REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

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

ANÁLISIS COMPARATIVO DE NUEVAS CANTERAS EN PROCESO INICIAL DE EXPLOTACIÓN ELABORANDO CONCRETOS CON CEMENTO TIPO IP, TIPO I Y TIPO HE PARA f'c = 210 kgf/cm^2, PARA TMN ½" Y ¾" EN LA CIUDAD DE AREQUIPA

Tesis presentada por los Bachilleres:

Vargas Uruchi, Jhordan David

Peralta Illanes, Carlos Ruben Rolando

para optar el Título Profesional de

Ingeniero Civil

Asesor:

Mg. Ing. Ugarte Calderón, Enrique Alfonso

Arequipa – Perú

2020

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INGENIERIA CIVIL

DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR DE TESIS

Arequipa, 16 de Noviembre del 2020

Dictamen: 001137-C-EPIC-2020

Visto el borrador de tesis del expediente 001137, presentado por:

2013204451 - VARGAS URUCHI JHORDAN DAVID
2013701241 - PERALTA ILLANES CARLOS RUBEN ROLANDO

Titulado:

ANÁLISIS COMPARATIVO DE NUEVAS CANTERAS EN PROCESO INICIAL DE EXPLOTACIÓN ELABORANDO CONCRETOS CON CEMENTO TIPO IP, TIPO I Y TIPO HE PARA f'c = 210 kgf/cm², PARA TMN ½" Y ¾" EN LA CIUDAD DE AREQUIPA

Nuestro dictamen es:

APROBADO

1949 - DIAZ GALDOS MIGUEL RENATO
DICTAMINADOR

2778 - UGARTE CALDERON ENRIQUE ALFONSO
DICTAMINADOR

9260 - DE LA CRUZ MENDOZA FERNANDO ARON
DICTAMINADOR

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por permitirme llegar a este punto de mi vida, superando cada adversidad, acompañándome en los momentos más dolorosos y más felices de mi vida.

A mi madre, Feliciana, que desde el cielo me cuida, por siempre creer en mí, por inculcarme valores, sueños y por su inmenso y maravilloso amor incondicional que me dio en vida.

A mi padre, Juan de Dios, por su gran amor, creer en mí, sacrificio y apoyo incondicional.

A mis hermanos, Juan y Liliana, por su comprensión, por apoyarme en cumplir mis sueños más anhelados, por siempre confiar en mí, por sus innumerables consejos y motivaciones.

A Rosa Carolina, por su gran amor, su maravillosa amistad, su apoyo y palabras de aliento.

A la familia Ramos, Dr. Dante y Dra. Josefina, por su apoyo durante mis años de universidad; a sus hijos Eduardo y Rocío, por su aprecio, comprensión y su gran amistad.

A mi compañero de tesis Carlos Ruben, por su gran amistad, el tiempo invertido y su gran esfuerzo en la elaboración de la presente tesis.

A nuestros amigos Brian Zapana, Edward Sequeiros, Ronald y Yunior por su apoyo en la realización de esta tesis y su valiosa amistad; a Luis Ángel, Malú, Sheyla, Juancho, Lucia, María, mis queridos amigos del ACI UCSM y todos mis amigos, por sus buenas vibras, palabras de aliento, por su sincera amistad y los buenos momentos que compartimos juntos.

A mis docentes, Marco Sánchez, Mauricio León y Carla Guillen, por sus consejos en la elaboración de la presente tesis y en mi formación universitaria, y sobre todo su valiosa amistad y a todos mis docentes en general por sus enseñanzas y valores que nos inculcaron.

A mi asesor, Magister Ingeniero Enrique A. Ugarte Calderón, por su gran amistad, su tiempo, sus consejos y apoyo incondicional en la elaboración de la presente tesis.

Al equipo técnico del laboratorio, Luis Alberto, Sra. Nancy, Ing. Yuri, Arq. Mónica y Sr. Ricardo, por su colaboración y consejos en los ensayos realizados en el laboratorio UCSM.

DEDICATORIA

A Dios, quien desde el cielo guía mi camino. A mis padres y hermanos, pilares fundamentales en mi vida, soy quien soy gracias a ustedes. Con mucho amor y cariño, les dedico todo mi esfuerzo y pasión, en reconocimiento a todo el sacrificio que han puesto a lo largo de mi vida para que yo pueda emprender el vuelo y cumplir mis sueños más anhelados, se merecen esto y mucho más.

Jhordan David Vargas Uruchi

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por brindarme toda la fuerza para seguir adelante a pesar de las adversidades que se presentaron a lo largo de mi vida.

A mi padre Mateo Rolando, a mi madre Lidia y hermana Kely Angélica, por todo el apoyo, consejos y motivaciones en todo momento.

A la Universidad Católica de Santa María y los docentes, por todo el conocimiento y experiencia que te brindan a lo largo de la carrera universitaria.

A Estefanny, por su inmenso amor, apoyo incondicional y compañía.

A mi compañero de tesis Jhordan David, por su gran amistad, el tiempo invertido y su gran esfuerzo en la elaboración de la presente tesis.

A nuestros amigos Eduardo, Brian Zapana, Edward Sequeiros, Ronald, Yunior y Leslie por su apoyo en la realización de esta tesis y su valiosa amistad en la vida universitaria.

A mis docentes, Marco Sánchez, Mauricio León, Olger Febres y Carla Guillen, por su gran amistad y sus consejos en la elaboración de la presente tesis y en mi formación universitaria.

A mi asesor, Magister Ingeniero Enrique A. Ugarte Calderón, por su gran amistad, su tiempo, sus consejos y apoyo incondicional en la elaboración de la presente tesis.

Al equipo técnico del laboratorio, Luis Alberto, Sra. Nancy, Ing. Yuri, Arq. Mónica y Sr. Ricardo, por su colaboración y consejos en los ensayos realizados en el laboratorio de la Universidad Católica de Santa María.

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi familia en especial a mis padres Mateo Rolando Peralta Rojas y Lidia Illanes Quispe y a mi hermana Kely Angelica Peralta Illanes, por todo el amor y compañía que me dieron y me siguen dando a lo largo de mi vida, además del apoyo incondicional que me brindaron durante mis años de estudio puesto que me alentaban a superarme día a día y ser una persona de bien.

Carlos Ruben Rolando Peralta Illanes.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

RESUMEN

En la presente investigación, se estudió la calidad de los agregados de TMN ½" y ¾" de las nuevas canteras en proceso inicial de explotación en la ciudad de Arequipa, "Franed" y "Quillacona", mediante sus propiedades físicas, químicas y mecánicas verificando si cumplen o no los requerimientos de la norma NTP 400.037 "Agregados para el concreto" y se comparó con los resultados de la cantera "La Poderosa" que se caracteriza por tener agregados de excelente calidad. Luego, se analizó el comportamiento de los agregados en la elaboración de concretos de f'c = 210 kgf/cm^2, diseñados con y sin factor de seguridad por no contar con una base de datos de estas canteras, variando el tipo de cemento con el fin de tener un mejor análisis comparativo del concreto, verificando así, la calidad de estos, mediante sus propiedades en estado fresco y endurecido, comparando el desarrollo de sus resistencias a 1, 3, 7, 14 y 28 días del concreto convencional usando cemento Mishky y Yura tipo IP y concreto de resistencias altas a edades tempranas usando cemento Wari tipo I y Yura tipo HE.

Los resultados indican que los agregados finos y gruesos de la nueva cantera Franed, son de buena calidad, muy a pesar de no cumplir con la granulometría del agregado grueso que se sale de los límites establecidos, porque la norma indica que, en caso de no cumplir con los requerimientos, se debe comprobar la calidad del concreto que producen para ser usados en construcción y siendo de satisfacción de ambas partes interesadas. Es por ello que, al analizar los concretos elaborados con este agregado dieron de buena calidad, teniendo un comportamiento similar a los resultados de la cantera La Poderosa. Por otro lado, el agregado fino de la nueva cantera Quillacona, no cumplieron con varios requisitos de calidad que establece la norma, siendo de mala calidad y se vio reflejado en las propiedades del concreto. Sin embargo, el agregado grueso es de buena calidad, porque a pesar de no cumplir con la granulometría que se sale de los límites establecidos, sí llegaron a la resistencia deseada, siendo el que menor desempeño tuvo entre las 3 canteras.

Finalmente, se realizó el análisis de precios unitarios y costo-beneficio para cada cantera, tipo de cemento y TMN de ½'' y ¾''. Se concluyó que los precios unitarios que mayor costo genera por m^3 es La Poderosa, seguida de Quillacona y Franed. En concretos convencionales, los elaborados con cemento "Mishky IP" costaron menos que con "Yura IP" y en concretos de resistencias altas a edades tempranas con cemento "Wari I" costaron menos que con Yura HE. Además, la cantera con mejor costo-beneficio fue Franed.

Palabras Clave: *Canteras, Calidad de agregados, concreto, costo-beneficio*.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ABSTRACT

In the present research, it was studied the quality of the TMN ½ "and ¾" aggregates from the new quarries in the initial process of exploitation in the city of Arequipa, "Franed" and "Quillacona", through their physical, chemical and mechanical properties. verifying whether or not they are meeting the requirements of the standard NTP 400.037 “Aggregates for concrete”, and this was compared with the results of the “La Poderosa” quarry, which is characterized by having excellent quality aggregates. Then, it was analyzed the behavior of the aggregates in the elaboration of concretes of f'c = 210 kgf / cm^2, designed with and without a safety factor, due to the lack of a database of these quarries, varying the type of cement with the objective to have a better comparative analysis of the concrete, in this way verifying their quality, through their properties in the fresh and hardened state, comparing the development of their resistance at 1, 3, 7, 14 and 28 days of conventional concrete using Mishky cement and Yura type IP and high strength concrete for early ages using Wari type I cement and Yura type HE.

The results indicate that the fine and coarse aggregates of the new Franed quarry are of good quality, despite not complying with the granulometry of the coarse aggregate that exceeds the established limits, because the norm indicates that, in case of not complying with the requirements, the quality of the concrete produced to be used in construction must be verified in order to be satisfied in both cases. That is why when analyzing the concretes made with this aggregate, they gave good quality, having a similar behavior to the results of the La Poderosa quarry. On the other hand, the fine aggregate of the new Quillacona quarry did not meet various quality requirements established by the norm, being of poor quality and it was reflected in the properties of the concrete. However, the coarse aggregate has a good quality, because despite of not complying with the granulometry that exceeds the established limits, it did reach the desired resistance, being the one with the lowest performance among the 3 quarries.

Finally, it was carried out the analysis of unit prices and cost-benefit for each quarry, type of cement and MTN of ½’’ and ¾’’. It was concluded that the unit prices that generate the highest cost per m^3 are La Poderosa, followed by Quillacona and Franed. In conventional concretes, those made with “Mishky IP” cement costed less than the ones made with “Yura IP”, and in concrete with high resistance at early ages with “Wari I” cement they cost less than with “Yura HE”. In addition, the quarry with the best cost-benefit was Franed.

Keywords: Quarries, Quality of aggregates, concrete, cost-benefit.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

INTRODUCCIÓN

Capítulo I: Se describe el planteamiento del problema de nuestra investigación, respondiendo a nuestra pregunta de investigación ¿Cómo influye la calidad de los agregados de las nuevas canteras en Arequipa en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido? Con ello se planteó nuestros objetivos general y específicos y la Hipótesis de nuestra investigación: "Es factible que haciendo una validación de los estudios de sus propiedades físicas, químicas y mecánicas de las nuevas canteras, se compruebe la calidad de los agregados, si cumple o no los requerimientos de la norma NTP 400.037 "Agregados para el concreto", si llegará o no a la resistencia requerida de f'c = 210 kgf/cm^2 elaborando concretos convencionales usando cemento tipo IP y concretos de resistencias altas a edades tempranas usando cemento tipo I y tipo HE".

Se detalló también el tipo de investigación, las técnicas e instrumentos de recolección de datos, métodos, ubicación espacial, temporal y la unidad de estudio.

Capítulo II: Se detalló los principales antecedentes de investigación y los conceptos más relevantes en el marco teórico, definiciones como: canteras, agregados, cemento portland, concreto, diseño de mezclas y más.

Capítulo III: En este capítulo se detalla la fase experimental de nuestra investigación, la ubicación de las canteras de estudio, la descripción de los ensayos realizados en laboratorio para determinar las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los agregados fino y grueso.

Capítulo IV: En este capítulo se muestran los resultados obtenidos de los ensayos, las gráficas y discusión del mismo. Además, se analizó los resultados del capítulo III mediante un cuadro resumen verificando dichos resultados con los parámetros y valores establecidos en la norma NTP 400.037 "Agregados para el Concreto". Finalmente, se mostrarán los resultados de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido con el fin de determinar la calidad del concreto variando el tipo de cemento.

Capítulo V: En este capítulo se analizó la evaluación económica, el análisis de costos unitarios por cantera, tipo de cemento, TMN y diseños por el método Comité ACI 211 con y sin factor de seguridad, de acuerdo al precio que lo venden y el transporte puesto en obra. Además, se mostrará el análisis de costo beneficio.

Finalmente, se muestran las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS ii
DEDICATORIA ii
AGRADECIMIENTOS iii
DEDICATORIA iii
RESUMEN iv
ABSTRACT v
INTRODUCCIÓN vi

CAPÍTULO I 1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1
1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN 1
1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 1
1.2.1 Enunciado del problema 1
1.2.2 Descripción del problema 1
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 2
1.4 ALCANCE Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 3
1.5 OBJETIVOS 4
1.5.1 Objetivo general 4
1.5.2 Objetivos específicos 4
1.6 HIPÓTESIS 5
1.7 VARIABLES 5
1.7.1 Variable independiente 5
1.7.2 Variables dependientes 6
1.8 LIMITANTES 6
1.9 TIPO DE INVESTIGACIÓN 6
1.10 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 6
1.11 MÉTODO 7
1.12 CAMPO DE VERIFICACIÓN 9
1.12.1 Ubicación espacial 9
1.12.2 Unidades de estudio 9

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO II 10
2. MARCO TEÓRICO 10
2.1 ANÁLISIS DE ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS 10
2.2 CANTERAS EN PROCESO INICIAL DE EXPLOTACIÓN 12
2.2.1 Definición de canteras 12
2.2.2 Origen de canteras en proceso inicial de explotación 12
2.2.3 Localización de la cantera 13
2.2.4 Explotación de canteras 13
2.2.5 Tipos de explotación de cantera 13
2.2.6 Clasificación de las canteras según el tipo de explotación 14
2.2.7 Marco legal 14
2.3 AGREGADOS 15
2.3.1 Definición de agregados 15
2.3.2 Clasificación 15
2.3.2.1 Agregado fino 15
2.3.2.2 Agregado grueso 15
2.3.3 Ensayos de los agregados 16
2.3.3.1 Granulometría 16
2.3.3.2 Peso específico 17
2.3.3.3 Peso unitario 17
2.3.3.4 Contenido de humedad 17
2.3.3.5 Módulo de fineza 18
2.3.3.6 Ensayo de impurezas inorgánicas 18
2.3.3.7 Ensayo de abrasión 19
2.3.3.8 Absorción 19
2.3.3.9 Ensayos químicos 19
2.4 CEMENTO 20
2.4.1 Introducción 20
2.4.2 Cemento portland 20
2.4.3 Cemento portland Tipo HE 23
2.4.4 Cemento portland Wari Tipo I de uso general 23
2.5 DISEÑO DE MEZCLAS 23
2.5.1 Métodos de dosificación 23
2.5.1.1 Métodos convencionales 24

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.5.1.2 Métodos racionales 24
2.5.1.3 Métodos prácticos o experimentales 24
2.5.2 Método ACI 24
2.5.3 Etapas del diseño de mezclas 25
2.5.3.1 Resistencia promedio 25
2.5.3.2 Coeficiente de variación 26
2.5.3.3 Desviación estándar 26
2.5.3.4 Cálculo de la resistencia promedio 29
2.5.3.5 Selección del asentamiento 31
2.5.3.6 Selección tamaño máximo nominal del agregado 32
2.5.3.7 Selección del volumen unitario de agua 34
2.5.3.8 Selección del contenido de aire 35
2.5.3.9 Selección de la relación agua – cemento 38
2.5.3.9.1 Relación a/c por resistencia 38
2.5.3.9.2 Relación a/c por durabilidad 41
2.5.3.10 Cálculo del contenido de cemento 43
2.5.3.11 Selección del agregado 44
2.5.3.11.1 Selección del agregado grueso 44
2.5.3.11.2 Selección del agregado fino 45
2.5.3.12 Ajuste por humedad del agregado 45
2.5.3.12.1 Corrección por contenido de humedad 46
2.5.3.12.2 Corrección por capacidad de absorción 47
2.6 CONCRETO 48
2.6.1 Definición de concreto 48
2.6.2 Componentes el concreto 48
2.6.3 Proporciones típicas de los componentes del concreto 49
2.6.4 Propiedades principales del concreto 49
2.6.4.1 Trabajabilidad 50
2.6.4.2 Segregación 50
2.6.4.3 Exudación 50
2.6.4.4 Peso unitario 51
2.6.4.5 Consistencia 51
2.6.4.6 Cohesividad 52
2.6.4.7 Resistencia a la compresión 52
2.6.4.8 Resistencia a la tracción 53

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO III 54
3. FASE EXPERIMENTAL 54
3.1 CANTERAS EN ESTUDIO 54
3.1.1 Cantera Chiguata – Quillacona 54
3.1.2 Cantera Franed 57
3.1.3 Cantera Poderosa 60
3.2 PROPIEDADES DEL AGREGADO DE CANTERAS EN PROCESO INICIAL DE EXPLOTACIÓN 62
3.2.1 Granulometría 62
3.2.1.1 Agregado fino 62
3.2.1.2 Agregado grueso 69
3.2.2 Peso específico y absorción 81
3.2.2.1 Agregado fino 81
3.2.2.2 Agregado grueso 88
3.2.3 Peso unitario compactado 94
3.2.4 Peso unitario suelto 97
3.2.5 Contenido de humedad 99
3.2.6 Ensayo de impurezas orgánicas 101
3.2.7 Resistencia a la abrasión (máquina de los ángeles) 103
3.2.8 Ensayo químico 106
3.2.9 Valor de azul de metileno 107
3.2.10 Materiales más finos que pasan por el tamiz 75 µm (N° 200) 110
3.2.11 Terrones de arcilla y partículas desmenuzables 112
3.3 DISEÑOS DE MEZCLAS 116
3.4 PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO 119
3.4.1 Asentamiento o slump (NTP 339.035) 119
3.4.2 Contenido de aire método de presión (NTP 339.083) 121
3.4.3 Temperatura (NTP 339.183) 124
3.4.4 Peso unitario y rendimiento (NTP 339.046) 125
3.5 PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO 130
3.5.1 Ensayo de compresión axial (NTP 339.034) 130
3.5.2 Ensayo de tracción simple por compresion diametral (NTP 339.084) 141
3.5.3 Ensayo de abrasión al concreto 150

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO IV 154
4. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS Y DISCUSIÓN 154
4.1 ANÁLISIS Y RESULTADOS DEL AGREGADO FINO 154
4.1.1 Granulometría 154
4.1.2 Peso específico y absorción 155
4.1.3 Contenido de humedad 156
4.1.4 Peso unitario suelto y compactado 157
4.1.5 Pasante de la malla #200 159
4.1.6 Terrones de arcilla 160
4.1.7 Valor de azul de metileno 160
4.1.8 Resumen requisitos ensayos agregado fino (NTP 400.037) 161
4.2 ANÁLISIS Y RESULTADOS DEL AGREGADO GRUESO 163
4.2.1 Análisis y resultados del agregado de TMN 1/2" 163
4.2.1.1 Granulometría 163
4.2.1.2 Peso específico y absorción 164
4.2.1.3 Contenido de humedad 165
4.2.1.4 Peso unitario suelto y compactado 166
4.2.1.5 Pasante de la malla #200 167
4.2.1.6 Terrones de arcilla 168
4.2.1.7 Resistencia a la abrasión 169
4.2.1.8 Resumen requisitos agregado grueso (NTP 400.037) 169
4.2.2 Análisis y resultados del agregado de TMN 3/4" 171
4.2.2.1 Granulometría 171
4.2.2.2 Peso específico y absorción 172
4.2.2.3 Contenido de humedad 173
4.2.2.4 Peso unitario suelto y compactado 174
4.2.2.5 Pasante de la malla #200 176
4.2.2.6 Terrones de arcilla 177
4.2.2.7 Ensayos químicos para agregado grueso TMN ½" y ¾" 178
4.2.2.8 Resistencia a la abrasión 179
4.2.2.9 Resumen requisitos ensayos agregado grueso (NTP 400.037) 179

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.3 ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO 182
4.3.1 Asentamiento (NTP 339.035) 182
4.3.2 Contenido de aire método de presión (NTP 339.083) 189
4.3.3 Temperatura (NTP 339.183) 194
4.3.4 Peso unitario y rendimiento (NTP 339.046) 198
4.4 ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO 205
4.4.1 Resistencia a la compresión 205
4.4.1.1 Análisis comparativo de resistencias a la compresión por producción 205
4.4.1.2 Análisis comparativo de resistencias a la compresión por cementos 212
4.4.1.3 Análisis comparativo de resistencias a la compresión por cantera e influencia del factor de seguridad 224
4.4.1.4 Análisis comparativo concreto convencional y concreto de resistencias altas a edades tempranas. 245
4.5 Ensayo de tracción simple por compresion diametral (NTP 339.084) 257
4.6 Ensayo de abrasión al concreto 259
CAPÍTULO V 261
5. EVALUACIÓN ECONÓMICA 261
5.1 ANÁLISIS DE COSTOS 261
5.1.1 Análisis de costos unitarios 261
5.1.2 Análisis comparativo costo-beneficio 272

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 283
CONCLUSIONES 283
RECOMENDACIONES 307
PROPUESTAS DE INVESTIGACIÓN 309

BIBLIOGRAFÍA 310
LISTA DE TABLAS 315
LISTA DE ILUSTRACIONES 320
ÍNDICE DE ECUACIONES 325
ANEXOS 327

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN

"Análisis comparativo de nuevas canteras en proceso inicial de explotación elaborando concretos con cemento tipo IP, tipo I y tipo HE para f'c = 210 kgf/cm^2, para TMN ½" y ¾" en la ciudad de Arequipa".

1.2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1 Enunciado del problema

Las nuevas canteras en proceso inicial de explotación no cuentan con un Estudio de Cantera, por lo tanto, no se ha validado los resultados de los estudios de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los agregados; si cumplen o no, los requerimientos de la norma NTP 400.037 "Agregados para el concreto", ni de su comportamiento y calidad de los agregados en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.

1.2.2 Descripción del problema

En la presente investigación contamos con 2 nuevas canteras en proceso inicial de explotación los cuales son: la cantera de la Sociedad Minera de Responsabilidad Limitada "Franed" (Colindante de la minera Cerro Verde) y la cantera de "Quillacona" (ubicado en Chiguata con planta chancadora en Cono Norte). Las 2 nuevas canteras no cuentan con un Estudio de los agregados, por tal motivo, no sabemos qué calidad tienen porque no se conocen sus propiedades físicas, químicas y mecánicas. Para determinar la calidad de sus agregados se debe verificar si cumplen o no los requerimientos de la norma NTP 400.037 "Agregados para el concreto" y su comportamiento en las propiedades del concretos en estado fresco y endurecido, por lo que se debe hacer pruebas y ensayos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La calidad de los agregados son parte importante en el diseño de mezclas de concreto que nos permite obtener concretos de buena o mala calidad, debido a su gran influencia en la resistencia determinaremos si llegará o no a la resistencia requerida para los elementos estructurales del sector construcción.

Por ello, la importancia de elaborar concreto variando el tipo de cemento, analizando su comportamiento en las propiedades del concreto y los resultados de la elaboración de concreto convencional y concretos que nos proporcionen un acelerado desarrollo de sus resistencias iniciales y finales.

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Con el transcurso del tiempo se han ido haciendo investigaciones para determinar las propiedades de las principales canteras en nuestra ciudad (La Poderosa, Socabaya y Cono Norte), pero poco se ha investigado de las más recientes canteras que están siendo explotadas tales como la cantera de la Sociedad Minera de Responsabilidad Limitada "Franed" (a 1 km de la Partición, colindante de la minera Cerro Verde) y la cantera de "Quillacona" (cantera en Chiguata y planta chancadora en Cono Norte); la población desconoce sobre la calidad de dichos agregados, a pesar que estos tienen mucho impacto en la resistencia del concreto y por ende, depende de estos si se obtiene concretos de buena o mala calidad. Es por ello la importancia de esta investigación la cual es validar y determinar la calidad de los agregados de TMN ½" y ¾" mediante sus propiedades físicas, químicas y mecánicas de los agregados, si cumplen o no los requerimientos de la norma NTP 400.037 "Agregados para el concreto" y su comportamiento en el concreto en estado fresco y endurecido con el fin de saber la calidad del concreto y estos resultados compararlos con los resultados de la cantera de La Poderosa, siendo estos valores de referencia, porque sus agregados son de buena calidad, tiene su certificación y son los más comerciales.

Para el diseño de mezcla de concretos con un f'c = 210 kgf/cm^2 se hará por el método del comité ACI 211, el cual es un método muy sencillo y muy utilizado por sus tablas y recomendaciones que nos brinda y los cuales son continuamente revisadas para brindar estándares que respondan a las diversas necesidades de la industria de la construcción.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Además, para poder observar el comportamiento de los nuevos agregados en el concreto se hará variando el tipo de cemento y marca con el fin de tener una mayor recopilación de información de su comportamiento en el concreto y un mejor análisis comparativo.

Esta variación de cementos y marcas nos permite analizar 2 tipos de concreto: concreto convencional y concreto de resistencias altas a temprana edad, para el primer caso se hará usando cementos muy comerciales como Mishky tipo IP y Yura tipo IP y en el segundo caso se hará usando cemento Wari tipo I y cemento Yura tipo HE los cuales nos dan un acelerado desarrollo de sus resistencias iniciales y finales que permiten optimizar los avances en la construcción. Es importante tener toda esta información muy variada para poder tomar decisiones en cuanto a calidad y costo – beneficio.

1.4 ALCANCE Y DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación tiene el objetivo de validar la calidad de los agregados, de acuerdo a la NTP 400.037 “Agregados para el concreto” de las canteras “Quillacona” y “Franed”, que son canteras en proceso inicial de explotación y compararlas con los resultados de la cantera “La Poderosa” conocida por su calidad de agregados y muy utilizada en construcciones de viviendas de nuestra ciudad.

Para determinar la calidad de los agregados verificaremos si cumplen o no los requerimientos de la norma NTP “Agregados para el concreto” Norma Técnica Peruana 400.037, (2018); si llegó o no a la resistencia requerida de f’c = 210 kgf/cm^2 elaborando concretos convencionales usando cemento Mishky y Yura tipo IP y concretos de resistencias altas a edades tempranas usando cemento Wari tipo I y Yura tipo HE, verificando así su calidad en estado fresco y endurecido del concreto. Se realizó los estudios sobre las principales propiedades de los agregados que indica la norma para determinar su comportamiento en la elaboración de concretos, realizando ensayos en estado fresco tales como: asentamiento, contenido de aire, temperatura y peso unitario; y ensayos en estado endurecido tales como: ensayo de compresión axial, ensayo de tracción indirecta y abrasión del concreto. Estos ensayos que se realizaron tanto a los agregados como al concreto, nos brindarán información acerca de la calidad de los agregados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Además, al ser un trabajo de investigación con bastantes variaciones en cantera, TMN y tipo de cemento nos permite obtener una gran cantidad de resultados muy variados y poder realizar un análisis comparativo. Pero al no contar con una data estadística sobre los resultados de la resistencia del concreto que producirán con los agregados de las nuevas canteras, se planteó observar la influencia de considerar y no considerar el factor de seguridad de +84 kgf/cm^2 (que se utiliza para obtener el f'cr = resistencia requerida, para hacer los diseños de mezcla de un f'c = 210 kgf/cm^2 cuando no se tiene una base de datos) y con ello observar gráficamente el rango de variación referencial en el que se encuentran nuestros resultados de resistencias a la compresión axial.

Por lo tanto, se hará una comparación entre concretos convencionales y concretos de resistencias altas a temprana edad con el fin de elaborar cuadros y gráficas comparativas que ayuden a analizar el desarrollo de sus resistencias a 1, 3, 7, 14 y 28 días, visualizar el comportamiento de los nuevos agregados en las propiedades del concreto, analizar sus diferencias y ventajas, así como un análisis de precios unitarios y costo-beneficio.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Validar los estudios y la calidad de los agregados de nuevas canteras en proceso inicial de explotación de acuerdo a la NTP 400.037 "Agregados para el concreto" y elaborando concretos con cemento tipo IP, cemento tipo I y cemento tipo HE para f'c = 210 kgf/cm^2, para TMN ½" y ¾" en la ciudad de Arequipa.

1.5.2 Objetivos específicos

a) Determinar las propiedades físicas, químicas y mecánicas del agregado grueso y agregado fino de las canteras "Quillacona", "Franed" y "La Poderosa".

b) Determinar la calidad del concreto convencional mediante sus propiedades en estado fresco y endurecido utilizando cementos tipo IP.

c) Determinar la calidad del concreto de resistencias altas a edades tempranas mediante sus propiedades en estado fresco y endurecido utilizando cemento tipo I y tipo HE.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

d) Analizar comparativamente las resistencias a la compresión por tipo de cemento.

e) Analizar comparativamente las resistencias a la compresión por cantera y la influencia del factor de seguridad en el método del comité ACI 211.

f) Analizar comparativamente el desarrollo de resistencias iniciales y finales del concreto convencional y concreto de resistencias altas a edades tempranas a 1, 3, 7, 14 y 28 días.

g) Determinar y analizar comparativamente los costos unitarios y costo-beneficio de utilizar agregados en proceso inicial de explotación por cantera y cemento.

1.6 HIPÓTESIS

Dado que las nuevas canteras de "Franed" y "Quillacona" están en proceso inicial de explotación y que sus agregados serán utilizados en la elaboración de concretos del sector construcción en la ciudad de Arequipa; es factible que haciendo una validación de los estudios de sus propiedades físicas, químicas y mecánicas de las nuevas canteras, se compruebe la calidad de los agregados, si cumple o no los requerimientos de la norma NTP 400.037 "Agregados para el concreto", si llegará o no a la resistencia requerida de f'c = 210 kgf/cm^2 elaborando concretos convencionales usando cemento tipo IP y concretos de resistencias altas a edades tempranas usando cemento tipo I y tipo HE.

1.7 VARIABLES

1.7.1 Variable independiente

- Uso de cementos Mishky tipo IP, Yura tipo IP, Wari tipo I y Yura tipo HE en el diseño de mezclas.
- Uso de agregado fino por canteras ("Quillacona, Franed" y "La Poderosa").
- Uso de agregado grueso TMN ½" y ¾" por cantera ("Quillacona, Franed" y "La Poderosa").
- Diseño de mezclas con y sin factor de seguridad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.7.2 Variables dependientes

- Resistencias a 1, 3, 7, 14 y 28 días.
- Propiedades del concreto en estado fresco y endurecido.
- Costo - beneficio y precios unitarios.

1.8 LIMITANTES

- El análisis del método de ensayo sales solubles por digestión específica - gravimetría se realizó en laboratorio externo.
- El análisis del método de ensayo para sílice en álcalis – gravimetría se realizó en laboratorio externo.

1.9 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo correlacional debido a que se hará un análisis comparativo de nuevas canteras con TMN ½" y ¾" elaborando concretos con diferentes tipos de cemento. También es de tipo experimental y cuantitativo debido a que se determinarán las propiedades físicas, químicas y mecánicas en laboratorio de acuerdo a la norma NTP 400.037 "Agregados para el concreto" y se obtendrán cuadros estadísticos.

Las pruebas y ensayos de esta investigación se realizaron en el laboratorio de la Universidad Católica de Santa María; los ensayos químicos de los agregados de las 3 canteras, se realizaron en el laboratorio denominado "Laboratorio Analítico del Sur (LAS)" ubicado en cono norte de la ciudad de Arequipa.

1.10 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se realizará la validación de los resultados de la calidad de los agregados mediante la aplicación de ensayos en laboratorio para determinar las propiedades de los agregados de acuerdo a la norma NTP 400.037 "Agregados para el concreto" y del concreto en estado fresco y endurecido que están explicados y normados en la NTP (Norma Técnica Peruana).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La recolección de datos se obtendrá mediante rotura de probetas de un universo de 56 diseños (4 diseños/día), de los cuales se elaboraron: 504 dados de concreto para abrasión (9 dados por diseño de 5x5 cm de lado), 168 probetas para tracción indirecta y 894 probetas para compresión axial para determinar resistencias del concreto convencional usando cemento tipo IP y concretos de resistencias altas a edades tempranas usando cemento tipo I y tipo HE a edades de 1, 3, 7, 14 y 28 días para TMN de ½" y ¾".

Tabla 1: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Método de diseño de mezcla	Concreto convencional	Concreto de Resistencias Altas a temprana edad	PRUEBAS DE ENSAYO				Equipos de Laboratorio a utilizar
			Materiales		Concreto		
	T.M.N.						
	1/2" y 3/4"	1/2" y 3/4"	Ag. Fino	Ag. Grueso	Estado Fresco	Estado Endurecido	
	f´c (kgf/cm²)						
Comité del ACI - 211	210	210	Granulometría	Granulometría	Slump (Cant. = 56)	Ensayo de Compresión Axial (Cant. = 894)	Equipo de Granulometría
			Peso Específico	Peso Específico			
			P.U.Compactado	P.U.Compactado			
			P.U.Suelto	P.U.Suelto	Contenido de aire Método de Presión (Cant. = 56)		Olla de Washington
			Cont. Humedad	Cont. Humedad		Ensayo de Tracción Indirecta (Cant. = 168)	
			Módulo Fineza	Módulo Fineza			Trompo
			Absorción	Absorción			
			Pasante de la malla N° 200	Pasante de la malla N° 200	Temperatura (Cant. = 56)		Hornos
			Terrones y partículas dezmenuzables	Terrones y partículas dezmenuzables			
				Abrasión	Peso Unitario de Producción (Rendimiento) (Cant. = 56)	Abrasión del Concreto (504 dados) (1 juego = 9 dados concreto)	Máquina de los Ángeles
			Azul de metileno	Ensayo Químico (Lab. Externo)			
			Ensayo de Impurezas Orgánicas	Ensayo de Impurezas Orgánicas			

Fuente: modificado de Chaiña & Paz, (2015).

1.11 MÉTODO

- ✓ Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas 4ta. Edición Norma Técnica Peruana 339.034 (2015).
- ✓ Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland 4ta. Edición Norma Técnica Peruana 339.035 (2015).
- ✓ Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto) 2da. edición Norma Técnica Peruana 339.046 (2015).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- ✓ Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla para hormigón (concreto) fresco, por el método de presión edición Norma Técnica Peruana 339.083 (2003).
- ✓ Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica Norma Técnica Peruana 339.084 (2017).
- ✓ Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio Norma Técnica Peruana 339.183 (2018).
- ✓ Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto Norma Técnica Peruana 339.184 (2018).
- ✓ Métodos de extracción y preparación de las muestras Norma Técnica Peruana 400.010 (2016).
- ✓ Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global Norma Técnica Peruana 400.012 (2018).
- ✓ Método de ensayo normalizado para terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados Norma Técnica Peruana 400.015 (2018).
- ✓ Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados Norma Técnica Peruana 400.017 (2016).
- ✓ Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm (N° 200) por lavado en agregado Norma Técnica Peruana 400.018 (2018).
- ✓ Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la Maquina de los Ángeles Norma Técnica Peruana 400.019 (2019).
- ✓ Método de ensayo normalizado para la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso Norma Técnica Peruana 400.021 (2018).
- ✓ Método de ensayo normalizado para la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino Norma Técnica Peruana 400.022 (2018).
- ✓ Método de ensayo normalizado para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para el concreto Norma Técnica Peruana 400.024 (2016).
- ✓ Agregados. Agregados para el concreto Norma Técnica Peruana 400.037 (2018).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

1.12 CAMPO DE VERIFICACIÓN

1.12.1 Ubicación espacial

La ubicación espacial de la investigación se realizará en la región de Arequipa, ciudad de Arequipa, usando los agregados de 3 canteras diferentes, tenemos la cantera de la Sociedad Minera de Responsabilidad Limitada "Franed" (a 1 km de la Partición, colindante de la minera Cerro Verde), la cantera de "Quillacona" (ubicado en Chiguata, a espaldas de la comisaria de Chiguata y con planta chancadora en Cono Norte) y la cantera de "La Poderosa" (ubicado a un costado del túnel de Congata), las 2 primeras canteras están en proceso inicial de explotación y la última es la cantera de referencia por ser de buena calidad y muy comercial en nuestra ciudad.

1.12.2 Unidades de estudio

El presente trabajo tiene como unidad de estudio los agregados de las nuevas canteras de TMN de ½" y ¾" y su comportamiento en la elaboración de probetas de concretos variando el tipo de cemento (tipo IP, tipo I y tipo HE), haciendo uso de moldes de plástico de 4" x 8" (10 x 20 cm), teniendo 58 diseños, obteniendo 18 probetas/diseño y 9 dados de concreto/diseño en todo el proceso de laboratorio del siguiente trabajo de investigación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANÁLISIS DE ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

A lo largo del tiempo se han ido haciendo investigaciones que utilizan de forma eficiente los agregados, que son parte importante en la elaboración del concreto, y se hizo un análisis de la calidad de los agregados de 3 canteras en el año 2014 debido a que, en nuestra ciudad, son las más usadas. Es por ello que una de las investigaciones denominada "Análisis estadístico del comportamiento de los agregados en las canteras de Arequipa para diferentes resistencias del concreto" Arias, (2014) se enfocó en el análisis de la calidad de concreto que producían los agregados de las diferentes canteras para f´c = 175, 210 y 280 kgf/cm^2, demostró que en el caso de La Poderosa utilizó un factor de seguridad de 70 y 84 kgf/cm^2 resulta muy alto y propone que se use un factor aproximado de 45 kgf/cm^2 para obtener diseños óptimos y seguros.

En el caso de los Agregados de Cono Norte, los agregados tienen bajos pesos específicos y por lo tanto usa mayor cemento y finalmente, los agregados de Socabaya, presentan una granulometría bastante disímil entre el chancado de 3/4" y 1", esto se debe a que una es chancada de quijada y la otra chancada entera y seleccionada.

Desde años atrás a la actualidad se vienen utilizando agregados de diferentes canteras lo cual nos lleva a tener una incertidumbre sobre las calidad de los mismos, algunas investigaciones como "Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construcción de obras civiles" Olarte, (2017) nos permiten comprender la importancia del estudio de las canteras que vienen ofreciendo agregado para el sector de la construcción, puesto que es muy importante el agregado ya que este ocupa un volumen considerable en la elaboración del concreto, además de que muchas propiedades dependen de la calidad del agregado. También indican que otro problema al momento de elaborar concretos artesanales, es que se asumen valores de dosificación, esto es incorrecto puesto que para cada cantera existe diferentes dosificaciones producto del estudio de las propiedades y he ahí la importancia de los trabajos de investigación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El estudio de las canteras es muy importante puesto que involucra muchos aspectos, tanto geológicos, medioambientales y de extracción porque es una materia prima que con el pasar de los años tiende a disminuir su producción. Además, la mala explotación genera contaminación en las zonas aledañas, en la investigación "Diseño de explotación de cantera para agregados, distrito de Huayucachi" Taype, (2016) nos detalla aspectos del proceso de explotación, las normas legales que se deben tomar en consideración al momento de la apertura de una cantera, estudio de volúmenes de producción anual para la demanda del sector construcción y estudios de impacto ambiental de acuerdo a las normas que el estado estableció. Determinó que el análisis de los agregados en laboratorio presenta buenas propiedades físicas, químicas, y resistentes garantizando su calidad. Además. Indicó que el método de explotación a cielo abierto y con un sistema continuo, les ha permitido la instalación de una planta chancadora primaria y secundaria con un rendimiento de producción de 280 toneladas por hora de agregado. Debido a la instalación de la planta procesadora comprobaron que se mejoró la granulometría del agregado cumpliendo con los Husos establecidos en la norma NTP y ASTM. Con ello demostraron que el agregado a extraer es de calidad, característica importante que el mercado solicita. Recomendaron implementar zarandas adicionales para disminuir el 7% de material de rechazo y optimizar el proceso.

Finalmente, el estudio de las concretos elaborados con diferentes tipos de cemento y cantera permite dar a conocer a la población y a profesionales de la calidad de los agregados y del concreto, es por ello que se realizó una investigación en Cusco denominada "Estudio comparativo de la resistencia de los concretos empleando los cementos comerciales en Cusco" Fernández & Velarde, (2015) cuyo objetivo principal fue comparar las curvas de resistencia a la compresión a 3, 7, 14 y 28 días, fabricados con los distintos tipos de cemento como: Cemento Yura tipo IP, tipo HE y cemento SOL tipo I y agregados de la cantera Huambutio (Piedra Chancada), cantera de Vicho (arena gruesa) y Pisac (canto rodado, arena de rio) determinaron las propiedades físicas de los agregados, prepararon los diseños de mezclas con los métodos; ACI comité 211 para agregado angular, Walker para hormigón (agregado de rio). El fin último de su investigación es que el sector de la construcción en las edificaciones en caso de no contar con los estudios previos pueda usar las curvas que generaron en su trabajo de investigación y puedan usarlo como referencia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2 CANTERAS EN PROCESO INICIAL DE EXPLOTACIÓN

2.2.1 Definición de canteras

Hace algunos años atrás las explotaciones de canteras fueron de escaso interés puesto que se pensaba que daban materiales de poco valor económico y de lo que se podía encontrar en abundancia en los principales yacimientos, se tenía un criterio de selección elemental; Herrera, (2006).

El término cantera antiguamente se refería a aquellas explotaciones superficiales que contenían un material de tamaños pequeños, una escasa tecnificación y bajas producciones. Explotaban un yacimiento en el que existían pocos problemas de agotamiento ya que había suficiente material a escala global o local, Herrera, (2006).

2.2.2 Origen de canteras en proceso inicial de explotación

Se pueden obtener de acuerdo su origen y naturaleza:

Naturales

Este material se obtiene de las graveras donde el material sufre algún lavado o clasificación para su comercialización. Por otro lado, pueden ser materiales naturales que se obtienen de un proceso de trituración, molienda y clasificación; Herrera, (2006).

