  | GAL    |                     | 0.0040   | 55.84   | 0.22    |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                |                                                 |  | GAL    |                     | 0.3000   | 9.53    | 2.86    |
| CEMENTO WARI                                      |                                                 |  | BOL    |                     | 10.1587  | 20.50   | 208.25  |
| AGREGADO GRUESO                                   |                                                 |  | M3     |                     | 0.8068   | 50.23   | 40.53   |
| AGREGADO FINO                                     |                                                 |  | M3     |                     | 0.6488   | 41.44   | 26.89   |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               |                                                 |  | M3     |                     | 0.2136   | 8.60    | 1.84    |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      |                                                 |  | P2     |                     | 0.0600   | 6.55    | 0.39    |
| VIDRIO MOLIDO                                     |                                                 |  | KG     |                     | 156.6432 | 0.41    | 64.22   |
| EQUIPOS                                           |                                                 |  |        |                     |          |         | 43.18   |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 |                                                 |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 12.54   | 10.03   |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   |                                                 |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 6.93    | 5.54    |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         |                                                 |  | HM     | 1.0000              | 0.8000   | 20.10   | 16.08   |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             |                                                 |  | %MO    |                     | 5.0000   | 230.576 | 11.53   |

|                                                   |                                                |         |           |             |              |               |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------|-----------|-------------|--------------|---------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO WARI F'C = 280 KG/CM² AD 10% |         |           | RENDIMIENTO | 10           | M3/DIA        |
| UNIDAD                                            | M3                                             |         |           |             | PRECIO TOTAL | 632.26        |
| DESCRIPCION                                       |                                                | UNIDAD  | CUADRILLA | CANTIDAD    | PRECIO       | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                                |         |           |             |              | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           | HH                                             | 0.2000  |           | 0.1600      | 25.70        | 4.11          |
| OPERARIO                                          | HH                                             | 2.0000  |           | 1.6000      | 21.95        | 35.12         |
| OFICIAL                                           | HH                                             | 2.0000  |           | 1.6000      | 17.59        | 28.14         |
| PEON                                              | HH                                             | 10.0000 |           | 8.0000      | 15.86        | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                             | 2.0000  |           | 1.6000      | 22.70        | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                                |         |           |             |              | <b>358.50</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                            |         |           | 0.0040      | 55.84        | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                            |         |           | 0.3000      | 9.53         | 2.86          |
| CEMENTO WARI                                      | BOL                                            |         |           | 9.9317      | 20.50        | 203.60        |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                             |         |           | 0.7888      | 50.23        | 39.62         |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                             |         |           | 0.6343      | 41.44        | 26.29         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                             |         |           | 0.2088      | 8.60         | 1.80          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                             |         |           | 0.0600      | 6.55         | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                             |         |           | 204.1916    | 0.41         | 83.72         |
| EQUIPOS                                           |                                                |         |           |             |              | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                             | 1.0000  |           | 0.8000      | 12.54        | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   | HM                                             | 1.0000  |           | 0.8000      | 6.93         | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                             | 1.0000  |           | 0.8000      | 20.10        | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                            |         |           | 5.0000      | 230.576      | 11.53         |