Artificiales

Estos productos esta conformados por subproductos o por residuos de procesos industriales, se pueden mencionar algunos ejemplos como las escorias siderúrgicas, cenizas volantes de la combustión del carbón, estériles mineros., entre otros; Herrera, (2006).

Reciclados

Estos pueden proceder de materiales de demolición de edificaciones y pueden contener materiales como hormigón, cerámicos, sillar, entre otros; Herrera, (2006).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.2.3 Localización de la cantera

Los datos geológicos, así como los medioambientales sirven de base para la realización de estudios previos e inventarios de agregados, se deben de considerar los espacios protegidos, vías de comunicación, suelos urbanizables, agrícolas, impacto visual; Taype, (2016).

2.2.4 Explotación de canteras

Es un conjunto de labores que se lleva a cabo en una cantera con la finalidad de explotar y extraer el material útil para la construcción. En un proceso en el cual se transforma rocas duras para poder comercializarlas, algunos aspectos que se deben considerar para la explotación de canteras son:

- Pendiente.
- Depósito del material pétreo.
- Capas horizontales (bancos).

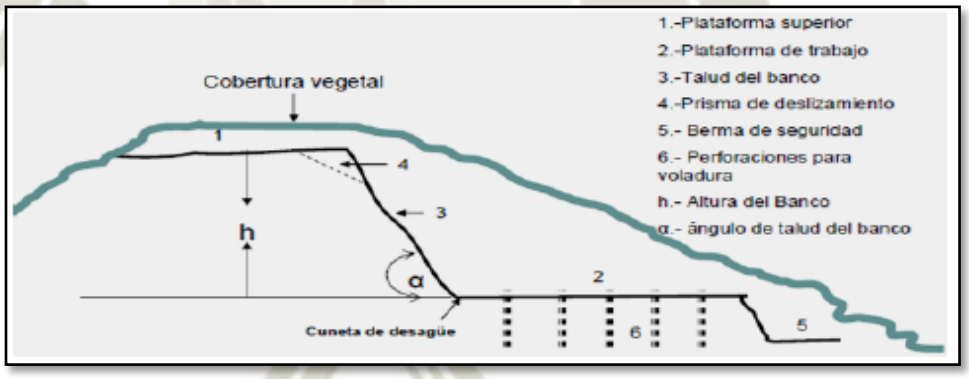


Figura 1: Elementos de una cantera.

Fuente: Piérola, (2017) pág. 13.

2.2.5 Tipos de explotación de cantera

Según Herrera, (2006) la clasificación de las canteras es de la siguiente forma:

- Canteras de Áridos, los cuales pueden estar formados de zahorras, rellenos, escolleras, asfaltos, hormigones, entre otros; a esta clasificación se puede agregar las graveras.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Canteras de rocas Ornamentales como: Pizarras, granitos, calizas, mármoles, otros.
- Por último, canteras de rocas y minerales industriales tales como: Cementos, ladrillera, cerámica y vidrio, entre otros materiales.

2.2.6 Clasificación de las canteras según el tipo de explotación

Estas canteras se pueden clasificar de acuerdo a la explotación, el material y el origen.

- Canteras a cielo abierto
- Canteras en laderas, esto se produce cuando el material será arrancado de las faltas de un cerro.
- Canteras en corte, esto se da cuando el material será extraído de cierta profundidad.
- Canteras subterráneas.

2.2.7 Marco legal

Para la explotación de canteras se debe consultar las normas legales tales como:

- Ley n° 28221, (2004) “Ley que regula el derecho por extracción de materiales de las canteras y de los álveos o cauces de los ríos por las municipalidades” (Artículo 1° al 6°).
- Ley n° 27651, (2002) “Formalización de la Pequeña Minería y Minería Artesanal” (Artículo 1° Presentar la Declaración de Impacto Ambiental para proyectos de categoría I según la Evaluación Preliminar).
- Ley n° 27446, (2001) “Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental” (Todos los artículos)
- Ley n° 26821, (1997) “Ley Orgánica para el aprovechamiento de los Recursos Naturales”.
- D.S. n°-085-2003-PCM, (2003) “Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido” (Artículo 4° al 11°).
- D.S. n°-074-2001-PCM, (2001) “Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Aire” (Artículo 4° al 8°).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.3 AGREGADOS

2.3.1 Definición de agregados

Es el conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas en la NTP 400.011. Los agregados son la parte inerte del concreto, los cuales representan un porcentaje considerable que varía entre el 60 % y 75 %, por ello se le debe dar mayor importancia, ya que años atrás no se le dio; Gutiérrez & Palomino, (2008).

Pasquel, (2005) Menciona que la calidad de los agregados tiene alto grado de incidencia sobre el producto final, a tal punto que pueden tener la misma importancia que el cemento para el desarrollo de las propiedades, a su vez esto afectaría en la calidad del producto.

El agregado al tener gran porcentaje de incidencia en el concreto, es inevitable que contribuya en las propiedades del concreto en estado fresco, en estado endurecido, en la proporción de la mezcla y en la economía.

2.3.2 Clasificación

Los agregados para la elaboración de concreto generalmente se dividen en dos grupos que se distinguen por su tamaño: Agregado fino y Agregado grueso.

2.3.2.1 Agregado fino

Es el agregado proveniente de la desagregación natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8 pulg) y que queda retenido en el tamiz N°200, además deberá cumplir con los límites establecidos en la Norma Técnica Peruana 400.037, (2018); los perfiles de las partículas deberán tener contextura angular, duros, compactos y resistentes.

2.3.2.2 Agregado grueso

Es el agregado retenido en el tamiz normalizado 4,75 mm (N° 4) proveniente de la desagregación natural o artificial de la roca, y que cumple con los 1ímites establecidos en la presente Norma Técnica Peruana 400.037, (2018).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Este agregado es conocido también como la combinación de algunas gravas o piedras trituradas de perfil semiangular o angular.

- **Tamaño Máximo del agregado grueso (TM):**
  Es el menor tamiz por donde pasa todo el agregado grueso. Este es tomado en cuenta cuando se incrementa el tamaño máximo del agregado, esto produce una reducción en el requerimiento de agua de mezcla; Arias, (2014).

- **Tamaño Máximo Nominal del agregado grueso (TMN):**
  Es el menor tamiz el cual produce el primer retenido, además por el cual debe pasar un 95 % a 100 % de agregado; Arias, (2014).

2.3.3 Ensayos de los agregados

2.3.3.1 Granulometría

Es la representación numérica de la distribución volumétrica de las partículas de agregados por tamaños, se determina de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 400.012 y para ello se utilizan 7 tamices estándares cuyas aberturas varían entre el tamiz N° 100 a 3/8” en el agregado fino y 13 tamices estándares que varían entre tamiz N°16 a 4” en el agregado grueso; Sotomayor C., (2020).

La norma (ASTM) C33 o su equivalente en la Norma Técnica Peruana 400.037, (2018) nos indica los Husos o límites granulométricos y el tamaño máximo nominal de los agregados. Sotomayor C., (2020) pág. 156, indica que existen varias razones técnicas por las que resulta importante establecer estos husos granulométricos tales como:

i. La obtención de la máxima densidad del concreto con una trabajabilidad adecuada.
ii. La optimización del volumen requerido de pasta, del contenido del cemento y el costo/m^3 en un diseño de mezclas de concreto.
iii. El manejo adecuado de la trabajabilidad y bombeabilidad del concreto fresco de la contracción y las propiedades mecánicas del concreto endurecido.
iv. La eliminación de cualquier confusión en el empleo de los agregados, al uniformizar el mismo criterio (mismo idioma) en cuanto a su gradación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.3.3.2 Peso específico

Pasquel, (2005) se refiere al peso específico como el valor obtenido de la división entre el peso de las partículas y el volumen ocupado por estas, sin considerar los vacíos que se generan entre las partículas. El peso específico se puede expresar de 3 formas, las cuales son: peso específico de masa seca, peso específico saturado superficialmente seco y peso específico aparente; estas formas se dan dependiendo de las condiciones de saturación en las que se encuentre el agregado. Los valores de peso específico deben oscilar generalmente entre 2.5 a 2.75 kgf/m^3.

2.3.3.3 Peso unitario

Según Pasquel, (2005) se refiere al peso unitario como el cociente entre el peso del agregado y el volumen ocupado por el mismo, incluyendo los vacíos que se generan entre las partículas de agregado. El peso unitario al incluir los espacios entre las partículas y que estos espacios son formados por el acomodo de las partículas, puede llegar a considerarse un parámetro relativo.

Existen métodos para calcular el valor del peso unitario, en la Norma Técnica Peruana 400.017, (2016) se presentan 2 formas para calcular el peso unitario: el primero es el peso unitario compactado el cual se realiza en un molde metálico con 25 golpes en 3 capas usando una varilla metálica de 5/8’’, este valor puede ser usado en diferentes diseños de mezcla y para realizar dosificaciones en peso con respecto a dosificaciones en volumen. La segunda forma de calcular es el peso unitario suelto, para esta forma se llena el molde metálico, pero sin realizar ninguna compactación.

2.3.3.4 Contenido de humedad

Según Pasquel, (2005) menciona que el contenido de humedad es la cantidad de agua retenida en los poros y la parte superficial de los agregados en un determinado momento.

El contenido de humedad es muy importante puesto que con este valor y los valores obtenidos de la absorción se pueden hacer correcciones en el diseño de mezclas y la cantidad de agua de mezcla que ingresa al concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.3.3.5 Módulo de fineza

Según Sotomayor C., (2020) es un concepto establecido por Duff Abrams allá por el año 1925 y que representa el índice de la finura del agregado. Además, menciona que el módulo de fineza vendría ser la suma de los porcentajes retenidos acumulados de la serie especificada en la norma divida entre 100.

Para Abanto, (2009) el módulo de fineza es un índice aproximado del tamaño media de los agregados; cuanto mayor el módulo de finura el agregado será más grueso, de lo contrario será más fino.

Según la Norma Técnica Peruana 400.037, (2018) los valores del módulo de fineza para el agregado fino deben estar comprendidos entre 2.3 y 3.1. Los valores que se encuentren entre 2.3 y 2.8 sirven para concretos de mejor trabajabilidad y menor segregación, y los valores que se encuentran entre 2.8 y 3.1 sirven para elaborar concreto de altas resistencias; para el cálculo del módulo de fineza del agregado grueso se sigue el mismo criterio que para el agregado fino el cual es la suma de los porcentajes retenidos acumulados divido por 100.

Tabla 2: Serie de tamices que cumplen la relación 2:1 para la obtención del módulo de fineza.

Tamices denominación	Tamices (mm)
3 pulg	75.0 mm
1 ½ pulg	37.5 mm
¾ pulg	19.0 mm
3/8 pulg	9.5 mm
N°4	4.75 mm
N°8	2.36 mm
N° 16	1.18 mm
N° 30	0.60 mm
N° 50	0.30 mm
N° 100	0.15 mm

Fuente: Elaboración propia, (2019).

2.3.3.6 Ensayo de impurezas inorgánicas

Para Pasquel, (2005) las impurezas orgánicas afectan principalmente en modificar los tiempos de fraguado y endurecimiento del concreto además del desarrollo de la resistencia, estas impurezas pueden provocar manchas, y a largo tiempo pueden afectar la durabilidad del concreto si se encuentran en grandes cantidades, algunas impurezas orgánicas como las turbas y humus si bien pueden no ser muy perjudiciales, se debe evitar en la elaboración del concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.3.3.7 Ensayo de abrasión

La abrasión es la acción mecánica de desgaste el cual nos permite calcular la dureza del agregado, el desgaste se genera entre las mismas partículas o por agentes externos. Para Pasquel, (2005) la abrasión de los agregados se realiza en la Máquina de Los Ángeles, el cual está formado por un cilindro de metálico que se ingresa la muestra seleccionada conjuntamente con el número de esferas de acero de acuerdo a los requisitos de la norma.

La abrasión también se utiliza como un índice de la calidad del agregado; si los valores de desgaste son mayores al 50 %, produce algunas variaciones en el diseño incrementando la cantidad de fino o modificando la relación agua-cemento, esto produce concretos con resistencias inadecuadas.

2.3.3.8 Absorción

Según Pasquel, (2005) nos dice que la absorción es capacidad de los agregados de llenar los poros de las partículas con agua durante un tiempo prescrito. Para el cálculo no se considera el agua que existe sobre la superficie del agregado. La absorción tiene mucha importancia en el concreto ya que con este valor y el contenido de humedad se pueden realizar las correcciones necesarias para poder reducir la cantidad de agua de mezcla, y estas correcciones pueden afectar en algunas propiedades del concreto como la trabajabilidad y la resistencia.

2.3.3.9 Ensayos químicos

La Norma Técnica Peruana 400.037, (2018) indica que se pueden hacer en forma opcional un análisis químico a los agregados. Se realizó las pruebas en el Laboratorio Analítico del Sur E.I.R.L. (LAS), es una empresa dedicada a dar servicios de muestreo, ensayos del mismo, y otros derivados. Este laboratorio se encuentra ubicado en Parque Industrial Rio Seco C–1, distrito de Cerro Colorado.

Es por ello, se llevó las muestras de agregado de las 3 canteras de estudio para la realización de ensayos químicos que más nos interesaban tales como:

i. Método de ensayo para Sílice Soluble en Álcalis Gravimetría (Agregados).
ii. Método de ensayo para Sales Solubles – Gravimetría.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

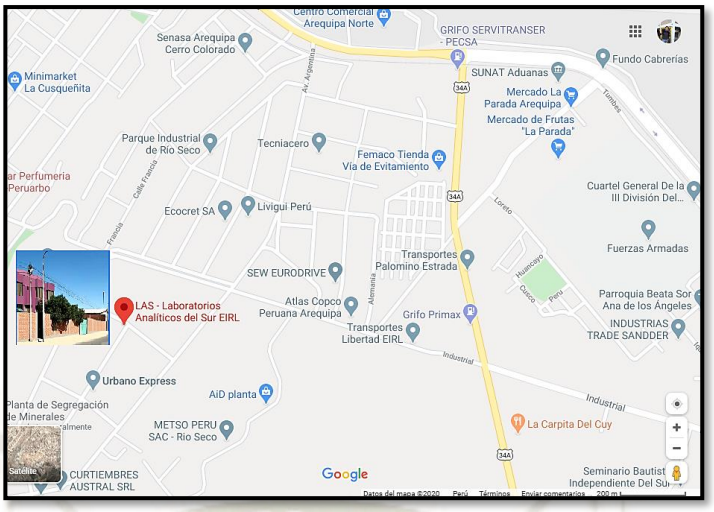


Figura 2: Ubicación del laboratorio analítico del sur.

Fuente: Google Maps, (2019).

2.4 CEMENTO

2.4.1 Introducción

El cemento es un material pulverizado, que al estar en contacto con agentes hidráulicos como el agua producen una mezcla que se denomina pasta conglomerante, ésta tiene la capacidad de endurecer bajo el agua, el aire y también la capacidad de formar compuestos estables.

2.4.2 Cemento portland

De acuerdo a Sotomayor C., (2020) pág. 68, “El cemento Portland es un polvo gris mineral el cual al reaccionar químicamente con el agua se solidifica y produce elementos estables bajo el agua, de allí es conocido como cemento hidráulico. Está compuesto principalmente de silicatos cálcicos”.

Los tipos de cemento para uso general, su composición, características, nomenclatura, y demás particularidades, están especificados en la Norma Técnica Peruana 334.090, (2019).

Los cementos portland normales en el Perú, tales como el tipo I, tipo II y Tipo V que se producen en nuestro país deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Peruana 334.090, (2019).

Esta norma establece ocho tipos de cemento.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 3: Tipo de cementos portland y sus características.

TIPO DE CEMENTO	CARACTERÍSTICA
Tipo I	Normal
Tipo IA	Normal con aire incluido
Tipo II	Moderada resistencia a los sulfatos.
Tipo IIA	Moderada resistencia a los sulfatos con aire incluido.
Tipo III	Alta resistencia inicial.
Tipo IIIA	Alta resistencia inicial con aire incluido.
Tipo IV	Bajo calor de hidratación.
Tipo V	Alta resistencia a los sulfatos.

Fuente: Norma Técnica Peruana 334.090, (2019).

Otros tipos de cementos que podemos mencionar son los cementos adicionados, a estos cementos en el proceso de molienda se añade dos o más tipos de materiales finos, a estos materiales finos se les denomina Adiciones Minerales. Estas adiciones minerales con materiales inorgánicos que se añaden al concreto o al cemento con el propósito de mejorar las propiedades en estado fresco y endurecido; las principales adiciones son la Puzolana, escoria de alto horno y fillers.

Tabla 4: Tipo de cementos portland adicionados y sus características.

TIPO DE CEMENTO	CARACTERÍSTICA
Tipo IP	Cementos Puzolánicos (15% a 40%)
Tipo IPM	Cementos Puzolánicos Modificado (menor a 15%)
Tipo IS	Cemento de Escoria (25% a 70%)
Tipo ICo	Cemento compuesto (hasta 30%)
Tipo IL	Cemento Calizo
Tipo IT	Cemento Ternario (Dos adiciones)

Fuente: Norma Técnica Peruana 334.090, (2019).

Por otro lado, también en se debe mencionar a las especificaciones de cementos hidráulicos por su performance, para los cuales no existe restricciones en la composición del cemento o de sus constituyentes.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 5: Tipo de cementos por su performance.

TIPO DE CEMENTO	CARACTERÍSTICAS
Tipo GU	Uso general
Tipo HE	Alta resistencia inicial
Tipo MS	Moderada resistencia a los sulfatos
Tipo HS	Alta resistencia a los sulfatos
Tipo MH	Moderado calor de hidratación
Tipo LH	Bajo calor de hidratación

Fuente: Norma Técnica Peruana 334.082, (2019).

Durante la fabricación de Clinker, en el proceso de calcinación, el calcio se une con otros compuestos de mezcla cruda, estos a su vez forman el 90 % de la masa del cemento. En el proceso de molienda también se añade yeso en porcentajes que van de 4 % a 6 % además de otros sulfatos auxiliares.

Tabla 6: Compuestos del cemento portland.

NOMBRE	COMPOSI - CIÓN	FORMULA ABREVIADA	NOMBRE DEL MINERAL	PORCENTA - JES LIMITES	CARACTERÍSTICAS
Silicato Tricálcico	$3CaO.SiO_2$	C_3S	Alita	30% al 60%	Define la resistencia inicial y mucha importancia el calor de hidratación
Silicato Bicálcico	$2CaO{\cdot}SiO_2$	C_2S	Belita	15% al 37%	Define la resistencia a largo plazo e incidencia menor en el calor de hidratación
Aluminato Tricálcico	$3CaO.Al_2O_2$	C_3A		7% al 15%	
Ferrito Aluminato Tetracálcico	$4CaO.Al_2O_2$. Fe_2O_3	C_4AF	Celita Clara o Ferrito	8% al 10%	Tiene trascendencia en la velocidad de hidratación y secundariamente en el calor de hidratación
Oxido de Magnesio		MgO			Para contenidos mayores al 5% trae problemas en la expansión de la pasta hidratada y endurecida
Óxidos de Potasio y Sodio	K_2O,Na_2O		Álcalis		Reacciones químicas con algunos agregados y los solubles en agua producen eflorescencia con agregados calcáreos
Óxidos de Manganeso y Titanio	Mn_2O_3,TiO_2				El óxido de manganeso tiende a ser marrón en porcentajes mayores al 3% y en contenidos mayores al 5% tiende a disminuir su resistencia. El óxido de titanio en más de 5% reduce la resistencia.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.4.3 Cemento portland Tipo HE

Es un tipo de cemento que se caracteriza por su alta resistencia inicial según la Norma Técnica Peruana 334.082, (2019). Yura la principal empresa expendedora de estos productos, menciona que este cemento tipo HE está elaborado por Clinker de alta calidad, yeso y adiciones; también nos mencionan que este tipo de cemento es ecoamigable ya que contribuye a la reducción de los gases de efecto invernadero.

2.4.4 Cemento portland Wari Tipo I de uso general

Este tipo de cemento presenta una mayor resistencia a tempranas edades por su alta calidad del Clinker. Genera ahorro por el acelerado desarrollo de las resistencias iniciales y finales los cuales permiten optimizar los tiempos en avance de la construcción. Este cemento es de uso general ya que se puede aplicar a cualquier tipo de infraestructura; Wari, (2018).

2.5 DISEÑO DE MEZCLAS

Se desarrollará el diseño de mezcla que es un proceso que al final nos brinda valores numéricos de los componentes del concreto. A lo largo de los años se han ido desarrollando diferentes diseños de mezclas por investigadores u organizaciones, siendo en algunos casos unas más complicadas que otras ya que consideran diferentes variables.

2.5.1 Métodos de dosificación

Los diseños de mezcla surgen de un análisis empírico-analítico luego de que se hagan realizados ensayos para poder controlar los componentes del concreto, posterior a ellos se analizaron cuidadosamente para poder establecer leyes, fórmulas, ecuaciones, gráficos para poder realizar la dosificación del concreto; Coasaca, (2018).

Como en cualquier método los autores generan un amplio margen de seguridad para poder asegurar los resultados y a su vez poder ser usados por con diferentes materiales, es por ello que estos métodos tienen algunas restricciones que permiten que se pueda llegar a resultados esperados; Coasaca, (2018).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Hay que tomar en cuenta las condiciones climáticas, las zonas geográficas ya que estas pueden alterar algunas características de diseño por lo que existirán un margen de error. Por lo que se tomaron algunas consideraciones al momento de elaborar las tablas y gráficos para poder acondicionadas por si existiera una gran diferencia en los resultados con relaciones a lo que se esperaba.

En la actualidad se viene desarrollando diferentes métodos por lo que se puede decir que aún no se ha llegado a desarrollar un método general que pueda ser utilizado de acuerdo a las condiciones y tipos de obras.

2.5.1.1 Métodos convencionales

Métodos con mayor conocimiento y aceptación por el público ya que tiene un buen comportamiento y amplio margen al momento de usarlo, en esto métodos se busca una dosificación de materiales a partir de datos como el asentamiento y resistencia a la compresión, algunos métodos son: ACI, Walker y Modulo de fineza; Coasaca, (2018).

2.5.1.2 Métodos racionales

Conocidos como granulométricos ya que se basan en resultados a partir de la cantidad de cemento y por medio de curvas granulométricas, estos métodos son: Füller, Bolomey y Faury.

2.5.1.3 Métodos prácticos o experimentales

Métodos que resultan de una mezcla de diseños empíricos y prácticos, ya que hay tablas de correcciones, pero se tiene que realizar ensayos experimentales para poder obtener los resultados que se requieran, aquí encontramos métodos como O'Reilly y Porrero & Grases.

2.5.2 Método ACI

El comité (ACI) es una organización formada en el año 1904 en Michigan, Estados Unidos, con el objetivo de subsanar las necesidades de estándares, normas y recomendaciones para el diseño y elaboración de concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En sus inicios no se tenía ninguna norma sobre concreto por lo que en 1910 se juntaron un grupo de ingenieros encabezado por el ingeniero Richard Humphrey, llegando a formar el primer código de construcción con el nombre "Regulaciones estándar de la construcción para el uso del hormigón armado"; este grupo de ingenieros y demás investigadores con el pasar de los años fueron creando normas y estándares para poder aplicarlos a nivel mundial; Coasaca, (2018).

Este método empírico mediante tablas propuestas se ha ido mejorando a lo largo de los años, se puede hacer dosificaciones de materiales considerando características y propiedades de los agregados. Este método se puede aplicar en concreto con peso normal (no para concretos ligeros, de ser el caso verificar las recomendaciones que brinda el (ACI) para este tipo de concretos). El método del ACI busca cubrir las necesidades de trabajabilidad, durabilidad, económica y de resistencia del concreto.

2.5.3 Etapas del diseño de mezclas

2.5.3.1 Resistencia promedio

Es un parámetro que la mayoría métodos utiliza para diseñar mezclas de concreto. La finalidad de un diseño de mezclas es que el resultado tenga las propiedades con las que se diseñó inicialmente una de las propiedades es la resistencia a la compresión que se mide en estado endurecido; Coasaca, (2018).

La prueba de resistencia a la compresión es una forma de medir la calidad del concreto, los resultados deben ser los más cercanos posibles a lo requerido, así se evitará problemas de calidad cuando las resistencias sean menores y sobredimensionamiento cuando las resistencias sean mayores.

Para poder establecer una resistencia de diseño, se deben de tomar en cuenta el tipo, características e importancia de la estructura que se ejecutará, luego el proyectista en base a algunas normas de residencia mínima y a su experiencia establece la resistencia de diseño, a su vez esta resistencia será menor a la resistencia promedio; Coasaca, (2018).

La desviación estándar se conoce por medio de la diferencia que existe entre la resistencia de promedio y la resistencia de diseño.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.5.3.2 Coeficiente de variación

Este coeficiente nos permite observar el nivel de diferencia que existe entre los resultados de probetas ensayas a compresión y el promedio de las mismas, este valor también permite controla el grado de calidad y uniformidad del concreto; a continuación, se mostrará la forma para poder calcular este coeficiente:

$$V = \sqrt{V_1^2 + V_2^2 + V_3^2 + \cdots}$$

Ecuación (1): Coeficiente de Variación.

$$V_i = \frac{D_s}{\bar{x}}$$

Ecuación (2): Coeficiente de Variación individual.

En la cual:

- V = coeficiente de variación.
- V_1, V_2, V_3, …= coeficiente de variación de cada ensayo.
- $\bar{x}$ = promedio de "n" ensayos a compresión (kg/cm^2).
- Ds = desviación estándar (kg/cm^2).

Para ver el grado de control de calidad se debe compara con los valores de la siguiente tabla.

Tabla 7: Valores de coeficiente de variación y condiciones en las que se encuentra.

V (%)	UNIFORMIDAD DEL CONCRETO	CONDICIONES FRECUENTES EN QUE SE OBTIENE
0 - 5	Excelente	Condiciones en laboratorio
5 – 10	Muy bueno	Preciso control de materiales y dosif. por masa
10 – 15	Bueno	Buen control de materiales y dosif. por masa
15 - 20	Mediano	Algún control de materiales y dosif. por masa
20 - 25	Malo	Algún control de materiales y dosif. por volumen
> 25	Muy malo	Ningún control de materiales y dosif. por volumen

Fuente: Rivva, (2014) pág. 124.

2.5.3.3 Desviación estándar

Este valor está definido como la raíz cuadrada de la varianza, así se podrán obtener resultados con las mismas unidades que las variables. También se puede definir a la desviación estándar como la dispersión de los valores de las muestras con respecto al promedio de las mismas; Coasaca, (2018).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Primer método

En el ámbito de la construcción, si la compañía tiene resultados de sus ensayos a compresión de por lo menos 1 año y que lleguen a 30 resultados consecutivos, se tendría que calcular la desviación estándar. Para el cálculo se deberán tomar en cuenta lo siguiente:

- Los materiales y condiciones en las se realizaron las muestras deben ser representativas y los más similar posible a las condiciones que se puedan presentar en obra.
- Los resultados deberán ser semejantes a la resistencia de diseño f'c requerida, se deberá tomar en cuenta el siguiente rango de valores, para resistencias menores a 280 kg/cm^2 una variación de 35 kg/cm^2 y para resistencias mayores a 280 kg/cm^2 un rango de variación de 70 kg/cm^2.
- Tener por lo menos 30 ensayos consecutivos o que exista dos grupos que juntos sumen 30 ensayos.

Si se cumple las condiciones que se describen anteriormente, se podrá calcular la desviación estándar con la siguiente formula.

$$D_s = \sqrt{\frac{(X_1 - \overline{X})^2 + (X_2 - \overline{X})^2 + \cdots (X_n - \overline{X})^2}{n - 1}}$$

Ecuación (3): Desviación estándar.

En la cual:

- D_s = Desviación estándar en kg/cm^2.
- n = Número de ensayos de la serie.
- $X_1, X_2, \ldots, X_n$ = Resultado de cada resistencia kg/cm^2.
- $\overline{X}$ = Promedio de "n" resistencias kg/cm^2.

Cuando se tiene dos grupos que en su totalidad sumen 30 ensayos de compresión, la desviación estándar deberá ser el promedio estadístico de los valores calculados en cada grupo, por medio de la siguiente fórmula:

$$\overline{Ds} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)(Ds_1)^2 + (n_2 - 1)(Ds_2)^2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

Ecuación (4): Desviación estándar promedio.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En la cual:

- $\overline{Ds}$ = Desviación estándar promedio de los dos grupos en kg/cm^2.
- n_1, n_2 = Número de ensayos realizados en cada grupo.
- Ds_1, Ds_2 = Desviación estándar correspondiente a cada grupo kg/cm^2.

La desviación estándar tiende al lado más conservador, con el objetivo de abarcar la mayor cantidad de variaciones entre el concreto antes realizado y el concreto que se realizaran en un futuro próximo, para que la desviación estándar sea confiable, se deberá usar materiales en similares condiciones.

Segundo método

Si es que el laboratorio cuenta con las condiciones y materiales similares, más al contrario no cuente con la cantidad de 30 ensayos a compresión consecutivos, se podrá calcular la desviación estándar con resultados de entre a 15 a 29 muestras de probetas a compresión, pero tomando en cuenta que estas muestras hayan sido realizadas dentro de los últimos 45 días, además de que cumplan con las dos primeras condiciones del primer método.

Tabla 8: Factor de corrección para cantidades de 15 a 30 muestras.

ENSAYOS	FACTOR DE CORRECCIÓN
< 15	Usar ecuación de cálculo de resistencia promedio
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30	1.00

Fuente: Rivva, (2014) pág. 45.

Coasaca, (2018) menciona que cuando existe menor cantidad de muestras que se ensayaron, el factor de seguridad será mayor con el fin de proteger las resistencias del concreto; por el contrario si existiese un gran cantidad de muestras a ensayar, la desviación estándar sería muy confiable hasta llegar a la unidad, para los cual se recomienda realizar ensayos mayores a 100 muestras pero como esto es en muchos casos complicado de conseguirlo se determinó que con 30 muestras ensayadas se puede llegar a una probabilidad de error de 1 en 100, esto nos permite tener resultados confiables.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.5.3.4 Cálculo de la resistencia promedio

Primer método

En este método se calculará la resistencia promedio requerida la cual es propuesta por el ACI 318-99, para lo cual se aplicarán las siguientes ecuaciones las cuales utilizan la desviación estándar antes mencionada, y se tomará el mayor valor de las dos ecuaciones para el cálculo de las proporciones de concreto.

$$f'_{cr} = f'_c + 1.34 * D_s$$

Ecuación (5): Resistencia requerida primera forma.

$$f'_{cr} = f'_c + 2.33 * D_s - 35$$

Ecuación (6): Resistencia requerida segunda forma.

- La primera ecuación nos dice que el promedio de las tres muestras ensayadas nos dé resultados de una probabilidad de 1 en 100.
- La segunda ecuación nos dice que los resultados individuales que estén 35 kgf/cm^2 por debajo de la resistencia especificada de forma similar darán una probabilidad de 1 en 100.

En el siguiente cuadro se mostrará otra forma de calcular el valor de la resistencia requerida, esta se produce a partir del desarrollo de las ecuaciones antes mencionadas, para lo cual se necesitan los valores de la desviación estándar y la resistencia especificada.

Tabla 9: Resistencia a la compresión promedio.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO									
f'c (kgf/cm^2)	Ds (kgf/cm^2)								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	f'cr (kgf/cm^2)								
140	155	160	170	175	180	185	200	210	220
175	190	195	205	210	215	220	235	245	255
210	225	230	240	245	250	255	270	280	290
245	260	265	275	280	285	290	305	315	325
280	295	300	310	315	320	325	340	350	360
350	365	370	380	385	390	395	410	420	430

Fuente: Rivva, (2014).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Segundo método

Cuando no exista una base de datos de resultados de muestras que nos permitan calcular la desviación estándar, la resistencia promedio requerida se calculará sumando los valores que se muestran en la siguiente tabla.

En la tabla presentada a continuación, brinda valores que se suman a la resistencia de diseño que están basadas en datos recopilados, estos factores de seguridad permiten tener la confiabilidad de obtener los resultados deseados.

Tabla 10: Resistencia a la compresión promedio para diseños que no cuenten con base de datos de resistencia previos.

Resistencia de diseño f'c (kgf/cm^2)	Resistencia promedio f'cr (kgf/cm^2)
Menor a 210	f'c + 70
210 a 350	f'c + 84
Mayor a 350	f'c + 98

Fuente: Rivva, (2014) pág. 46.

Tercer método

El comité Europeo de Concreto desarrollo una ecuación general que permite calcular la resistencia promedio. Usando valores como el coeficiente de variación "V" y coeficiente "t".

$$f'cr = \frac{f'c}{1 - t * \frac{v}{100}}$$

Ecuación (7): Resistencia promedio por el comité Europeo del concreto.

En la cual:

- f′cr = Resistencia promedio en kgf/cm^2.
- f′c = Resistencia de diseño en kgf/cm^2.
- v = Coeficiente de variación promedio (%).
- t = Coeficiente del número máximo de resultados que se espera sea inferior a la resistencia de diseño y el número de muestras empleadas para el cálculo del coeficiente de variación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

A continuación, se mostrará valores de coeficiente "t".

Tabla 11: Valores del coeficiente "t".

NUMERO DE MUESTRAS MENOS 1	POSIBILIDAD DE CAER DEBAJO DEL LÍMITE INFERIOR		
	1 EN 5	1 EN 10	1 EN 20
1	1.376	3.078	6.314
2	1.061	1.886	2.92
3	0.978	1.638	2.353
4	0.941	1.533	2.132
5	0.92	1.476	2.015
6	0.906	1.44	1.943
7	0.896	1.415	1.895
8	0.889	1.397	1.86
9	0.883	1.383	1.838
10	0.879	1.372	1.812
15	0.866	1.341	1.753
20	0.86	1.325	1.725
25	0.856	1.316	1.708
30	0.854	1.31	1.697
MAYOR A 30	0.842	1.282	1.645

Fuente: Rivva, (2014) pág. 47.

2.5.3.5 Selección del asentamiento

Es la propiedad del concreto no endurecido la cual se mide por medio del asentamiento, este a su vez está definido por el grado de humedad de la mezcla de concreto, el asentamiento se puede clasificar de acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla 12: Criterios básicos de asentamiento.

TIPO DE MEZCLA	ASENTAMIENTO	
	Pulg	mm
Seca	0'' a 2''	0 a 50 mm
Plástica	3'' a 4''	75 a 100 mm
Fluida	5'' a más	mayor a 125 mm

Fuente: Rivva, (2014) pág. 55.

Para medir el asentamiento existen diferentes métodos, pero el más común es la determinación del asentamiento por medio del cono de Abrams.

Para Coasaca, (2018) el asentamiento está ligado a otros componentes del concreto, esto se ve reflejado en sus propiedades y sus características, así como la composición química y la fineza material cementante; de igual manera, se refleja por medio de: la forma, textura, características de absorción, granulometría y porosidad, entre otros agentes que se pueden afectar el asentamiento.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Algunos agentes externos como la temperatura, humedad del ambiente y algún tipo de aditivo en proporciones no adecuadas, puede generar que la mezcla de concreto sufra exudación y segregación.

Esta propiedad del asentamiento debe estar definido de acuerdo a las especificaciones de la estructura que se va desarrollar; si no existiese este dato, se tomará en cuenta los siguientes criterios:

- Para una mezcla plástica, se puede determinar el tipo de consolidación, esto está ligado al asentamiento.

Tabla 13: Tipo de consolidación según el asentamiento.

TIPO DE CONSOLIDACIÓN	SLUMP REQUERIDO
Consolidado por vibración	3'' - 4''
Consolidado por varillado	≤ 5''

Fuente: Coasaca, (2018) pág. 47.

- De acuerdo al tipo de estructura, esto fue propuesta por el ACI además que la consolidación se realizará por vibración, de usarse otro método de vibración, los asentamientos se podrán incrementar en 1’’.

Tabla 14: Asentamiento para diferentes tipos de estructuras.

TIPO DE ESTRUCTURA	SLUMP	
	MÁXIMO	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''

Fuente: Coasaca, (2018) pág. 47.

2.5.3.6 Selección tamaño máximo nominal del agregado

Tamaño máximo: Se define como el menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso, según la Norma Técnica Peruana 400.037, (2018).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tamaño máximo nominal: El menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido, según la Norma Técnica Peruana 400.037, (2018).

El tamaño máximo es uno de los datos importantes, puesto que es un requisito para el diseño de mezclas y esto a su vez tendrá efecto sobre la dosificación de los componentes del concreto, lo cual tendrá efecto en sus características y propiedades finales del mismo.

Para obtener el valor del tamaño máximo nominal del agregado se puede realizar por medio de la granulometría o por medio de las recomendaciones que existen para las diferentes estructuras donde va actuar el concreto. Esto afecta directamente en la trabajabilidad, en la facilidad con la que se puede colocar sin dejar vacíos y cangrejeras en toda la estructura incluyendo esquinas, ángulos y otros.

"Las normas de diseño estructural recomiendan que el tamaño máximo nominal del agregado grueso sea el mayor que pueda ser económicamente disponible, siempre que él sea compatible con las dimensiones y características de la estructura" Rivva, (2014) pág. 54.

En ningún caso el tamaño máximo nominal deberá ser mayor a los siguientes valores.

- Un quinto de la menor dimensión entre caras de encofrado.
- Un tercio del peralte de la losa.
- Tres cuartos del espacio libre mínimo entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones o ductos de preesfuerzo.

La finalidad de la selección del tamaño máximo nominal del agregado es satisfacer las necesidades de la estructura, esto puede conllevar a reducir o aumentar el valor del TMN con el único fin de que al momento de la colocación no se produzca inconvenientes.

Rivva, (2014) menciona que para concreto con resistencias mayores de 350 kgf/cm^2 se podrán obtener mejores resultados utilizando agregados de tamaño máximo nominal menor, esto permite obtener resistencias elevadas para una relación a/c dada.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.5.3.7 Selección del volumen unitario de agua

Esto se refiere a la cantidad de agua que se deberá colocarse en la mezcladora por unidad cúbica de concreto. Esta cantidad de agua es muy importante puesto que de esta resulta la relación agua/cemento y las reacciones que se puedan producir una vez que se mezclen el agua y el cemento, a su vez estas producen las principales propiedades tanto en estado fresco y estado seco.

Por lo general los diseños de mezcla brindan datos de proporciones de agregado en estado seco por lo que se tiene que realizar algunas modificaciones para presentar resultados finales.

Para el momento de la selección de cantidad de agua se debe ir a la siguiente tabla propuesta por el Comité ACI, para lo cual necesitamos datos como el TMN y el asentamiento además de si el concreto que se preparará tendrá o no aire incorporado.

Tabla 15: Cantidad de agua por m^3.

Asenta_ miento	Agua en l/m^3 para Tamaños Máximos Nominales de Agregado Grueso y Consistencia Indicados							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-
Concreto con Aire Incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-

Fuente: Rivva, (2014) pág. 58.

En la tabla presentada anteriormente es la más usada y conocida por los diseñadores ya que utiliza el TMN, los resultados no son del todo definitivos ya que otras consideraciones como la textura y forma permitirían un mejor resultado. Pero en obra muchas veces según la experiencia del ingeniero y el personal se hacen modificaciones hasta llegar a una consistencia adecuada y una buena trabajabilidad que a su vez cumpla con las propiedades de resistencia y durabilidad requeridas. Algunos estudios demostraron que la cantidad de agua disminuye cuando el TMN del agregado grueso aumenta, además de que si el agregado grueso tiene textura rugosa y angular requieres mayor cantidad de agua.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Rivva, (2014) mencionó que ¨los valores empleados en la tabla anterior son los máximos a ser utilizados cuando se emplea agregado grueso angular razonablemente bien perfilado y graduado dentro de los limites propuestos por especificaciones aceptadas en la ASTM C 33 y Norma Técnica Peruana 400.037.

El agregado redondeado generalmente requiere 18 l/m^3 menos para concretos sin aire incorporado y 15 l/m^3 menos para concretos con aire incorporado¨

Con la información anterior en el departamento de concreto del laboratorio de ensayos de materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). En esta tabla además de tomar datos como la consistencia y el TMN, considera el perfil de los agregados.

Tabla 16: Cantidad de agua por m^3..

Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso	Volumen unitario de agua, expresado en l/m^3, para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados					
	1" a 2"		3" a 4"		6" a 7"	
	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular	Agregado Redondeado	Agregado Angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	158	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

Fuente: Rivva, (2014) pág. 59.

2.5.3.8 Selección del contenido de aire

Para poder describir en lo que consiste la selección del contenido de aire y la forma de calcular, primero veremos algunos conceptos.

Aire total: Es la suma de los volúmenes de aire atrapado y aire incorporado.

Aire atrapado: Conocido como aire natural, es el aire que se encuentra en la mezcla producto de las operaciones que se realizan al momento de la elaboración del concreto, éstas se presentan como burbujas que se pueden encontrar en el agregado o los demás materiales que componen el concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Aire incorporado: Es el aire que se añade de manera intencional al concreto, así podrá obtener propiedades diferentes del concreto natural, esto dependerá de las condiciones en las que quedará expuesto el concreto como procesos de deshielo o congelación.

Para la selección del aire atrapado se deberá consultar la siguiente tabla de la norma del ACI, para esta tabla se deberá conocer el TMN que cumpla con los requerimientos de la ASTM C33.

Tabla 17: Cantidad de aire atrapado.

Tamaño Máximo Nominal	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
6"	0.2

Fuente: Rivva, (2014) pág. 62.

Para los concreto con aire incorporado, este se añadirá de manera intencional mediante el uso de aditivos con la finalidad de mejorar determinadas propiedades del concreto para las diferentes exposiciones en las que se encuentre el concreto. Las burbujas de aire que se añaden al concreto presentan un tamaño que va de 10 a 1000 micrones con formas esférica.

Cuando se incorpora aire al concreto, estas burbujas que se generan son aproximadamente el 9% al 10% de la mezcla; esto produce que su resistencia mejore significativamente frente a acciones destructivas como congelación, además cuando el concreto está expuesta a acciones de sales o agua de mar o aguas agresivas, se recomienda de igual forma incorporar aire; Rivva, (2014).

La siguiente tabla servirá para la selección del aire que se añadirá al concreto que se encontrará expuesto a climas artificiales fríos que tengan temperaturas por debajo de los 4ºC y a la acción de la intemperie.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 18: Cantidad de aire incorporado.

TMN del Agregado Grueso	Contenido de aire total (%)		
	Exposición Suave	Exposición Moderada	Exposición Severa
3/8"	4.5	6.0	7.5
1/2"	4.0	5.5	7.0
3/4"	3.5	5.0	6.5
1"	3.0	4.5	6.0
1 1/2"	2.5	4.0	5.5
2"	2.0	3.5	5.0
3"	1.5	3.0	4.5
6"	1.0	2.5	4.0

Fuente: Rivva, (2014) pág. 62.

De acuerdo a la tabla presentada anteriormente, se puede observar que el aire total está dividido en 3 condiciones como son: exposición suave, moderada y severa.

Exposición suave: se tomará en cuenta cuando no exista climas fríos por lo que no toma mucho en cuenta la durabilidad por congelación, pero si se considera cuando se requiera los siguientes aspectos:

- Mejorar la trabajabilidad y cohesividad del concreto.
- Mejorar la resistencia en concreto con baja cantidad de cemento.

Exposición moderada: Se considera para climas donde temporalmente se presenten agentes congelantes, además se deberá tomar en cuenta lo siguiente:

- El concreto no esté expuesto continuamente a humedad o agua libre antes de climas congelantes.
- Que el concreto no esté expuesto a agentes descongelantes o elementos agresivos químicos.
- En condición se consideran las vigas, columnas, muros, pórticos que no estén expuestos de forma directa con sales descongelantes.

Exposición severa: Se considera para concretos que se encuentren expuestos a agentes químicos agresivos y descongelantes, además se deberá tomar en consideración lo siguiente:

- Si el concreto está altamente saturado por contacto con la humedad antes de la congelación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.5.3.9 Selección de la relación agua – cemento

Para poder entender de mejor manera el concepto de relación agua – cemento deberíamos describir algunos conceptos como:

Relación agua – cemento de diseño: Es la cantidad de agua que se integrará a la mezcla cuando el agregado se encuentra en estado suturado superficialmente seco, en la cual el agregado no toma ni aporta agua.

Relación agua – cemento efectiva: Se refiere a la cantidad de agua que deberá incluirse a consecuencia de la condición real de la humedad del agregado.

Para la correcta elección de la relación agua–cemento, se deberá evaluar dos casos: en función a la resistencia y la otra en función a la durabilidad; por otro lado, si no se especifica con cuál de las dos trabajar, se deberá tomar el menor valor, pero con un rango de tolerancia de ± 0.02.

Para obtener una mezcla trabajable, la relación a/c debe ser alta, esto conlleva a que el concreto requiera menos agua para la hidratación y lo que sobre intervendrá en otros procesos de la mezcla de los componentes, pero una vez que fragüe, el espacio ocupado por el agua serán poros capilares y el resultado será un concreto con cangrejeras.

Gonzáles Sandoval, (2004) pág. 45 menciona que "Relaciones a/c menores a 0.4 pueden resultar duras e inmanejables, sin embargo, el agua estrictamente indispensable para la hidratación del cemento obedece a una relación a/c = 0.30 el agua restante es sobrante y solo sirve para aumentar la trabajabilidad del concreto".

2.5.3.9.1 Relación a/c por resistencia

Una de las etapas más importantes en el proceso de la elaboración del concreto es la elección de la relación agua – cemento ya que de ésta dependerá la mayoría de las propiedades del concreto en estado endurecido y en estado fresco.

Como el concreto es una mezcla heterogénea; al momento de ensayar los especímenes, las resistencias no serán las mismas a pesar de usar la misma relación a/c. Para poder obtener un diseño óptimo se deberán realizar diferentes ensayos a los materiales y la mezcla de concreto, así generar datos y curvas para que al final se pueda obtener una relación a/c óptima.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Método 1

Cuando no se cuente con una data sobre resistencias, se deberá usar la tabla que se muestra a continuación la cual fue propuesta por el comité ACI, en la cual se escogerá la relación a/c de acuerdo a la resistencia requerida y el concreto con aire o sin aire incorporado.

La tabla que se mostrará a continuación está referida a cilindros de concreto de 15 x 30 cm que usen el cemento portland tipo I, además que los agregados cumplan con la Norma Técnica Peruana 400.037, (2018). Para el uso de esta tabla se deberá considerar que fue desarrollada para agregados con TMN que van de ¾'' a 1''.

En la tabla que se presenta a continuación se deberá tener en cuenta que la resistencia para concretos con aire incorporado en cualquier relación a/c, están en una relación de 20% menos que las resistencias de concretos sin aire incorporado, considerando la misma relación a/c.

Tabla 19: Relación agua – cemento por resistencia.

f'cr (28 días)	Relación Agua-Cemento de Diseño en Peso	
	Concreto sin Aire incorporado	Concreto con Aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

Fuente: Rivva, (2014) pág. 66.

Método 2

Para este método la National Ready Mixed Concrete Association (NRMCA) elaboró una tabla que relaciona el TMN del agregado grueso con perfil angular con la resistencia a la compresión, además el agregado deberá cumplir con lo establecido en la norma (ASTM) C33 o la Norma Técnica Peruana 400.037, (2018) también se deberá usar cemento portland tipo I.

Los valores que muestra la siguiente tabla corresponden a concreto elaborados sin aire incorporado, pero si se requiere incorporar aire, se deberá tomar en cuenta los siguiente que por cada 1% de aire incorporado la resistencia se reduce en 5%.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 20: Relación agua – cemento por resistencia para concreto sin aire incorporado.

f'cr (28 días)	Estimación de la relación agua/cemento en peso para agregado grueso del Tamaño máximo nominal indicado.		
	3/8"	3/4"	1 1/2"
140	0.87	0.85	0.80
175	0.79	0.76	0.71
210	0.72	0.69	0.64
245	0.66	0.62	0.58
280	0.61	0.58	0.53
315	0.57	0.53	0.49
350	0.53	0.49	0.45

Fuente: Rivva, (2014) pág. 67.

Método 3

Aquí se presentará una tabla que fue elaborada por Staton Walker en la universidad de Maryland, en esta tabla se puede obtener valores de la relación agua/cemento de diseño para valores en porcentaje de aire total, esta tabla es ideal para corregir valores de diseño en mezclas a las que se desea añadir aire.

Tabla 21: Relación agua – cemento por resistencia para concreto en función del aire total.

f'cr kgf/cm^2 (28 días)	Relación agua/cemento para diversos contenidos de aire total			
	2%	4%	6%	8%
140	0.76	0.71	0.67	0.60
175	0.67	0.60	0.58	0.51
210	0.60	0.55	0.51	0.45
245	0.53	0.49	0.45	0.37
280	0.49	0.45	0.40	0.33
315	0.45	0.40	0.36	0.29
350	0.40	-	-	-

Fuente: Rivva, (2014) pág. 68.

Método 4

En este método se desarrolló una tabla que fue elaborada por The United States Bureu of Reclamation (USBR), dónde la relación agua/cemento y la opción de incorporar aire permiten calcular la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días, además la cantidad de cemento normal en kilos; pero se deber tomar en cuenta la restricción que es para TMN menores a 1 ½''.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 22: Relación agua – cemento por resistencia USBR.

Relación agua/cemento	Concreto sin aire incorporado		Concreto con aire incorporado	
	f'c	Cemento kgf/m³	f'c	Cemento kgf/m³
0.40	385	414	315	361
0.45	350	365	280	325
0.50	305	329	250	287
0.55	280	298	230	276
0.60	240	265	195	240
0.65	215	250	182	228
0.70	180	234	150	213
0.75	170	223	140	191

Fuente: Rivva, (2014) pág. 68.

2.5.3.9.2 Relación a/c por durabilidad

En este tema se trata sobre la exposición a la que puede estar sometida el concreto como: procesos de congelación y deshielo, acción de suelos o aguas sulfatadas o para poder prevenir procesos de corrosión en el acero de refuerzo.

Al diseñar por durabilidad se deberá tener en cuenta que las relaciones a/c deberán ser bajas (en un rango de 0.4 a 0.5), esto con el fin de que el concreto cumpla no solo con la resistencia de diseño, sino también que resista a las condiciones en las que estará expuesto.

Exposición a congelación y deshielo

Por lo general en concretos de peso normal o livianos que puedan estar expuestos en cualquier época a agentes congelantes y deshielo, deberán presentar aire incorporado. Por lo general estos concretos tendrán resistencias altas y para que sean más duraderos deberán presentar bajo porcentaje de porosidad capilar.

Rivva, (2014) recomiendo que "el contenido mínimo de cemento en mezclas de concreto expuestos a procesos de congelación y deshielo, o a la acción de sales descongelantes, no sea menor de 340 kgf/m^3; debiendo el cemento cumplir con los requisitos de las normas (ASTM) C150 o (ASTM) C595, las correspondientes NTP 334.009 o NTP 334.090."

A continuación, se presentará una tabla con condiciones de exposición y los criterios que deberá tomarse en cuenta en concreto con peso normal y liviano.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 23: Condiciones especiales de exposición.

CONDICIONES DE EXPOSICIONES	Relación a/c máxima, en concretos con agregados de peso normal	Resistencia a la compresión mínima en concretos con agregado liviano
Concretos de baja permeabilidad		
(a)Expuestos al agua dulce	0.50	260
Expuestos al agua de mar o aguas solubles	0.45	
Expuesto a la acción de aguas cloacales	0.40	
Concretos expuestos a procesos de congelación y deshielo en condiciones húmedas		
Sardineles, cunetas secciones delgadas	0.45	300
Otros elementos	0.50	
Protección contra la corrosión del concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salubres, neblina o rocío de estas aguas	0.40	325
Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15 mm	0.45	300

Fuente: Rivva, (2014) pág. 72.

Exposición al ataque de sulfatos

Los concretos que se elaboran con cemento portland, en su composición presentan aluminato tricálcico y cal, y estos concretos al estar expuestos a suelos que presenten sulfatos de sodio, calcio y magnesio tienden a crear reacciones químicas, estas reacciones pueden conllevar a la formación de sulfoaluminatos que estos producen que el volumen del concreto aumente y esto a aves produciría que el concreto se expanda, se agriete y esto llevaría a la destrucción del mismo. Por lo que se recomienda una relación a/c baja para evitar la permeabilidad de agentes destructivos; además, cuando el concreto se encuentra expuesto a la acción de sulfatos se remienda usar cemento tipo V.

Tabla 24: Concreto expuesto a soluciones solubles.

Exposición a sulfatos	Sulfato soluble en agua (SO_4), presente en el suelo, % en peso	Sulfato (SO_4) en agua en ppm	Cemento tipo	Relación a/c máxima, en peso. En concretos con agregado de peso normal	Concreto con agregado de peso normal y ligero, resistencia mínima a compresión
Despreciable	0.00 - 0.10	0 - 150	-	-	-
Moderada	0.10 - 0.20	150 - 1500	II, IP, IPM	0.50	280
Severa	0.20 - 2.00	1500 - 10 000	V	0.45	310
Muy Severa	> 2.00	> 10 000	V + Puzolana	0.45	310

Fuente: Rivva, (2014) pág. 73.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Corrosión del acero de refuerzo

El acero embebido en el concreto puede presentar corrosión de dos formas: la primera es que se haya utilizado agua de mar en la elaboración del concreto, y la segunda es que el agregado que se usó en la elaboración del concreto presente ion cloruro, pero esto se puede disminuir lavando el agregado antes de su uso.

Una forma de combatir la corrosión del acero es recubriéndolos con epoxi o zinc; a continuación, se presenta una tabla con límites establecidos por el código (ACI) "Building code Requirements for Reinforced Concrete".

Tabla 25: Contenido máximo de ion cloruro.

ELEMENTO	Máximo ión cloruro soluble en el agua en el concreto, expresado cómo % en peso del cemento.
Concreto pretensado.	0.06
Concreto armado expuesto a la acción de cloruros.	0.15
Concreto armado que deberá estar seco o protegido de la humedad durante su vida.	1.00
Otras construcciones de concreto armado.	0.30

Fuente: Rivva, (2014) pág. 74.

2.5.3.10 Cálculo del contenido de cemento

La cantidad de cemento por unidad cúbica de concreto se puede determinar dividiendo el volumen unitario del agua entre la relación agua cemento.

Cuando existen especificaciones sobre la cantidad mínima de cemento que deberá tener una determinada estructura, se deberá tener tomar en cuenta algunos criterios como durabilidad y resistencia, y al final se elegirá el que tenga mayor cantidad de cemento.

También es recomendable realizar un análisis estructural para escoger la cantidad de cemento y el tipo de cemento; puesto que el cemento es el material que define la economía del concreto, debido a su costo elevado frente a los otros materiales que componen el concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.5.3.11 Selección del agregado

La finalidad de la selección de los agregados es que con un mínimo de cemento y agua se obtenga un concreto con las propiedades deseadas.

Para la selección del agregado se requiere una granulometría ideal, la cual no existe, pero se recomienda usar una granulometría donde exista un mínimo vacío entre las partículas. Por ello hay tener mucho cuidado al seleccionar la cantidad adecuada de agregado fino y grueso, puede pasar en algunos casos que cuando menor la cantidad de agregado fino, el concreto puede presentar cangrejeras, además de que no exista buena adherencia con el agregado grueso.

Para la selección del agregado fino y grueso existen diferentes métodos como son: el método del comité 211 del ACI, método Walker y método del Módulo de finura de la combinación de agregados.

2.5.3.11.1 Selección del agregado grueso

Para el comité 211 del ACI el agregado grueso deberá de cumplir con las características como el TMN, textura, granulometría y la forma, de esto dependerá en muchos casos las propiedades en estado fresco como la trabajabilidad y en estado endurecido la resistencia a la compresión.

Para la selección del volumen del agregado grueso se utilizará la siguiente tabla, para la cual se deberá conocer el TMN del agregado grueso y el módulo de fineza del agregado fino.

Tabla 26: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.

Tamaño Máximo Nominal	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diferentes módulos de finura.			
	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.82	0.8	0.78	0.76
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: Rivva, (2014) pág. 79.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Rivva, (2014) recomienda que "para concretos más trabajables, los cuales pueden ser requeridos para la colocación por bombeo o cuando el concreto debe ser trabajado en zonas de gran congestión de acero de refuerzo, puede ser recomendable reducir en un 10% el contenido de agregado grueso estimado en la tabla anterior".

2.5.3.11.2 Selección del agregado fino

La selección adecuada del agregado fino permitirá al concreto tener una buena trabajabilidad, además que deberá de tener una buena cohesividad con los otros componentes del concreto. Las investigaciones dedujeron que el porcentaje óptimo de agregado fino no existe puesto que las características de los demás componentes del concreto son diferentes para cada caso, por lo que se realizan investigaciones para mejorar la combinación de agregado fino – grueso que permita que las propiedades en estado fresco y endurecido sean las deseadas.

En algunos casos que se requiera mayor cohesividad se puede emplear una cantidad mayor de contenido de agregado fino, estos casos se muestran a continuación:

- Cuando las partículas de agregado grueso son: elongadas, angulares y laminadas puesto que existe una mayor dificultad al momento de trabajar y en algunos casos tienden a cortarse.
- Cuando existe textura rugosa en el agregado grueso.
- Cuando el Tamaño máximo del agregado es pequeña.
- Cuando se requiera que la mezcla tenga alta trabajabilidad o pastosidad.
- Cuando exista relación agua/cemento alto.

2.5.3.12 Ajuste por humedad del agregado

Cuando se usan los materiales que se encuentran en obra por lo general presentan una determinada humedad, esto deberá tomarse en cuanta al momento de la corrección ya que puede suceder que el uno de los agregados (fino o grueso) aporten agua, otro caso es que solo uno de ellos aporte agua y el otro necesite agua para llegar a una de las condiciones de saturación y por último puede ser el caso en que los dos agregados necesiten agua.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El agregado en obra puede estar en 4 condiciones las cuales se describirán a continuación:

- **Seco:** En esta condición tanto la superficie como la parte interna del agregado están secos, esto se utiliza para la corrección de humedad del agregado.
- **Semiseco:** Esta condición muestra que la superficie está seca pero los poros internos están parcialmente húmedos, algunos autores la denominan como secado al aire, este valor siempre será menor que la absorción del agregado.
- **Saturado superficialmente seco:** Esta condición es considerada ideal puesto que el agregado no aporta ni toma agua, ya que la superficie se encuentra húmeda y los poros internos también se encuentran húmedos.
- **Húmedo:** Denominado también como saturado, esta condición se encuentra saturado superficialmente seco y adicional a ello presenta humedad superficial, esto incrementa el agua de mezcla lo cual obliga a realizar la corrección de humedad.

2.5.3.12.1 Corrección por contenido de humedad

Este valor está en función de las condiciones ambientales en las que se encuentre el agregado, puesto que el agregado tiende a absorber la humedad del ambiente para así poder llenar los vacíos y superficie con agua. Para lo cual se debe realizar una corrección, y esto se logrará multiplicando el peso el peso seco de los agregados por la unidad sumado del contenido de humedad expresado en forma decimal.

$$W_{CORR.\ AF} = (\%Humd/100+1) * (W_{SECO\ AF})$$

Ecuación (8): Corrección por humedad para el agregado fino.

$$W_{CORR.\ AG} = (\%Humd/100+1) * (W_{SECO\ AG})$$

Ecuación (9): Corrección por humedad para el agregado grueso.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En la cual:

- $W_{CORR.\ AF}$: Peso corregido por humedad para el agregado fino (kg).
- %Humd: Porcentaje de humedad.
- $W_{SECO\ AF}$: Peso seco del agregado fino (kg).
- $W_{CORR.\ AG}$: Peso corregido por humedad para el agregado grueso (kg).
- $W_{SECO\ AG}$: Peso seco del agregado grueso (kg).

2.5.3.12.2 Corrección por capacidad de absorción

Se le denomina como aporte del agua, esto dependerá de la humedad superficial, ya que si es positiva aportará agua a la mezcla; en caso contrario si es negativa, quitará agua a la mezcla. La humedad superficial se calculará como la diferencia entre la el contenido de humedad de agregado y la absorción del mismo. Estos valores se podrán ajustar con el fin de obtener valores eficientes para mejorar el diseño de mezclas.

$$Aporte_{AF} = (\%Humd_{AF} - \%Abs_{AF}) * (W_{SECO\ AF})$$

Ecuación (10): Aporte de agua del agregado fino.

$$Aporte_{AG} = (\%Humd_{AG} - \%Abs_{AG}) * (W_{SECO\ AG})$$

Ecuación (11): Aporte de agua del agregado grueso.

En la cual:

- $Aporte_{AF}$: Aporte de agua del agregado fino (l).
- $Aporte_{AG}$: Aporte de agua del agregado grueso (l).
- $\%Humd_{AF}$: Porcentaje de humedad del agregado fino (%).
- $\%Humd_{AG}$: Porcentaje de humedad del agregado grueso (%).
- $W_{SECO\ AF}$: Peso seco del agregado fino (kg).
- $W_{SECO\ AG}$: Peso seco del agregado grueso (kg).

Para calcular el aporte total de los agregados se sumarán los aportes que se obtuvieron de cada agregado.

$$AT = Aporte_{AF} + Aporte_{AG}$$

Ecuación (12): Aporte total.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En la cual:

- AT: Aporte total de agua (l).
- $Aporte_{AF}$: Aporte de agua del agregado fino (l).
- $Aporte_{AG}$: Aporte de agua del agregado grueso (l).

Y por último para calcular el agua corregida se procederá a quitar a la cantidad de agua de diseño el aporte total.

$$AC = C_{AGUA} - AT$$

Ecuación (13): Cantidad de agua corregida.

En la cual:

- AC: Cantidad de agua corregida (l).
- C_{AGUA}: Cantidad de agua de diseño (l).
- AT: Aporte total de agua (l).

2.6 CONCRETO

2.6.1 Definición de concreto

El concreto es un material que resulta de la mezcla en diferentes proporciones del cemento hidráulico, agregados, agua y opcionalmente aditivo obteniéndose en su etapa inicial una estructura moldeable y plástica; que, con el transcurso del tiempo, llegará a tener una estructura rígida con diferentes propiedades como la resistencia, esto conlleva a que sea un material idóneo para el sector de la construcción Pasquel, (2005).

Pasquel, (2005) menciona al concreto como un material hibrido, este resulta de la unión de varios componentes y estos a su vez aportan sus diferentes características para así desarrollar un material particular denominado concreto.

2.6.2 Componentes el concreto

Pasquel, (2005) menciona que el concreto en la actualidad está compuesto por cuatro elementos activos como son el cemento, agrados, agua y aditivos, además se compone de un elemento pasivo que es el aire. Antiguamente se consideraba al aditivo como un elemento opcional, pero en la actualidad el empleo de este elemento es casi indispensable, nos permite mejoras en la calidad, trabajabilidad, resistencia y ahorrar en mano de obra.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De todos los elementos antes mencionados, el cemento es el ingrediente activo que interviene en menor cantidad en las mezclas de concreto, sin embargo, es el que define las tendencias de su comportamiento ya que el cemento al entrar en contacto con otros materiales empieza a reaccionar químicamente.

2.6.3 Proporciones típicas de los componentes del concreto

El concreto está constituido por la pasta y los agregados, entiéndase por pasta a la unión de material cementante, agua, aire atrapado o en algunos casos aire incorporado esto a su vez representa el 25% al 40% de la masa del concreto. Los agregados representan del 60 % al 75% de la masa total del concreto, estos deben ser seleccionados con mucho cuidado ya que son muy importantes, los agregados deben tener resistencia mecánica adecuada y resistencia a condiciones de exposición por lo que se debe evitar agregados con algún tipo de material que pueda causar daños posteriores; Association, (2004).

Las proporciones típicas, en porcentaje de volumen absoluto, de los componentes de las mezclas del concreto son:

Tabla 27: Proporción de los elementos del cual se compone el concreto.

MATERIAL	PORCENTAJE DE INCIDENCIA
AGREGADO	60% a 75%
CEMENTO	7% a 15%
AGUA	15% a 22%
AIRE	1% a 3%
ADITIVO	0.1% a 0.2%

Fuente: Elaboración propia, (2019).

2.6.4 Propiedades principales del concreto

Las propiedades del concreto en estado fresco son muy importantes puesto que de estas depende la calidad, el acabado y el costo. Para elaborar concretos no solo se deben elegir los materiales adecuados para llegar a la resistencia deseada, sino que produzcan concretos frescos que puedan ser transportados, colocados y consolidado; Rivva, (2014). A continuación, se describen algunas propiedades del concreto en estado fresco.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

2.6.4.1 Trabajabilidad

Esta propiedad permite determinar la capacidad del concreto de ser manipulado, transportado, colocado y consolidado de forma correcta empleando un mínimo de trabajo y también un máximo de homogeneidad evitando la segregación. Esta propiedad no es medible puesto que depende de las características del encofrado, la cantidad y distribución de acero y la forma de compactación del concreto; Rivva, (2014).

Los factores que interviene en la trabajabilidad del concreto son:

- El método de diseño, así como el tiempo de transporte del concreto.
- La cantidad y las características de los materiales cementantes que se emplea.
- Consistencia del concreto el cual es medido con el cono de Abrams.
- Textura, tamaño y forma de la superficie de los agregados.
- Aire incorporado.
- Cantidad de agua empleada en la mezcla.
- Temperatura ambiente y temperatura del concreto.
- El tipo de aditivo empleado en la mezcla.

2.6.4.2 Segregación

Esta propiedad del concreto en estado fresco se produce por la diferencia de densidades que existe entre los materiales que componen el concreto, esto quiere decir que los materiales más pesados tienden a descender. La pasta junto con el agregado fino presentar una densidad menor en 20% que la densidad del agregado grueso, cuando la viscosidad del mortero (pasta combinado con agregado fino) disminuye ya sea por mala distribución de partículas, granulometría deficiente y menor concentración de la pasta produce que el agregado grueso se separe del mortero y a esto se llama segregación; Pasquel, (2005).

2.6.4.3 Exudación

La exudación se produce cuando se desarrolla una paca de agua de mezcla en la parte superior del concreto recién colocado, la exudación se produce por la sedimentación de los agregados y cemento y la inmediata subida del agua a la superficie.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Este fenómeno se produce por las leyes físicas de flujo de un líquido en un sistema capilar, esto es antes del efecto de viscosidad y diferencia de densidades. Está influenciada por la cantidad de finos, mientras más cantidad de finos haya en la mezcla, menor será la exudación además esta propiedad siempre estará presente en el concreto para lo cual se deben evaluar y controlar; Pasquel, (2005).

2.6.4.4 Peso unitario

Esta propiedad en estado fresco del concreto permite determinar dos características importantes como son:

- Calcular el rendimiento de la mezcla.
- Calcular el contenido de materiales (cemento, agua, agregado, aditivo) en un metro cubico de mezcla de concreto, esto a su vez permite calcular el contenido de aire en el concreto.

Esto llevaría a tener una idea clara de la compactación del concreto y de la calidad del mismo; Chaiña & Paz, (2015).

2.6.4.5 Consistencia

Esta propiedad del concreto define la humedad del concreto con respecto a la fluidez del mismo, esto quiere decir que cuanto mayor humedad exista en la mezcla será más fácil que fluya en la colocación en los diferentes elementos de concreto. La consistencia está relacionada a la trabajabilidad, pero no son sinónimos; Rivva, (2014).

Las normas alemanas clasifican la consistencia del concreto en tres grupos:

- **Concretos consistentes o secos**: estos concretos presentan la cantidad necesaria de humedad para que queden adheridos una vez sean apretados, presentan la humedad suficiente como para que la superficie quede blanda y unida.
- **Concretos plásticos:** tiene la humedad suficiente para que la mezcla tenga una textura pastosa.
- **Concretos fluidos:** presentan tanta humedad que la mezcla fluye como una pasta blanda, este concreto solo debe ser usado en estructuras donde la resistencia no toma mucha importancia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Mientras que en los Estados Unidos la consistencia se clasifica por medio del asentamiento, para lo cual se usará el método del cono de asentamiento (cono de Abrams), también conocido como el método de slump, este método mide la diferencia de la altura entre el cono trunco metálico y la masa de concreto una vez terminado el ensayo. Pero en la actualidad se permite una relación entre las normas alemanas y los criterios norteamericanos; Rivva, (2014).

- Consistencias secas: asentamiento 1'' a 2''
- Consistencias plásticas: asentamiento 3'' a 4''
- Consistencias fluidas: asentamiento 6'' a 7''

2.6.4.6 Cohesividad

Se denomina Cohesividad a la propiedad del concreto que tiene la capacidad de controlar la posible ocurrencia de segregación en la mezcla de concreto al ser manipulado, esta propiedad también evita la aparición de la segregación lo cual permitirá el fácil manejo en todo el proceso de colocación hasta la compactación del concreto. Cuando la mezcla de concreto no es muy plástica ni viscosa entonces se dice que la mezcla de concreto está en su punto correcto de cohesividad; Chaiña & Paz, (2015).

El estado endurecido del concreto empieza después del fraguado, esta etapa es de vital importancia ya que dentro de poco tiempo el concreto entrara en servicio para lo cual se evalúan propiedades.

2.6.4.7 Resistencia a la compresión

Es la propiedad más importante del concreto en estado endurecido ya que esta propiedad mide el máximo esfuerzo que puede soportar el concreto antes de ser llegar a romperse. Como el concreto está expuesto a esfuerzos de compresión, la medida de dicho esfuerzo se emplea como índice de calidad.

Abrams en su teoría menciona que el factor que influye en la resistencia del concreto está dado por la relación agua cemento, la cual brindará mayores resistencias si la relación es menor.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Pero Bilkey, de acuerdo a los estudios que realizó y basándose en teorías de Walker, Bloem y Gaynor, demostró que la resistencia al concreto es función de cuarto factores:

- Relación agua – cemento.
- Relación cemento – agregado.
- Granulometría, perfil, textura superficial, resistencia y dureza del agregado.
- Tamaño máximo del agregado grueso.

Para el ensayo de esta propiedad se tomará en cuenta lo establecido por la Norma Técnica Peruana 339.034, (2015) "Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas".

2.6.4.8 Resistencia a la tracción

Existe dificultad para el análisis del concreto por el método de tracción ya que se complica al momento de sujetar las probetas, esto provoca existen esfuerzos de compresión innecesarios por lo cual nos daría resultados irreales ya que el concreto sería sometido a más de un esfuerzo. Por esto en la actualidad se utiliza el método brasilero o de tracción indirecta, este método se sustenta en ejercer una carga de compresión a lo largo del espécimen de concreto; Saavedra, (2019).

Para lo cual se empleará lo establecido en la Norma Técnica Peruana 339.084, (2017) "Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a tracción simple del concreto, por compresión diametral de una probeta cilíndrica".

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO III

3. FASE EXPERIMENTAL

3.1 CANTERAS EN ESTUDIO

3.1.1 Cantera Chiguata – Quillacona

- **Ubicación**: Se ubica en uno de los afluentes del Río Chiguata entre los Andenes de chiguata y el pueblo de Chiguata zona A, Distrito de Chiguata, Provincia de Arequipa. La cantera se ubica aproximadamente a 22 km (1 hora y 20 min) de la ciudad de Arequipa, por la carretera Arequipa-Chiguata (Ruta 34C) pero su planta chancadora y de distribución se encuentra en Cono Norte.

- **Origen Geológico:** Depósitos Fluviales. Los depósitos de material conglomerado están constituidos por fragmentos sub-redondeados a redondeados de rocas volcánicas de tamaño variable. Grandes bloques angulosos de la cadena de Pichu Pichu fueron transportados y depositados como material granular a lo largo de los afluentes del río Chiguata.

- **Tipos de Rocas:** Rocas Volcánicas del complejo Pichu Pichu como lava en bloques (tufos volcánicos), brechas inconsolidadas polimicticas (elementos andesíticos angulosos y sub-angulosos), Andesitas porfiríticas, Andesitas claros y rojizos por intemperismo, traquiandesitas porfiríticas.

- **Explotación:** Comercial, de bajo volumen. La potencia del material depositado varía según las épocas de lluvias; a mayor precipitación, mayor arrastre y transporte. El tamaño de los bloques y gravas depende de la distancia a la que está ubicada la fuente de la cantera; a menor distancia mayores son los tamaños de bloques y gravas. El material de cantera fue clasificado como piedra seleccionada natural de río (canto rodado), piedras de gran tamaño superiores a 4” que son llevados a su planta chancadora en Cono Norte donde se procesa piedra seleccionada chancada de ½”, ¾”, 1” y arena fina y gruesa.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 3: Cantera de agregado Quillacona, ubicado en Chiguata - agregado grueso con tamaño superiores a 4’’

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Figura 4: Centro de acopio en cono norte del agregado de Quillacona, preparado para el canchado.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Figura 5: Proceso de trituración del agregado grueso para obtener TMN de ¾’’, ½’’ y agregado fino.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

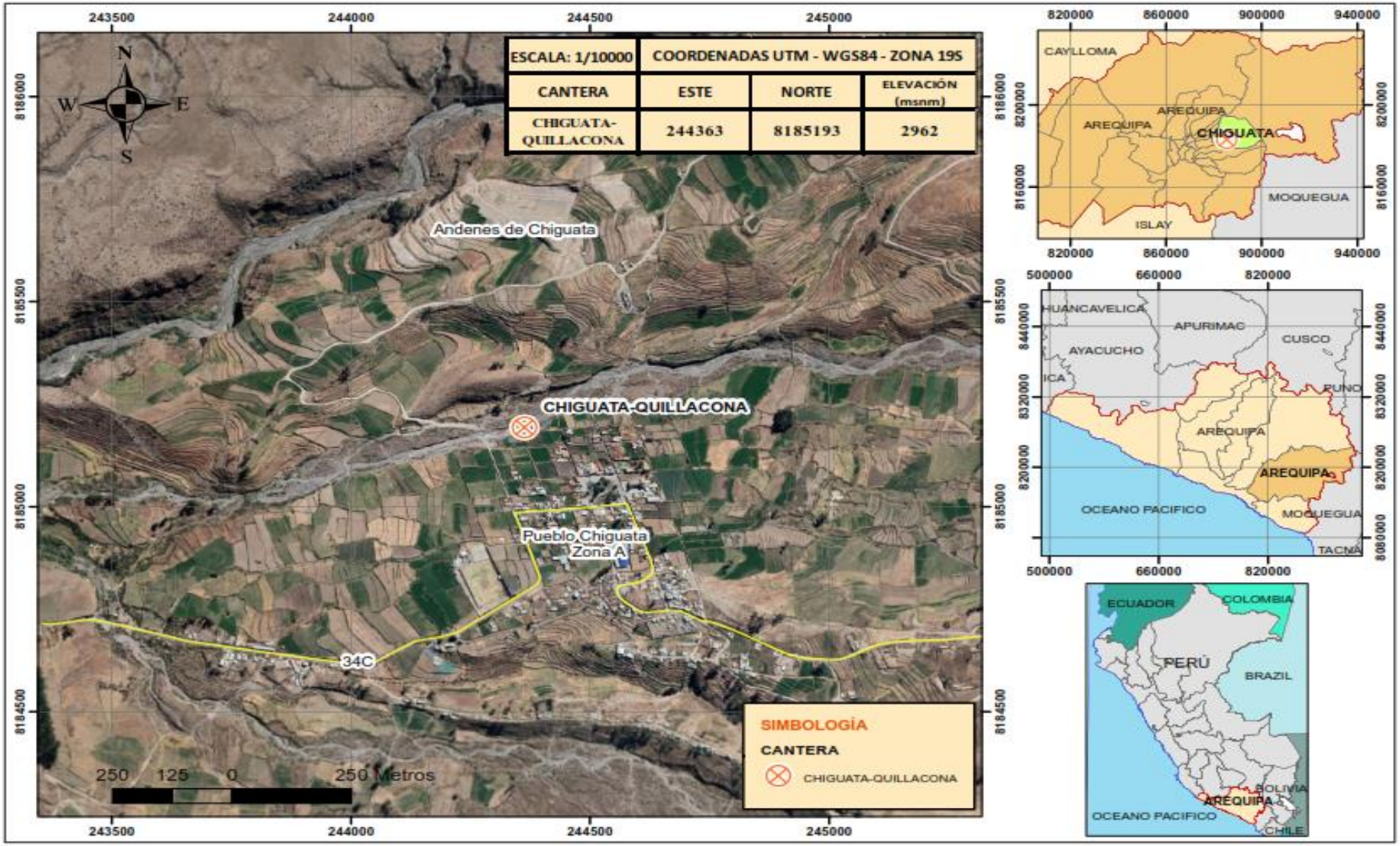


Figura 6:Mapa de ubicación de la cantera QUILLACONA.

Fuente: Google Maps, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.1.2 Cantera Franed

- **Ubicación:** Se ubica a unos 150 metros del cruce de la ruta 34A y AR-115, Distrito de La Joya, Provincia de Arequipa. La cantera se ubica aproximadamente a 38 km (1 horas y 15 minutos) de la ciudad de Arequipa, por la carretera Arequipa - La Repartición, tomar como desvío la vía Cerro Verde, a un kilómetro.

- **Origen Geológico:** Depósitos Aluviales, coluviales y eólicos. Los depósitos de material conglomerado están constituidos por fragmentos angulosos a sub-redondeados de rocas plutónicas, metamórficas y sedimentarias de tamaño variable. Materiales de afloramientos rocosos muy fracturados fueron transportados y depositados en capas de gravas aluviales (material grueso a fino), coluviales (material grueso) y eólicos (material fino a muy fino).

- **Tipos de Rocas:** Rocas Plutónicas-Intrusivas del Grupo Linga como diorita, granodiorita, monzodiorita cuarcífera, gabro y granito, además de Cuarcitas y calizas.

- **Explotación:** Comercial, de volumen y la potencia del material depositado es alto. El material de cantera fue clasificado como piedra seleccionada natural de río, en el 2019 procesa piedra zarandeada de ½", ¾", 1" y arena fina y gruesa. A fines de año 2020 ya se implementó su planta chancadora para aprovechar los Overs (piedras de gran tamaño superiores a 4".

Figura 7: Espacio de extracción del agregado de la cantera Franed.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 8: Zarandeo del agregado para separalo en los diferentes tamaños para la venta.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Figura 9: Selección del agregado por medio de correderas para los diferentes tamaños.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Figura 10: Zona de acumulación del material por tamaños para la venta.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

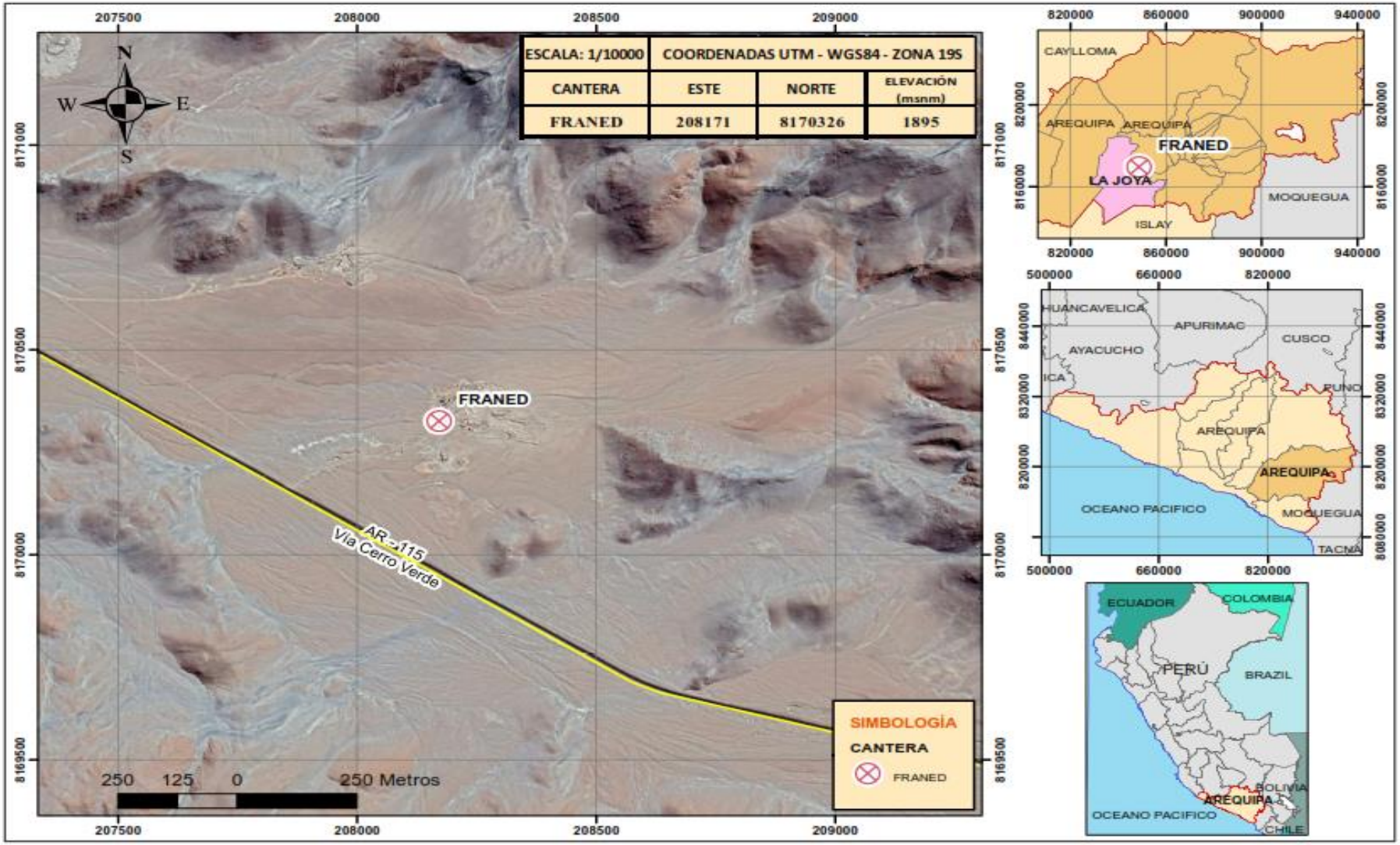


Figura 11: Mapa de ubicación de la cantera FRANED.

Fuente: Google Maps, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.1.3 Cantera Poderosa

- **Ubicación:** Se ubica a la margen izquierda del río Chili, Distrito de Uchumayo, Provincia de Arequipa. La cantera está ubicada aproximadamente a 21 km (40 minutos) de la ciudad de Arequipa, por la vía Cerro Verde.

- **Origen Geológico:** Depósitos Aluviales - Fluviales. Los depósitos de material conglomerado están constituidos por fragmentos angulosos a redondeados de rocas plutónicas, volcánicas, y sedimentarias de tamaño variable, provenientes de afloramientos rocosos muy fracturados fueron transportados y depositados en capas de gravas aluviales (material grueso a fino), coluviales (material grueso) y eólicos (material fino a muy fino).

- **Tipos de Rocas:** Rocas volcánicas como dacitas, andesitas, tufos volcánicos y brechas volcánicas, Rocas plutónicas como gabro, rocas metamórficas como gneis y cuarcita, rocas sedimentarias como calizas, sílex, lutitas pizarrosas y areniscas.

- **Explotación:** Comercial, de extracción industrializada de volumen alto en material rocoso, la potencia del material depositado depende de la fuerza de arrastre de material por agentes de transporte como el agua y por gravedad. El material de cantera fue clasificado como material rocoso, siendo este procesado a piedra chancada y seleccionado por tamaños.