|                                                   |                                                              |         |           |             |              |               |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------|-----------|-------------|--------------|---------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO WARI F'C = 280 KG/CM <sup>2</sup> AD 12.5% |         |           | RENDIMIENTO | 10           | M3/DIA        |
| UNIDAD                                            | M3                                                           |         |           |             | PRECIO TOTAL | 644.97 SOLES  |
| DESCRIPCION                                       |                                                              | UNIDAD  | CUADRILLA | CANTIDAD    | PRECIO       | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                                              |         |           |             |              | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           | HH                                                           | 0.2000  |           | 0.1600      | 25.70        | 4.11          |
| OPERARIO                                          | HH                                                           | 2.0000  |           | 1.6000      | 21.95        | 35.12         |
| OFICIAL                                           | HH                                                           | 2.0000  |           | 1.6000      | 17.59        | 28.14         |
| PEON                                              | HH                                                           | 10.0000 |           | 8.0000      | 15.86        | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                                           | 2.0000  |           | 1.6000      | 22.70        | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                                              |         |           |             |              | <b>371.21</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                                          |         |           | 0.0040      | 55.84        | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                                          |         |           | 0.3000      | 9.53         | 2.86          |
| CEMENTO WARI                                      | BOL                                                          |         |           | 9.7147      | 20.50        | 199.15        |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                                           |         |           | 0.7716      | 50.23        | 38.76         |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                                           |         |           | 0.6205      | 41.44        | 25.71         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                                           |         |           | 0.2043      | 8.60         | 1.76          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                                           |         |           | 0.0600      | 6.55         | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                                           |         |           | 249.6620    | 0.41         | 102.36        |
| EQUIPOS                                           |                                                              |         |           |             |              | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                                           | 1.0000  |           | 0.8000      | 12.54        | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   | HM                                                           | 1.0000  |           | 0.8000      | 6.93         | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                                           | 1.0000  |           | 0.8000      | 20.10        | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                                          |         |           | 5.0000      | 230.576      | 11.53         |

|                                                   |                                                            |         |           |             |              |               |
|---------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------|-----------|-------------|--------------|---------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO WARI F'C = 280 KG/CM <sup>2</sup> AD 15% |         |           | RENDIMIENTO | 10           | M3/DIA        |
| UNIDAD                                            | M3                                                         |         |           |             | PRECIO TOTAL | 657.14 SOLES  |
| DESCRIPCION                                       |                                                            | UNIDAD  | CUADRILLA | CANTIDAD    | PRECIO       | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                                            |         |           |             |              | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           | HH                                                         | 0.2000  |           | 0.1600      | 25.70        | 4.11          |
| OPERARIO                                          | HH                                                         | 2.0000  |           | 1.6000      | 21.95        | 35.12         |
| OFICIAL                                           | HH                                                         | 2.0000  |           | 1.6000      | 17.59        | 28.14         |
| PEON                                              | HH                                                         | 10.0000 |           | 8.0000      | 15.86        | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                                         | 2.0000  |           | 1.6000      | 22.70        | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                                            |         |           |             |              | <b>383.38</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                                        |         |           | 0.0040      | 55.84        | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                                        |         |           | 0.3000      | 9.53         | 2.86          |
| CEMENTO WARI                                      | BOL                                                        |         |           | 9.5070      | 20.50        | 194.89        |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                                         |         |           | 0.7551      | 50.23        | 37.93         |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                                         |         |           | 0.6072      | 41.44        | 25.16         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                                         |         |           | 0.1999      | 8.60         | 1.72          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                                         |         |           | 0.0600      | 6.55         | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                                         |         |           | 293.1876    | 0.41         | 120.21        |
| EQUIPOS                                           |                                                            |         |           |             |              | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                                         | 1.0000  |           | 0.8000      | 12.54        | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   | HM                                                         | 1.0000  |           | 0.8000      | 6.93         | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                                         | 1.0000  |           | 0.8000      | 20.10        | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                                        |         |           | 5.0000      | 230.576      | 11.53         |

|                                                   |                                               |         |           |              |         |               |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------|-----------|--------------|---------|---------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO WARI F'C = 280 KG/CM² R 10% |         |           | RENDIMIENTO  | 10      | M3/DIA        |
| UNIDAD                                            | M3                                            |         |           | PRECIO TOTAL | 600.02  | SOLES         |
| DESCRIPCION                                       |                                               | UNIDAD  | CUADRILLA | CANTIDAD     | PRECIO  | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                               |         |           |              |         | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           | HH                                            | 0.2000  |           | 0.1600       | 25.70   | 4.11          |
| OPERARIO                                          | HH                                            | 2.0000  |           | 1.6000       | 21.95   | 35.12         |
| OFICIAL                                           | HH                                            | 2.0000  |           | 1.6000       | 17.59   | 28.14         |
| PEON                                              | HH                                            | 10.0000 |           | 8.0000       | 15.86   | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                            | 2.0000  |           | 1.6000       | 22.70   | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                               |         |           |              |         | <b>326.26</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                           |         |           | 0.0040       | 55.84   | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                           |         |           | 0.3000       | 9.53    | 2.86          |
| CEMENTO WARI                                      | BOL                                           |         |           | 10.8791      | 20.50   | 223.02        |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                            |         |           | 0.8640       | 50.23   | 43.40         |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                            |         |           | 0.6253       | 41.44   | 25.91         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                            |         |           | 0.2277       | 8.60    | 1.96          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                            |         |           | 0.0600       | 6.55    | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                            |         |           | 69.4817      | 0.41    | 28.49         |
| EQUIPOS                                           |                                               |         |           |              |         | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                            | 1.0000  |           | 0.8000       | 12.54   | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   | HM                                            | 1.0000  |           | 0.8000       | 6.93    | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                            | 1.0000  |           | 0.8000       | 20.10   | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                           |         |           | 5.0000       | 230.576 | 11.53         |

|                                                   |                                               |         |           |              |         |               |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------|-----------|--------------|---------|---------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO WARI F'C = 280 KG/CM² R 20% |         |           | RENDIMIENTO  | 10      | M3/DIA        |
| UNIDAD                                            | M3                                            |         |           | PRECIO TOTAL | 624.75  | SOLES         |
| DESCRIPCION                                       |                                               | UNIDAD  | CUADRILLA | CANTIDAD     | PRECIO  | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                               |         |           |              |         | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           | HH                                            | 0.2000  |           | 0.1600       | 25.70   | 4.11          |
| OPERARIO                                          | HH                                            | 2.0000  |           | 1.6000       | 21.95   | 35.12         |
| OFICIAL                                           | HH                                            | 2.0000  |           | 1.6000       | 17.59   | 28.14         |
| PEON                                              | HH                                            | 10.0000 |           | 8.0000       | 15.86   | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                            | 2.0000  |           | 1.6000       | 22.70   | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                               |         |           |              |         | <b>350.99</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                           |         |           | 0.0040       | 55.84   | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                           |         |           | 0.3000       | 9.53    | 2.86          |
| CEMENTO WARI                                      | BOL                                           |         |           | 10.8519      | 20.50   | 222.46        |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                            |         |           | 0.8619       | 50.23   | 43.29         |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                            |         |           | 0.5545       | 41.44   | 22.98         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                            |         |           | 0.2263       | 8.60    | 1.95          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                            |         |           | 0.0600       | 6.55    | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                            |         |           | 138.6163     | 0.41    | 56.83         |
| EQUIPOS                                           |                                               |         |           |              |         | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                            | 1.0000  |           | 0.8000       | 12.54   | 10.03         |
| VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 1.50"                    | HM                                            | 1.0000  |           | 0.8000       | 6.93    | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                            | 1.0000  |           | 0.8000       | 20.10   | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                           |         |           | 5.0000       | 230.576 | 11.53         |



|                                                   |                                               |         |           |             |              |               |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------|-----------|-------------|--------------|---------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO WARI F'C = 280 KG/CM² R 30% |         |           | RENDIMIENTO | 10           | M3/DIA        |
| UNIDAD                                            | M3                                            |         |           |             | PRECIO TOTAL | 649.36 SOLES  |
| DESCRIPCION                                       |                                               | UNIDAD  | CUADRILLA | CANTIDAD    | PRECIO       | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                               |         |           |             |              | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           | HH                                            | 0.2000  |           | 0.1600      | 25.70        | 4.11          |
| OPERARIO                                          | HH                                            | 2.0000  |           | 1.6000      | 21.95        | 35.12         |
| OFICIAL                                           | HH                                            | 2.0000  |           | 1.6000      | 17.59        | 28.14         |
| PEON                                              | HH                                            | 10.0000 |           | 8.0000      | 15.86        | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                            | 2.0000  |           | 1.6000      | 22.70        | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                               |         |           |             |              | <b>375.59</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                           |         |           | 0.0040      | 55.84        | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                           |         |           | 0.3000      | 9.53         | 2.86          |
| CEMENTO WARI                                      | BOL                                           |         |           | 10.8249     | 20.50        | 221.91        |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                            |         |           | 0.8597      | 50.23        | 43.18         |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                            |         |           | 0.4839      | 41.44        | 20.05         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                            |         |           | 0.2248      | 8.60         | 1.93          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                            |         |           | 0.0600      | 6.55         | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                            |         |           | 207.4065    | 0.41         | 85.04         |
| EQUIPOS                                           |                                               |         |           |             |              | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                            | 1.0000  |           | 0.8000      | 12.54        | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   | HM                                            | 1.0000  |           | 0.8000      | 6.93         | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                            | 1.0000  |           | 0.8000      | 20.10        | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                           |         |           | 5.0000      | 230.576      | 11.53         |