Figura 12: Extracción y selección del agregado de la cantera La Poderosa.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

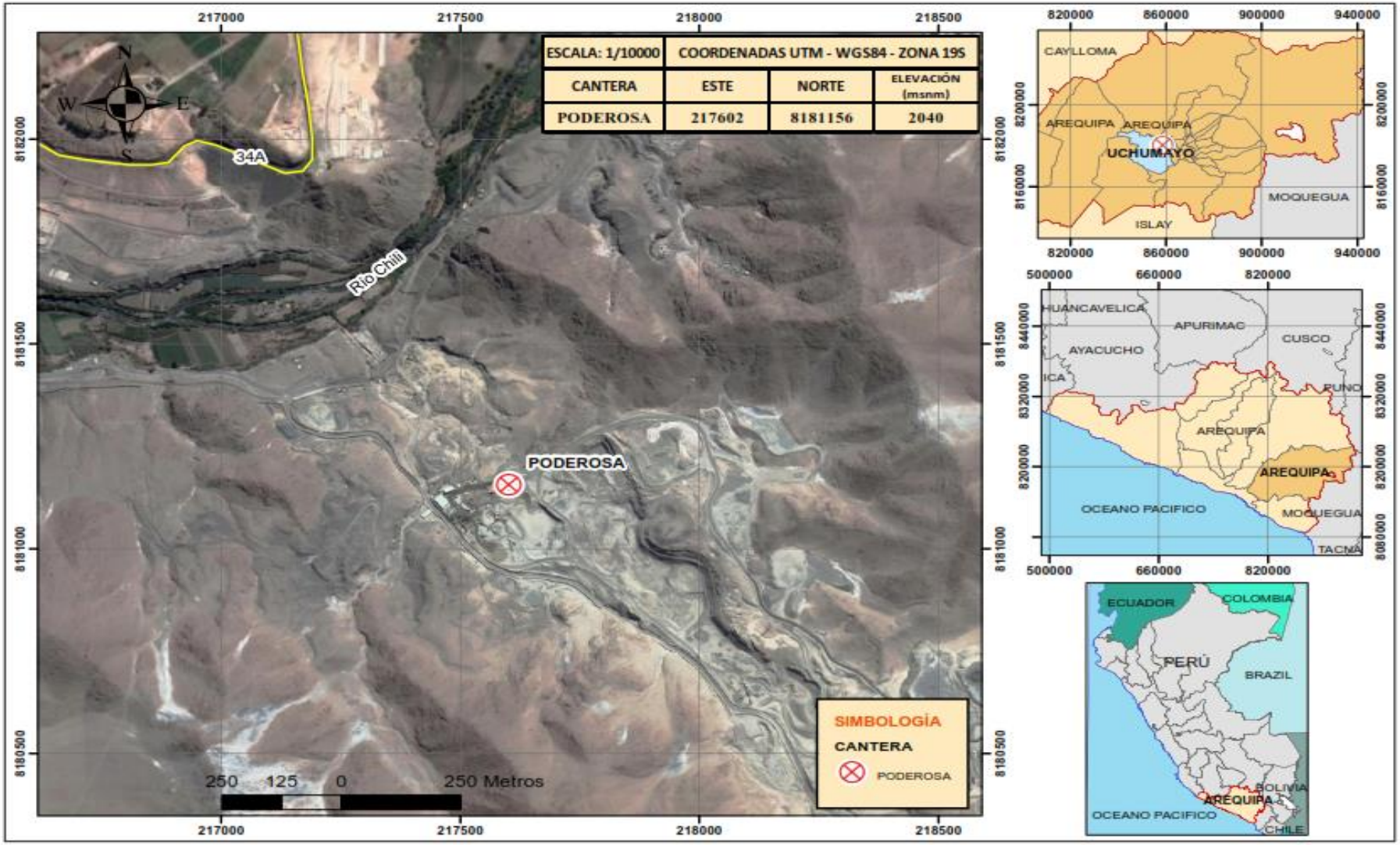


Figura 13: Mapa de ubicación de la cantera LA PODEROSA.

Fuente: Google Maps, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2 PROPIEDADES DEL AGREGADO DE CANTERAS EN PROCESO INICIAL DE EXPLOTACIÓN

En la presenta investigación se realizó el estudio y caracterización de los agregados de las canteras “Franed”, “Quillacona” y “La Poderosa”; Además, la cantera Quillacona ha presentado mejoras en su agregado de ½” debido a un cambio de su zaranda con menor diámetro de abertura, modificando sus propiedades, por tal motivo, nosotros también analizamos esta modificación del agregado y a esta mejora de las propiedades del agregado le denominaremos a partir de ahora como “Quillacona 2da Producción”.

3.2.1 Granulometría

3.2.1.1 Agregado fino

Según la norma técnica peruana (Norma Técnica Peruana 400.012, 2018), la granulometría permite determinar la gradación de los materiales por medio de diferentes tamices con diferentes tamaños de aberturas. La cantidad de agregado mínimo para este ensayo es de 300 g.

- NTP 400.012. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.
- ASTM C-136. Standard test method for sieve analysis of fine, coarse and global aggregates.

Para realizar el proceso de tamizado se colocará en orden descendente los tamices normalizados y se seguirán las recomendaciones de la norma, al usar la máquina automática provoca una ligera inclinación con un movimiento hacia arriba de 150 veces por minuto girando a un sexto de revolución por cada 25 golpes según la (NTP 400.012, 2013, pág. 7).

Figura 14: Agitador de tamices para el agregado fino.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Una vez realizado el tamizado del agregado, se tiene que comparar con los límites establecidos en la norma (ASTM) C 33; Norma Técnica Peruana 400.037, (2018).

Tabla 28: Límites para la gradación del agregado fino.

TAMICES (ESPECIFICACIONES E 11)		Porcentaje que pasa
9.5 mm	3/8 in	100
4.75 mm	No. 4	95 a 100
2.36 mm	No. 8	80 a 100
1.18 mm	No. 16	50 a 85
600 µm	No. 30	25 a 60
300 µm	No. 50	5 a 30
150 µm	No. 100	0 a 10

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.037, (2018).

Figura 15: Clasificación del agregado fino por diferentes tamices

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Se procedió a realizar el ensayo de granulometría de las 3 canteras de estudio: La Poderosa, Franed, Quillacona, siendo las 2 últimas las nuevas canteras las cuales no cuentan con un estudio de sus propiedades granulométricas, por ello la importancia de caracterizarlo mediante su granulometría. A continuación, se muestran las tablas de la obtención de datos realizando el ensayo, así como la gráfica de las curvas granulométricas, con el fin de visualizar gráficamente si están dentro de los limites inferiores y superiores que establece la norma para agregados finos.

Cabe mencionar que solo se muestra 1 de los 3 ensayos realizados, mientras que todas las tablas y gráficas del resto de las muestras, son 3 muestras, se encuentran en el anexo 1.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

❖ **Cantera "La Poderosa"**

MUESTRA 3:

Tabla 29: Análisis granulométrico del agregado fino – muestra 3 "La Poderosa".

AGREGADO FINO - MUESTRA 3					
MALLAS	**ABERTURA (mm)**	**PESO (g)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% PASANTE**
3/8"	**9.500**	0.00	0.00	0.00	100.00
Nro. 4	**4.750**	3.30	0.66	0.66	99.34
Nro. 8	**2.360**	64.80	12.87	13.53	86.47
Nro. 16	**1.180**	111.20	22.09	35.61	64.39
Nro. 30	**0.600**	114.90	22.82	58.43	41.57
Nro. 50	**0.300**	99.00	19.66	78.09	21.91
Nro. 100	**0.150**	55.00	10.92	89.02	10.98
Nro. 200	**0.075**	28.20	5.60	94.62	5.38
Fondo		27.10	5.38	100.00	0.00
Total		503.50	100.00		
Módulo de Fineza		2.75			
Peso Inicial de muestra		505.00			
Peso Final de muestra		503.50			
Error (%)		0.30			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

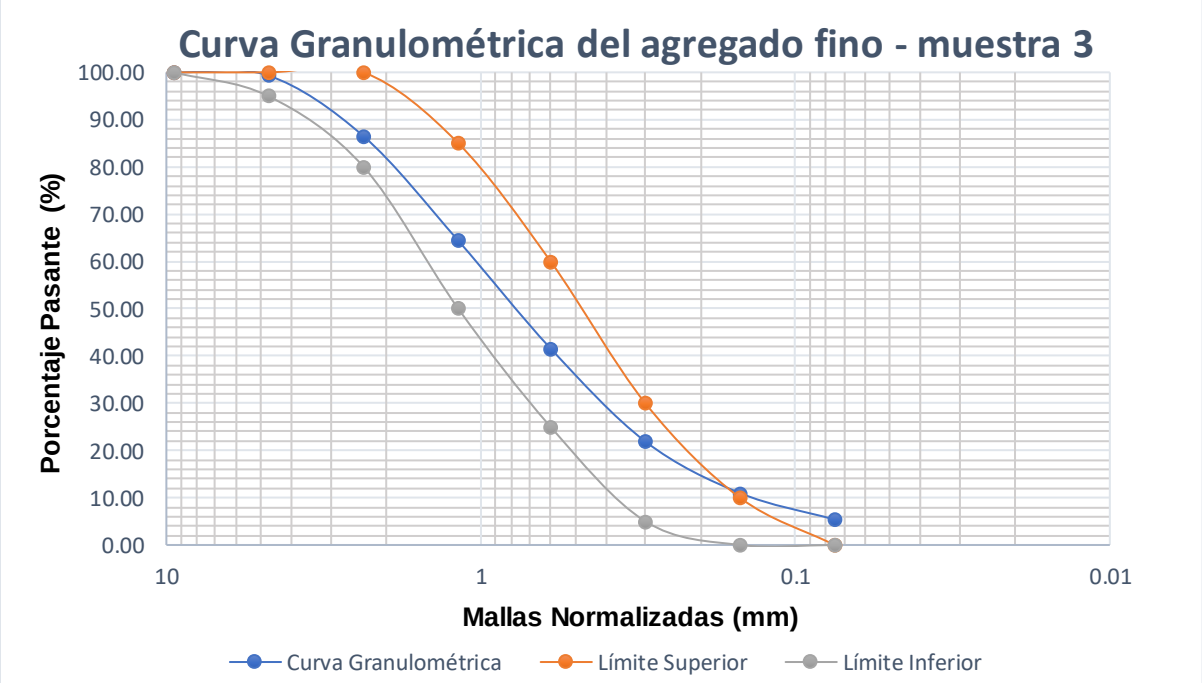


Figura 16: Curva Granulométrica del agregado fino – muestra N° 3 - "La Poderosa".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

❖ **Cantera "Franed"**

MUESTRA 1:

Tabla 30: Análisis granulométrico del agregado fino – muestra 1 "Franed".

AGREGADO FINO - MUESTRA 1					
MALLAS	**ABERTURA (mm)**	**PESO (g)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% PASANTE**
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nro. 4	4.750	16.82	3.36	3.36	96.64
Nro. 8	2.360	88.04	17.60	20.97	79.03
Nro. 16	1.180	65.33	13.06	34.03	65.97
Nro. 30	0.600	51.88	10.37	44.40	55.60
Nro. 50	0.300	85.59	17.11	61.52	38.48
Nro. 100	0.150	110.78	22.15	83.67	16.33
Nro. 200	0.075	59.66	11.93	95.60	4.40
Fondo		22.03	4.40	100.00	0.00
Total		500.13	100.00		
Módulo de Fineza			2.48		
Peso Inicial de muestra			501.00		
Peso Final de muestra			500.13		
Error (%)			0.17		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

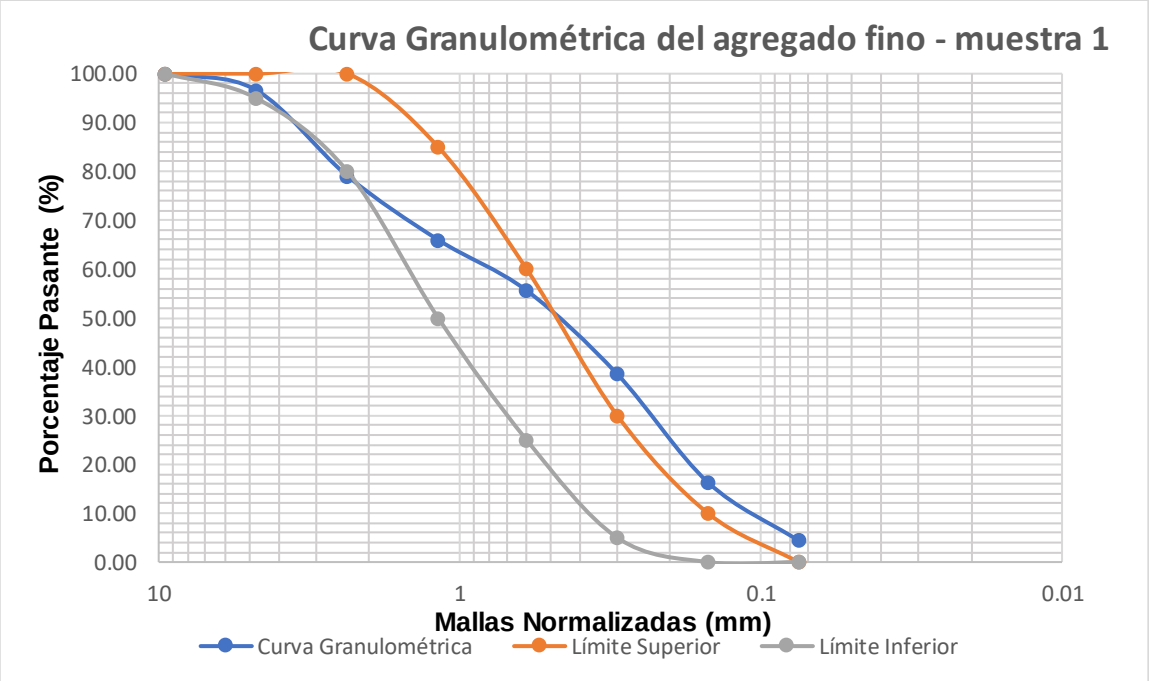


Figura 17: Curva Granulométrica del agregado fino - muestra 1 "Franed".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

❖ Cantera "Quillacona"

Esta cantera tiene 2 producciones de agregado fino debido a cambio de malla o zaranda.

PRIMERA PRODUCCIÓN MUESTRA 1:

Tabla 31: Análisis granulométrico del agregado fino–muestra 1 "Quillacona 1ra producción".

AGREGADO FINO - MUESTRA 1					
MALLAS	**ABERTURA (mm)**	**PESO (g)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% PASANTE**
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nro. 4	4.750	10.28	2.06	2.06	97.94
Nro. 8	2.360	116.46	23.29	25.35	74.65
Nro. 16	1.180	87.49	17.50	42.84	57.16
Nro. 30	0.600	66.65	13.33	56.17	43.83
Nro. 50	0.300	63.73	12.75	68.92	31.08
Nro. 100	0.150	57.78	11.56	80.47	19.53
Nro. 200	0.075	46.30	9.26	89.73	10.27
Fondo		51.34	10.27	100.00	0.00
Total		500.03	100.00		
Módulo de Fineza			2.76		
Peso Inicial de muestra			501.00		
Peso Final de muestra			500.03		
Error (%)			0.19		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

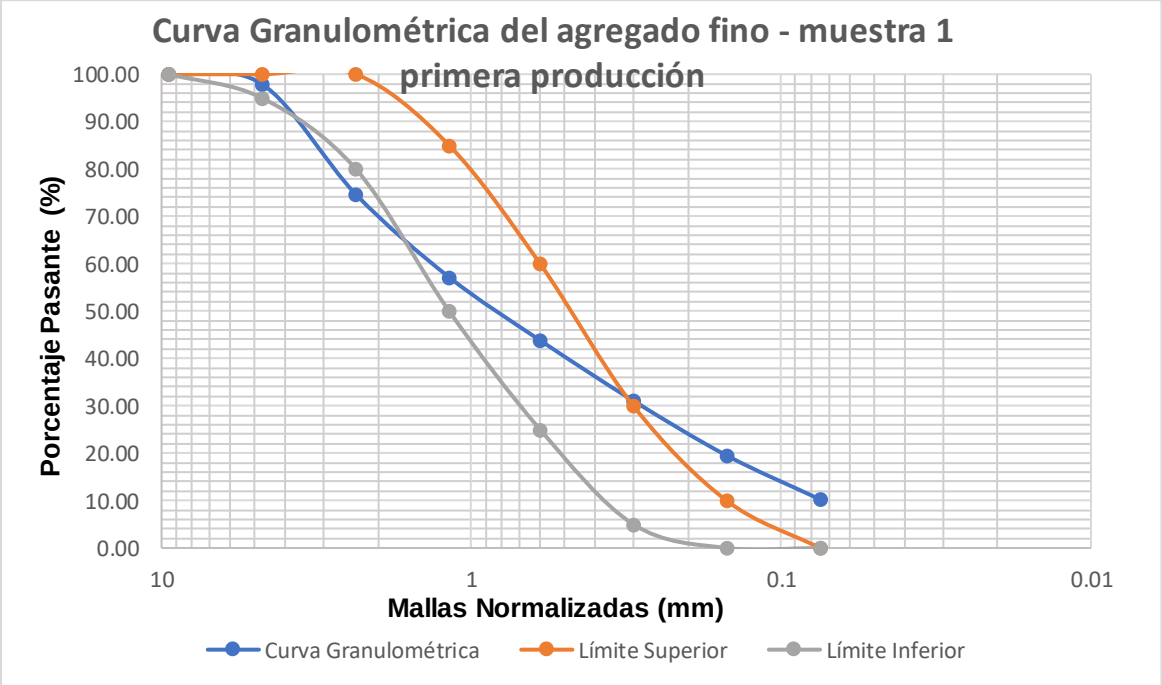


Figura 18: Curva Granulométrica del agregado fino - muestra 1 "Quillacona 1ra producción".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

SEGUNDA PRODUCCIÓN MUESTRA 2:

Tabla 32: Análisis granulométrico del agregado fino – muestra 2 "Quillacona 2da producción".

AGREGADO FINO - MUESTRA 2					
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nro. 4	4.750	7.50	1.25	1.25	98.75
Nro. 8	2.360	82.00	13.71	14.97	85.03
Nro. 16	1.180	92.60	15.48	30.45	69.55
Nro. 30	0.600	97.00	16.22	46.67	53.33
Nro. 50	0.300	129.20	21.61	68.28	31.72
Nro. 100	0.150	100.70	16.84	85.12	14.88
Nro. 200	0.075	50.80	8.49	93.61	6.39
Fondo		38.20	6.39	100.00	0.00
Total		598.00	100.00		
Módulo de Fineza			2.47		
Peso Inicial de muestra			600.00		
Peso Final de muestra			598.00		
Error (%)			0.33		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

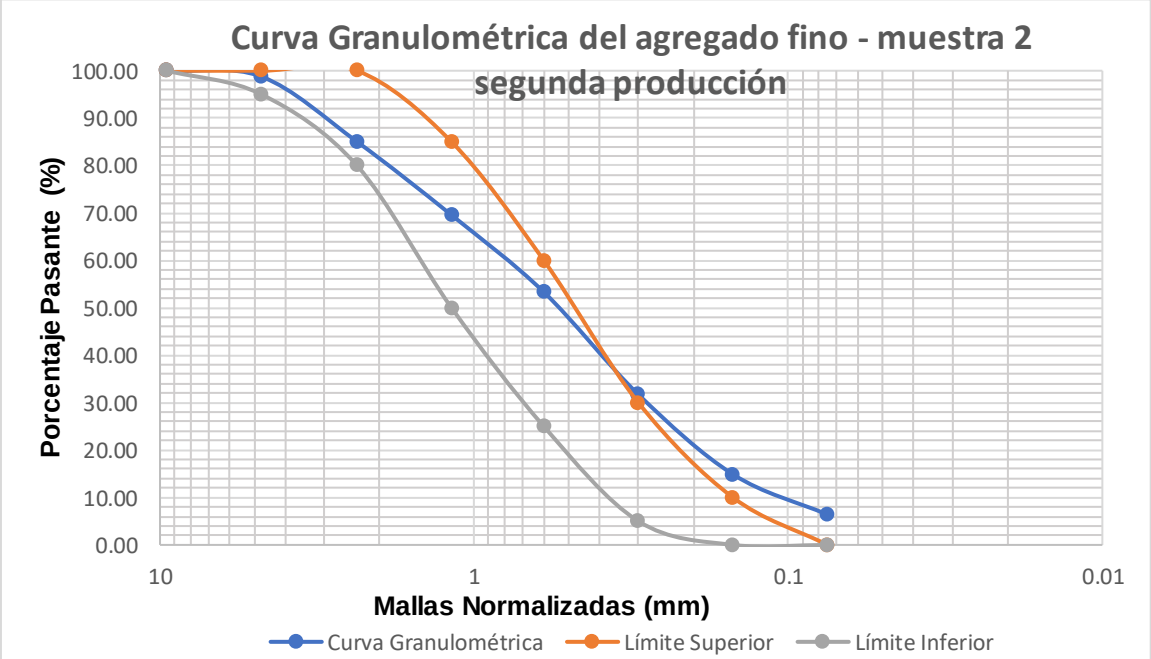


Figura 19: Curva Granulométrica del agregado fino - muestra 2 "Quillacona segunda producción".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Módulo de fineza

Es el valor que nos da una idea de las características del agregado tanto de su grosor y finura Coasaca, (2018). Algunos aspectos a tener en cuenta son:

- El módulo de fineza debe estar entre los rangos de 2.3 a 3.1.
- La diferencia de módulo de finura no debe ser mayor de 0.2 con respecto al módulo de finura base.
- El rango normal se encuentra entre 2.5 a 3.

A continuación, se muestra un cuadro con algunas características de acuerdo al valor del módulo de fineza.

Tabla 33: Recomendaciones para el concreto de acuerdo al módulo de fineza.

MÓDULO DE FINEZA	TIPO DE CONCRETO
2.2 – 2.8	Concretos de buena trabajabilidad y reducida segregación.
2.8 – 3.2	Concreto de alta resistencia.

Fuente: Coasaca, (2018).

Cuando los valores están fuera del rango establecido presentan diferentes consecuencias, en el caso que el agregado tenga mayor cantidad de finos, esto produciría un mayor consumo de cemento y agua; de lo contrario si presenta mayor cantidad de grueso, esto produciría una menor cohesividad en la mezcla de concreto.

Para el cálculo del módulo de fineza se suman los porcentajes retenidos acumulados correspondientes a las mallas N°100, N°50, N° 30, N°16, N°8, N°4, 3/8'', ¾'', 1 ½'', 3'' y 6'' divido entre 100.

$$M.F. = \frac{\sum \%\ Ret.Acum\ (\text{N°100, N°50, N° 30, N°16, N°8, N°4, 3/8'', ¾'', 1 ½'', 3'' y 6''})}{100}$$

Ecuación (14): Módulo de fineza del agregado fino.

Tabla 34: Valor de módulo de fineza de las canteras en estudio.

MODULO DE FINEZA AGREGADO FINO				
CANTERA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
LA PODEROSA	2.73	2.8	2.75	2.76
FRANED	2.48	2.56	2.37	2.47
QUILLACONA 1RA PRODUCCION	2.76	2.86	2.6	2.74
QUILLACONA 2DA PRODUCCION	2.43	2.47	2.55	2.48

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2.1.2 Agregado grueso

Según la Norma Técnica Peruana 400.012, (2018), la cantidad de muestra para poder realizar la granulometría del agregado grueso depende del tamaño máximo nominal, a continuación, se muestra las cantidades mínimas:

Tabla 35: Cantidad mínima de agregado grueso o global

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo, Mínimo kg (lb)
9,5 (3/8)	1 (2)
12,5 (1/2)	2 (4)
19,0 (3/4)	5 (11)
25,0 (1)	10 (22)
37,5 (1 ½)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 ½)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 ½)	100 (220)
100 (4)	150 (330)

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.012, (2018).

En la presenta investigación se trabajó con dos tamaños de agregado de ½'' y ¾'' por lo que según la tabla anterior corresponden 2 kg y 5 kg de muestra como mínimo. Luego de extraer la cantidad de muestra necesaria, se coloca en el tamizador de agregado grueso, esta máquina permite la distribución del agregado en las diferentes mallas.

Así como para el agregado fino existen límites, la ASTM C 33 establece límites dependiendo del tamaño del agregado en cual se clasifica en HUSO, esto permite determinar la calidad del agregado.

Figura 20: Máquina tamizadora de agregado grueso.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 21: Granulometria del agregado grueso de TMN ½" Framed

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Figura 22: Granulometría del agregado grueso de TMN ¾" Framed

Fuente: Elaboración propia, (2019).

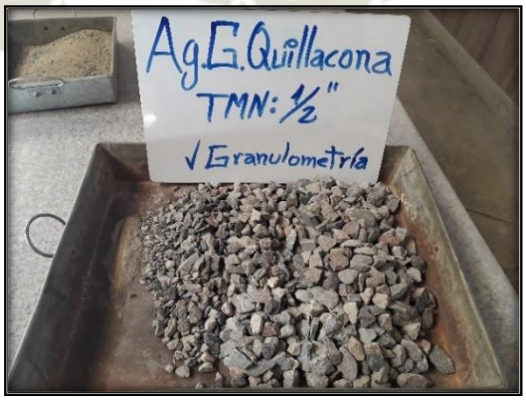


Figura 23: Granulometría del agregado grueso de TMN ½" Quillacona

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

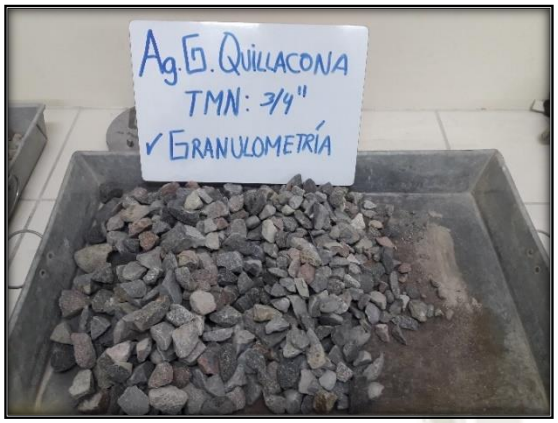


Figura 24: Granulometria del agregado grueso de TMN ¾" Quillacona

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Figura 25: Granulometría del agregado grueso de TMN ½" La Poderosa

Fuente: Elaboración propia, (2019).

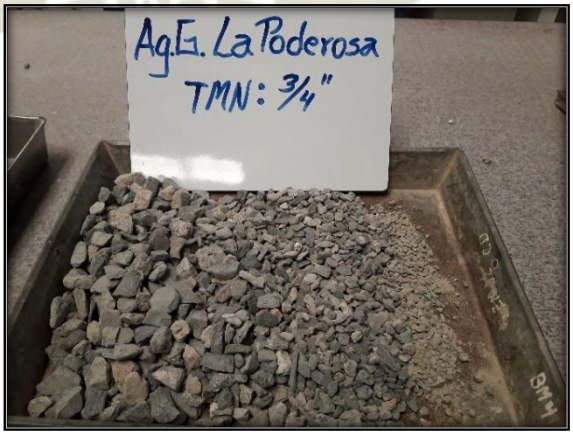


Figura 26: Granulometría del agregado grueso de TMN ¾" La Poderosa

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 36: Límites para la gradación del agregado grueso.

Nro. del tamaño del agregado	Tamaño nominal(Tamices de abertura cuadrada)	Material que pasa uno de los siguientes tamices (Porcentaje en masa)													
		100 mm	90 mm	75 mm	63 mm	50 mm	37.5 mm	25.0 mm	19.0 mm	12.5 mm	9.5 mm	4.75 mm	2.36 mm	1.18 mm	300 um
		4 in.	3 ½ in	3 in	2 ½ in	2 in	1 ½ in	1 in	3/4 in	1/2 in	3/8 in	No. 4	No. 8	No. 16	No. 50
1	90 a 37.5 mm (3 ½ a 1 ½ in.)	100	90 – 100	-	25 – 60	-	0 - 15	-	0 - 5	-	-	-	-	-	-
2	63 a 37.5 mm (2 ½ a 1 ½ in.)	-	-	100	90 – 100	35 – 70	0 - 15	-	0 – 5	-	-	-	-	-	-
3	50 a 25.0 mm (2 a 1 in.)	-	-	-	100	90 – 100	35 - 70	0 – 15	-	0 – 5	-	-	-	-	-
357	50 a 4.75 mm (2 in. a No. 4)	-	-	-	100	90 – 100	-	35 - 70	-	10 – 30	-	0 – 5	-	-	-
4	37.5 a 19.0 mm (1 ½ a ¾ in.)	-	-	-	-	100	90 - 100	20 - 55	0 - 15	-	0 – 5	-	-	-	-
467	37.5 a 4.75 mm (1 ½ a No. 4)	-	-	-	-	100	90 - 100	-	35 - 70	-	10 – 30	0 – 5	-	-	-
5	25.0 a 12.5 mm (1 a ½ in.)	-	-	-	-	-	100	90 -100	20 - 55	0 – 10	0 – 5	-	-	-	-
56	25.0 a 9.5 mm (1 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	100	90 -100	40 - 85	10 – 40	0 – 15	0 – 5	-	-	-
57	25.0 a 4.75 mm (1 in. a No. 4)	-	-	-	-	-	100	90 -100	-	25 - 60	-	0 - 10	0 – 5	-	-
6	19.0 a 9.5 mm (¾ a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	-	100	90 - 100	20 – 55	0 - 15	0 - 5	-	-	-
67	19.0 a 4.75 mm (¾ a No. 4)	-	-	-	-	-	-	100	90 - 100	-	20 - 55	0 - 10	0 – 5	-	-
7	12.5 a 4.75 mm (½ a No. 4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 - 100	40 - 70	0 - 15	0 – 5	-	-
8	9.5 a 2.36 mm (3/8 in. a No. 8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 - 100	1 0 - 30	0 - 10	0 – 5	-
89	9.5 a 1.18 mm (3/8 in. a No. 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 - 100	20 - 55	5 – 30	0 - 10	0 – 5
9	4.75 a 1.18 mm (No. 4 a No. 16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 - 100	10 – 40	0 - 10	0 – 5

Fuente: Sotomayor C., (2020) pág. 166-167.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

A continuación, se muestran las tablas de la obtención de datos realizando el ensayo, así como la gráfica de las curvas granulométricas. Cabe mencionar que solo se muestra 1 de los 3 ensayos realizados, mientras que las demás tablas y gráficas se encuentran en el anexo 2.

❖ **Cantera "La Poderosa"**

MUESTRA 1: Agregado grueso de ½'' – huso 7

Tabla 37: Análisis granulométrico del agregado grueso de ½'' – muestra 1 "La Poderosa".

AGREGADO GRUESO 1/2" - MUESTRA 1					
MALLAS	**ABERTURA (mm)**	**PESO (g)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% PASANTE**
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	199.00	10.00	10.00	90.00
3/8"	9.500	483.00	24.20	34.20	65.80
Nro. 4	4.750	1195.50	59.80	94.00	6.00
Nro. 8	2.360	108.50	5.40	99.40	0.60
Fondo	1.180	12.50	0.60	100.00	0.00
Total		1998.50	100.00		
Módulo de Fineza			6.28		
Peso Inicial de muestra			2000.00		
Peso Final de muestra			1998.50		
Error (%)			0.08		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

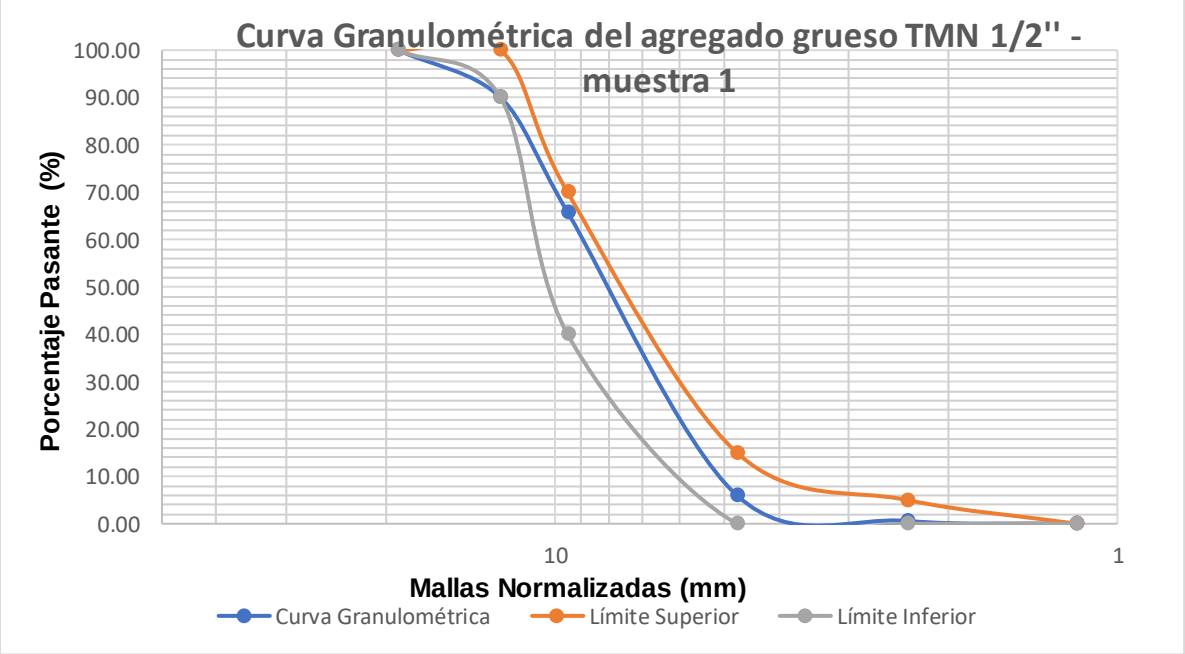


Figura 27: Curva Granulométrica agregado grueso de ½'' - muestra 1 "La Poderosa".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MUESTRA 1: Agregado grueso de ¾'' - huso 67

Tabla 38: Análisis granulométrico agregado grueso de ¾'' – muestra 1 "La Poderosa".

AGREGADO GRUESO 3/4" - MUESTRA 1					
MALLAS	**ABERTURA (mm)**	**PESO (g)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% PASANTE**
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	221.50	4.43	4.43	95.57
3/8"	12.500	3590.00	71.77	76.20	23.80
Nro. 4	9.500	1074.00	21.47	97.67	2.33
Nro. 8	2.360	90.00	1.80	99.47	0.53
Fondo		26.50	0.53	100.00	0.00
Total		5002.00	100.00		
Módulo de Fineza		6.78			
Peso Inicial de muestra		5004.50			
Peso Final de muestra		5002.00			
Error (%)		0.05			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

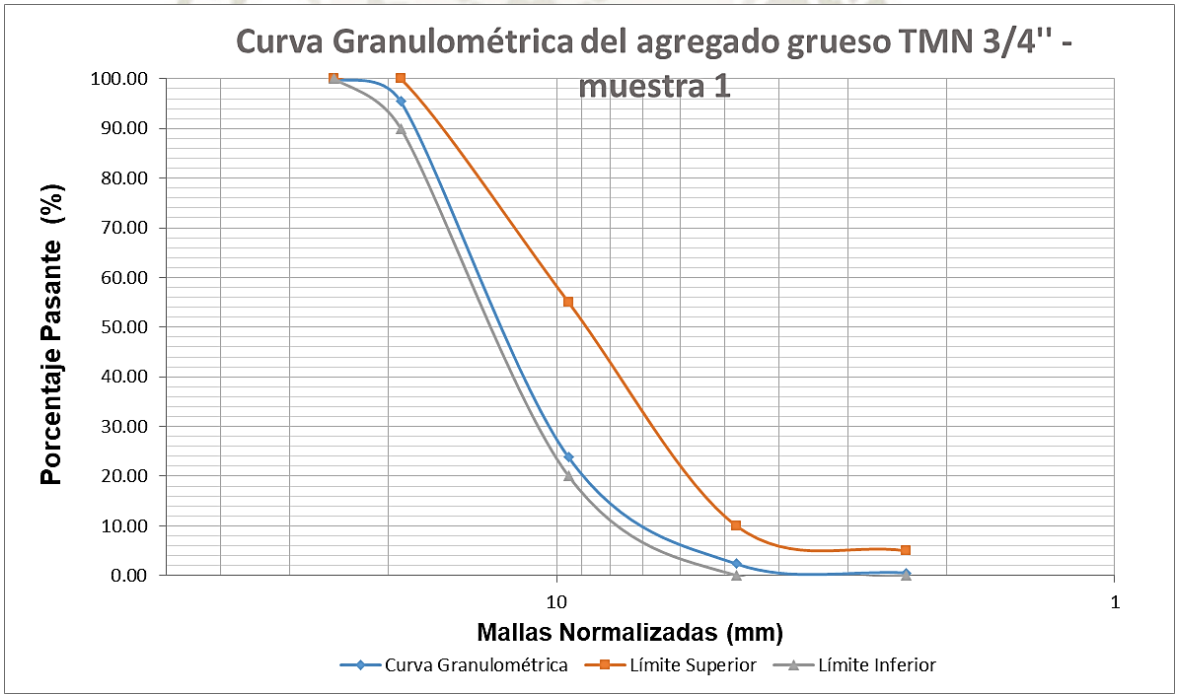


Figura 28: Curva Granulométrica agregado grueso de ¾'' - muestra 1 "La Poderosa".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

❖ **Cantera "Franed"**

MUESTRA 3: Agregado grueso de ½'' - huso 7

Tabla 39: Análisis granulométrico agregado grueso de ½''– muestra 3 "Franed".

AGREGADO GRUESO 1/2" - MUESTRA 3					
MALLAS	**ABERTURA (mm)**	**PESO (g)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% PASANTE**
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	609.50	30.51	30.51	69.49
3/8"	9.500	606.50	30.36	60.88	39.12
Nro. 4	4.750	772.50	38.67	99.55	0.45
Nro. 8	2.360	7.00	0.35	99.90	0.10
Fondo	1.180	2.00	0.10	100.00	0.00
Total		1997.50	100.00		
Módulo de Fineza		6.60			
Peso Inicial de muestra		2000.00			
Peso Final de muestra		1997.50			
Error (%)		0.13			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

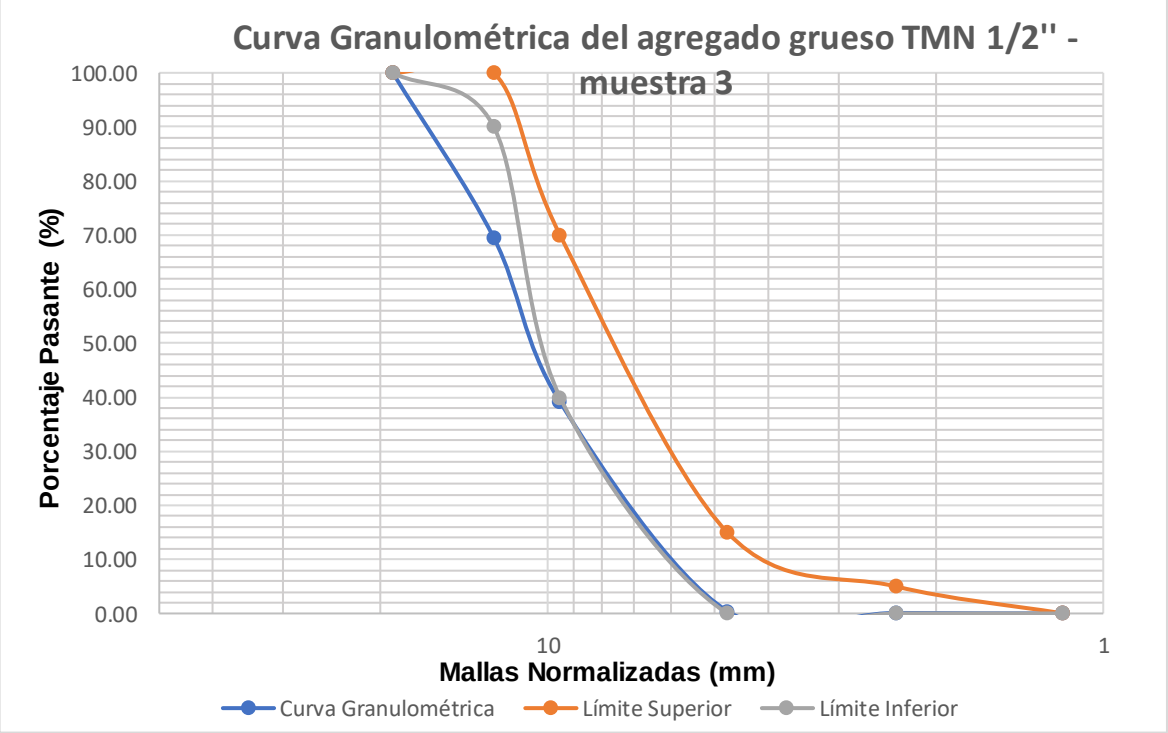


Figura 29: Curva Granulométrica agregado grueso de ½'' - muestra 3 "Franed".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MUESTRA 3: Agregado grueso de ¾'' - huso 6

Tabla 40: Análisis granulométrico agregado grueso de ¾''– muestra 3 "Franed".

AGREGADO GRUESO 3/4" - MUESTRA 3					
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	1419.00	28.39	28.39	71.61
1/2"	12.500	3167.00	63.36	91.75	8.25
3/8"	9.500	389.50	7.79	99.54	0.46
Nro. 4	4.750	17.00	0.34	99.88	0.12
Fondo	2.360	6.00	0.12	100.00	0.00
Total		4998.50	100.00		
Módulo de Fineza		7.28			
Peso Inicial de muestra		5000.00			
Peso Final de muestra		4998.50			
Error (%)		0.03			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

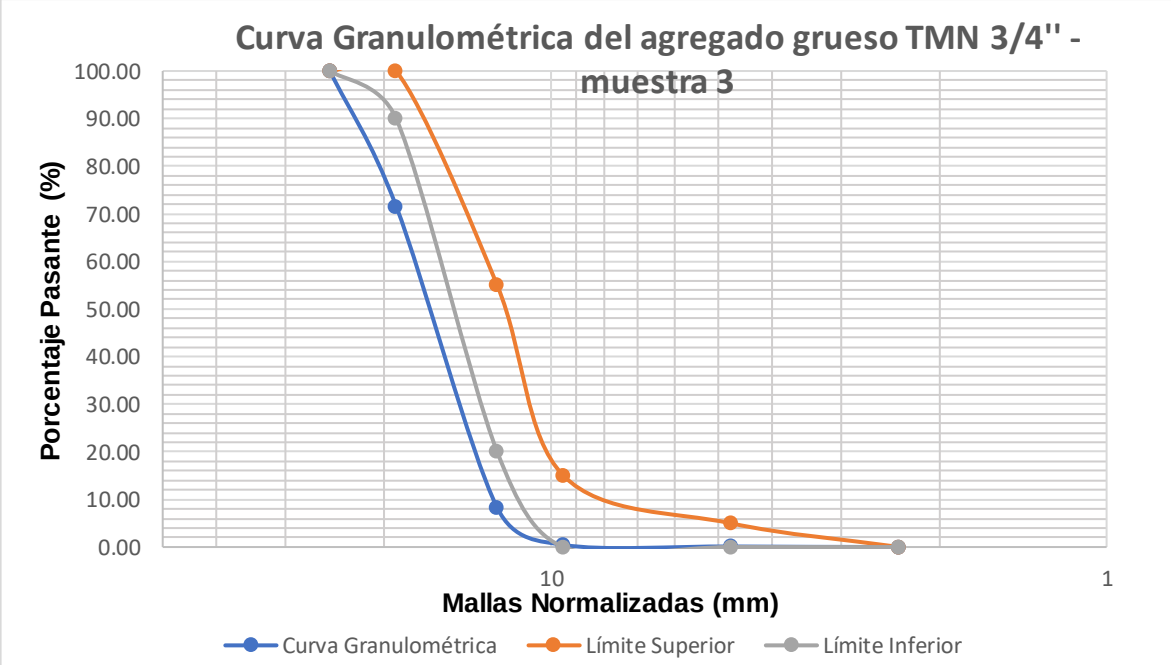


Figura 30: Curva Granulométrica agregado grueso de ¾'' - muestra 3 "Franed".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

❖ **Cantera "Quillacona"**

PRIMERA PRODUCCIÓN MUESTRA 2: Agregado grueso de ½'' - huso 7

Tabla 41: Análisis granulométrico agregado grueso de ½''– muestra 2 "Quillacona 1ra producción".