|                                                   |                                                           |         |           |              |         |               |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------|-----------|--------------|---------|---------------|
| PARTIDA                                           | COLUMNAS CONCRETO WARI F'C = 280 KG/CM <sup>2</sup> R 40% |         |           | RENDIMIENTO  | 10      | M3/DIA        |
| UNIDAD                                            | M3                                                        |         |           | PRECIO TOTAL | 673.84  | SOLES         |
| DESCRIPCION                                       |                                                           | UNIDAD  | CUADRILLA | CANTIDAD     | PRECIO  | PARCIAL       |
| MANO DE OBRA                                      |                                                           |         |           |              |         | <b>230.58</b> |
| CAPATAZ                                           | HH                                                        | 0.2000  |           | 0.1600       | 25.70   | 4.11          |
| OPERARIO                                          | HH                                                        | 2.0000  |           | 1.6000       | 21.95   | 35.12         |
| OFICIAL                                           | HH                                                        | 2.0000  |           | 1.6000       | 17.59   | 28.14         |
| PEON                                              | HH                                                        | 10.0000 |           | 8.0000       | 15.86   | 126.88        |
| OPERARIO EQUIPO MEDIANO                           | HH                                                        | 2.0000  |           | 1.6000       | 22.70   | 36.32         |
| MATERIALES                                        |                                                           |         |           |              |         | <b>400.08</b> |
| ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO                | GAL                                                       |         |           | 0.0040       | 55.84   | 0.22          |
| GAOLINA 84 OCTANOS                                | GAL                                                       |         |           | 0.3000       | 9.53    | 2.86          |
| CEMENTO WARI                                      | BOL                                                       |         |           | 10.7980      | 20.50   | 221.36        |
| AGREGADO GRUESO                                   | M3                                                        |         |           | 0.8576       | 50.23   | 43.08         |
| AGREGADO FINO                                     | M3                                                        |         |           | 0.4138       | 41.44   | 17.15         |
| AGUA PUESTA EN OBRA                               | M3                                                        |         |           | 0.2234       | 8.60    | 1.92          |
| MADERA TORNILLO HABILITADO - REGLA DE MADERA      | P2                                                        |         |           | 0.0600       | 6.55    | 0.39          |
| VIDRIO MOLIDO                                     | KG                                                        |         |           | 275.8549     | 0.41    | 113.10        |
| EQUIPOS                                           |                                                           |         |           |              |         | <b>43.18</b>  |
| MEZCLADOR DE CONCRETO TIPO TAMBOR 18 HP - 11 PIE3 | HM                                                        | 1.0000  |           | 0.8000       | 12.54   | 10.03         |
| VIBRADORA DE CONCRETO 4HP 1.50"                   | HM                                                        | 1.0000  |           | 0.8000       | 6.93    | 5.54          |
| WINCHE ELECTRICO 2 BALDES                         | HM                                                        | 1.0000  |           | 0.8000       | 20.10   | 16.08         |
| HERRAMIENTAS MANUALES                             | %MO                                                       |         |           | 5.0000       | 230.576 | 11.53         |