AGREGADO GRUESO 1/2" - MUESTRA 2					
MALLAS	**ABERTURA (mm)**	**PESO (g)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% PASANTE**
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	1202.50	60.19	60.19	39.81
3/8"	9.500	523.50	26.20	86.39	13.61
Nro. 4	4.750	260.00	13.01	99.40	0.60
Nro. 8	2.360	7.00	0.35	99.75	0.25
Fondo	1.180	5.00	0.25	100.00	0.00
Total		1998.00	100.00		
Módulo de Fineza		6.86			
Peso Inicial de muestra		2000.00			
Peso Final de muestra		1998.00			
Error (%)		0.10			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

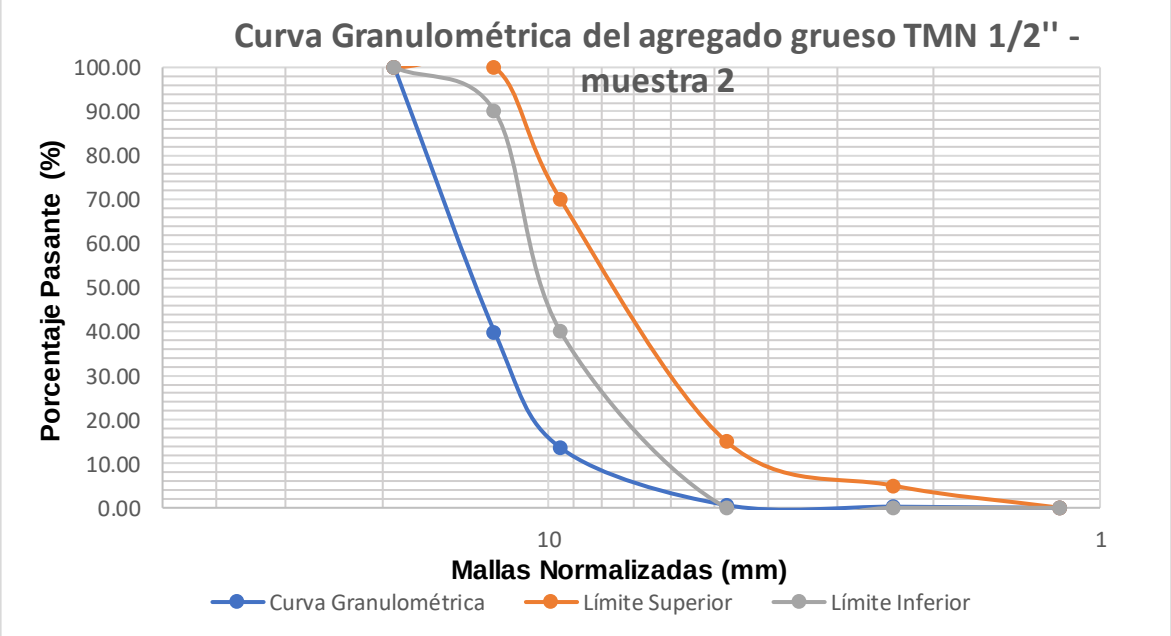


Figura 31: Curva Granulométrica agregado grueso de ½''– muestra 2 "Quillacona 1ra producción".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PRIMERA PRODUCCIÓN MUESTRA 2: Agregado grueso de ¾'' - huso 6

Tabla 42: Análisis granulométrico agregado grueso de ¾''– muestra 2 "Quillacona 1ra producción".

AGREGADO GRUESO 3/4" - MUESTRA 2					
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	3198.00	64.08	64.08	35.92
1/2"	12.500	1654.00	33.14	97.22	2.78
3/8"	9.500	79.00	1.58	98.81	1.19
Nro. 4	4.750	34.50	0.69	99.50	0.50
Fondo	2.360	25.00	0.50	100.00	0.00
Total		4990.50	100.00		
Módulo de Fineza		7.62			
Peso Inicial de muestra		5000.00			
Peso Final de muestra		4990.50			
Error (%)		0.19			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

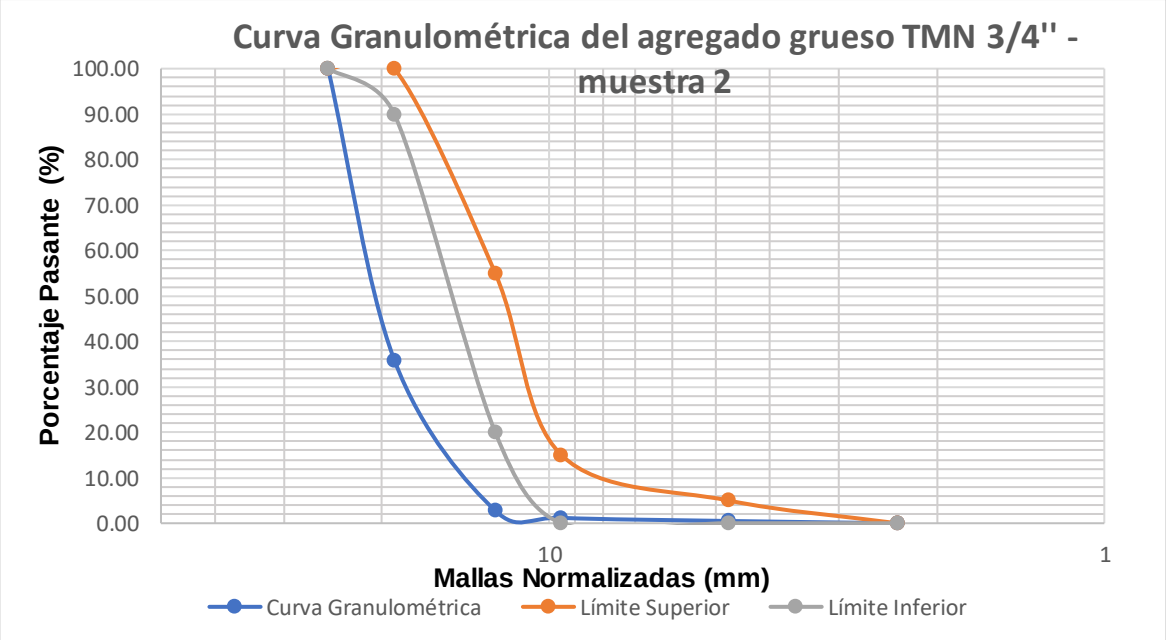


Figura 32: Curva Granulométrica agregado grueso de ¾''– muestra 2 "Quillacona 1ra producción".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

SEGUNDA PRODUCCIÓN MUESTRA 2: Agregado grueso de ½''- huso 7.

Esta cantera tiene 2 producciones de agregado grueso de 1/2" debido a cambio de malla o zaranda con el fin de mejorar la granulometría de la primera producción.

Tabla 43: Análisis granulométrico agregado grueso de ½''– muestra 2 "Quillacona 2da producción".

AGREGADO GRUESO 1/2" - MUESTRA 2					
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	459.90	20.00	20.00	80.00
3/8"	9.500	780.40	33.95	53.95	46.05
Nro. 4	4.750	1006.60	43.78	97.73	2.27
Nro. 8	2.360	46.00	2.00	99.73	0.27
Fondo	1.180	6.10	0.27	100.00	0.00
Total		2299.00	100.00		
Módulo de Fineza		6.51			
Peso Inicial de muestra		2300.00			
Peso Final de muestra		2299.00			
Error (%)		0.04			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

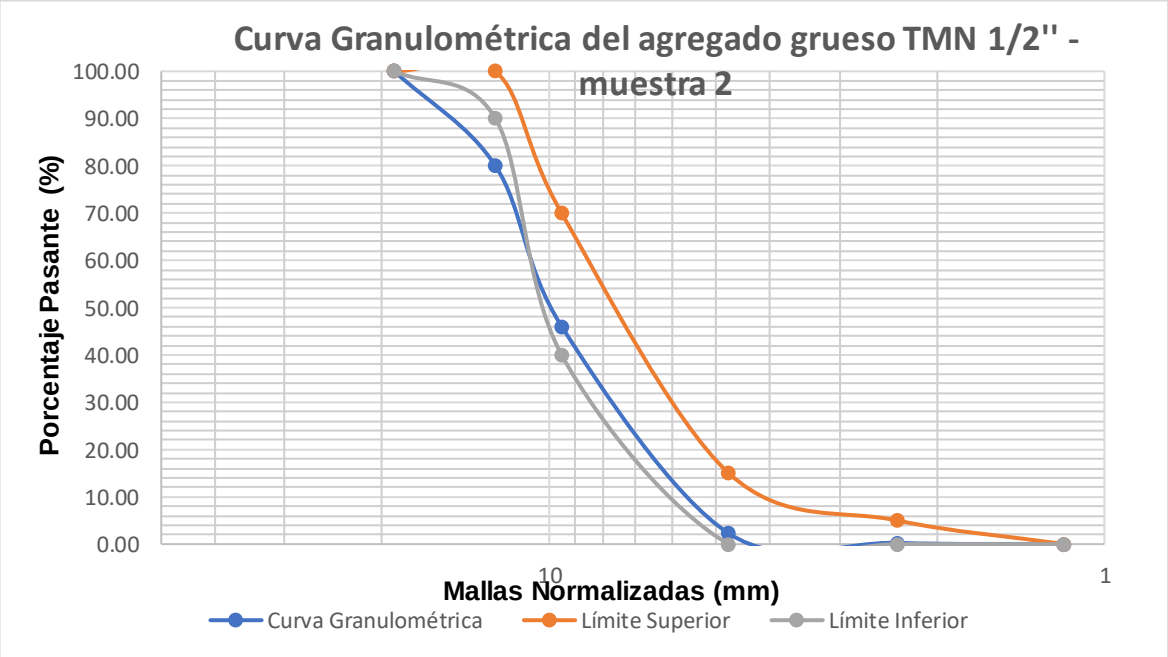


Figura 33: Curva Granulométrica agregado grueso de ½''– muestra 2 "Quillacona 2da producción".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Módulo de fineza

Para el cálculo del módulo de fineza se suman los porcentajes retenidos acumulados correspondientes a las mallas N°100, N°50, N° 30, N°16, N°8, N°4, 3/8'', ¾'', 1 ½'', 3'' y 6'' divido entre 100.

$$M.F. = \frac{\sum \%\ Ret.Acum\ (\text{N°100, N°50, N° 30, N°16, N°8, N°4, 3/8'', ¾'', 1 ½'', 3'' y 6''})}{100}$$

Ecuación (15): Módulo de fineza del agregado grueso.

CUADRO COMPARATIVO

- **Para el agregado grueso del ½''**

Tabla 44: Cálculo del módulo de fineza del agregado grueso de ½'' para las diferentes canteras.

MODULO DE FINEZA AGREGADO GRUESO DE 1/2"				
CANTERA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
LA PODEROSA	6.28	6.27	6.30	6.28
FRANED	6.59	6.61	6.60	6.60
QUILLACONA 1RA PRODUCCIÓN	6.83	6.86	6.85	6.84
QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	6.50	6.51	6.56	6.52

Fuente: Elaboración propia, (2019).

- **Para el agregado grueso de ¾''**

Tabla 45: Cálculo del módulo de fineza del agregado grueso de ¾'' para las diferentes canteras.

MODULO DE FINEZA AGREGADO GRUESO DE 3/4"				
CANTERA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO
LA PODEROSA	6.78	6.73	6.68	6.73
FRANED	7.29	7.18	7.28	7.25
QUILLACONA 1ra Producción	7.62	7.62	7.60	7.61

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2.2 Peso específico y absorción

3.2.2.1 Agregado fino

Esta propiedad permite conocer el peso real de la mezcla, el cual se calculará mediante una división entre el peso total de las partículas entre el volumen total sin considerar los espacios vacíos; Coasaca, (2018).

Las normas que se utilizan para este ensayo son las siguientes:

- NTP 400.022. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino.
- ASTM C-128. Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Fine Aggregate.

Este ensayo nos permite conocer la calidad del agregado, cuando los valores son altos entonces el concreto tiende a tener un mejor comportamiento, de lo contrario cuando los valores son bajos entonces este producirá concretos deficiente, absorbente y con características débiles.

Procedimiento

- Tomar una muestra representativa de aproximadamente 1000 gr, luego hacer secar por 24 h. en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Pasada las 24 h., sumergir la muestra en agua durante otras 24 h.

Figura 34: Muestras de agregado fino reposando 24 h. de las 3 canteras.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

- Pasado las 24 h. sumergido en agua, se extrae la muestra y se deja secar en una superficie plana.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Luego se procede a hacer la prueba del cono trunco llenando por encima de su altura y con un apisonador se realizan 25 golpes hasta que el agregado este al ras de la altura del cono trunco.

Figura 35: Apisonado del agregado fino.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

- Al término del apisonado se procederá a levantar el cono verticalmente y se podrá observar la condición del agregado, si este aún tiene la forma del cono trunco y no se desmoronó entonces el agregado sigue húmedo, si el agregado presenta desmoronamiento entonces el agregado se encuentra en el estado saturado superficialmente seco lo cual es ideal para seguir con el ensayo.

Figura 36: Condición húmeda y condición saturada superficialmente seca.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 37: Condición húmeda y condición saturada superficialmente seca

Fuente: Elaboración propia, (2019).

- Luego se pesará un picnómetro con agua hasta la marca de 500 ml. Posterior a ello se eliminará una cantidad del agua del picnómetro para colocar 500 g. de agregado en condición saturado superficialmente seco.
- Una vez este el agregado dentro del picnómetro, realizar giros circulares en una superficie plana y eliminar todo el aire que exista en el picnómetro.

Figura 38: Picnómetro con agregado fino y agua.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

- Luego de pesar el picnómetro con muestra y agua hasta, se decanta toda la mezcla sobre un recipiente y se deja secar en el horno por 24 h. a una temperatura de 110 ± 5°C.
- Para finalizar el ensayo se pesará el agregado seco.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para presentar los valores de pesos especifico corregidos por la temperatura se usará la siguiente tabla en la que se muestran los valores de K para cada temperatura y así poder realizar la corrección.

Tabla 46: Densidad del agua y coeficiente de temperatura "K".

Temperatura (°C)	Densidad (g/mL)[B]	Coeficiente Temperatura (K)	Temperatura (°C)	Densidad (g/mL)[B]	Coeficiente Temperatura (K)	Temperatura (°C)	Densidad (g/mL)[B]	Coeficiente Temperatura (K)	Temperatura (°C)	Densidad (g/mL)[B]	Coeficiente Temperatura (K)
15,0	0,99910	1,00090	16,0	0,99895	1,00074	17,0	0,99878	1,00057	18,0	0,99860	1,00039
15,1	0,99909	1,00088	16,1	0,99893	1,00072	17,1	0,99876	1,00055	18,1	0,99858	1,00037
15,2	0,99907	1,00087	16,2	0,99891	1,00071	17,2	0,99874	1,00054	18,2	0,99856	1,00035
15,3	0,99906	1,00085	16,3	0,99890	1,00069	17,3	0,99872	1,00052	18,3	0,99854	1,00034
15,4	0,99904	1,00084	16,4	0,99888	1,00067	17,4	0,99871	1,00050	18,4	0,99852	1,00032
15,5	0,99902	1,00082	16,5	0,99886	1,00066	17,5	0,99869	1,00048	18,5	0,99850	1,00030
15,6	0,99901	1,00080	16,6	0,99885	1,00064	17,6	0,99867	1,00047	18,6	0,99848	1,00028
15,7	0,99899	1,00079	16,7	0,99883	1,00062	17,7	0,99865	1,00045	18,7	0,99847	1,00026
15,8	0,99898	1,00077	16,8	0,99881	1,00061	17,8	0,99863	1,00043	18,8	0,99845	1,00024
15,9	0,99896	1,00076	16,9	0,99879	1,00059	17,9	0,99862	1,00041	18,9	0,99843	1,00022
19,0	0,99841	1,00020	20,0	0,99821	1,00000	21,0	0,99799	0,99979	22,0	0,99777	0,99957
19,1	0,99839	1,00018	20,1	0,99819	0,99998	21,1	0,99797	0,99977	22,1	0,99775	0,99954
19,2	0,99837	1,00016	20,2	0,99816	0,99996	21,2	0,99795	0,99974	22,2	0,99773	0,99952
19,3	0,99835	1,00014	20,3	0,99814	0,99994	21,3	0,99793	0,99972	22,3	0,99770	0,99950
19,4	0,99833	1,00012	20,4	0,99812	0,99992	21,4	0,99791	0,99970	22,4	0,99768	0,99947
19,5	0,99831	1,00010	20,5	0,99810	0,99990	21,5	0,99789	0,99968	22,5	0,99766	0,99945
19,6	0,99829	1,00008	20,6	0,99808	0,99987	21,6	0,99786	0,99966	22,6	0,99764	0,99943
19,7	0,99827	1,00006	20,7	0,99806	0,99985	21,7	0,99784	0,99963	22,7	0,99761	0,99940
19,8	0,99825	1,00004	20,8	0,99804	0,99983	21,8	0,99782	0,99961	22,8	0,99759	0,99938
19,9	0,99823	1,00002	20,9	0,99802	0,99981	21,9	0,99780	0,99959	22,9	0,99756	0,99936
23,0	0,99754	0,99933	24,0	0,99730	0,99909	25,0	0,99705	0,99884	26,0	0,99679	0,99858
23,1	0,99752	0,99931	24,1	0,99727	0,99907	25,1	0,99702	0,99881	26,1	0,99676	0,99855
23,2	0,99749	0,99929	24,2	0,99725	0,99904	25,2	0,99700	0,99879	26,2	0,99673	0,99852
23,3	0,99747	0,99926	24,3	0,99723	0,99902	25,3	0,99697	0,99876	26,3	0,99671	0,99850
23,4	0,99745	0,99924	24,4	0,99720	0,99899	25,4	0,99694	0,99874	26,4	0,99668	0,99847
23,5	0,99742	0,99921	24,5	0,99717	0,99897	25,5	0,99692	0,99871	26,5	0,99665	0,99844
23,6	0,99740	0,99919	24,6	0,99715	0,99894	25,6	0,99689	0,99868	26,6	0,99663	0,99842
23,7	0,99737	0,99917	24,7	0,99712	0,99892	25,7	0,99687	0,99866	26,7	0,99660	0,99839
23,8	0,99735	0,99914	24,8	0,99710	0,99889	25,8	0,99684	0,99863	26,8	0,99657	0,99836
23,9	0,99732	0,99912	24,9	0,99707	0,99887	25,9	0,99681	0,99860	26,9	0,99654	0,99833
27,0	0,99652	0,99831	28,0	0,99624	0,99803	29,0	0,99595	0,99774	30,0	0,99565	0,99744
27,1	0,99649	0,99828	28,1	0,99621	0,99800	29,1	0,99592	0,99771	30,1	0,99562	0,99741
27,2	0,99646	0,99825	28,2	0,99618	0,99797	29,2	0,99589	0,99768	30,2	0,99559	0,99738
27,3	0,99643	0,99822	28,3	0,99615	0,99794	29,3	0,99586	0,99765	30,3	0,99556	0,99735
27,4	0,99641	0,99820	28,4	0,99612	0,99791	29,4	0,99583	0,99762	30,4	0,99553	0,99732
27,5	0,99638	0,99817	28,5	0,99609	0,99788	29,5	0,99580	0,99759	30,5	0,99550	0,99729
27,6	0,99635	0,99814	28,6	0,99607	0,99785	29,6	0,99577	0,99756	30,6	0,99547	0,99726
27,7	0,99632	0,99811	28,7	0,99604	0,99783	29,7	0,99574	0,99753	30,7	0,99544	0,99723
27,8	0,99629	0,99808	28,8	0,99601	0,99780	29,8	0,99571	0,99750	30,8	0,99541	0,99720
27,9	0,99627	0,99806	28,9	0,99598	0,99777	29,9	0,99568	0,99747	30,9	0,99538	0,99716

Fuente: Manual de ensayos de materiales MTC, (2016) pág. 85.

Cálculos

Para el cálculo del peso específico se tomarán los siguientes valores, además se corrigió a la temperatura de 21.5 °C, para lo cual se multiplicó el valor obtenido del peso específico por el valor de corrección "K" de la tabla anterior.

Peso específico de masa (Pem)

Conocida como gravedad específica nominal o normal, se obtiene de la relación del peso de las partículas de la muestra entre el volumen ocupado por el material (incluye los poros permeables e impermeables naturales del agregado) así lo define Coasaca, (2018).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$\text{Pem} = \frac{\text{A}}{\text{B} + \text{S} - \text{C}}$$

Ecuación (16): Peso específico de masa del agregado fino.

En la cual:

- Pem: Peso específico de masa g/cm^3.
- A: Masa en el aire de la muestra seca al horno (g).
- B: Masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración (g).
- C: Masa del picnómetro lleno de muestra y agua hasta la marca de calibración (g).
- S: Masa de la muestra saturada superficialmente seca (g).

Tabla 47: Cuadro resumen del peso específico nominal (masa).

PESO ESPECIFICO DE MASA						
CANTERA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO	COEF. K	PESO ESPECÍFICO (g/cm^3)
LA PODEROSA	2.52	2.49	2.51	2.50	0.99968	2.50
FRANED	2.57	2.59	2.58	2.58	0.99968	2.58
QUILLACONA 1	2.53	2.52	2.57	2.54	0.99968	2.54
QUILLACONA 2	2.45	2.46	2.45	2.46	0.99968	2.46

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Peso específico saturado superficialmente seco (Psss)

Se obtiene de la relación del peso de las partículas de la muestra entre el volumen ocupado por el material cuando todos sus poros estas llenos de agua; Coasaca, (2018).

$$\text{Psss} = \frac{\text{S}}{\text{B} + \text{S} - \text{C}}$$

Ecuación (17): Peso específico saturado superficialmente seco del agregado fino.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En la cual:

- Pss: Peso específico saturado superficialmente seco g/cm^3.
- B: Masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración (g).
- C: Masa del picnómetro lleno de muestra y agua hasta la marca de calibración (g).
- S: Masa de la muestra saturada superficialmente seca (g).

Tabla 48: Cuadro resumen del peso específico saturado superficialmente seco.

PESO ESPECIFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO						
CANTERA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO	COEF. K	PESO ESPECÍFICO (g/cm^3)
LA PODEROSA	2.55	2.53	2.53	2.54	0.99968	2.54
FRANED	2.61	2.62	2.61	2.62	0.99968	2.62
QUILLACONA 1	2.57	2.54	2.60	2.57	0.99968	2.57
QUILLACONA 2	2.52	2.52	2.52	2.52	0.99968	2.52

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Peso específico aparente (Pea)

Se le conoce como gravedad especifica aparente o relativa, se obtiene de la relación del peso de las partículas de la muestra entre el volumen ocupado por el material de la porción impermeable del agregado; Coasaca, (2018).

$$\text{Pea} = \frac{\text{A}}{\text{B} + \text{A} - \text{C}}$$

Ecuación (18): Peso específico aparente del agregado fino.

En la cual:

- Pea: Peso específico aparente g/cm^3.
- A: Masa en el aire de la muestra seca al horno (g).
- B: Masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración (g).
- C: Masa del picnómetro lleno de muestra y agua hasta la marca de calibración (g).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 49: Cuadro resumen del peso específico aparente.

PESO ESPECIFICO APARENTE						
CANTERA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO	COEF. K	PESO ESPECÍFICO (g/cm^3)
LA PODEROSA	2.61	2.61	2.58	2.60	0.99968	2.60
FRANED	2.68	2.68	2.66	2.68	0.99968	2.67
QUILLACONA 1	2.63	2.59	2.66	2.63	0.99968	2.63
QUILLACONA 2	2.62	2.62	2.63	2.62	0.99968	2.62

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Porcentaje de absorción (% Abs)

Es la cantidad de agua que el agregado absorbe durante 24 h. este valor se expresa en porcentaje del peso seco.

$$\%\ \text{Abs} = \frac{\text{S} - \text{A}}{\text{A}} * 100$$

Ecuación (19): Porcentaje de absorción del agregado fino.

En la cual:

- %Abs: Porcentaje de absorción en %.
- A: Masa en el aire de la muestra seca al horno (g).
- C: Masa del picnómetro lleno de muestra y agua hasta la marca de calibración (g).

Tabla 50: Cuadro resumen de absorción.

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN				
CANTERA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO (%)
LA PODEROSA	1.30	1.82	1.18	1.44
FRANED	1.53	1.36	1.20	1.36
QUILLACONA 1	1.56	*1.13*	1.32	1.44
QUILLACONA 2	2.67	2.46	2.67	2.60

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2.2.2 Agregado grueso

Así como para el agregado fino, para el agregado grueso también se calculan el peso específico nominal, saturado superficialmente seco y aparente para lo cual se emplean las siguientes normas.

- NTP 400.021 "Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso".
- ASTM C-127 "Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate".

Como se mencionó anteriormente, este valor del peso específico sirve de referencia de la calidad del agregado.

Procedimiento

- Tomar una muestra representativa de acuerdo al siguiente cuadro, en nuestro caso como esta investigación toma agregados de ½'' y ¾'' se toman muestras de 2 kg y 5 kg respectivamente, luego se hace secar por 24 h en el horno a una temperatura de 110 ± 5 °C.

Tabla 51: Cantidad mínima de agregado grueso o global.

Tamaño Máximo Nominal Aberturas Cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la Muestra de Ensayo Mínimo kg (lb)
9,5 (3/8)	1 (2)
12,5 (1/2)	2 (4)
19,0 (3/4)	5 (11)
25,0 (1)	10 (22)
37,5 (1 ½)	15 (33)
50 (2)	20 (44)
63 (2 ½)	35 (77)
75 (3)	60 (130)
90 (3 ½)	100 (220)
100 (4)	150 (330)

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.012, (2018) pág.5.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Luego se tamizará la muestra por el tamiz N°4 y todo material pasante de esta malla será descartado, luego se procederá al lavado de la muestra para eliminar algún polvo o partículas finas.
- Posteriormente sumergir la muestra en agua durante otras 24 h ± 4h.

Figura 39: Agregado grueso sumergido en agua por 24h ± 4h.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

- Luego se sacará el agregado a una superficie plana para poder secarlo y llegar a su estado de saturado superficialmente seco, esto se dará cuando la muestra deje de tener el brillo en su superficie, luego se pesa la muestra.

Figura 40: Agregado grueso húmedo y en estado saturado superficialmente seco.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

Figura 41: Agregado grueso húmedo y en estado saturado superficialmente seco.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Luego se procederá a pesar la canastilla sumergida en el agua, luego se ingresará el agregado que se pesó anteriormente dentro de la canastilla y se sumergirá en el agua, se recomienda girar la canastilla para eliminar el aire atrapado, luego se pesa la muestra sumergida.

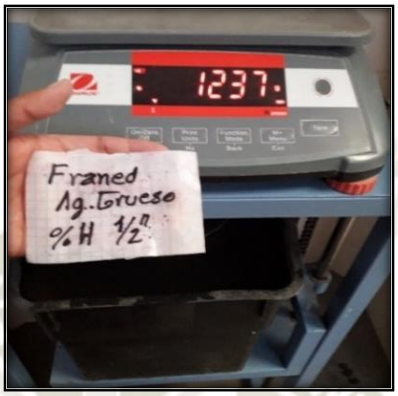


Figura 42: Peso del agregado grueso sumergido.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

- Luego se lleva la muestra al horno a una temperatura de 110 ± 5 °C por 24 h luego se pesará la muestra seca.

Cálculos

En esta investigación se trabajó con agregado de tamaños de ½'' y ¾'', para el cálculo del peso específico se tomarán los siguientes valores, y estos a su vez se multiplicaron por el valor "K" de corrección de temperatura, para lo cual se consideró una temperatura de 21.5 °C.

Peso específico de masa (Pem)

Conocido como gravedad especifica nominal o normal, se obtiene de la relación del peso de las partículas de la muestra entre el volumen ocupado por el material (incluye los poros permeables e impermeables naturales del agregado) así lo define Coasaca, (2018).

$$\text{Pem} = \frac{\text{A}}{\text{B} - \text{C}}$$

Ecuación (20): Peso específico de masa del agregado grueso.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En la cual:

- Pem: Peso específico de masa (g/cm^3).
- A: masa en el aire de la muestra seca al horno (g).
- B: Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (g).
- C: Peso sumergido de la muestra (g).

Tabla 52: Cuadro resumen del peso específico nominal (masa) para agregado TMN de ½''.

PESO ESPECIFICO DE MASA 1/2"						
CANTERA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO	COEF. K	PESO ESPECÍFICO (g/cm^3)
LA PODEROSA	2.71	2.68	2.74	2.71	0.99968	2.71
FRANED	2.58	2.56	2.56	2.57	0.99968	2.57
QUILLACONA 1	2.46	2.47	2.47	2.47	0.99968	2.47
QUILLACONA 2	2.38	2.39	2.40	2.39	0.99968	2.39

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 53: Cuadro resumen del peso específico nominal (masa) para agregado TMN de ¾''.

PESO ESPECIFICO DE MASA 3/4"						
CANTERA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO	COEF. K	PESO ESPECÍFICO (g/cm^3)
LA PODEROSA	2.71	2.72	2.69	2.71	0.99968	2.71
FRANED	2.60	2.59	2.58	2.59	0.99968	2.59
QUILLACONA 1	2.46	2.48	2.44	2.46	0.99968	2.46

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Peso específico saturado superficialmente seco (Psss)

Se obtiene de la relación del peso de las partículas de la muestra entre el volumen ocupado por el material cuando todos sus poros estas llenos de agua; Coasaca, (2018).

$$Psss = \frac{B}{B - C}$$

Ecuación (21): Peso específico saturado superficialmente seco del agregado grueso.

En la cual:

- Pss: Peso específico saturado superficialmente seco (g/cm^3).
- B: Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (g).
- C: Peso sumergido de la muestra (g).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 54: Cuadro resumen del peso específico saturado superficialmente seco de ½''.

PESO ESPECIFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO 1/2"						
CANTERA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO	COEF. K	PESO ESPECÍFICO (g/cm^3)
LA PODEROSA	2.73	2.71	2.76	2.74	0.99968	2.73
FRANED	2.62	2.61	2.60	2.61	0.99968	2.61
QUILLACONA 1	2.52	2.51	2.53	2.52	0.99968	2.52
QUILLACONA 2	2.47	2.48	2.48	2.48	0.99968	2.48

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 55: Cuadro resumen del peso específico saturado superficialmente seco de ¾''.

PESO ESPECIFICO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO 3/4"						
CANTERA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO	COEF. K	PESO ESPECÍFICO (g/cm^3)
LA PODEROSA	2.73	2.74	2.72	2.73	0.99968	2.73
FRANED	2.63	2.63	2.62	2.62	0.99968	2.62
QUILLACONA 1	2.53	2.54	2.50	2.52	0.99968	2.52

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Peso específico aparente (Pea)

Se le conoce como gravedad especifica aparente o relativa, se obtiene de la relación del peso de las partículas de la muestra entre el volumen ocupado por el material de la porción impermeable del agregado; Coasaca, (2018).

$$\text{Pea} = \frac{A}{A - C}$$

Ecuación (22): Peso específico aparente del agregado grueso.

En la cual:

- Pea: Peso específico aparente (g/cm^3).
- A: masa en el aire de la muestra seca al horno (g).
- C: Peso sumergido de la muestra (g).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 56: Cuadro resumen del peso específico aparente de ½''.

PESO ESPECIFICO APARENTE 1/2"						
CANTERA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO	COEF. K	PESO ESPECÍFICO (g/cm^3)
LA PODEROSA	2.78	2.76	2.81	2.78	0.99968	2.78
FRANED	2.70	2.70	2.67	2.69	0.99968	2.69
QUILLACONA 1	2.61	2.59	2.62	2.61	0.99968	2.61
QUILLACONA 2	2.62	2.62	2.62	2.62	0.99968	2.62

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 57: Cuadro resumen del peso específico aparente de ¾''.

PESO ESPECIFICO APARENTE 3/4"						
CANTERA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO	COEF. K	PESO ESPECÍFICO (g/cm^3)
LA PODEROSA	2.78	2.78	2.76	2.77	0.99968	2.77
FRANED	2.69	2.69	2.67	2.68	0.99968	2.68
QUILLACONA 1	2.63	2.64	2.60	2.63	0.99968	2.62

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Porcentaje de absorción (% Abs)

Es la cantidad de agua que el agregado absorbe durante 24 h este valor se expresa en porcentaje del peso seco.

$$\%\ \text{Abs} = \frac{B - A}{A} * 100$$

Ecuación (23): Porcentaje de absorción del agregado grueso.

En la cual:

- %Abs: Porcentaje de absorción (%).
- A: Masa en el aire de la muestra seca al horno (g).
- C: Masa del picnómetro lleno de muestra y agua hasta la marca de calibración (g).

Tabla 58: Cuadro resumen de absorción de ½''.

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN 1/2"				
CANTERA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO (%)
LA PODEROSA	0.98	1.01	0.96	0.99
FRANED	1.70	1.97	1.67	1.78
QUILLACONA 1	2.38	*1.99*	2.34	2.36
QUILLACONA 2	3.70	3.60	3.63	3.64

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 59: Cuadro resumen de absorción de ¾''.

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN 3/4"				
CANTERA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO (%)
LA PODEROSA	0.87	0.85	0.91	0.88
FRANED	1.30	1.37	1.26	1.31
QUILLACONA 1	2.62	2.50	2.60	2.57

Fuente: Elaboración propia, (2019).

3.2.3 Peso unitario compactado

Las normas que se utilizan para realizar este ensayo se mencionan a continuación, estas se usan tanto para el peso unitario compactado como para el peso unitario suelto.

- NTP 400.017 AGREGADOS. Método de Ensayo para determinar el peso Unitario del agregado.
- ASTM C-29 Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate.
- MTC E-203 Peso unitario y Vacíos de los agregados.

Este ensayo nos permite determinar la cantidad de partículas que pueden entrar en molde metálico bajo fuerzas de compactación (en este caso el varillado), estas fuerzas externas permiten que el agregado se acomode.

Este ensayo es importante para el diseño de mezclas ya que permite conocer el volumen absoluto del agregado grueso y fino en la mezcla de concreto.

Procedimiento

- Para este ensayo se necesita una muestra representativa de 125% a 200% de la cantidad necesaria para completar el molde. Para la selección del molde adecuado se seguirá lo recomendado en la Norma Técnica Peruana 400.017, (2016).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 60: Cuadro de capacidad de medida.

TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		CAPACIDAD DE LA MEDIDA	
Mn	**Pulgadas**	**L (m^3)**	**p^3**
12.5	1/2	2.8 (0.0028)	1/10
25	1	9.3 (0.0093)	1/3
37.5	1 1/2	14.0 (0.014)	1/2
75	3	28.0 (0.028)	1
112	4 1/2	70.0 (0.070)	2 1/2
150	6	100.0(0.100)	3 1/2

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.017, (2016) pág. 8.

- Tanto el agregado grueso como el agregado fino se dejan en el horno por 24 h, a una temperatura de 110 ± 5°C.
- Luego se colocará el agregado en el molde llenando en 3 capas de un tercio, en cada capa de un tercio se apisonará con la varilla de 5/8'' 25 veces y se darán de 12 a 15 golpes con el mazo de goma para una mejor compactación.
- Una vez terminado de llenar el molde metálico, con una regla se eliminarán los excesos de agregados. Posteriormente se pesará el molde con el agregado.

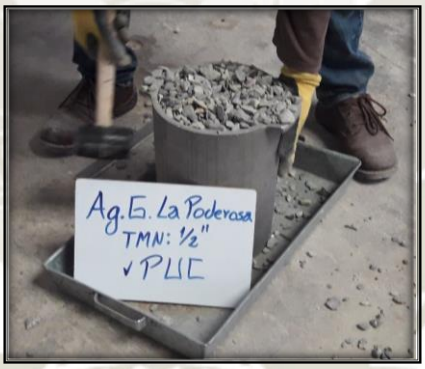


Figura 43: Ensayo de peso unitario compactado.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

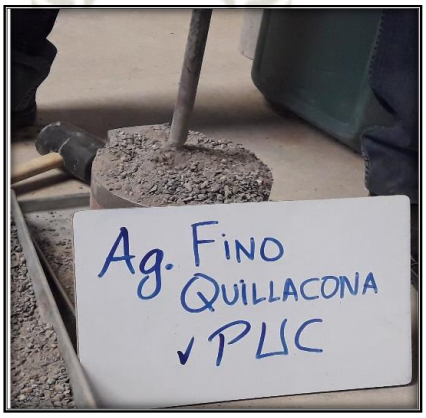


Figura 44: Ensayo de peso unitario compactado.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cálculo

Se presentará un cuadro resumen del peso unitario compactado de las diferentes canteras, para lo cual se presenta la siguiente formula:

$$A = \frac{B - C}{V}$$

Ecuación (24): Peso unitario compactado del agregado fino y grueso

En la cual:

- A: Peso unitario del agregado (kg/cm^3).
- B: Peso del recipiente de medida más el agregado (kg).
- C: Peso del recipiente de medida (kg).
- V: Volumen de la medida (m^3).

Agregado fino

Tabla 61: Valores de peso unitario compactado del agregado fino.

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO FINO				
CANTERA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO (kg/m^3)
LA PODEROSA	1773.11	1773.65	1805.15	1783.97
FRANED	1727.98	1726.56	1743.20	1732.58
QUILLACONA 1	1683.37	1726.21	1718.24	1709.27
QUILLACONA 2	1734.35	1731.16	1729.39	1731.63

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Agregado grueso

Tabla 62: Valores de peso unitario compactado del agregado grueso de ½''.

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO 1/2"				
CANTERA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO (kg/m^3)
LA PODEROSA	1632.71	1659.03	1633.14	1641.63
FRANED	1508.28	1498.80	1495.07	1500.72
QUILLACONA 1	1368.62	1375.01	1377.57	1373.73
QUILLACONA 2	1397.06	1399.51	1396.74	1397.77

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 63: Valores de peso unitario compactado del agregado grueso de ¾''.

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO GRUESO 3/4"				
CANTERA	**MUESTRA 1**	**MUESTRA 2**	**MUESTRA 3**	**PROMEDIO (kg/m³)**
LA PODEROSA	1621.42	1621.53	1620.04	1620.99
FRANED	1480.16	1476.96	1444.90	1467.34
QUILLACONA 1	1440.21	1444.36	1447.24	1443.94

Fuente: Elaboración propia, (2019).

3.2.4 Peso unitario suelto

El peso unitario permite determinar la cantidad de agregado seco que entra suavemente en un recipiente, con este valor se pude conocer el consumo de agregado por metro cúbico, además permite tener una idea del comportamiento del agregado en el almacenamiento y transporte en estado suelto según Coasaca, (2018).

Procedimiento

- Así como para el peso unitario compactado, se necesita una muestra representativa de 125% a 200% de la cantidad necesaria para completar el molde. Luego de la misma forma se selecciona el molde adecuado según la norma (Norma Técnica Peruana 400.017, 2016).
- Luego de obtener la muestra representativa, colocar en el horno por 24 h a una temperatura de 110 ± 5°C.
- Luego de colocará con mucho cuidado la muestra de agregado grueso o fino sobre una altura de 5 cm (2'') de la parte alta del molde.
- Una vez el agregado exceda la parte superior del molde, con una regla metálica se eliminará el exceso de muestra.
- Para finalizar el ensayo se pesa el molde con el agregado.

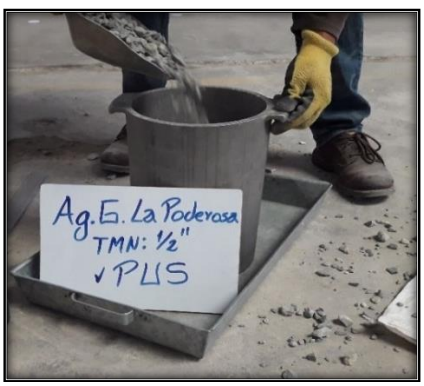


Figura 45: Ensayo de peso unitario suelto del agregado grueso.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 46: Ensayo de peso unitario suelto del agregado fino.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Cálculo

Se presentará un cuadro resumen del peso unitario suelto de las diferentes canteras, para lo cual se presenta la siguiente formula:

$$A = \frac{B - C}{V}$$

Ecuación (25): Peso unitario suelto del agregado fino y grueso.

En la cual:

- A: Peso unitario del agregado (kg/cm^3).
- B: Peso del recipiente de medida más el agregado (kg).
- C: Peso del recipiente de medida (kg).
- V: Volumen de la medida (m^3).

Agregado fino

Tabla 64: Valores de peso unitario suelto del agregado fino.

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO FINO				
CANTERA	**MUESTRA 1**	**MUESTRA 2**	**MUESTRA 3**	**PROMEDIO (kg/m^3)**
LA PODEROSA	1515.56	1509.90	1495.74	1507.07
FRANED	1531.14	1532.91	1553.09	1539.05
QUILLACONA 1	1468.30	1482.11	1465.82	1472.08
QUILLACONA 2	1480.16	1477.33	1479.45	1478.98

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Agregado grueso

Tabla 65: Valores de peso unitario suelto del agregado grueso de ½''.

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO 1/2"				
CANTERA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO (kg/m³)
LA PODEROSA	1533.21	1517.23	1517.98	1522.81
FRANED	1319.61	1318.87	1324.41	1320.96
QUILLACONA 1	1228.85	1236.73	1248.03	1237.87
QUILLACONA 2	1298.10	1297.14	1294.15	1296.46

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 66: Valores de peso unitario suelto del agregado grueso de ¾''.

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO GRUESO 3/4"				
CANTERA	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	PROMEDIO (kg/m³)
LA PODEROSA	1463.01	1447.77	1476.00	1462.26
FRANED	1333.57	1330.27	1336.55	1333.46
QUILLACONA 1	1361.48	1357.65	1358.82	1359.32

Fuente: Elaboración propia, (2019).

3.2.5 Contenido de humedad

Este ensayo permite calcular el porcentaje de humedad que se evapora del agregado grueso y fino. La norma menciona a la humedad evaporable como la humedad que se encuentra presente en los poros y la superficie del agregado. A continuación, se mencionan las normas:

- NTP 339.185. AGREGADOS, Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.
- ASTM C566. Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying.

Procedimiento

- Primero se escogerá la muestra representativa para realizar el ensayo, se recomienda usar los valores que la Norma Técnica Peruana 339.185, (2018) nos brinda como valores mínimos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 67: Cantidad mínima de agregado para ensayo de contenido de humedad.

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 (1/2)	2.0
19.0 (3/4)	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

Fuente: Norma Técnica Peruana 339.185, (2018) pág.5.

- Obtenida la muestra de acuerdo a lo establecido por la norma, se procederá a colocar en el horno a una temperatura de 110 ± 5°C durante 24 h.
- Pasado las 24 h se pesará la muestra.

Cálculo

Este ensayo es importante puesto que el porcentaje de humedad puede cambiar debía al cambio constante de las condiciones ambientales, por lo que se recomiendo calcular cada vez que se realice cada mezcla, a continuación, se presenta la siguiente fórmula:

$$\% \, \mathrm{H} = \frac{\mathrm{W} - \mathrm{S}}{\mathrm{S}} * 100$$

Ecuación (26): Porcentaje de humedad del agregado fino y grueso.

En la cual:

- %H: Porcentaje de humedad (%).
- W: Peso del agregado original húmedo (g).
- S: Peso de la muestra seca (g).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Agregado fino

Tabla 68: Valores de porcentaje de humedad del agregado fino.

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO FINO	
CANTERA	MUESTRA
LA PODEROSA	0.22
FRANED	0.30
QUILLACONA 1	0.60
QUILLACONA 2	0.50

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Agregado grueso

Tabla 69: Valores de contenido de humedad del agregado grueso de ½''.

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO 1/2"	
CANTERA	MUESTRA
LA PODEROSA	0.21
FRANED	0.37
QUILLACONA 1	0.54
QUILLACONA 2	0.31

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 70: Valores de contenido de humedad del agregado grueso de ¾''.

CONTENIDO DE HUMEDAD AGREGADO 3/4"	
CANTERA	MUESTRA
LA PODEROSA	0.12
FRANED	0.40
QUILLACONA 1	0.44

Fuente: Elaboración propia, (2019).

3.2.6 Ensayo de impurezas orgánicas

Este ensayo permite determinar la presencia de material orgánico en el agregado fino, a continuación, se presentará las normas que se utilizan.

- NTP 400.013: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto.
- ASTM C 40: Standart Test method for organic impurities in fine aggregates for concrete.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Procedimiento

- Después de obtener una muestra representativa, se lleva una botella de vidrio hasta el nivel de 130 ml con la muestra de agregado fino.
- Luego se añade la solución de hidróxido de sodio hasta llegar al volumen de 200 ml, eliminando el aire atrapado en el agregado.
- Tapar la botella y agitar vigorosamente y dejar reposar 24 h.
- Después de las 24 h. se compara el color obtenido del agua sobrenadante del agregado con la placa de color estándar.

Tabla 71: Vidrios de color estándar.

Estándar Gardner de color N°	Placa orgánica N°
5	1
8	2
11	3 (Estándar)
14	4
16	5

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.013, (2018) pág.5.

Figura 47: Muestras de agregado fino cantera Quillacona comparándolo con placa orgánica.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Figura 48: Muestras de agregado fino cantera Franed comparándolo con placa orgánica.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cálculo

Al tratarse de un ensayo cualitativo no se presentan cálculos, por lo que se presentara un cuadro resumen con los valores obtenidos de la placa orgánica:

Tabla 72: Cuadro resumen de la presencia de impurezas orgánicas.

CANTERA	¿PRESENTA O NO IMPUREZAS ORGÁNICAS?
LA PODEROSA	NO
FRANED	NO
QUILLACONA	SI

Fuente: Elaboración propia, (2019).

3.2.7 Resistencia a la abrasión (máquina de los ángeles)

Este ensayo nos permite determinar el porcentaje de la degradación (abrasión, desgaste, impacto y trituración) del agregado grueso que se obtiene tras un proceso de trituración producto del impacto con esferas metálicas en la máquina de los ángeles según Coasaca, (2018).

- NTP 400.019. AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles.
- ASTM C-131 Standard test method for resistance to degradation of small size coarse aggregate by abrasion and impact in the Los Angeles machine.

Procedimiento

- De acuerdo al tipo de agregado, se escoge la carga adecuada esferas de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 400.019, (2019).

Tabla 73: Carga según la gradación.

GRADACIÓN	NUMERO DE ESFERAS	MASA DE LA CARGA (g)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.019, (2019) pág. 4.

- Luego se escoge un amuestra de aproximadamente 5000 g de agregado grueso, y se obtendrá peso en las mallas que la norma establece según la gradación a acuerdo al siguiente cuadro.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 74: Gradación de la muestra de ensayo.

Medida del tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37.5 mm (1 1/2 pulg)	25.0 mm (1 pulg)	1250 ± 25	-	-	-
25.0 mm (1 pulg)	19.0 mm (3/4 pulg)	1250 ± 25	-	-	-
19.0 mm (3/4 pulg)	12.5 mm (1/2 pulg)	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
12.5 mm (1/2 pulg)	9.5 mm (3/8 pulg)	1250 ± 10	2500 ± 10	-	-
9.5 mm (3/8 pulg)	6.3 mm (1/4 pulg)	-	-	2500 ± 10	-
6.3 mm (1/4 pulg)	4.75 mm (N° 4)	-	-	2500 ± 10	-
4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	-	-	-	5000 ± 10
Total		5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10	5000 ± 10

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.019, (2019) pág. 5.

- Una vez obtenida el peso de acuerdo a lo requerido por la norma, se procederá a lavar la muestra para eliminar el fino que pueda existir, luego se coloca en el horno hasta obtener un peso constante.
- Luego de sacar del horno, se colocará junto con las esferas en la máquina de los ángeles a una velocidad de 30 rpm a 33 rpm por 500 revoluciones.
- Una vez terminada las 500 revoluciones, se extrae el agregado y las esferas para luego tamizar el agregado por la malla N° 12, de este se descartará el material que pase la malla N° 12.

Figura 49: Máquina de los ángeles y peso de agregado después del ensayo.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 50: Máquina de los ángeles y peso de agregado después del ensayo.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Cálculo

Para el cálculo del desgaste se utilizó la siguiente formula:

$$\%\text{Des} = \frac{\text{Wi} - \text{Wf}}{\text{Wi}} * 100$$

Ecuación (27): Porcentaje de desgaste.

En la cual:

- %Des: Porcentaje de descaste por abrasión (%).
- Wi: Peso inicial de la muestra (g).
- Wf: Peso final de la muestra (g).

Tabla 75: Porcentaje de desgaste de las tres canteras que se estudiaron.

PORCENTAJE DE DESGASTE					
CANTERA		Wi (g)	Wf (g)	% Desgaste	PROMEDIO (%)
LA PODEROSA	M 1	5000.00	4180.00	16.40	16.30
	M 2	5000.00	4190.00	16.20	
FRANED	M 1	4994.00	4211.00	15.70	15.80
	M 2	4992.00	4203.00	15.80	
QUILLACONA	M 1	5000.00	3860.00	22.80	22.90
	M 2	5001.00	3853.00	23.00	

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2.8 Ensayo químico

Método de ensayo para sílice en álcalis – Gravimetría.

El método de Gravimetría, es cuantitativo porque que encuentra la cantidad de silicio que está presente en nuestros agregados, es decir, la muestra reacciona con el álcali, eliminando todas las sustancias que pueda haber, formándose el agente precipitante (Ácido Clorhídrico - HCl) y el elemento precipitado (Silicio, óxido de silicio - SiO2), lo cual nos permite cuantificar solo el silicio, que es el componente que queremos; Chaiña & Paz, (2015).

Método de ensayo sales solubles por digestión específica - Gravimetría.

Este método utiliza la cuantificación de la cantidad de sales solubles existente en los agregados, en la estructura de la muestra, que a simple vista no los podemos ver. Las sales que se puede encontrar en el agregado son: Nitratos Solubles, Cloruros Solubles y Carbonatos, hidróxidos y sulfuros; Chaiña & Paz, (2015).

La presencia en exceso de sales solubles en el agregado puede producir en el concreto principalmente una disminución de la resistencia de compresión y de tracción, además de provocar la perdida de adherencia entre el agregado y cemento.

Figura 51: muestras de ensayo entregadas al laboratorio externo.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 76: Resultados de ensayo gravimétrico de Silice en Álcalis y Sales Sulobles.

Ensayo Químico del Agregado Grueso							
NOMBRE DE CANTERA:		FRANED		QUILLACONA		PODEROSA	
FACTOR DE SEGURIDAD:		*Álcali - Silice*	*Sales Solubles*	*Álcali - Silice*	*Sales Solubles*	*Álcali - Silice*	*Sales Solubles*
UNIDAD	*ppm*	70.00	2675.00	61.68	963.00	60.88	925.00
	%	0.007	0.27	0.006	0.10	0.006	0.09

Fuente: Elaboración propia, (2019).

3.2.9 Valor de azul de metileno

Es un ensayo que utiliza un componente químico llamado azul de metileno que, al ponerse en contacto con el agregado fino, este absorbe parte del compuesto azul de metileno de la solución. Esto está relacionado con la capacidad que tiene la arcilla de absorber dicho compuesto, este ensayo culmina una vez que el agregado fino deje de absorber este compuesto; Flores & Mendoza, (2019).

Las normas a emplearse para este ensayo serán las siguientes:

- INV. E-235-13; Determinación del valor de azul de metileno para material que pasa la malla N° 200.
- ASSHTOT330-07: Detección cualitativa de arcillas dañinas del grupo esméctica en agregados usando azul de metileno.

Procedimiento

- Se tamizará el agregado fino por medio de la malla N° 200, para luego trabajar con el material que paso dicha malla.
- Como segundo paso se mezclará 30 ml de agua destilada con la muestra que pasa la malla N°200, para luego homogenizar la mezcla con ayuda de una varilla de vidrio.
- Luego de que la muestra este homogenizada, se agregará 1 ml de azul de metileno y se mezclará durante 1 minuto.
- Después de transcurrido el minuto, con la ayuda de la varilla de vidrio se extrae una gota sobre el papel filtro semi rápido y se tiene que formar un halo de color azul, en caso no se forme el halo adicionar 1 ml de azul de metileno y mezclar por 1 minuto más, y así hasta que se forme el halo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Una vez que se haya formado el halo, volver a mezclar la solución por 4 minutos más y si se forma el halo de nuevo entonces se da por finalizado el ensayo.

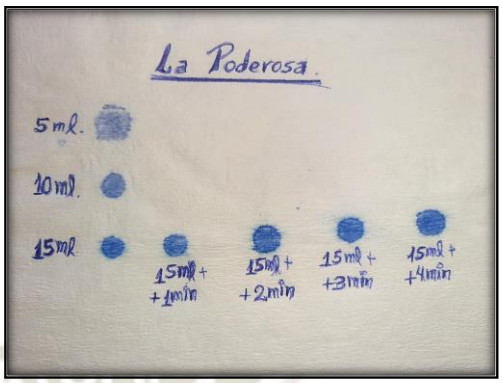


Figura 52: Ensayo azul de metileno cantera La Poderosa.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

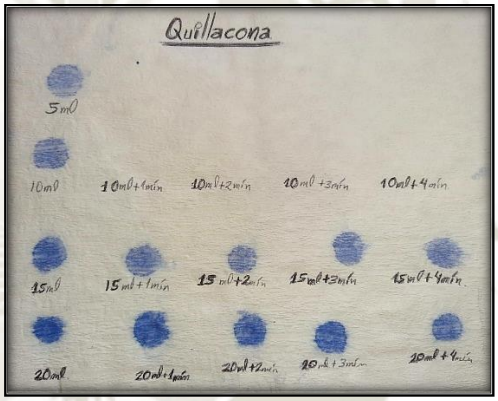


Figura 53: Ensayo azul de metileno cantera Quillacona.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

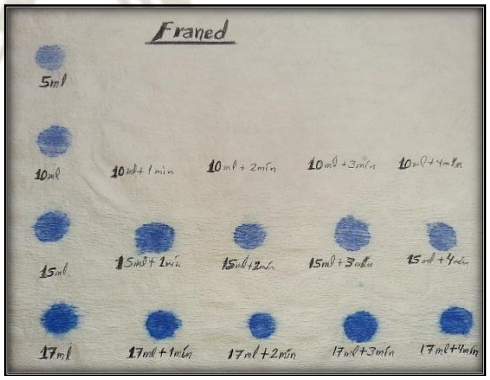


Figura 54: Ensayo azul de metileno cantera Franed.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cálculo

Para calcular el valor de azul de metileno se aplicará la siguiente formula:

$$VAM = \frac{C_{SOL}}{P_{FILLER}}$$

Ecuación (28): Valor de azul de metileno.

En la cual:

- VAM: Valor de azul de metileno (mg/g).
- C_{SOL}: Cantidad de solución para formar el halo.
- P_{FILLER}: Cantidad de material suspendido, igual a 1 gramo.

Para poder calcular el valor de azul de metileno en función de su desempeño se usará la siguiente tabla.

Tabla 77: Desempeño esperado de azul de metileno.

AZUL DE METILENO (mg/g)	DESEMPEÑO ESPERADO
≤ 6	Excelente
7 a 12	Marginalmente aceptable
13 a 19	Problemas, posibles fallas
≥ 20	Falla

Fuente: AASHTO T 330.

Tabla 78: Valores obtenidos del ensayo de azul de metileno.

Ensayo Azul de Metileno						
NOMBRE DE CANTERA:	**FRANED**		**QUILLACONA**		**PODEROSA**	
Descripción:	***Cantidad***	***Unidad***	***Cantidad***	***Unidad***	***Cantidad***	***Unidad***
Cantidad de Solución	17	mg	20	mg	15	mg
Cant. Material Suspendido	3	g	3	g	3	g
Valor de Azul de metileno	5.7	mg/g	6.7	mg/g	5.0	mg/g

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.2.10 Materiales más finos que pasan por el tamiz 75 µm (N° 200)

Por medio de este ensayo se puede calcular el contenido de polvo o material que pasa la malla N° 200, el cual se realizará por vía húmeda. Esta norma se deberá ensayarse en los agregados que serán utilizados para elaborar concretos y morteros; Norma Técnica Peruana 400.018, (2018).

Esta norma es aplicable para determinar la aceptabilidad del agregado de acuerdo a los requisitos de la norma NTP 400.037 en lo que refiere a los materiales que pasan la malla N° 200. Además, esta norma permite evaluar el recubrimiento superficial que presentan los agregados ya que este material muy fino puede perjudicar en el comportamiento del concreto y mortero; Norma Técnica Peruana 400.018, (2018).

La norma que se usó para realizar este ensayo es la siguiente:

- NTP 400.018: Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado Cantidad de 75um (Nº 200) por lavado en agregados.

Procedimiento

- Se deberá muestrear el agregado de acuerdo a lo establecido en la norma NTP 400.010, y si este agregado va ser ensayado en la granulometría de acuerdo a la norma NTP 400.012, deberá de cumplir con los requisitos que establece dicha norma.
- Si el agregado va ser utilizado en la granulometría, la muestra mínima de ensayo será ensayada de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 400.012, (2018), de lo contrario el peso de la muestra será de acuerdo a lo establecido por esta norma.

Tabla 79: Cantidad Mínima de muestra.

CANTIDAD MÍNIMA DE MUESTRA		
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO		**CANTIDAD MÍNIMA (g)**
4.75 mm (N°4)	o más pequeño	300
Mayor que 4.75 mm (N°4)	a 9.5 mm (3/8 pulg)	1000
Mayor que 9.5 mm (3/8 pulg)	a 19 mm (3/4 pulg)	2500
Mayor a 19 mm (3/4 pulg)		5000

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.018, (2018) pág. 5.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Luego de escoger la cantidad de muestra para el ensayo, se dejará secar en el horno a una temperatura constante de 110°C ± 5°C.
- Una vez seca la muestra se deberá calcular el peso inicial seco de la muestra, para luego cubrirla con agua en un recipiente y agitarla vigorosamente, esto con la finalidad de eliminar las partículas que pasan la malla N°200 de las muestras de agregado.
- Luego de agitar el agua y la muestra, verter inmediatamente el agua sobre los tamices N° 200 y otro tamiz con mayor abertura.
- Si se percibe que el agua aún no está transparente, realizar el lavado hasta que el agua sea transparente.
- Luego de obtener un agua transparente retornar el agregado que fue retenido en las mallas y dejar secar en el horno.
- Una vez seca la muestra calcular el peso seco final de la muestra.

Figura 55: Tamizado humedo por la malla N° 200

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Cálculo

Para el cálculo del material más fino que pasa la malla N° 200 por vía húmeda, tememos la siguiente fórmula a emplearse:

$$\%P = \frac{Pi - Pf}{Pi} x100$$

Ecuación (29): Porcentaje de material más fino que la malla N° 200.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En la cual:

- %P: Porcentaje de material más fino que la malla N° 200 (%).
- Pi: Peso inicial de la muestra (g).
- Pf: Peso final de la muestra (g).

Tabla 80: Material más fino que pasa la malla N°200, vía húmeda cantera La Poderosa.

CANTERA		Ag. Fino	Ag. Grueso 1/2"		Ag. Grueso 3/4"		
		M 1	M 1	M 2	M 1	M 2	M 3
PODEROSA	Pi	613.2	3298.4	3693.1	5111.2	4595.2	4298.1
	Pf	592.9	3285.0	3674.5	5091.2	4582.1	4274.7
	%Pasa	3.3	0.4	0.5	0.4	0.3	0.5
	Promedio	3.3	0.5		0.4		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 81: Material más fino que pasa la malla N° 200, vía húmeda cantera Franed.

CANTERA		Ag. Fino	Ag. Grueso 1/2"		Ag. Grueso 3/4"		
		M 1	M 1	M 2	M 1	M 2	M 3
FRANED	Pi	661.4	3435.2	3401.0	4353.7	4058.4	4790.8
	Pf	644.1	3427.5	3397.7	4346.9	4045.7	4771.2
	%Pasa	2.6	0.2	0.1	0.2	0.3	0.4
	Promedio	2.6	0.2		0.3		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 82: Material más fino que pasa la malla N° 200, vía húmeda cantera Quillacona.

CANTERA		Ag. Fino			Ag. Grueso 1/2"		Ag. Grueso 3/4"		
		M 1	M 2	M 3	M 1	M 2	M 1	M 2	M 3
QUILLACONA	Pi	400.2	649.6	637.5	3225.2	2849.0	4100.6	5687.9	5782.0
	Pf	369.4	593.6	580.5	3182.4	2816.0	4069.2	5653.2	5706.2
	%Pasa	7.7	8.6	8.9	1.3	1.2	0.8	0.6	1.3
	Promedio	8.4			1.3		0.9		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

3.2.11 Terrones de arcilla y partículas desmenuzables

Esta norma establece algunos procedimientos para el cálculo de manera aproximada el contenido de terrones de arcilla partículas desmenuzables en los agregados que serán empleados en el concreto y morteros. Esta norma se aplica para aceptar el agregado o no de acuerdo a los requisitos de la norma NTP 400.037, (2018).

- NTP 400.015: Método de ensayo normalizado para terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Procedimiento

- El agregado que se utilizará para este ensayo será extraído del material remanente del ensayo que tiene por norma a la NTP 400.018. Si no se llega a la cantidad de material mínima establecida por esta norma, se podrá juntar material de más de un ensayo de la norma NTP 400.018.
- La muestra deberá ser secada en el horno hasta tener un peso constante.
- Para el caso del agregado fino, la muestra será extraída del material retenido de en la malla N°16 y será una masa mayor a 25 g.
- Para el caso del agregado grueso, la muestra deberá ser separada en los tamices normalizado descritos a continuación, tamices N°4, 3/8 pulg, ¾ pulg y 1 ½ pulg, la cantidad de muestra deberá ser mayor a lo establecido en el siguiente cuadro.

Tabla 83: Cantidad Mínima de muestra para agregado grueso.

CANTIDAD MÍNIMA DE MUESTRA		
TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS DE MUESTRA		**MASA MÍNIMA DE MUESTRA (g)**
4.75 mm (N°4)	9.5 mm (3/8 pulg)	1000
9.5 mm (3/8 pulg)	19 mm (3/4 pulg)	2000
19 mm (3/4 pulg)	37.5 mm (1 1/2 pulg)	3000
Mayor que 37.5 mm (1 1/2 pulg)		5000

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.015, (2018) pág. 4.

- Una vez pesada la cantidad de muestra establido por la norma, esparcir sobre un recipiente, para luego cubrir con agua destilada por un periodo de 24 h ± 4 h.
- Pasado 24 h, el desmenuzamiento de los terrones de arcilla y partículas deleznables será efectuado por compresión y deslizamiento entre los dedos pulgar e índice.
- Una vez terminado el procedimiento de desmenuzado, se procederá a separar los detritos de la muestra por un tamizado húmedo de acuerdo a la siguiente tabla, la cual brinda los tamices que se deben utilizar para el tamizado húmedo y separar los detritos del agregado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 84: Tamices que se deben usar para la separación de partículas.

TAMAÑO DE PARTÍCULAS DE LA MUESTRA	TAMIZ A UTILIZAR PARA LA SEPARACIÓN DE LOS TERRONES DE ARCILLA Y PARTÍCULAS DESMENUZABLES
Agregado retenido sobre el tamiz de 1.18 mm (N°16)	850 µm (N°20)
4.75 mm a 9.5 mm (N°4 a 3/8 pulg)	2.36 mm (N° 8)
9.5 mm a 19.0 mm (3/8 pulg a 3/4 pulg)	4.75 mm (N° 4)
19.0 mm a 37.5 mm (3/4 pulg a 1 1/2 pulg)	4.75 mm (N° 4)
Mayor que 37.5 mm (1 1/2 pulg)	4.75 mm (N° 4)

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.015, (2018) pág. 5.

- Finalmente dejar secar la muestra por 24 h ± 4 h que fue retenida en los tamices indicados en el cuadro anterior.
- Pasada las 24 h pesar el agregado y calcular el peso seco final.

Figura 56: Muestra de agregado fino en agua destilada por 24 horas.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Cálculo

Para el cálculo del porcentaje de partículas desmenuzables y terrones de arcilla del agregado fino y grueso, se calculará con la siguiente fórmula:

$$\%T = \frac{Pi - Pf}{Pi} x100$$

Ecuación (30): Porcentaje de material desmenuzable y terrones de arcilla.

En la cual:

- %T: Porcentaje de material desmenuzable y terrones de arcilla (%).
- Pi: Peso inicial de la muestra (g).
- Pf: Peso final de la muestra (g).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El porcentaje de material desmenuzable en el caso del agregado grueso será el promedio ponderado de los porcentajes de los diferentes tamices.

A continuación, se muestran los valores obtenidos para cada cantera en estudio:

Tabla 85: Cálculo de material desmenuzable y terrones de arcilla para la cantera la PODEROSA para el agregado Fino y el agregado Grueso.

CANTERA		Ag. Fino	Ag. Grueso 1/2"			Ag. Grueso 3/4"		
		Retenido malla N°16	Ret. N°4	Ret. 3/8"	Ret. 3/4"	Ret. N°4	Ret. 3/8"	Ret. 3/4"
PODEROSA	Pi	42.7	1423.0	2138.5	0.0	1748.7	2237.7	0.0
	Pf	42.6	1412.8	2123.0	0.0	1735.5	2234.2	0.0
	%Pasa	0.2	0.7	0.7	0.0	0.8	0.2	0.0
	Promedio	0.2	0.5			0.3		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 86: Cálculo de material desmenuzable y terrones de arcilla para la cantera FRANED para el agregado Fino y el agregado Grueso.

CANTERA		Ag. Fino	Ag. Grueso 1/2"			Ag. Grueso 3/4"		
		Retenido malla N°16	Ret. N°4	Ret. 3/8"	Ret. 3/4"	Ret. N°4	Ret. 3/8"	Ret. 3/4"
FRANED	Pi	43.0	1474.1	3028.9	0.0	0.0	2300.5	4792.7
	Pf	42.1	1471.7	3027.0	0.0	0.0	2267.8	4720.3
	%Pasa	2.1	0.2	0.1	0.0	0.0	1.4	1.5
	Promedio	2.1	0.1			1.0		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 87: Cálculo de material desmenuzable y terrones de arcilla para la cantera QUILLACONA para el agregado Fino y el agregado Grueso.

CANTERA		Ag. Fino	Ag. Grueso 1/2"			Ag. Grueso 3/4"		
		Retenido malla N°16	Ret. N°4	Ret. 3/8"	Ret. 3/4"	Ret. N°4	Ret. 3/8"	Ret. 3/4"
QUILLACONA	Pi	45.6	1456.3	2635.1	0.0	1109.0	2905.9	3729.3
	Pf	44.8	1426.2	2613.3	0.0	1098.6	2880.2	3670.4
	%Pasa	1.8	2.1	0.8	0.0	0.9	0.9	1.6
	Promedio	1.8	1.0			1.1		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.3 DISEÑOS DE MEZCLAS

El diseño de mezclas de los concretos convencionales y concretos de resistencias altas a temprana edad se realizarán por el método del comité ACI 211 el cual es un método muy sencillo y muy utilizado por sus tablas y recomendaciones que nos brinda y los cuales son continuamente revisadas para brindar estándares que respondan a las diversas necesidades de la industria de la construcción. Luego de haber caracterizado los agregados de las nuevas canteras (Franed y Quillacona) y la cantera de referencia (La Poderosa). Los resultados de la cantidad de materiales (cemento, agua, agregado fino y grueso) que ingresaran a la mezcla de concreto varió por las propiedades de los agregados.

A continuación, se muestra uno de los diseños de mezcla realizándolo paso a paso.

Tabla 88: Valores iniciales de diseño de mezclas de conceto usando cemento Yura tipo IP.

DISEÑO PODEROSA - YURA IP - 1/2"			
PASO 1: DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA REQUERIDA (f'cr)			
<210 kgf/cm^2	f'c+70=	70	kgf/cm^2
210 a 350 kgf/cm^2	f'c+84=	84	kgf/cm^2
>350 kgf/cm^2	f'c+98=	98	kgf/cm^2
f'cr	210+84 = 294		kgf/cm^2
PASO 2: SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO			
Asentamiento		3" - 4"	
PASO 3: DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL			
TMN		1/2"	
PASO 4: VOLUMEN UNITARIO DE AGUA			
Volumen de agua		216	l/m^3
PASO 5: SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE			
Contenido de aire		2.5	%
PASO 6: RELACIÓN AGUA/CEMENTO POR RESISTENCIA			
Para f'cr		294	kgf/cm^2
a/c		0.56	
PASO 7: CONTENIDO DE CEMENTO			
a/c		0.56	
Volumen de agua		216	l/m^3
Cemento		386	kgf/m^3
		9.1	bls/m^3
PASO 8: VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO SECO Y COMPACTADO			
Módulo de Finura Ag. Fino		2.47	
TMN		1/2"	
Factor Agregado Grueso		0.583	

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 89: Diseño de mezclas de conceto convencional usando cemento Yura tipo IP.

DISEÑO DE MEZCLAS DEL CONCRETO

COMITÉ ACI 211

NOMBRES : *Jhordan David Vargas Uruchi*
: *Carlos Ruben Rolando Peralta Illanes*

TESIS : *"Análisis comparativo de nuevas canteras en proceso inicial de explotación elaborando concretos con cemento tipo IP, tipo I y tipo HE para TMN 1/2" y 3/4" en la ciudad de Arequipa"*

UBICACIÓN : *Arequipa - Perú - 2019* ***Fecha de diseño:*** *10/09/2019*

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA "LA PODEROSA"

MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cm3	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m³	P. UNITARIO C. Kg/m³
CEMENTO YURA TIPO IP	2.94					
AGREGADO FINO	2.58	2.47	0.30	1.36	1539.05	1732.58
AGREGADO GRUESO TMN 1/2"	2.57	6.60	0.37	1.78	1320.96	1500.72

Diseño de Mezclas f'c 210 kgf/cm²

A)	**VALORES DE DISEÑO**				
	1 RESISTENCIA		210	kgf/cm²	
	1 RESISTENCIA REQUERIDA		210	kgf/cm²	
	2 ASENTAMIENTO		3 a 4	pulg	Tabla 1
	4 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL		1/2	pulg	
	5 RELACION AGUA CEMENTO		0.68		a/c
	6 AGUA		216	l/m³	Vol. Agua y % Aire
	7 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		2.5	%	
	8 CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO b/bo		0.583		Vol. A. Grueso
B)	**ANÁLISIS DE DISEÑO**				
	FACTOR CEMENTO		**318**	**kgf/m³**	
	Volumen absoluto del cemento		0.109	m³	
	Volumen absoluto del Agua		0.216	m³	
	Volumen absoluto del Aire		0.025	m³	
	VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS				
	Volumen absoluto del Agregado fino		0.309	m³	
	Volumen absoluto del Agregado grueso		0.341	m³	
	SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS		**1.000**	**m³**	
C)	**CANTIDAD DE MATERIALES POR m³** EN PESO SECO				
	CEMENTO		318	kgf/m³	
	AGUA		216	l/m³	
	AGREGADO FINO		797	kgf/m³	
	AGREGADO GRUESO		875	kgf/m³	
	PESO DE MEZCLA		**2206**	**kgf/m³**	
D)	**CORRECCIÓN POR HUMEDAD**				
	AGREGADO FINO HUMEDO		799.4	kgf/m³	
	AGREGADO GRUESO HUMEDO		878.2	kgf/m³	
E)	**CONTRIBUCIÓN DE AGUA DE LOS AGREGADOS**				
	AGREGADO FINO	-1.06 %	-8.4	l/m³	
	AGREGADO GRUESO	-1.41 %	-12.3	l/m³	
	AGUA DE MEZCLA CORREGIDA		**236.8**	**l/m³**	
F)	**CANTIDAD DE MATERIALES POR m³** EN PESO HUMEDO				
	CEMENTO		318	kgf/m³	
	AGUA		237	l/m³	
	AGREGADO FINO		799	kgf/m³	
	AGREGADO GRUESO		878	kgf/m³	
	PESO DE MEZCLA		**2232**	**kgf/m³**	
	CEMENTO		0.212	m³	7.48 bls
	AGUA		0.237	m³	
	AGREGADO FINO		0.519	m³	
	AGREGADO GRUESO		0.665	m³	
	VOLUMEN DE LA MEZCLA		**1.633**	**m³**	
G)	**CANTIDAD DE MATERIALES** **Volumen tanda:**	**0.036**	**m³**		
	CEMENTO		11.45	kgf	
	AGUA		8.53	l	
	AGREGADO FINO		28.76	kgf	
	AGREGADO GRUESO		31.61	kgf	

PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)		**PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)**	
C	1.0	**C**	1.0
A.F	2.51	**A.F**	2.45
A.G	2.76	**A.G**	3.14
H2o	31.67 kgf	**H2o**	31.67 L

Página 1

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Una vez diseñado, obtenemos los pesos para nuestra tanda, con lo cual se procede a realizar el pesado de los materiales que ingresaran al concreto siguiendo un protocolo de mezclado, de tal forma que se tenga un concreto más homogéneo.

Figura 57: Preparación de la mezcla de concreto en laboratorio UCSM

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Figura 58: Concreto en estado fresco en laboratorio UCSM

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.4 PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

3.4.1 Asentamiento o slump (NTP 339.035)

Conocido también como ensayo de revenimiento o asentamiento del cono de Abrams, este método es el más aceptable y que mayormente se aplica para medir la consistencia de la mezcla de concreto y así poder apreciar cuán húmeda se encuentra la mezcla de concreto; Association, (2004).

De acuerdo a la norma se realizará este ensayo sobre una muestra de concreto fresco, la cual se colocará sobre un molde en forma de cono trunco, para luego ser compactado por varillado. Luego de terminado el ensayo se retirará el molde y se medirá la distancia desplazada de la mezcla de concreto según la Norma Técnica Peruana 339.035, (2015).

- NTP 339.035: Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.

Procedimiento

- Este ensayo se deberá realizar sobre un espacio plano, rígido y no absorbente, para lo cual se deberá humedecer todos los equipos que se vayan a utilizar como el cono de Abrams, la varilla y la plancha metálica.
- Luego se deberá tomar una muestra representativa, en nuestro caso se extrajo la muestra inmediatamente después de echar el concreto sobre la carretilla.
- Luego se procede a llevar el molde de concreto en 3 capas, para cada una de estas capas se varillarán 25 veces, se recomienda que a partir de la segunda capa la varilla ingrese 1 pulgada, pero en la primera capa la varilla debe tratar de llegar hasta el fondo.
- En la última capa el concreto de deberá colocar rebasando la capacidad del molde, esto permitirá que al momento de enrazar no se pierda mezcla perteneciente al volumen del molde.
- Una vez culminado el ensayo se procederá al retiro del molde, para el cual se deberá colocar las manos sobre las alas de la parte superior, luego se levantará el molde de forma vertical teniendo demasiado cuidado en no mover a los costados ni realizar movimientos torsionales, el tiempo recomendado es de 5 a 7 segundos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Finalmente se medirá la diferencia de altura que produjo entre el molde y el centro superior de la mezcla de concreto.

Cálculo

Tabla 90: Resumen de asentamientos de las diferentes canteras y tipos de cemento.

CANTERA:	FRANED		QUILLACONA 1RA PRODUCCIÓN		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN		PODEROSA	
F.S. (+84 kgf/cm²)	Con Factor	Sin Factor	Con Factor	Sin Factor	Con Factor	Sin Factor	Con Factor	Sin Factor
CEMENTO MISHKY TIPO IP								
TMN	Asentamiento (pulg)							
1/2"	3.50	3.75	1.25	1.50	3.00	3.25	3.50	3.75
3/4"	4.00	4.25	3.00	3.00			3.00	3.25
CEMENTO YURA TIPO IP								
TMN	Asentamiento (pulg)							
1/2"	3.00	3.50	1.00	1.25	3.00	3.00	3.25	3.75
3/4"	3.25	4.00	2.50	2.75			3.50	4.00
CEMENTO WARI TIPO I								
TMN	Asentamiento (pulg)							
1/2"	4.00	4.25	1.00	1.50	3.25	3.25	3.75	4.00
3/4"	4.00	4.25	3.00	3.00			4.00	4.25
CEMENTO YURA TIPO HE								
TMN	Asentamiento (pulg)							
1/2"	3.75	4.00	1.00	1.25	3.00	3.25	2.75	3.50
3/4"	3.25	3.50	2.75	3.00			3.00	3.75

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Figura 59: Proceso inicial de la prueba de ensayo de asentamiento en el cono de abrams.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 60: Determinación del asentamiento de la concreta cantera Quillacona.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Figura 61: Determinación del asentamiento de la concreta cantera Franed.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

3.4.2 Contenido de aire método de presión (NTP 339.083)

En mezclas de concreto que no se incorpora aire, el contenido de aire se encuentra entre valores del 1% al 3% por lo general, este contenido de aire dependerá del tamaño máximo nominal y de la granulometría tanto del agregado fino y grueso. Este rango de valores de contenido de aire es necesario para la resistencia del concreto a estados de congelación deshielo para Coasaca, (2018).

Para el cálculo del contenido de aire se utilizará el método de presión, el cual trata de igualar un volumen de aire a una presión conocida, esto se lleva a cabo en una cámara de aire hermética.

- NTP 339.083: Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de hormigón (concreto) fresco, por el método de presión.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Procedimiento

- Humedecer todos los materiales que se usaran para el ensayo.
- Luego colocar mezcla de concreto dentro de la olla de Washington en tres capas, después de colocar cada capa se varillará 25 veces además de dar de 10 a 15 golpes con el martillo de goma para eliminar los vacíos que pueda existir en la mezcla, para la última capa colocar exceso de mezcla, luego enrasar con la varilla.
- Luego de deberá limpiar todos los bordes de la olla de Washington y asegurar la tapa hasta que haya un cierre hermético. Posteriormente se cierra la válvula de aire y se abren las dos llaves de desagüe y se hecha agua por uno de ellos hasta que salga agua por el otro desagüe sin burbuja de aire.
- Luego cerrar las llaves de desagüe y bombear aire en la cámara hasta que la aguja de presión llegue a la línea inicial.
- Luego se abre la válvula de aire y se procederá a tomar la lectura en el número donde la aguja se haya quedado quieta.

Figura 62: Determinación del contenido de aire, método de presión con olla de Washington.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

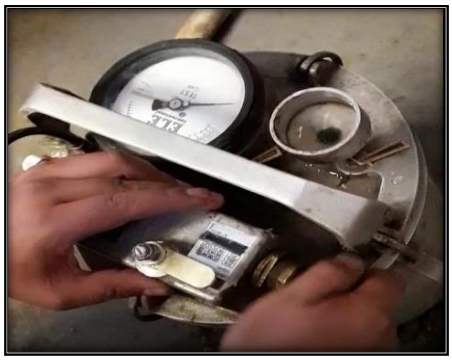


Figura 63: Determinación del contenido de aire, método de presión con olla de Washington.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cálculo

Tabla 91: Resumen de contenido de aire de las diferentes canteras y tipos de cemento.

CANTERA:	FRANED		QUILLACONA 1RA PRODUCCIÓN		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN		PODEROSA	
F.S. (+84 kgf/cm²)	Con Factor	Sin Factor	Con Factor	Sin Factor	Con Factor	Sin Factor	Con Factor	Sin Factor
CEMENTO MISHKY TIPO IP								
TMN	Contenido de Aire (%)							
1/2"	1.8	1.8	2.2	2.1	2.0	2.0	2.0	1.8
3/4"	1.9	1.8	2.1	2.0			1.9	1.9
CEMENTO YURA TIPO IP								
TMN	Contenido de Aire (%)							
1/2"	2.0	1.9	2.3	2.2	2.0	1.9	2.0	1.8
3/4"	1.7	1.8	2.2	2.1			2.0	1.9
CEMENTO WARI TIPO I								
TMN	Contenido de Aire (%)							
1/2"	1.9	1.7	2.2	2.1	2.0	1.9	1.8	1.8
3/4"	1.9	1.8	2.0	2.0			1.9	1.8
CEMENTO YURA TIPO HE								
TMN	Contenido de Aire (%)							
1/2"	1.7	1.7	2.2	2.1	2.1	2.0	1.7	1.9
3/4"	1.6	1.6	2.1	2.0			1.8	1.8

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Figura 64: Lectura del contenido de aire método de presión con olla de Washington.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.4.3 Temperatura (NTP 339.183)

Como esta propiedad tiene gran incidencia sobre propiedades tanto en el estado fresco y el estado endurecido, es muy importante conocer dicho valor. Para lo cual se usarán termómetros que por lo menos ingresen 7.5 cm sobre la muestra de concreto y estén de 2 a 5 minutos en contacto con la muestra.

- NTP 339.046: Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de hormigón (concreto).

Procedimiento

- Primero se tomará una muestra representativa de concreto fresco.
- Luego se humedece parte del termómetro que ingresará dentro de la muestra.
- Una vez dentro el termómetro, se deberá dejar entre 2 a 5 minutos para tomar la lectura de la temperatura.

Figura 65: Lectura de la temperatura del concreto.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Figura 66: Lectura de la temperatura del concreto.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cálculo

Tabla 92: Resumen de temperatura de las diferentes canteras y tipos de cemento.

CANTERA:	FRANED		QUILLACONA 1RA PRODUCCIÓN		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN		PODEROSA	
F.S. (+84 kgf/cm²)	*Con Factor*	*Sin Factor*	*Con Factor*	*Sin Factor*	*Con Factor*	*Sin Factor*	*Con Factor*	*Sin Factor*
CEMENTO MISHKY TIPO IP								
TMN	***Temperatura (C°)***							
1/2"	18.5	19.0	18.5	19.0	20.0	18.5	18.5	18.0
3/4"	17.5	18.5	19.5	19.5			18.5	19.5
CEMENTO YURA TIPO IP								
TMN	***Temperatura (C°)***							
1/2"	18.0	18.0	17.5	18.5	19.0	19.5	18.0	19.0
3/4"	18.5	19.0	18.5	19.0			19.5	20.0
CEMENTO WARI TIPO I								
TMN	***Temperatura (C°)***							
1/2"	18.0	18.5	19.0	18.0	21.0	20.0	18.5	20.0
3/4"	19.0	20.5	18.5	19.5			19.0	19.5
CEMENTO YURA TIPO HE								
TMN	***Temperatura (C°)***							
1/2"	18.0	18.5	20.0	18.0	20.0	18.5	18.5	19.0
3/4"	19.0	20.0	19.0	20.0			20.5	20.0

Fuente: Elaboración propia, (2019).

3.4.4 Peso unitario y rendimiento (NTP 339.046)

Este ensayo consiste básicamente en pesar una muestra de concreto que es colocada sobre un recipiente que se conocido como la olla de Washington y este a su vez es dividido entre el volumen del recipiente. Para el análisis del rendimiento relativo se deberá considerar el peso unitario teórico y el peso unitario real. El peso unitario real se calcula en campo, se refiere a la mezcla de concreto fresco; mientras que el peso unitario teórico se calcula a partir de los valores que el diseño de mezclas nos proporcione, el valor recomendable del rendimiento debe encontrarse en 1 ± 0.02 para considerarse aceptable, de este valor se puede inferir que rendimientos menores a 1 indican que hay un exceso de producción y valores menores a 1 indica la falta de concreto para conseguir lo requerido; Coasaca, (2018).