**ANEXO 111: Costo de producción partículas de vidrio.**
*Fuente: Elaboración propio.*

| <b>Partículas de vidrio molido ( por tonelada )</b> |                 |            |                        |              |
|-----------------------------------------------------|-----------------|------------|------------------------|--------------|
| <b>Concepto</b>                                     | <b>Cantidad</b> | <b>UND</b> | <b>Precio unitario</b> | <b>Costo</b> |
| Costo de materia prima                              | 1               | tn         | S/.100.000             | S/.100.000   |
| Mano de obra directa                                | 8               | h          | S/.15.860              | S/.126.880   |
| Mano de obra indirecta                              | 1               | h          | S/.22.700              | S/.22.700    |
| Movilidad                                           | 1               | Servicio   | S/.50.000              | S/.50.000    |
| Materiales indirectos                               | 1               | glb        | S/.50.000              | S/.50.000    |
| Molino de bolas                                     | 1               | h          | S/.59.000              | S/.59.000    |
| Costo total de producción                           |                 |            |                        | S/.408.580   |
| Cantidad de material a emplear                      |                 | 1 kg       |                        | S/.0.409     |

|                     |                |
|---------------------|----------------|
| <b>COSTO POR kg</b> | <b>S/.0.41</b> |
|---------------------|----------------|

## ANEXO 12: Cemento Yura IP. Fuente: Yura IP S. A.

### Cemento Yura IP



# CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA IP – ALTA DURABILIDAD

#### DESCRIPCIÓN

El Cemento Portland Pozzolánico Yura IP, ALTA DURABILIDAD, es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO<sub>2</sub>, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el Cemento Portland Pozzolánico YURA IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA DURABILIDAD, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, u otros tipos de deterioro.

Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.

#### LA DURABILIDAD

"Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil".

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

| REQUISITOS QUÍMICOS      | CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA TIPO IP |  | Requisitos Norma NTP 334.030 ASTM C-595 |      |
|--------------------------|------------------------------------------|--|-----------------------------------------|------|
| MgO (%)                  | 1.93                                     |  | 6.00                                    | Máx. |
| SO <sub>3</sub> (%)      | 1.75                                     |  | 4.00                                    | Máx. |
| Pérdida por ignición (%) | 2.14                                     |  | 5.00                                    | Máx. |

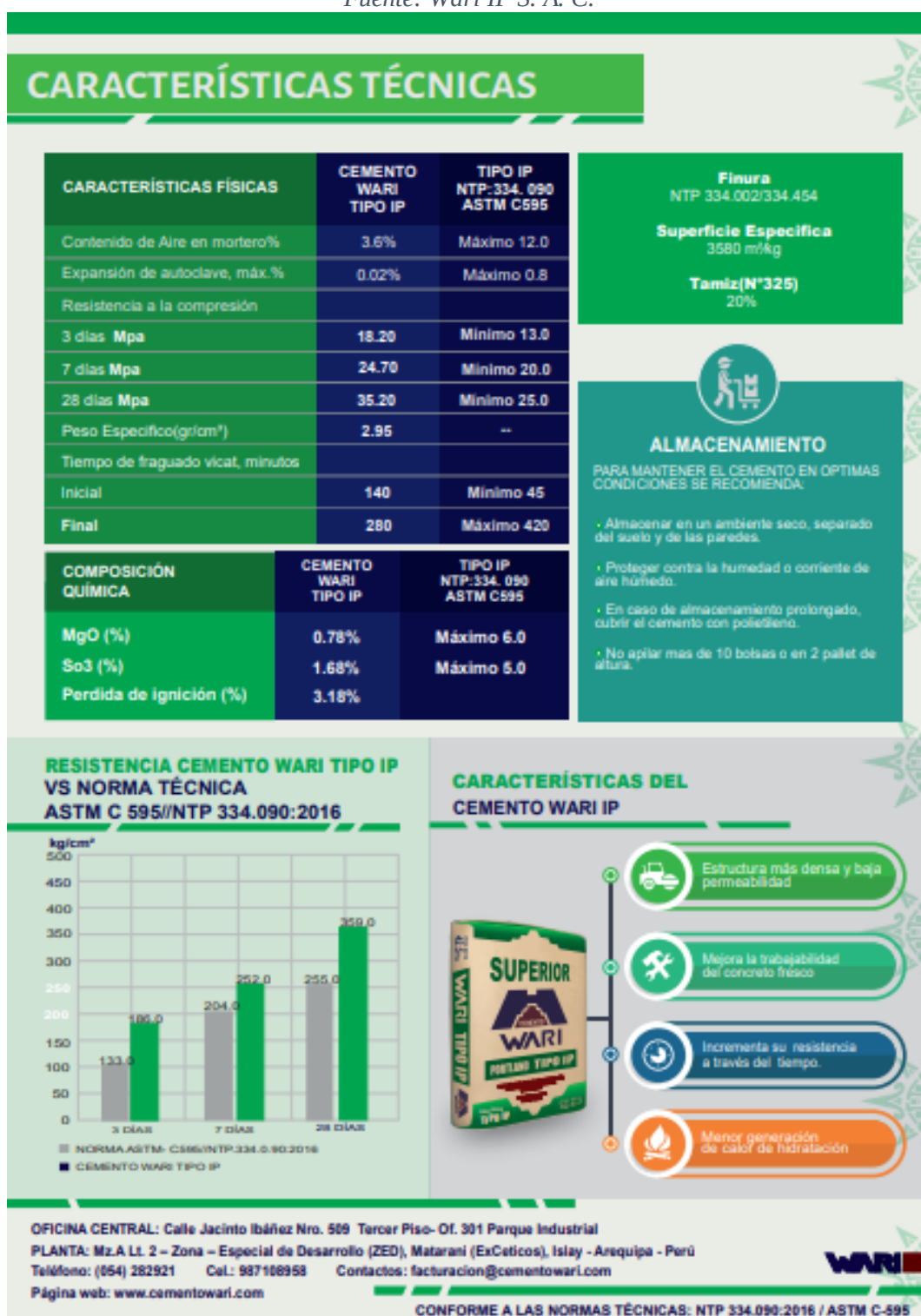
| REQUISITOS FÍSICOS                    | CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA TIPO IP |     | Norma NTP 334.030 ASTM C-595 |      | Comparativo con Norma Tipo I y Tipo V Requisitos Norma NTP 334.030 / ASTM C-150 |      |
|---------------------------------------|------------------------------------------|-----|------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------|------|
| Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> ) | 3.85                                     |     |                              |      |                                                                                 |      |
| Expansión en autoclave (%)            | 0                                        |     | 0.40                         | Máx. |                                                                                 |      |
| Fragado Vicat inicial (minutos)       | 170                                      |     | 45                           | Mín. |                                                                                 |      |
| Fragado Vicat final (minutos)         | 270                                      |     | 100                          | Máx. |                                                                                 |      |
| Resistencia a la compresión           | kg/cm <sup>2</sup>                       | MPa | kg/cm <sup>2</sup>           | MPa  | Cemento Tipo I                                                                  |      |
|                                       |                                          |     |                              |      | kg/cm <sup>2</sup>                                                              | MPa  |
| 3 días                                | 204                                      | 20  |                              |      |                                                                                 |      |
| 7 días                                | 247                                      | 24  | 133                          | Mín. | 15                                                                              | 12   |
| 28 días                               | 347                                      | 34  | 204                          | Mín. | 20                                                                              | 18   |
| 60 días                               | 397                                      | 39  | 255                          | Mín. | 25                                                                              |      |
| Resistencia a los sulfatos            | Cemento IP                               |     |                              |      | Cemento Tipo V                                                                  |      |
| % Expansión a los 34 días             | 0.018                                    |     |                              |      | 0.04                                                                            | Máx. |

VERSIÓN NOVIEMBRE 2014

PLANTA: Gración Yura km 26 s/n, Yura, Arequipa - Perú  
 OFICINA COMERCIAL: Av. General Dgo. Candazo N° 527 - Arequipa  
 TELÉFONO: (054) 466060 - 225000 - FAX: (054) 220650  
[www.yura.com.pe](http://www.yura.com.pe)