- NTP 339.046: Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido del aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Procedimiento

- Primero se tomará una muestra representativa de concreto fresco.
- Luego se humedecerán equipos que se utilizarán como la barra compactadora, recipiente de medida que en nuestro caso se usó de capacidad de 0.1 pie^3, cucharón, balanza y por último mazo de goma.
- Luego se colocará la muestra dentro del recipiente metálico en 3 capas, cuidar que cada capa tenga 1/3 de la capacidad del recipiente, sobre cada capa se varillarán 25 veces y se darán golpes con el mazo de goma de 10 a 15 veces con el fin de eliminar el aire contenido en la muestra.
- Para la última capa, se deberá rebasar la capacidad del molde metálico con la finalidad de que al momento de enrazar no se pierda muestra de concreto, luego limpiar los bordes del molde metálico. Por último, pesar y calcular el peso unitario a través de la división entre el peso y el volumen del mismo.

Cálculo para peso unitario

$$\text{P.U.} = \frac{\text{Wtotal} - \text{Wrecip}}{\text{Vrecip}}$$

Ecuación (31): Peso unitario del concreto.

Dónde:

- P.U. (kg/m^3) = Peso unitario de la mezcla.
- Wtotal (kg) = Peso total de la mezcla + recipiente.
- Wrecip (kg) = Peso del recipiente vacío.
- Vrecip (m^3) = Volumen del recipiente.

Cálculo para rendimiento

$$Rend = \frac{Peso\ Unitario\ Real}{Peso\ Unitario\ Teórico} = \frac{P.U.}{W_T comp}$$

Ecuación (32): Rendimiento del concreto.

Donde:

- Rend: Rendimiento del concreto.
- P. U.: Peso real o peso unitario de mezcla (kg/cm^3).
- Wtcomp: Peso unitario teórico o suma de los componentes del concreto (kg/cm^3).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 93: Cálculo del volumen del recipiente.

CÁLCULO VOLUMEN DEL RECIPIENTE		
DESCRIPCIÓN:	**PESO**	**UNID.**
Peso del recipiente + vidrio + agua	11627	g
Peso del recipiente + vidrio	4578	g
Peso del Recipiente	2480	g
Peso del agua	7049	g
Volumen del Recipiente	0.00705	m^3

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Figura 67: Lectura del peso del recipiente, agua y vidrio y lectura de la mezcla de concreto.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Figura 68: Lectura del peso del recipiente, agua y vidrio y lectura de la mezcla de concreto.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Figura 69: Enrazado del concreto en la olla para determinación del rendimiento.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 94: Rendimientos de concreto convencional usando cemento Mishky y Yura tipo IP.

CEMENTO	CANTERA	Factor de Seguridad +84 kgf/cm²	TMN	Volumen Recipiente (m³)	Peso del Recipiente (kg)	Peso Mezcla (kg)	Peso Unitario (kg/m³)	Rendi_ miento Relativo
Mishky IP	Franed	Con Factor	1/2"	0.00705	2.480	18.395	2258	1.01
		Sin Factor		0.00705	2.480	18.258	2238	1.01
		Con Factor	3/4"	0.00705	2.480	18.805	2316	1.02
		Sin Factor		0.00705	2.480	18.695	2300	1.02
	Quillacona	Con Factor	1/2"	0.00705	2.480	18.246	2237	1.02
		Sin Factor		0.00705	2.480	17.984	2199	1.01
		Con Factor	3/4"	0.00705	2.480	18.488	2271	1.02
		Sin Factor		0.00705	2.480	18.325	2248	1.01
	Quillacona 2da Producción	Con Factor	1/2"	0.00705	2.480	18.147	2223	1.03
		Sin Factor		0.00705	2.480	18.086	2214	1.03
	La Poderosa	Con Factor	1/2"	0.00705	2.480	18.839	2321	1.03
		Sin Factor		0.00705	2.480	18.777	2312	1.03
		Con Factor	3/4"	0.00705	2.480	19.245	2378	1.04
		Sin Factor		0.00705	2.480	19.173	2368	1.04
Yura IP	Franed	Con Factor	1/2"	0.00705	2.480	18.671	2297	1.03
		Sin Factor		0.00705	2.480	18.567	2282	1.03
		Con Factor	3/4"	0.00705	2.480	18.849	2322	1.03
		Sin Factor		0.00705	2.480	18.779	2312	1.03
	Quillacona	Con Factor	1/2"	0.00705	2.480	17.994	2201	1.01
		Sin Factor		0.00705	2.480	17.972	2198	1.01
		Con Factor	3/4"	0.00705	2.480	18.328	2248	1.02
		Sin Factor		0.00705	2.480	18.272	2240	1.01
	Quillacona 2da Producción	Con Factor	1/2"	0.00705	2.480	18.086	2214	1.03
		Sin Factor		0.00705	2.480	17.981	2199	1.02
	La Poderosa	Con Factor	1/2"	0.00705	2.480	18.649	2294	1.02
		Sin Factor		0.00705	2.480	18.596	2286	1.02
		Con Factor	3/4"	0.00705	2.480	18.886	2327	1.02
		Sin Factor		0.00705	2.480	18.856	2323	1.02

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 95: Rendimiento de concreto convencional usando cemento Wari tipo I y Yura tipo HE

CEMENTO	CANTERA	Factor de Seguridad +84 kgf/cm²	TMN	Volumen Recipiente (m³)	Peso del Recipiente (kg)	Peso Mezcla (kg)	Peso Unitario (kg/m³)	Rendi_ miento Relativo
Wari I	Franed	Con Factor	1/2"	0.00705	2.480	18.806	2316	1.02
		Sin Factor		0.00705	2.480	18.446	2265	1.01
		Con Factor	3/4"	0.00705	2.480	19.076	2354	1.03
		Sin Factor		0.00705	2.480	18.572	2283	1.00
	Quillacona	Con Factor	1/2"	0.00705	2.480	18.246	2237	1.01
		Sin Factor		0.00705	2.480	17.949	2194	0.99
		Con Factor	3/4"	0.00705	2.480	18.380	2256	1.00
		Sin Factor		0.00705	2.480	18.222	2233	1.00
	Quillacona 2da Producción	Con Factor	1/2"	0.00705	2.480	18.312	2246	1.02
		Sin Factor		0.00705	2.480	18.134	2221	1.02
	La Poderosa	Con Factor	1/2"	0.00705	2.480	18.805	2316	1.02
		Sin Factor		0.00705	2.480	18.490	2271	1.00
		Con Factor	3/4"	0.00705	2.480	19.092	2357	1.02
		Sin Factor		0.00705	2.480	18.648	2294	1.00
Yura HE	Franed	Con Factor	1/2"	0.00705	2.480	18.644	2293	1.02
		Sin Factor		0.00705	2.480	18.627	2291	1.03
		Con Factor	3/4"	0.00705	2.480	18.784	2313	1.02
		Sin Factor		0.00705	2.480	18.724	2304	1.02
	Quillacona	Con Factor	1/2"	0.00705	2.480	17.938	2193	1.00
		Sin Factor		0.00705	2.480	17.893	2187	1.00
		Con Factor	3/4"	0.00705	2.480	18.342	2250	1.01
		Sin Factor		0.00705	2.480	18.227	2234	1.01
	Quillacona 2da Producción	Con Factor	1/2"	0.00705	2.480	18.039	2207	1.02
		Sin Factor		0.00705	2.480	17.987	2200	1.02
	La Poderosa	Con Factor	1/2"	0.00705	2.480	18.800	2315	1.02
		Sin Factor		0.00705	2.480	18.746	2308	1.03
		Con Factor	3/4"	0.00705	2.480	19.072	2354	1.03
		Sin Factor		0.00705	2.480	18.953	2337	1.02

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.5 PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

3.5.1 Ensayo de compresión axial (NTP 339.034)

Este ensayo se realiza para determinar la resistencia del concreto, se aplica una carga axial de compresión a probetas cilíndricas a una determinada velocidad hasta que la probeta falle y ya no pueda resistir más carga. Esta resistencia resulta de la división entre la carga aplicada y el área de sección sobre la cual se aplicó.

- ASTM C 39 – Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete.
- NTP 339.034: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.

Procedimiento

- Las pruebas de compresión se realizarán tan pronto se extraigan las probetas del lugar donde se estaban curando, y tomando en cuenta los métodos para que no pierda humedad con la finalidad de que las probetas se ensayen húmedas.
- Para cualquier tiempo que se desee ensayar las probetas, la norma (Norma Técnica Peruana 339.034, 2015) establece valores que a continuación se mostrarán y que se deberán de cumplir para no tener valores erróneos.
- Medir las dimensiones de la probeta como diámetro, longitud.

Tabla 96: Edades para ensayo y tolerancia.

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	± 0.5 h ó 2.1 %
3 d	± 2 h ó 2.8 %
7 d	± 6 h ó 3.6 %
28 d	± 20 h ó 3.0 %
90 d	± 48 h ó 2.2 %

Fuente: Norma Técnica Peruana 339.034, (2015) pág. 11.

- Luego de colocará la probeta y se alineará con el centro de la rótula base.
- Posteriormente se aplicará la carga a una velocidad de 0.25 ± 0.05 MPa/s.
- No se deberán realizar ajustes a la velocidad de la carga ya que puede darnos valores que no son los correctos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Luego se calculará la resistencia dividiendo la carga resultante entre el área de sección de la probeta en la cual fue aplicada esta carga.

Cálculo

$$Rc = \frac{P}{A}$$

Ecuación (33): Resistencia a la compresión.

Dónde:

- Rc: Resistencia a la compresión (kgf/cm^2).
- P: Carga máxima total (kgf).
- A: Área de la superficie de carga (cm^2).

Figura 70: Colocación de mezcla de concreto en las probetas para ensayo de compresión y tracción.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Figura 71: Curado de las probetas de concreto en las pozas.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

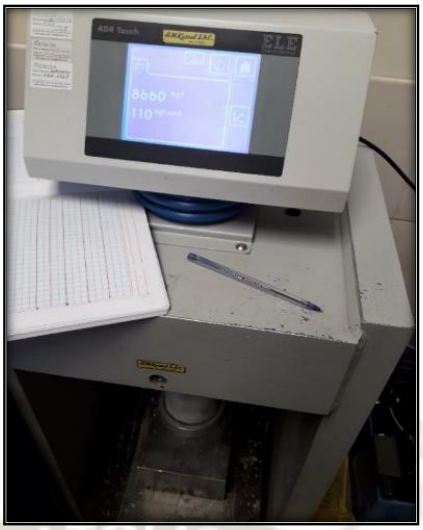


Figura 72: Lectura de resultado del ensayo de probetas en la compresora.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Figura 73: Probetas de concreto antes de ser ensayados en la compresora.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Figura 74: Forma de rotura de probetas de concreto luego de ser ensayados en la compresora.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 97: Cálculo de resistencia a la compresión con cemento Mishky tipo IP a 28 dias.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 28 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 28 días kgf/cm²	Dispersión entre Probetas (%)	Coeficiente de Variación (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm²
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)					
MISHKY Tipo IP	1/2"	FRANED	02/10/2019	F / CF / 1/2" M / 28 días	10.210	10.183	10.169	10.192	10.200	21978	268.97	8.73	5.16	274.1
					10.184	10.201	10.191	10.173	10.175	21519	264.64			
					10.212	10.243	10.183	10.175	10.200	23581	288.58			
		QUILLACONA	10/09/2019	Q / CF / 1/2" M / 28 días	10.156	10.191	10.175	10.142	10.175	21631	266.02	6.87	4.06	275.0
					10.180	10.167	10.197	10.208	10.200	22385	273.95			
					10.204	10.178	10.186	10.219	10.200	23282	284.92			
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	16/10/2019	Q / CF / 1/2" M / 28 días	10.205	10.215	10.188	10.210	10.200	21733	265.97	3.69	2.18	261.0
					10.148	10.179	10.193	10.146	10.175	20844	256.34			
					10.189	10.162	10.148	10.212	10.175	21202	260.75			
		LA PODEROSA	11/09/2019	P / CF / 1/2" M / 28 días	10.203	10.198	10.200	10.175	10.200	23890	292.37	5.55	3.28	286.8
					10.177	10.181	10.205	10.189	10.200	22590	276.46			
					10.227	10.171	10.198	10.188	10.200	23817	291.47			
	3/4"	FRANED	10/09/2019	F / CF / 3/4" M / 28 días	10.185	10.191	10.188	10.196	10.200	20618	252.32	8.63	5.10	265.5
					10.226	10.214	10.189	10.195	10.200	22490	275.23			
					10.236	10.213	10.193	10.172	10.200	21970	268.87			
		QUILLACONA	10/09/2019	Q / CF / 3/4" M / 28 días	10.148	10.230	10.150	10.176	10.175	20662	254.11	1.75	1.04	252.5
					10.167	10.230	10.159	10.169	10.175	20302	249.68			
					10.180	10.151	10.207	10.194	10.175	20628	253.69			
		LA PODEROSA	11/09/2019	P / CF / 3/4" M / 28 días	10.246	10.160	10.151	10.226	10.200	26729	327.11	2.93	1.73	328.8
					10.193	10.170	10.200	10.168	10.175	26409	324.78			
					10.189	10.247	10.208	10.172	10.200	27325	334.40			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 98: Cálculo de resistencia a la compresión con cemento Yura tipo IP a 28 dias.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 28 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 28 días kgf/cm²	Dispersión entre Probetas (%)	Coeficiente de Variación (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm²
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)					
YURA Tipo IP	1/2"	FRANED	19/09/2019	F / CF / 1/2" Y / 28 días	10.168	10.232	10.162	10.199	10.200	21494	263.04	4.73	2.80	255.6
					10.208	10.163	10.142	10.241	10.200	20505	250.94			
					10.128	10.216	10.201	10.116	10.175	20564	252.90			
		QUILLACONA	20/09/2019	Q / CF / 1/2" Y / 28 días	10.198	10.156	10.168	10.172	10.175	18338	225.52	3.11	1.84	226.7
					10.191	10.169	10.218	10.189	10.200	18614	227.80			
					10.169	10.143	10.201	10.160	10.175	18917	232.64			
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18/10/2019	Q / CF / 1/2" Y / 28 días	10.160	10.190	10.254	10.168	10.200	18560	227.14	5.06	2.99	219.8
					10.192	10.231	10.206	10.151	10.200	17652	216.02			
					10.223	10.180	10.221	10.196	10.200	17660	216.12			
		LA PODEROSA	26/09/2019	P / CF / 1/2" Y / 28 días	10.178	10.180	10.140	10.190	10.175	21121	259.75	3.07	1.81	262.8
					10.195	10.168	10.210	10.160	10.175	21777	267.82			
					10.186	10.114	10.140	10.198	10.150	21114	260.94			
	3/4"	FRANED	19/09/2019	F / CF / 3/4" Y / 28 días	10.159	10.184	10.203	10.194	10.175	19789	243.37	4.70	2.77	247.8
					10.201	10.182	10.152	10.209	10.175	19912	244.88			
					10.143	10.185	10.201	10.141	10.175	20735	255.00			
		QUILLACONA	24/09/2019	Q / CF / 3/4" Y / 28 días	10.148	10.175	10.173	10.191	10.175	16932	208.23	5.79	3.42	215.2
					10.182	10.219	10.241	10.163	10.200	17716	216.81			
					10.144	10.155	10.197	10.161	10.175	17946	220.70			
		LA PODEROSA	26/09/2019	P / CF / 3/4" Y / 28 días	10.191	10.189	10.224	10.184	10.200	20645	252.65	9.14	5.40	256.6
					10.156	10.176	10.198	10.175	10.175	20077	246.91			
					10.228	10.176	10.209	10.217	10.200	22092	270.36			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 99: Cálculo de resistencia a la compresión con cemento Wari tipo I a 28 dias.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 28 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 28 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	Coeficiente de Variación (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)					
WARI Tipo I	1/2"	FRANED	13/09/2019	F / CF / 1/2" W / 28 días	10.205	10.226	10.175	10.184	10.200	37220	455.50	9.80	5.79	447.3
					10.161	10.170	10.178	10.190	10.175	37825	465.18			
					10.166	10.157	10.159	10.186	10.175	34261	421.35			
		QUILLACONA	13/09/2019	Q / CF / 1/2" W / 28 días	10.202	10.188	10.168	10.198	10.200	38885	475.87	3.08	1.82	475.7
					10.212	10.171	10.214	10.208	10.200	38853	475.48			
					10.244	10.208	10.180	10.192	10.200	40062	490.28			
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	16/10/2019	Q / CF / 1/2" W / 28 días	10.179	10.211	10.197	10.164	10.200	35520	434.69	2.75	1.62	441.4
					10.206	10.163	10.190	10.164	10.175	35996	442.69			
					10.211	10.160	10.203	10.153	10.175	36332	446.82			
		LA PODEROSA	17/09/2019	P / CF / 1/2" W / 28 días	10.200	10.150	10.187	10.216	10.200	40261	492.71	3.87	2.28	500.2
					10.174	10.201	10.197	10.191	10.200	41841	512.05			
					10.169	10.187	10.171	10.190	10.175	40325	495.92			
	3/4"	FRANED	13/09/2019	F / CF / 3/4" W / 28 días	10.196	10.200	10.236	10.199	10.200	32449	397.11	3.65	2.15	391.7
					10.157	10.185	10.145	10.182	10.175	31129	382.83			
					10.158	10.201	10.161	10.152	10.175	32134	395.19			
		QUILLACONA	16/09/2019	Q / CF / 3/4" W / 28 días	10.158	10.181	10.265	10.203	10.200	37029	453.16	6.31	3.73	445.4
					10.193	10.214	10.237	10.178	10.200	37231	455.63			
					10.174	10.176	10.209	10.168	10.175	34764	427.53			
		LA PODEROSA	17/09/2019	P / CF / 3/4" W / 28 días	10.138	10.176	10.259	10.150	10.175	38874	478.08	8.18	4.83	475.2
					10.177	10.167	10.204	10.157	10.175	36940	454.30			
					10.203	10.243	10.178	10.195	10.200	40299	493.18			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 100: Cálculo de resistencia a la compresión con cemento Yura tipo HE a 28 dias.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 28 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 28 días kgf/cm²	Dispersión entre Probetas (%)	Coeficiente de Variación (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm²
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)					
YURA Tipo HE	1/2"	FRANED	27/09/2019	F / CF / 1/2" HE / 28 días	10.216	10.118	10.157	10.179	10.175	26673	328.03	2.40	1.41	327.8
					10.155	10.179	10.163	10.173	10.175	26968	331.66			
					10.202	10.198	10.179	10.199	10.200	26459	323.80			
		QUILLACONA	27/09/2019	Q / CF / 1/2" HE / 28 días	10.155	10.172	10.189	10.179	10.175	28966	356.23	1.13	0.67	355.0
					10.165	10.210	10.192	10.182	10.175	28759	353.68			
					10.181	10.215	10.163	10.189	10.175	28640	352.22			
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18/10/2019	Q / CF / 1/2" HE / 28 días	10.134	10.138	10.146	10.157	10.150	26261	324.56	2.55	1.51	325.8
					10.163	10.179	10.166	10.202	10.175	26201	322.22			
					10.121	10.191	10.205	10.137	10.175	26876	330.53			
		LA PODEROSA	30/09/2019	P / CF / 1/2" HE / 28 días	10.206	10.201	10.152	10.169	10.175	28633	352.13	0.93	0.55	350.6
					10.208	10.180	10.160	10.156	10.175	28518	350.72			
					10.158	10.152	10.173	10.231	10.175	28368	348.88			
	3/4"	FRANED	27/09/2019	F / CF / 3/4" HE / 28 días	10.211	10.200	10.154	10.207	10.200	26578	325.26	2.54	1.50	323.3
					10.151	10.200	10.204	10.151	10.175	25875	318.22			
					10.232	10.180	10.200	10.250	10.225	26804	326.42			
		QUILLACONA	09/10/2019	Q / CF / 3/4" HE / 28 días	10.196	10.189	10.179	10.214	10.200	21670	265.20	4.07	2.41	272.0
					10.181	10.197	10.182	10.206	10.200	22431	274.51			
					10.191	10.194	10.161	10.158	10.175	22465	276.28			
		LA PODEROSA	30/09/2019	P / CF / 3/4" HE / 28 días	10.203	10.177	10.152	10.212	10.175	28014	344.52	0.83	0.49	342.8
					10.156	10.215	10.204	10.185	10.200	27918	341.66			
					10.207	10.172	10.198	10.209	10.200	27968	342.27			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

En las tablas 97 al 100, se muestra las resistencias a la compresión del concreto a 28 días para el concreto elaborado con agregado de TMN de ½" y TMN ¾" para cementos Mishky y Yura tipo IP, Wari tipo I y Yura tipo HE. Sin embargo, el resto de tablas se encuentran en el ANEXO 3, donde podrá encontrar las tablas completas del cálculo de resistencia a la compresión para 1, 3, 7, 14 y 28 días, de acuerdo a la cantera, cemento y diseñados con y sin factor de seguridad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 101: Resumen de resistencia a la compresión con cemento Mishky tipo IP.

Diseño comité ACI 211 - CON Factor de Seguridad de +84 kgf/cm²								Diseño comité ACI 211 - SIN Factor de Seguridad							
Cemento	TMN	Cantera	Resistencia a la Compresión (kgf/cm²)					Cemento	TMN	Cantera	Resistencia a la Compresión (kgf/cm²)				
			1 dia	3 dias	7 dias	14 dias	28 dias				1 dia	3 dias	7 dias	14 dias	28 dias
MISHKY Tipo IP		FRANED	37.94	80.68	158.71	218.22	268.97	MISHKY Tipo IP		FRANED	21.95	60.77	118.57	151.35	199.69
			41.19	87.32	171.33	225.75	264.64				22.95	63.99	118.21	153.00	193.16
			38.19	79.60	163.85	229.62	288.58				24.24	66.29	116.09	159.78	206.17
			39.10	**82.53**	**164.63**	**224.53**	**274.06**				**23.05**	**63.68**	**117.62**	**154.71**	**199.67**
		QUILLACONA	38.11	101.59	172.94	217.93	266.02			QUILLACONA	24.78	67.15	115.21	164.01	207.84
			37.80	100.45	168.99	217.24	273.95				27.40	64.87	112.31	149.52	213.72
			41.29	95.88	162.29	217.07	284.92				25.71	67.00	117.37	147.81	212.50
			39.07	**99.30**	**168.07**	**217.41**	**274.96**				**25.96**	**66.34**	**114.96**	**153.78**	**211.35**
		QUILLACONA 2DA PRODUCCION	37.48	92.41	146.75	192.26	265.97			QUILLACONA 2DA PRODUCCION	23.57	61.50	103.06	133.07	191.95
			40.98	91.43	145.89	198.41	256.34				24.27	61.54	97.64	128.26	192.48
			40.74	99.37	140.04	186.32	260.75				23.53	62.23	94.19	137.71	199.51
			39.73	**94.40**	**144.23**	**192.33**	**261.02**				**23.79**	**61.75**	**98.29**	**133.01**	**194.65**
		LA PODEROSA	32.19	100.02	161.61	238.35	292.37			LA PODEROSA	30.14	65.50	125.94	166.56	196.74
			34.36	99.74	172.96	217.47	276.46				28.08	63.23	125.15	152.21	198.34
			31.44	103.34	170.78	222.77	291.47				30.81	63.20	122.73	162.11	200.62
			32.66	**101.03**	**168.45**	**226.19**	**286.76**				**29.68**	**63.98**	**124.61**	**160.30**	**198.57**
	3/4"	FRANED	37.34	87.44	159.38	217.20	252.32		3/4"	FRANED	23.96	49.00	95.95	149.37	182.06
			35.52	85.80	162.48	216.95	275.23				22.85	48.69	104.20	138.05	193.97
			39.03	91.94	150.06	212.84	268.87				22.75	49.12	100.17	150.49	191.68
			37.30	**88.40**	**157.31**	**215.67**	**265.47**				**23.19**	**48.94**	**100.11**	**145.97**	**189.24**
		QUILLACONA	37.19	86.00	144.78	199.63	254.11			QUILLACONA	20.31	59.55	97.59	139.21	182.75
			34.20	89.63	148.52	193.07	249.68				21.70	56.50	102.87	132.72	189.04
			33.81	91.20	151.13	196.73	253.69				22.10	58.88	94.06	141.46	196.55
			35.07	**88.94**	**148.14**	**196.47**	**252.49**				**21.37**	**58.31**	**98.17**	**137.80**	**189.45**
		LA PODEROSA	39.75	129.55	185.91	267.06	327.11			LA PODEROSA	33.27	87.91	144.75	184.82	229.21
			40.19	122.86	187.20	256.05	324.78				33.41	85.04	137.78	185.92	229.95
			40.86	121.19	201.51	254.77	334.40				30.45	82.55	138.67	184.92	215.55
			40.27	**124.53**	**191.54**	**259.29**	**328.76**				**32.38**	**85.16**	**140.40**	**185.22**	**224.91**

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 102: Resumen de resistencia a la compresión con cemento Yura tipo IP.

Diseño comité ACI 211 - CON Factor de Seguridad de +84 Kgf/cm^2								Diseño comité ACI 211 - SIN Factor de Seguridad							
Cemento	TMN	Cantera	Resistencia a la Compresión (kgf/cm^2)					Cemento	TMN	Cantera	Resistencia a la Compresión (kgf/cm^2)				
			1 dia	3 dias	7 dias	14 dias	28 dias				1 dia	3 dias	7 dias	14 dias	28 dias
YURA Tipo IP	1/2"	FRANED	38.85	101.76	174.20	219.03	263.04	YURA Tipo IP	1/2"	FRANED	22.27	61.21	99.95	143.94	169.52
			38.47	105.98	180.54	208.26	250.94				21.42	62.75	99.11	143.32	172.45
			36.56	103.82	163.40	204.29	252.90				21.77	62.73	104.83	140.90	160.12
			37.96	**103.85**	**172.71**	**210.52**	**255.63**				**21.82**	**62.23**	**101.29**	**142.72**	**167.36**
		QUILLACONA	40.51	115.72	143.70	194.52	225.52			QUILLACONA	22.76	79.64	107.86	134.35	158.79
			44.11	116.53	149.89	184.03	227.80				23.30	78.62	115.37	144.92	168.65
			39.92	118.89	157.25	193.12	232.64				21.80	78.72	115.44	137.46	169.14
			41.51	**117.05**	**150.28**	**190.56**	**228.66**				**22.62**	**78.99**	**112.89**	**138.91**	**165.53**
		QUILLACONA 2DA PRODUCCION	26.53	108.06	134.02	191.48	227.14			QUILLACONA 2DA PRODUCCION	16.86	68.11	100.96	125.79	156.16
			27.68	101.13	136.68	182.09	216.02				18.63	64.76	108.03	120.61	157.91
			29.18	101.13	145.35	177.65	216.12				18.06	67.65	98.83	121.32	153.89
			27.80	**103.44**	**138.68**	**183.74**	**219.76**				**17.85**	**66.84**	**102.60**	**122.57**	**155.99**
		LA PODEROSA	45.39	112.08	181.72	234.42	259.75			LA PODEROSA	24.03	74.54	116.38	143.10	179.43
			48.37	116.66	180.17	219.01	267.82				24.76	74.14	115.56	145.91	186.70
			47.32	108.81	182.25	227.28	260.94				22.38	74.92	118.31	142.77	180.75
			47.03	**112.52**	**181.38**	**226.90**	**262.84**				**23.72**	**74.53**	**116.75**	**143.93**	**182.29**
	3/4"	FRANED	27.03	86.94	168.33	203.40	243.37		3/4"	FRANED	16.25	52.28	94.91	122.93	155.62
			27.25	91.51	169.35	207.15	244.88				16.15	56.69	96.05	129.32	157.81
			30.01	89.48	177.16	203.22	255.00				16.07	58.27	96.57	131.78	157.93
			28.10	**89.31**	**171.61**	**204.59**	**247.75**				**16.16**	**55.74**	**95.84**	**128.01**	**157.12**
		QUILLACONA	28.86	84.50	137.20	164.53	208.23			QUILLACONA	18.35	61.55	97.61	121.87	155.24
			27.67	92.29	148.71	178.66	216.81				16.61	57.05	91.35	119.38	155.94
			30.64	92.52	144.34	180.92	220.70				16.71	57.91	97.17	130.78	150.42
			29.06	**89.77**	**143.42**	**174.70**	**215.25**				**17.23**	**58.84**	**95.38**	**124.01**	**153.87**
		LA PODEROSA	28.16	98.50	174.38	222.95	252.65			LA PODEROSA	19.47	64.74	114.35	132.97	172.09
			27.67	103.69	179.63	220.59	246.91				19.95	60.21	107.02	138.79	163.81
			28.46	106.32	179.41	210.56	270.36				21.31	60.56	112.01	133.28	167.83
			28.10	**102.84**	**177.80**	**218.03**	**256.64**				**20.24**	**61.84**	**111.13**	**135.01**	**167.91**

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 103: Resumen de resistencia a la compresión con cemento Wari tipo I.

Diseño comité ACI 211 - CON Factor de Seguridad de +84 kgf/cm²								Diseño comité ACI 211 - SIN Factor de Seguridad							
Cemento	TMN	Cantera	Resistencia a la Compresión (kgf/cm²)					Cemento	TMN	Cantera	Resistencia a la Compresión (kgf/cm²)				
			1 dia	3 dias	7 dias	14 dias	28 dias				1 dia	3 dias	7 dias	14 dias	28 dias
WARI Tipo I WARI	1/2"	FRANED	92.23	189.08	274.45	364.94	455.50	YURA Tipo IP	1/2"	FRANED	42.21	133.47	212.50	292.24	356.25
			89.63	194.23	293.89	329.68	465.18				44.21	147.38	208.82	276.08	355.42
			92.03	195.17	286.17	355.59	421.35				46.44	134.71	215.49	275.47	339.04
			91.30	**192.82**	**284.83**	**350.07**	**447.34**				**44.29**	**138.52**	**212.27**	**281.26**	**350.24**
		QUILLACONA	122.76	258.15	324.11	418.22	475.87			QUILLACONA	89.74	166.42	253.14	324.18	391.15
			114.90	246.23	343.28	427.35	475.48				86.79	165.65	242.48	322.05	365.30
			126.02	256.63	321.97	428.47	490.28				82.75	179.23	233.23	324.33	384.42
			121.23	**253.67**	**329.78**	**424.68**	**480.54**				**86.43**	**170.43**	**242.95**	**323.52**	**380.29**
		QUILLACONA 2DA PRODUCCION	69.30	160.28	271.36	360.37	434.69			QUILLACONA 2DA PRODUCCION	41.80	126.11	200.15	275.12	338.36
			65.25	161.72	268.67	355.70	442.69				43.18	139.06	191.30	265.75	337.05
			65.22	154.79	270.34	366.49	446.82				40.62	138.12	193.22	288.99	343.69
			66.59	**158.93**	**270.12**	**360.85**	**441.40**				**41.87**	**134.43**	**194.89**	**276.62**	**339.70**
		LA PODEROSA	87.80	206.77	324.14	403.45	492.71			LA PODEROSA	40.50	132.92	232.37	300.90	412.10
			92.68	200.47	323.06	417.23	512.05				42.98	125.00	232.58	309.06	381.54
			90.07	203.09	335.64	405.52	495.92				44.88	131.34	217.57	325.42	377.92
			90.18	**203.45**	**327.61**	**408.73**	**500.23**				**42.78**	**129.75**	**227.51**	**311.79**	**390.52**
	3/4"	FRANED	73.13	170.67	283.15	323.06	397.11		3/4"	FRANED	35.29	109.42	193.99	235.32	306.59
			70.43	179.02	271.18	339.44	382.83				37.13	107.83	196.42	232.82	315.06
			73.58	189.14	269.71	345.85	395.19				35.98	106.79	193.00	250.21	291.71
			72.38	**179.61**	**274.68**	**336.12**	**391.71**				**36.14**	**108.01**	**194.47**	**239.45**	**304.45**
		QUILLACONA	93.10	225.11	313.23	368.90	453.16			QUILLACONA	65.07	165.91	233.65	299.09	330.60
			99.36	227.23	311.21	409.02	455.63				66.83	165.00	212.67	310.54	364.46
			95.88	233.27	316.64	405.66	427.53				61.08	160.00	226.01	308.01	357.26
			96.11	**228.54**	**313.70**	**394.53**	**445.44**				**64.33**	**163.64**	**224.11**	**305.88**	**350.77**
		LA PODEROSA	77.82	197.79	316.04	387.98	478.08			LA PODEROSA	31.25	111.48	201.12	285.92	382.29
			79.09	194.01	313.15	394.75	454.30				31.41	106.42	211.30	294.11	361.49
			79.27	187.87	319.87	380.81	493.18				31.24	114.08	197.25	286.71	376.62
			78.73	**193.22**	**316.35**	**387.85**	**475.18**				**31.30**	**110.66**	**203.23**	**288.91**	**373.47**

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 104: Resumen de resistencia a la compresión con cemento Yura tipo HE.

Diseño comité ACI 211 - CON Factor de Seguridad de +84 kgf/cm^2								Diseño comité ACI 211 - SIN Factor de Seguridad							
Cemento	TMN	Cantera	Resistencia a la Compresión (kgf/cm^2)					Cemento	TMN	Cantera	Resistencia a la Compresión (kgf/cm^2)				
			1 dia	3 dias	7 dias	14 dias	28 dias				1 dia	3 dias	7 dias	14 dias	28 dias
YURA Tipo HE YURA	1/2"	FRANED	43.03	195.63	250.08	280.58	328.03	YURA Tipo HE YURA	1/2"	FRANED	31.00	122.66	172.75	210.20	243.11
			47.25	187.40	240.29	282.39	331.66				31.48	119.04	180.83	220.57	258.89
			47.53	188.16	255.61	284.77	323.80				29.88	124.77	191.27	213.46	252.64
			45.94	**190.40**	**248.66**	**282.58**	**327.83**				**30.79**	**122.16**	**181.62**	**214.74**	**251.55**
		QUILLACONA	44.63	191.58	274.05	309.34	356.23			QUILLACONA	31.99	137.70	193.74	218.19	255.73
			49.27	184.65	271.84	311.28	353.68				31.65	136.41	205.90	229.78	259.57
			44.82	185.15	265.20	307.29	352.22				29.00	134.89	191.99	224.52	270.08
			46.24	**187.13**	**270.36**	**309.30**	**354.04**				**30.88**	**136.33**	**197.21**	**224.16**	**261.79**
		QUILLACONA 2DA PRODUCCION	35.22	158.31	227.74	276.62	324.56			QUILLACONA 2DA PRODUCCION	29.29	105.47	143.84	190.01	226.29
			35.67	152.24	224.75	282.88	322.22				29.29	96.23	149.63	181.67	234.34
			37.25	153.29	241.78	285.67	330.53				30.95	102.90	155.98	179.84	220.42
			36.05	**154.61**	**231.42**	**281.72**	**325.77**				**29.85**	**101.53**	**149.82**	**183.84**	**227.02**
		LA PODEROSA	66.26	198.19	277.90	312.15	352.13			LA PODEROSA	43.02	119.04	187.57	230.00	267.24
			64.68	197.85	266.97	313.72	350.72				40.61	110.51	185.16	206.77	268.30
			68.32	195.64	280.36	314.88	348.88				42.21	122.49	189.27	224.70	266.60
			66.42	**197.23**	**275.08**	**313.59**	**350.58**				**41.94**	**117.35**	**187.33**	**220.49**	**267.38**
	3/4"	FRANED	33.50	169.69	236.65	271.89	325.26		3/4"	FRANED	23.05	116.33	174.05	193.03	229.48
			32.07	181.46	236.71	286.66	318.22				21.94	112.68	170.74	196.29	236.05
			31.46	184.22	247.76	275.57	326.42				23.79	112.42	178.73	196.59	248.37
			32.34	**178.46**	**240.37**	**278.04**	**323.30**				**22.93**	**113.81**	**174.51**	**195.30**	**237.97**
		QUILLACONA	39.61	188.49	213.10	249.83	265.20			QUILLACONA	28.22	115.65	155.60	216.31	230.12
			39.70	183.58	210.57	251.40	274.51				28.86	122.11	157.10	200.55	230.89
			36.03	170.55	228.56	250.32	276.28				26.87	118.36	158.74	211.96	235.64
			38.45	**180.87**	**217.41**	**250.52**	**272.00**				**27.99**	**118.71**	**157.14**	**209.61**	**232.22**
		LA PODEROSA	45.58	189.58	267.10	299.23	344.52			LA PODEROSA	21.12	110.19	170.59	206.83	241.84
			44.52	192.87	266.99	313.01	341.66				20.94	109.54	173.11	199.59	237.95
			46.20	192.32	268.29	291.21	342.27				21.21	119.52	175.32	203.89	239.74
			45.43	**191.59**	**267.46**	**301.15**	**342.82**				**21.09**	**113.08**	**173.00**	**203.44**	**239.84**

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.5.2 Ensayo de tracción simple por compresión diametral (NTP 339.084)

Este ensayo nos permite conocer la resistencia a una fuerza de compresión que se aplica sobre el lado de mayor longitud de la probeta hasta que la muestra falle. El valor se calculará mediante la división de la carga máxima alcanzada y un factor geométrico el cual depende la longitud y el diámetro de la probeta.

- NTP 339.084: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la tracción simple del hormigón, por compresión diametral de una probeta cilíndrica.

Procedimiento

- Se deberán de mantener la humedad de los especímenes en todo momento, hasta el momento de aplicar la carga.
- Luego se determinará los valores de la longitud con una aproximación de 2 mm y los valores del diámetro con una aproximación de 0.25 mm.
- Se colocarán dos listones para la protección, se aplicará carga de compresión a una velocidad que va de 0.7 a 1.4 MPa/min hasta que el espécimen falle.

Cálculo

Se calculará el valor de la resistencia a la tracción por medio de la siguiente fórmula:

$$T = \frac{2 * P}{\pi * L * D}$$

Ecuación (34): Resistencia a la tracción indirecta.

Donde:

- T: Resistencia a la tracción indirecta (kgf/cm2).
- P: Carga máxima de compresión (kgf).
- L: Longitud del espécimen (cm).
- D: Diámetro del espécimen (cm).

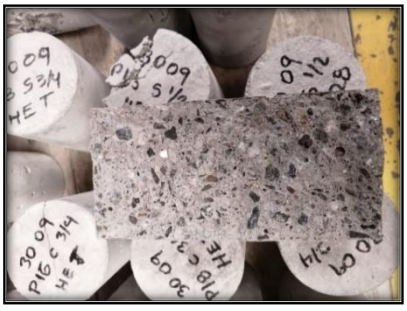


Figura 75: Falla de la probeta por tracción indirecta.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 105: Cálculo de resistencia a la tracción indirecta con cemento Mishky tipo IP a 28 dias.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad de + 84 kgf/cm^2										FUERZA DE TRACCIÓN 28 dias kgf	TRACCIÓN INDIRECTA (T) kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	TRACCIÓN INDIRECTA PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	D1 (cm)	D2 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	Longitud Promedio (cm)				
MISHKY Tipo IP		FRANED	10.19	10.21	10.200	20.22	20.28	20.25	20.20	10175	31.4	1.35	31.20
			10.27	10.19	10.225	20.38	20.38	20.40	20.40	10163	31.0		
			10.15	10.15	10.150	20.37	20.35	20.36	20.40	10133	31.2		
		QUILLACONA	10.15	10.23	10.200	20.60	20.55	20.57	20.60	11036	33.4	7.07	31.95
			10.21	10.13	10.175	20.37	20.46	20.46	20.40	10185	31.2		
			10.18	10.20	10.200	20.30	20.30	20.12	20.20	10091	31.2		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	10.19	10.20	10.200	20.51	20.65	20.51	20.60	8527	25.8	9.84	26.82
			10.19	10.20	10.200	20.59	20.60	20.61	20.60	8633	26.2		
			10.19	10.18	10.175	20.56	20.59	20.53	20.60	9375	28.5		
		LA PODEROSA	10.20	10.19	10.200	20.71	20.62	20.65	20.60	9979	30.2	1.69	30.27
			10.19	10.18	10.175	20.45	20.45	20.45	20.40	9961	30.6		
			10.19	10.19	10.200	20.43	20.42	20.43	20.40	9818	30.0		
	3/4"	FRANED	10.20	10.19	10.200	20.23	20.28	20.26	20.20	9406	29.1	7.13	29.38
			10.19	10.20	10.200	20.41	20.37	20.37	20.40	9314	28.5		
			10.17	10.21	10.175	20.31	20.30	20.29	20.20	9876	30.6		
		QUILLACONA	10.21	10.22	10.225	20.42	20.36	20.44	20.40	8504	26.0	5.04	25.85
			10.21	10.21	10.200	20.52	20.55	20.52	20.60	8731	26.5		
			10.23	10.17	10.200	20.43	20.53	20.52	20.40	8220	25.1		
		LA PODEROSA	10.20	10.21	10.200	20.47	20.52	20.49	20.40	11273	34.5	3.42	33.79
			10.21	10.20	10.200	20.53	20.57	20.53	20.60	11077	33.6		
			10.19	10.20	10.200	20.47	20.53	20.25	20.40	10895	33.3		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 106: Cálculo de resistencia a la tracción indirecta con cemento Mishky tipo IP a 28 dias.