### ANEXO 123: Cemento Wari IP. Fuente: Wari IP S. A. C.



**ANEXO 134: Propiedades mecánicas del concreto.**  
*Fuente: Elaboración propia.*

**PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO - CUADRO DE ENSAYOS**

|                                      | Indicadores                 | Nombre                                      | Fuentes                      |
|--------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------|------------------------------|
| <b>Concreto en estado fresco</b>     | Consistencia                | Ensayo de Asentamiento                      | NTP. 339.035<br>ASTM C-143   |
|                                      | Densidad                    | Ensayo de peso unitario                     | NTP. 339.046<br>ASTM C-138   |
|                                      | Rendimiento                 |                                             |                              |
|                                      | Aire atrapado               | Ensayo de contenido de aire                 | NTP. 339.083<br>ASTM C-231   |
| <b>Concreto en estado endurecido</b> | Resistencia a la compresión | Ensayo de compresión                        | NTP. 339.034<br>ASTM C-039   |
|                                      | Eficiencia                  |                                             |                              |
|                                      | Resistencia a la tracción.  | Ensayo de tracción por compresión diametral | NTP. 339.084<br>ASTM C496-96 |
|                                      | Densidad                    | Ensayo de peso unitario                     | NTP. 339.046<br>ASTM C-138   |

## Constancia de uso del Laboratorio de concreto de la Escuela Profesional de Ingeniera

### Civil



## UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

### CONSTANCIA

El que suscribe, **Dr. Ing. Alejandro Hidalgo Valdivia** Coordinador de Laboratorio de Suelos y Concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa,

#### HACE CONSTAR

Que el (los) Señor(es) Bachiller(es) en Ingeniería Civil:

**RICARDO FRANCO PALMA MEDINA,**  
**JESÚS ROLANDO MANRIQUE AVENDAÑO**

(COD-2012100731)

(COD-2011222271)

Han realizado los ensayos en el Laboratorio de Suelos y Concreto correspondientes a su trabajo de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con la tesis denominada:

#### "ESTUDIO DEL USO DE PARTÍCULAS DE VIDRIO EN CONCRETOS CON RESISTENCIAS CONVENCIONALES EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

Los ensayos efectuados por los señores Bachilleres fueron los siguientes:

| DESCRIPCIÓN                                                                        | C.U al 25% | CANTIDAD | TOTAL    |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------|----------|
| Contenido de Humedad de Agregados                                                  | 5          | 6 S/     | 30.00    |
| Análisis Granulométrico de Agregados Grueso y Finos - incluye Módulo de Fineza     | 12.5       | 6 S/     | 75.00    |
| Peso Específico y Absorción de Agregado Grueso                                     | 11.3       | 6 S/     | 67.80    |
| Peso Unitario Suelto                                                               | 6.3        | 6 S/     | 37.80    |
| Peso Unitario Varillado                                                            | 8.8        | 6 S/     | 52.80    |
| Abrasión Los Angeles (L.A.) al Desgaste de los Agregados de Tamaños Mayores a 3/4" | 32.5       | 3 S/     | 97.50    |
| Compresión de Probetas de Concreto de 4" y 6"                                      | 3          | 869 S/   | 2,607.00 |
|                                                                                    |            | TOTAL S/ | 2,967.90 |

El costo total de los ensayos realizados asciende a: S/. 2,967.90

El costo cancelado por dichos ensayos asciende a: S/. 1,038.77\* (Comprobante BO17-00002375)

\*Según descuento tipo C autorización de la Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

Los trabajos realizados en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Concreto, se llevaron a cabo entre el 18/01/19 y el 31/05/2019

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para continuidad en el trámite de titulación.

Arequipa, 26 de junio del 2019

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

*[Firma]*  
Dr. Ing. ALEJANDRO VICTOR HIDALGO VALDIVIA  
COORDINADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERÍA CIVIL  
EPIC- FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

ayetano Arenas N°152 - Parque Industrial - Arequipa - Perú Telf : 054 382038 anexo 1465 email: labcivil@ucsm.edu.pe

ANEXO 145: Constancia de uso del Laboratorio de concreto de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil.  
Fuente: UCSM