Diseño comité ACI 211 - SIN Factor de Seguridad										FUERZA DE TRACCIÓN 28 dias kgf	TRACCIÓN INDIRECTA (T) kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	TRACCIÓN INDIRECTA PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	D1 (cm)	D2 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	Longitud Promedio (cm)				
MISHKY Tipo IP		FRANED	10.18	10.19	10.175	20.56	20.60	20.58	20.60	8421	25.6	5.83	25.65
			10.18	10.18	10.175	20.62	20.60	20.57	20.60	8705	26.4		
			10.16	10.24	10.200	20.50	20.43	20.43	20.40	8153	24.9		
		QUILLACONA	10.18	10.19	10.175	20.56	20.60	20.58	20.60	7628	23.2	7.47	22.90
			10.18	10.18	10.175	20.62	20.60	20.57	20.60	7215	21.9		
			10.16	10.24	10.200	20.50	20.43	20.43	20.40	7722	23.6		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	10.20	10.21	10.20	20.35	20.31	20.37	20.40	6857	21.0	4.04	21.45
			10.16	10.18	10.18	20.36	20.30	20.37	20.40	7123	21.8		
			10.19	10.14	10.18	20.40	20.46	20.68	20.60	7088	21.5		
		LA PODEROSA	10.21	10.20	10.200	20.41	20.43	20.44	20.40	9483	29.0	12.70	28.30
			10.18	10.16	10.175	20.45	20.42	20.46	20.40	8527	26.2		
			10.24	10.17	10.200	20.55	20.41	20.54	20.60	9818	29.7		
	3/4"	FRANED	10.28	10.14	10.200	20.29	20.29	20.30	20.20	6985	21.6	12.50	21.52
			10.18	10.13	10.150	20.35	20.35	20.29	20.40	6553	20.1		
			10.12	10.22	10.175	20.41	20.43	20.21	20.40	7446	22.8		
		QUILLACONA	10.21	10.28	10.250	20.48	20.44	20.49	20.40	6647	20.2	12.61	19.92
			10.18	10.17	10.175	20.38	20.49	20.44	20.40	6032	18.5		
			10.23	10.21	10.225	20.67	20.64	20.65	20.60	6952	21.0		
		LA PODEROSA	10.18	10.25	10.225	20.56	20.59	20.58	20.60	9004	27.2	9.66	28.74
			10.22	10.22	10.225	20.56	20.57	20.59	20.60	9922	30.0		
			10.19	10.18	10.200	20.55	20.56	20.60	20.60	9574	29.0		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 107: Cálculo de resistencia a la tracción indirecta con cemento Yura tipo IP a 28 dias.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad de + 84 kgf/cm^2										FUERZA DE TRACCIÓN 28 dias kgf	TRACCIÓN INDIRECTA (T) kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	TRACCIÓN INDIRECTA PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	D1 (cm)	D2 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	Longitud Promedio (cm)				
YURA Tipo IP	1/2"	FRANED	10.20	10.18	10.200	20.31	20.36	20.35	20.40	9314	28.5	6.86	29.49
			10.14	10.22	10.175	20.59	20.66	20.64	20.60	10048	30.5		
			10.16	10.16	10.150	20.33	20.40	20.31	20.40	9585	29.5		
		QUILLACONA	10.21	10.22	10.225	20.37	20.41	20.38	20.40	8700	26.6	2.66	26.92
			10.16	10.23	10.200	20.30	20.30	20.31	20.20	8719	26.9		
			10.12	10.21	10.175	20.92	20.51	20.50	20.60	8978	27.3		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	10.16	10.21	10.175	20.61	20.57	20.57	20.60	8168	24.8	7.34	23.77
			10.20	10.18	10.200	20.62	20.59	20.63	20.60	7612	23.1		
			10.18	10.24	10.200	20.71	20.60	20.51	20.60	7736	23.4		
		LA PODEROSA	10.22	10.27	10.250	20.57	20.48	20.51	20.60	9759	29.4	10.44	27.96
			10.25	10.21	10.225	20.60	20.59	20.55	20.60	9252	28.0		
			10.18	10.21	10.200	20.49	20.57	20.44	20.40	8663	26.5		
	3/4"	FRANED	10.22	10.18	10.200	20.42	20.42	20.43	20.40	9954	30.5	9.30	28.69
			10.13	10.17	10.150	20.29	20.30	20.29	20.20	8959	27.8		
			10.16	10.16	10.175	20.35	20.26	20.21	20.20	8971	27.8		
		QUILLACONA	10.17	10.21	10.175	20.61	20.64	20.66	20.60	7472	22.7	2.96	22.34
			10.20	10.18	10.200	20.51	20.60	20.51	20.60	7362	22.3		
			10.18	10.17	10.175	20.58	20.59	20.59	20.60	7254	22.0		
		LA PODEROSA	10.20	10.16	10.175	20.42	20.34	20.36	20.40	9571	29.4	6.02	28.33
			10.16	10.20	10.175	20.32	20.40	20.32	20.40	9015	27.6		
			10.23	10.14	10.175	20.65	20.50	20.62	20.60	9213	28.0		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 108: Cálculo de resistencia a la tracción indirecta con cemento Yura tipo IP a 28 dias.

Diseño comité ACI 211 - SIN Factor de Seguridad										FUERZA DE TRACCIÓN 28 dias kgf	TRACCIÓN INDIRECTA (T) kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	TRACCIÓN INDIRECTA PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	D1 (cm)	D2 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	Longitud Promedio (cm)				
Tipo IP (YURA)	1/2"	FRANED	10.14	10.18	10.150	20.42	20.52	20.52	20.40	7663	23.6	7.7	23.55
			10.16	10.19	10.175	20.50	20.53	20.56	20.60	7454	22.6		
			10.15	10.26	10.200	20.53	20.48	20.52	20.60	8072	24.5		
		QUILLACONA	10.27	10.68	10.475	20.41	20.43	20.44	20.40	5579	16.6	9.34	17.29
			10.27	10.17	10.225	20.41	20.48	20.44	20.40	5975	18.2		
			10.21	10.16	10.200	20.73	20.67	20.69	20.60	5617	17.0		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	10.23	10.17	10.200	20.48	20.42	20.42	20.40	5678	17.4	5.60	17.99
			10.22	10.20	10.200	20.53	20.65	20.51	20.60	6066	18.4		
			10.16	10.22	10.200	20.35	20.39	20.49	20.40	5951	18.2		
		LA PODEROSA	10.23	10.15	10.175	20.44	20.37	20.38	20.40	7709	23.6	8.3	24.13
			10.19	10.21	10.200	20.43	20.51	20.42	20.40	7637	23.4		
			10.22	10.21	10.225	20.53	20.54	20.54	20.60	8394	25.4		
	3/4"	FRANED	10.15	10.18	10.175	20.48	20.41	20.50	20.40	7262	22.3	12.2	21.30
			10.20	10.19	10.200	20.49	20.52	20.49	20.40	7175	22.0		
			10.28	10.98	10.625	20.41	20.43	20.53	20.40	6701	19.7		
		QUILLACONA	10.25	10.19	10.225	20.47	20.54	20.50	20.60	7043	21.3	7.60	20.69
			10.19	10.20	10.200	20.55	20.58	20.56	20.60	6952	21.1		
			10.20	10.15	10.175	20.50	20.45	20.44	20.40	6428	19.7		
		LA PODEROSA	10.22	10.20	10.200	20.46	20.44	20.48	20.40	7697	23.5	8.14	22.75
			10.20	10.21	10.200	20.48	20.45	20.48	20.40	7520	23.0		
			10.20	10.15	10.175	20.48	20.45	20.46	20.40	7074	21.7		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 109: Cálculo de resistencia a la tracción indirecta con cemento Wari tipo I a 28 dias.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad de + 84 kgf/cm^2										FUERZA DE TRACCIÓN 28 dias kgf	TRACCIÓN INDIRECTA (T) kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	TRACCIÓN INDIRECTA PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	D1 (cm)	D2 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	Longitud Promedio (cm)				
WARI Tipo I	1/2"	FRANED	10.18	10.16	10.18	20.44	20.48	20.53	20.40	13690	42.0	1.01	41.80
			10.16	10.18	10.18	20.56	20.39	20.40	20.40	13552	41.6		
			10.26	10.11	10.18	20.46	20.39	20.61	20.40	13640	41.8		
		QUILLACONA	10.29	10.10	10.20	20.52	20.53	20.49	20.60	13065	39.6	1.05	39.44
			10.21	10.16	10.18	20.27	20.35	20.33	20.40	12899	39.6		
			10.11	10.26	10.18	20.46	20.48	20.51	20.40	12771	39.2		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	10.15	10.26	10.20	20.45	20.44	20.54	20.40	11314	34.6	6.64	35.48
			10.20	10.21	10.20	20.48	20.54	20.55	20.60	11503	34.9		
			10.25	10.19	10.23	20.45	20.37	20.50	20.40	12114	37.0		
		LA PODEROSA	10.22	10.14	10.18	20.45	20.50	20.46	20.40	15218	46.7	7.72	48.89
			10.17	10.22	10.20	20.45	20.46	20.49	20.40	16198	49.6		
			10.21	10.13	10.18	20.47	20.49	20.41	20.40	16449	50.4		
	3/4"	FRANED	10.21	10.16	10.18	20.57	20.38	20.59	20.60	14261	43.3	9.46	40.89
			10.14	10.20	10.18	20.45	20.59	20.42	20.40	12861	39.4		
			10.19	10.17	10.18	20.47	20.50	20.52	20.40	13012	39.9		
		QUILLACONA	10.17	10.20	10.18	20.56	20.50	20.52	20.60	13391	40.7	6.46	41.75
			10.21	10.25	10.23	20.42	20.57	20.56	20.60	13630	41.2		
			10.15	10.21	10.18	20.53	20.51	20.50	20.60	14279	43.4		
		LA PODEROSA	10.23	10.15	10.20	20.54	20.22	20.53	20.40	14522	44.4	3.38	45.00
			10.13	10.22	10.18	20.53	20.57	20.58	20.60	14694	44.6		
			10.17	10.19	10.18	20.52	20.57	20.58	20.60	15130	46.0		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 110: Cálculo de resistencia a la tracción indirecta con cemento Wari tipo I a 28 dias.

Diseño comité ACI 211 - SIN Factor de Seguridad										FUERZA DE TRACCIÓN 28 dias kgf	TRACCIÓN INDIRECTA (T) kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	TRACCIÓN INDIRECTA PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	D1 (cm)	D2 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	Longitud Promedio (cm)				
Tipo I (WARI)	1/2"	FRANED	10.16	10.19	10.175	20.45	20.54	20.45	20.40	11926	36.58	11.25	39.52
			10.17	10.21	10.200	20.54	20.49	20.52	20.60	13540	41.02		
			10.20	10.15	10.175	20.51	20.50	20.59	20.60	13482	40.95		
		QUILLACONA	10.23	10.15	10.175	20.63	20.66	20.66	20.60	11348	34.47	8.82	33.97
			10.23	10.20	10.225	20.52	20.52	20.51	20.60	11654	35.22		
			10.15	10.16	10.150	20.45	20.49	20.48	20.40	10482	32.23		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	10.24	10.14	10.200	20.52	20.62	20.47	20.60	9876	29.92	2.42	29.81
			10.22	10.17	10.200	20.53	20.53	20.43	20.40	9609	29.40		
			10.16	10.25	10.200	20.46	20.48	20.54	20.40	9845	30.12		
		LA PODEROSA	10.20	10.18	10.175	20.53	20.54	20.57	20.60	13550	41.15	3.35	41.81
			10.12	10.23	10.175	20.55	20.56	20.56	20.60	13733	41.71		
			10.22	10.18	10.200	20.51	20.51	20.49	20.60	14046	42.56		
	3/4"	FRANED	10.17	10.20	10.175	20.49	20.42	20.38	20.40	10095	30.96	11.42	33.47
			10.20	10.21	10.200	20.58	20.52	20.59	20.60	11440	34.66		
			10.19	10.21	10.200	20.57	20.56	20.53	20.60	11480	34.78		
		QUILLACONA	10.20	10.14	10.175	20.32	20.36	20.38	20.40	11037	33.85	10.65	35.72
			10.20	10.15	10.175	20.45	20.58	20.46	20.40	11626	35.66		
			10.24	10.14	10.200	20.47	20.54	20.57	20.60	12428	37.65		
		LA PODEROSA	10.23	10.17	10.200	20.42	20.45	20.46	20.40	12586	38.51	10.63	38.18
			10.17	10.18	10.175	20.44	20.48	20.50	20.40	11735	35.99		
			10.24	10.26	10.250	20.45	20.56	20.50	20.60	13283	40.05		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 111: Cálculo de resistencia a la tracción indirecta con cemento Yura tipo HE a 28 dias.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad de + 84 kgf/cm^2										FUERZA DE TRACCIÓN 28 dias kgf	TRACCIÓN INDIRECTA (T) kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	TRACCIÓN INDIRECTA PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	D1 (cm)	D2 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	Longitud Promedio (cm)				
YURA Tipo HE	1/2"	FRANED	10.19	10.20	10.20	20.45	20.48	20.43	20.40	11346	34.71	4.36	33.74
			10.18	10.17	10.18	20.44	20.53	20.51	20.40	10838	33.24		
			10.15	10.20	10.18	20.44	20.46	20.45	20.40	10847	33.27		
		QUILLACONA	10.13	10.21	10.18	20.36	20.46	20.37	20.40	11092	34.02	2.62	34.11
			10.21	10.18	10.20	20.29	20.32	20.40	20.40	11309	34.60		
			10.18	10.17	10.18	20.47	20.45	20.45	20.40	10990	33.71		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	10.20	10.16	10.18	20.42	20.47	20.51	20.40	10148	31.12	4.27	30.52
			10.16	10.22	10.20	20.41	20.42	20.46	20.40	10008	30.62		
			10.24	10.24	10.25	20.51	20.45	20.41	20.40	9795	29.82		
		LA PODEROSA	10.18	10.18	10.18	20.45	20.42	20.39	20.40	12734	39.1	6.58	38.28
			10.21	10.15	10.18	20.44	20.44	20.43	20.40	12766	39.2		
			10.16	10.23	10.20	20.46	20.43	20.41	20.40	11974	36.6		
	3/4"	FRANED	10.20	10.19	10.20	20.40	20.40	20.43	20.40	11072	33.87	5.54	32.70
			10.24	10.13	10.18	20.48	20.51	20.47	20.40	10454	32.06		
			10.22	10.18	10.20	20.31	20.39	20.37	20.40	10512	32.16		
		QUILLACONA	10.21	10.26	10.23	20.44	20.42	20.43	20.40	9941	30.34	6.01	31.03
			10.29	10.17	10.23	20.66	20.69	20.64	20.60	10655	32.20		
			10.14	10.14	10.15	20.45	20.45	20.40	20.40	9936	30.55		
		LA PODEROSA	10.15	10.15	10.15	20.57	20.55	20.50	20.60	11992	36.5	6.60	35.17
			10.23	10.14	10.18	20.43	20.46	20.49	20.40	11345	34.8		
			10.17	10.24	10.20	20.45	20.47	20.49	20.40	11175	34.2		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 112: Cálculo de resistencia a la tracción indirecta con cemento Yura tipo HE a 28 dias.

Diseño comité ACI 211 - SIN Factor de Seguridad										FUERZA DE TRACCIÓN 28 dias kgf	TRACCIÓN INDIRECTA (T) kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	TRACCIÓN INDIRECTA PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	D1 (cm)	D2 (cm)	Diámetro Promedio (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	L3 (cm)	Longitud Promedio (cm)				
Tipo HE (YURA)	1/2"	FRANED	10.18	10.18	10.175	20.55	20.53	20.56	20.60	9655	29.32	8.88	29.50
			10.15	10.20	10.175	20.60	20.55	20.56	20.60	9310	28.28		
			10.24	10.22	10.225	20.57	20.54	20.56	20.60	10222	30.89		
		QUILLACONA	10.22	10.12	10.175	20.47	20.43	20.43	20.40	8974	27.52	8.95	26.31
			10.22	10.16	10.200	20.55	20.45	20.41	20.40	8226	25.17		
			10.23	10.18	10.200	20.48	20.55	20.49	20.60	8665	26.25		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	10.17	10.20	10.175	20.41	20.43	20.51	20.40	7324	22.46	6.53	23.11
			10.19	10.20	10.200	20.52	20.45	20.52	20.40	7481	22.89		
			10.15	10.20	10.175	20.42	20.51	20.55	20.40	7816	23.97		
		LA PODEROSA	10.18	10.19	10.175	20.50	20.46	20.49	20.40	11147	34.2	6.64	33.06
			10.14	10.17	10.150	20.42	20.41	20.47	20.40	10406	32.0		
			10.26	10.15	10.200	20.38	20.49	20.51	20.40	10788	33.0		
	3/4"	FRANED	10.16	10.21	10.175	20.47	20.40	20.41	20.40	10041	30.80	8.32	29.46
			10.24	10.14	10.200	20.48	20.51	20.52	20.60	9647	29.23		
			10.13	10.22	10.175	20.53	20.48	20.50	20.60	9333	28.35		
		QUILLACONA	10.35	10.15	10.250	20.48	20.43	20.49	20.40	9316	28.36	9.80	27.53
			10.28	10.21	10.250	20.48	20.52	20.57	20.60	8544	25.76		
			10.24	10.24	10.225	20.48	20.48	20.45	20.40	9324	28.46		
		LA PODEROSA	10.19	10.15	10.175	20.38	20.41	20.45	20.40	9355	28.7	13.58	30.73
			10.20	10.16	10.175	20.53	20.46	20.45	20.40	9988	30.6		
			10.20	10.25	10.225	20.51	20.51	20.56	20.60	10874	32.9		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

3.5.3 Ensayo de abrasión al concreto

Este ensayo al concreto endurecido es una adaptación del ensayo a la abrasión de los agregados, ya que no existe una norma técnica peruana que pueda dar mayor información sobre este ensayo, se utilizó como referencia la tesis de Carpio & Peña, (2017). Se utilizan cubos de concreto sometidos a desgaste por billas a diferentes revoluciones que el ensayo de abrasión de agregados.

Procedimiento

- Elaborar cubos de concreto de dimensiones 5 cm.
- Curar en las mismas condiciones que las probetas de concreto, y pasado los 28 días de edad serán sometidos al desgaste.
- Una vez que extraigan del lugar de curado, se harán secar al horno a una temperatura de 40° C hasta que el peso sea constante.
- Pesar la muestra antes que ingresen a la Máquina de los Ángeles.
- Colocar la muestra en la Máquina de los Ángeles con un número de billas igual al número de muestras en este casi son 9 muestras de concreto y 9 billas.
- Luego someter la muestra y las billas a 1000 revoluciones.
- Una vez terminado el ensayo, pasar la muestra por la malla N° 12.
- Pesar la muestra retenida en la malla N° 12.

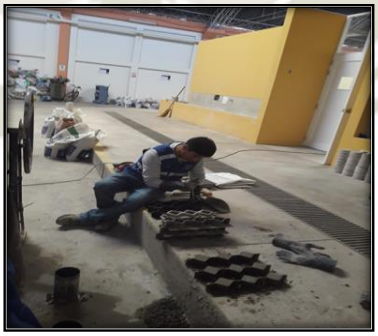


Figura 76: Elaboración y curado de dados de concreto.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Cálculo

Determinar el porcentaje de desgaste por medio de la siguiente fórmula:

$$Dc = \frac{P_i - P_f}{P_i} * 100$$

Ecuación (35): Porcentaje de desgaste del concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En la cual:

- Dc: Porcentaje de desgaste del concreto en %.
- P_i = Peso inicial de la muestra (kg).
- P_f = Peso final retenido en la malla N° 12 (kg).

Figura 77: Peso inicial de dados de concreto.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 113: Resumen del cálculo a la abrasión del concreto convencional.

Diseño ACI 211 - CON factor de seguridad de +84 kgf/cm²						Diseño SIN FACTOR		
Cemento	**TMN**	**Cantera**	**Pi – Pf kg/cm²**	**Abrasión (%)**	**Condición < 50%**	**Pi – Pf kg/cm²**	**Abrasión (%)**	**Condición < 50%**
MISHKY Tipo IP	1/2"	FRANED	2759	48.4	OK	2703	53.0	NO CUMPLE
			1425			1270		
			1334			**1433**		
		QUILLACONA	2535	40.3	OK	2604	52.3	NO CUMPLE
			1512.5			1241.5		
			1022.5			**1362.5**		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	2697	39.6	OK	2650	49.0	OK
			1630			1352		
			1067			**1298**		
		LA PODEROSA	2833.5	43.6	OK	2745	47.5	OK
			1597			1440		
			1236.5			**1305**		
	3/4"	FRANED	2759	47.6	OK	2680	49.5	OK
			1446			1353		
			1313			**1327**		
		QUILLACONA	2546	37.0	OK	2603	51.6	NO CUMPLE
			1605			1261		
			941			**1342**		
		LA PODEROSA	2846	48.8	OK	2806	48.6	OK
			1458.5			1441		
			1387.5			**1365**		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 114: Resumen cálculo abrasión concreto convencional y de resistencias altas a temprana edad.

Diseño ACI 211 - CON factor de seguridad de +84 kgf/cm²						Diseño SIN FACTOR		
Cemento	TMN	Cantera	Pi – Pf kg/cm²	Abrasión (%)	Condición <50%	Pi – Pf kg/cm²	Abrasión (%)	Condición <50%
YURA Tipo IP	1/2"	FRANED	2780.5	44.4	OK	2566	52.7	NO CUMPLE
			1545			1213		
			1235.5			**1353**		
		QUILLACONA	2646	35.5	OK	2482	52.7	NO CUMPLE
			1706			1174		
			940			**1308**		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	2631	36.8	OK	2516	49.1	OK
			1664			1280		
			967			**1236**		
		LA PODEROSA	2785	40.5	OK	2691	48.0	OK
			1656			1398		
			1129			**1293**		
	3/4"	FRANED	2682	49.4	OK	2640	53.1	NO CUMPLE
			1357			1237		
			1325			**1403**		
		QUILLACONA	2565	46.7	OK	2512	51.4	NO CUMPLE
			1366			1221		
			1199			**1291**		
		LA PODEROSA	2725	43.7	OK	2811	46.2	OK
			1534			1513		
			1191			**1298**		
WARI Tipo I	1/2"	FRANED	2720.5	42.3	OK	2798	35.2	OK
			1569			1813		
			1151.5			**985**		
		QUILLACONA	2721	25.8	OK	2749	29.4	OK
			2020			1941		
			701			**808**		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	2817	30.7	OK	2612	28.6	OK
			1953			1864		
			864			**748**		
		LA PODEROSA	2938	29.9	OK	2785	31.1	OK
			2060			1918		
			878			**867**		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 115: Resumen del cálculo a la abrasión del concreto de resistencias altas a temprana edad.

Diseño ACI 211 - CON factor de seguridad de +84 kgf/cm²						Diseño SIN FACTOR		
Cemento	TMN	Cantera	Pi – Pf kg/cm²	Abrasión (%)	Condición < 50%	Pi – Pf kg/cm²	Abrasión (%)	Condición < 50%
WARI Tipo I	3/4"	FRANED	2888	37.3	OK	2890	45.2	OK
			1812			1584		
			1076			**1306**		
		QUILLACONA	2741	29.1	OK	2695	30.6	OK
			1942			1869		
			799			**826**		
		LA PODEROSA	2859	27.9	OK	2773	32.1	OK
			2060			1883		
			799			**890**		
YURA Tipo HE	1/2"	FRANED	2769	33.8	OK	2660	44.7	OK
			1833			1471		
			936			**1189**		
		QUILLACONA	2634.5	29.3	OK	2621	49.2	OK
			1862.6			1331		
			771.9			**1290**		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	2598	30.5	OK	2665	44.2	OK
			1805			1486		
			793			**1179**		
		LA PODEROSA	2788.1	32.5	OK	2685.5	39.9	OK
			1882.4			1614.5		
			905.7			**1071**		
	3/4"	FRANED	2675	45.7	OK	2753.5	47.9	OK
			1453			1435.5		
			1222			**1318**		
		QUILLACONA	2674	31.0	OK	2665	36.1	OK
			1846			1703		
			828			**962**		
		LA PODEROSA	2769.5	35.1	OK	2803	43.6	OK
			1798			1579.5		
			971.5			**1223.5**		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS Y RESULTADOS DEL AGREGADO FINO

4.1.1 Granulometría

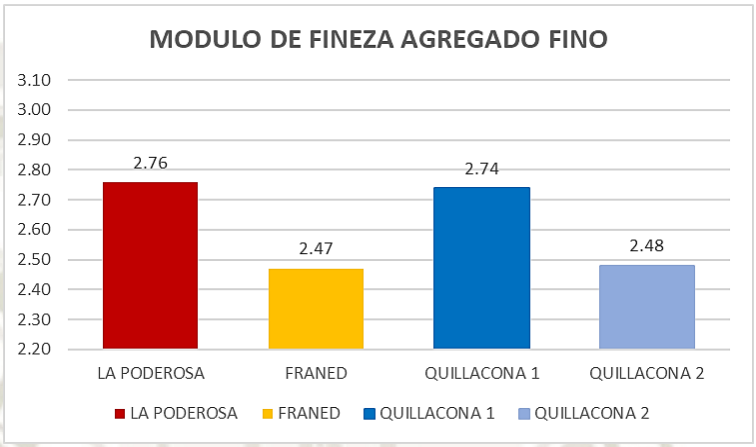


Figura 78: Módulo de fineza del agregado fino.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

En la figura anterior se puede observar los valores obtenidos del módulo de fineza, a partir del cual se puede deducir que los valores se encuentran dentro del rango establecido por la norma de 2.3 a 3.1. Además, cabe mencionar que agregados con módulo de fineza de 2.2 a 2.8 según los estudios realizados presentan buena trabajabilidad y reducida segregación.

La cantera "La Poderosa" es la que presenta mayor módulo de fineza, esto provocaría que el concreto no presente segregación y presente buena trabajabilidad en el estado fresco.

La cantera "Franed" al momento de realizar el análisis se pudo ver gran presencia de partículas retenidas en la malla #4 y #16, es por esto que el módulo de fineza es menor.

En el caso de la cantera "Quillacona" se pueden observar dos valores, esto debido a que la cantera tuvo dos producciones, en la primera producción se pudo observar que el MF es mayor, puesto que, existe menor cantidad de partículas

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

finas en comparación de la segunda producción porque en la segunda producción ocurrió lo contrario, hubo mayor presencia de partículas finas.

Finalmente se pude concluir que el MF de los agregados se encuentran dentro del rango establecido por la norma; además, que se encuentran en el rango de 2.2 a 2.8, es decir, que producirán concretos de buena trabajabilidad y poca segregación.

4.1.2 Peso específico y absorción

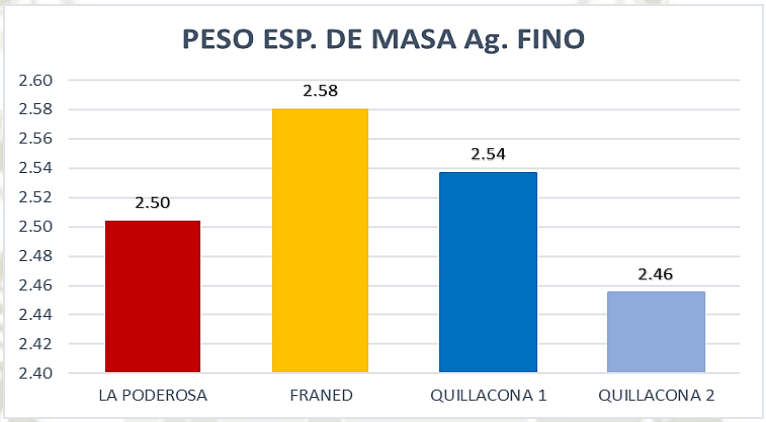


Figura 79: Peso específico de masa del agregado fino.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Como se puede observar en la Figura anterior, la cantera que presenta mayor peso específico es "Franed", esto quiere decir que habrá mayor cantidad de agregado fino en su dosificación en comparación de las demás canteras.

En la cantera "Quillacona" se pudo observar una gran diferencia en las dos producciones que se analizaron, esto debido a que en la primera producción existía mayor cantidad de partículas finas y estas se acomodaban de mejor manera entre ellas, esto no sucedió en la segunda producción ya que la cantidad de partículas finas disminuyó y se tuvo más partículas gruesas, y estas al momento de realizar el ensayo permitían que se produzcan mayores espacios entre ellas provocando así un menor peso por unidad de volumen.

Mientras que en la cantera la poderosa se pudo observar una mejor equivalencia entre partículas finas y gruesas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

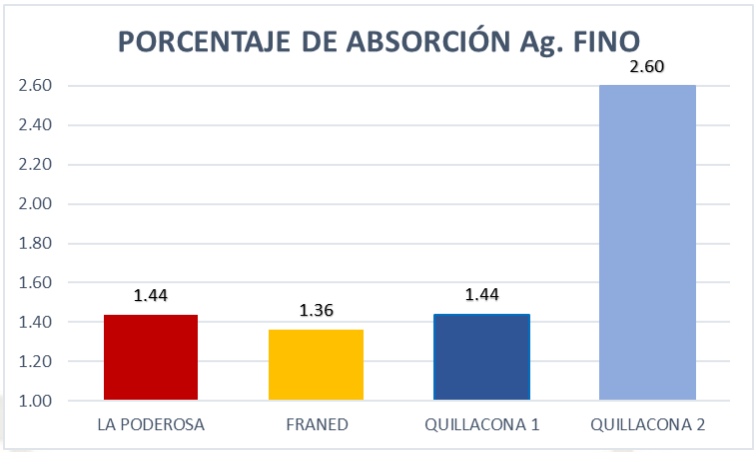


Figura 80: Porcentaje de absorción del agregado fino.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

En la figura anterior se puede observar que en un primer análisis que se realizó a las canteras en estudio "La Poderosa", "Franed" y "Quillacona" en su primera producción, presentan valores muy cercanos.

Para el caso de la cantera "Quillacona" en la 2da producción se observó una gran diferencia con la primera producción puesto que la segunda presenta mayor cantidad de partículas finas y estas absorben más agua, esto produciría que el concreto elaborado con este agregado requiera mayor cantidad de agua, lo cual perjudicaría en la resistencia ya que disminuiría.

4.1.3 Contenido de humedad

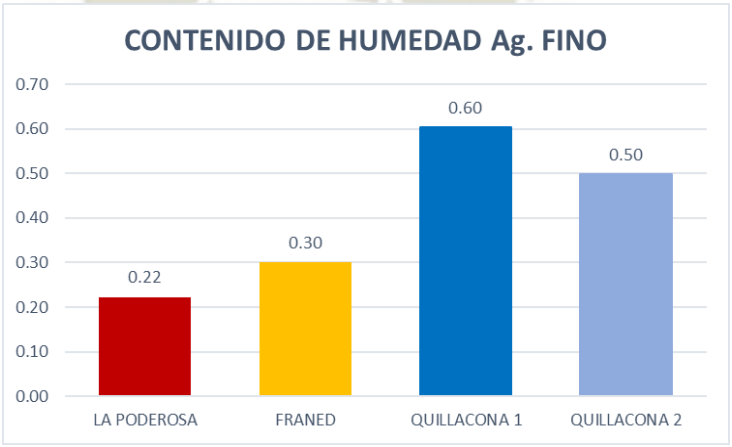


Figura 81: Contenido de humedad de las canteras en estudio del agregado fino.

Fuente: (Elaboración propia, 2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De la figura anterior se puede deducir que, al momento del estudio, la cantera que presentó mayor contenido de humedad fue "Quillacona" en su primera producción, porque el agregado ya tenía gran humedad desde su explotación en la cantera de Chiguata, y fue trasladado a la planta chancadora en cono Norte.

En el caso de las canteras "La Poderosa" y "Franed" se pudo obtener valores menores, esto conllevaría a que al momento de la corrección por humedad la reducción de agua sea mínima, por lo tanto, no perjudicaría en las propiedades del concreto en estado fresco como la trabajabilidad y en el estado endurecido como la resistencia.

4.1.4 Peso unitario suelto y compactado

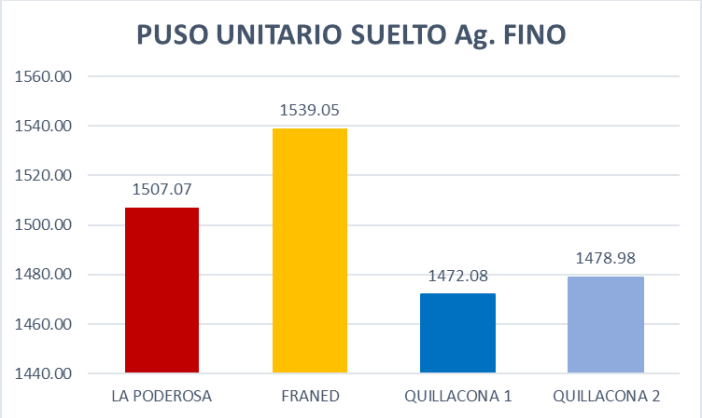


Figura 82: Peso unitario suelto de agregado fino.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

En la figura anterior se puede ver que la cantera "Franed" es la que presenta mayor peso unitario suelto esto debido a una mayor presencia de partículas finas en el agregado, esta cantera se caracteriza por que las partículas no son porosas, esto conllevaría a que el concreto transportado sea de mayor peso con respecto a las otras conteras.

En cambio, el agregado de "La Poderosa" al tener equivalencia en la cantidad de partículas finas y gruesas, la cantidad de partículas por volumen se acomodan de mejor manera entre ellas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para la cantera "Quillacona" en su primera y segunda producción se puede observar valores inferiores a las otras canteras, esto debido a que este agregado pesa menos esto sumado a la gran presencia de partículas grandes en su composición.

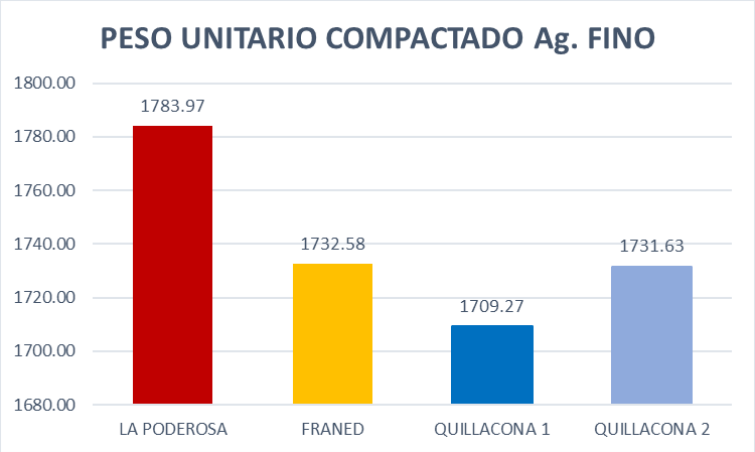


Figura 83: Peso unitario compactado de agregado fino.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

De la figura anterior se puede observar que la cantera "La Poderosa" es la que presenta mayor peso unitario compactado, debido a que existe una distribución y acomodo de las partículas finas y gruesas de este agregado.

La cantera "Franed" segunda en cuanto a valor de peso unitario compactado también presenta buen acomodo de las partículas del agregado, pero deberá tomarse en cuenta la gran presencia de partículas finas en el agregado.

En cambio, la cantera "Quillacona" en su primera producción presenta mayor cantidad de partículas finas, sumado a esto el poco peso del agregado produjo un peso unitario mucho menor que los otros análisis. Sin embargo, en la segunda producción se vio una mejora en el acomodo de las partículas y un incremento en el valor del peso unitario compactado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.5 Pasante de la malla #200

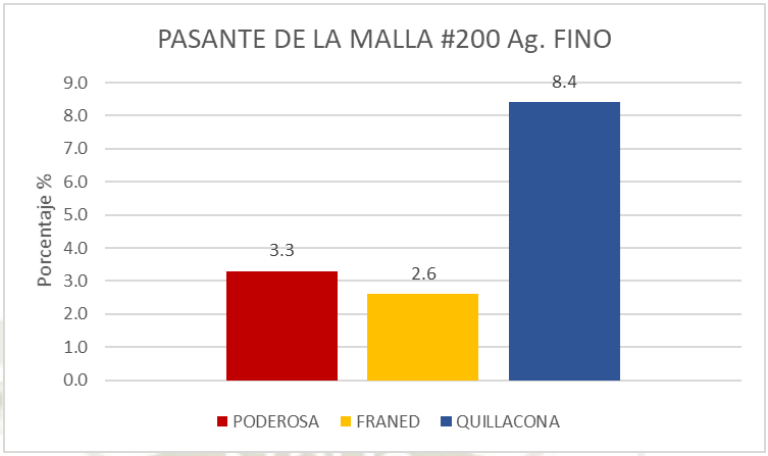


Figura 84: Porcentaje pasante de la malla #200 para el agregado de ½''.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

La gráfica anterior nos muestra valores obtenidos del ensayo "Materiales más finos que la malla #200", de acuerdo a la norma el rango de valores se encuentra entre el 5%, y 7% cuando se tiene certeza que el agregado no contiene arcilla, el cual se corroboró que nuestros agregados no contienen arcilla perjudicial mediante el ensayo de Valor de Azul de Metileno.

En el caso de la cantera "La Poderosa" el agregado fino se encuentra dentro de lo establecido por la norma puesto que no tiene mucha presencia de agregado que pase la malla #200, esto debido a que el agregado pasa por un proceso de lavado, es así que se eliminan las partículas pequeñas.

Pero la cantera "Quillacona" superó lo establecido por la norma, esto debido a que presenta un gran porcentaje de material que pasa la malla #200, que es de 8.4%. En cambio, la cantera "Franed" presenta menor valor que las otras cateras, debido a que el agregado fino tiene gran presencia de partículas grandes y muy pocas que pasen la malla #200.

Finalmente, se puede concluir que de acuerdo a la norma NTP 400.037, la cantera que no cumple con los valores establecidos es la cantera "Quillacona" y el efecto que produce en el concreto es de reducir el asentamiento debido a que a mayor cantidad de finos consume mayor cantidad de agua, reduciendo así el agua de diseño y con lo cual se demostró en los resultados de asentamiento con esta cantera obtuvimos asentamientos bajos y poco trabajables.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.1.6 Terrones de arcilla

La grafica nos muestra valores en porcentaje del ensayo realizado a las canteras en estudio, sobre la presencia de terrones de arcilla. Que de acuerdo a la norma NTP 400.037 no deben superar el 3%. En el caso de la cantera "La Poderosa" se obtuvo un valor de 0.2%, estando dentro de los establecido por la norma. De otro modo, para la cantera "Quillacona" se vio un incremento al 1.8%, este valor aún sigue dentro de lo establecido por la norma.

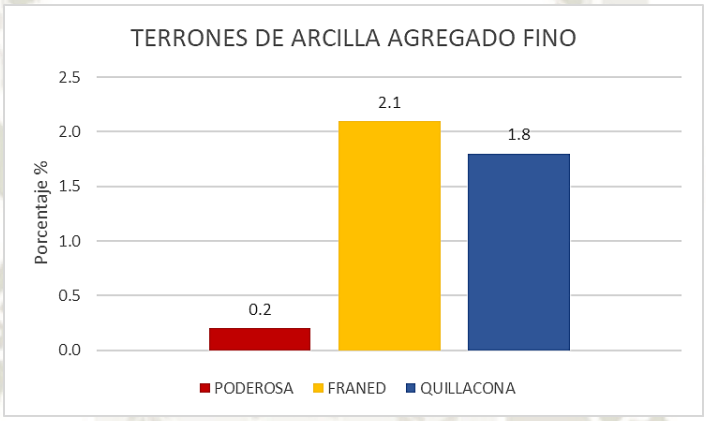


Figura 85: Porcentaje de terrones de arcilla en el agregado fino.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Finalmente, para la cantera "Franed", se vio una presencia mayor de terrones de arcilla, llegando a un valor del 2.1%, pero este valor se encuentra dentro del 3% como pide la norma. Finalmente, se concluye que las tres canteras en estudio son aceptables para la elaboración de concreto, de acuerdo a la norma NTP 400.037.

4.1.7 Valor de azul de metileno

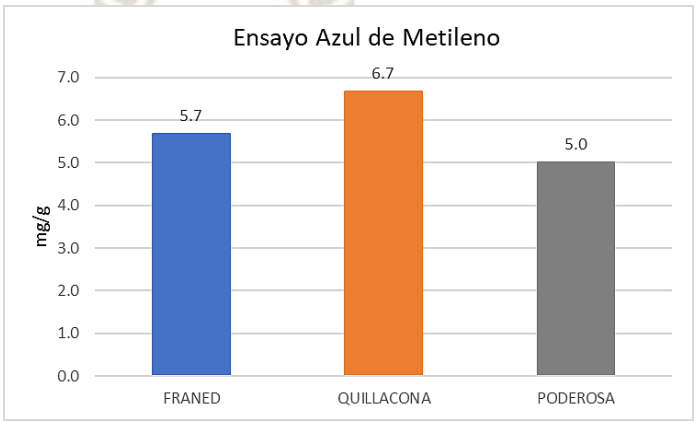


Figura 86: Análisis del ensayo azul de metileno para las canteras en estudio.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La gráfica nos muestra el resultado del ensayo realizado, Absorción de azul de metileno, a las canteras en estudio para la determinación de la presencia de arcillas dañinas y material orgánica. Podemos ver que las canteras Franed y La Poderosa son los que nos brindan el mejor comportamiento, siendo considerado "Aceptable". Por otro lado, la cantera Quillacona es la que tiene mayor valor que el resto, considerándose según el rango, "Marginalmente Aceptable".

La Norma Técnica Peruana 400.037, (2018) nos recomienda en su apartado 5.3, emplear el método de Absorción de azul de metileno y el método del análisis hidrómetro, los cuales son los métodos más rápidos y confiables, recomendando que el valor debe ser menor a 5mg/g para su uso en concreto (La poderosa si cumple), si es mayor (Franed y Quillacona) debe demostrarse que las propiedades en estado fresco y endurecido del concreto son aceptables lo cual si cumplieron con este requisito y se consideran como aceptables.

4.1.8 Resumen requisitos ensayos agregado fino (NTP 400.037)

Se concluye que la cantera La Poderosa es de excelente calidad, Franed es de buena calidad a pesar de su granulometría y Quillacona de mala calidad, porque no cumple con los límites máximos que indica la norma NTP 400.037; Sin embargo, la norma indica que se permitirá el uso de agregado fino que no cumpla con los límites establecidos, cuando existan estudios que aseguren que el material producirá la resistencia requerida a satisfacción de las partes interesadas.

En nuestro caso, se realizaron diseños para f´c = 210 kgf/cm^2 y comprobó que, si cumplieron con la resistencia, en el caso de la cantera Quillacona al no cumplir con algunos parámetros de calidad que establece la norma afectó las propiedades del concreto y por ello su mala calidad de su agregado fino, pero se puede corregir, lavando su material para eliminar exceso de finos, ajustar el diámetro de las aberturas de las zarandas en su planta chancadora, o uso de aditivos plastificantes para darle la consistencia requerida de diseño y con ello lograr mejores resultados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 116: Resumen de requisitos de ensayos del agregado fino.

VALIDACIÓN DE ACUERDO A LA NORMA 400.037 "AGREGADOS PARA EL CONCRETO"					
REQUISITOS AGREGADO FINO	**Porcentaje del total de la muestra (máx)**	**CANTERA**			**OBSERVACIÓN**
DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS		**FRANED**	**QUILLACONA**	**PODEROSA**	
GRANULOMETRÍA	Tabla 1 (Norma)	No cumple	No cumple	Sí Cumple	Las Canteras Franed y Quillacona se salen en algunos puntos del parametro establecido por la norma pero se pueden hacer las mejoras para que cumplan.
Pasante de una malla y retenido de la malla siguiente no mayor a	45%	Sí Cumple	Sí Cumple	Sí Cumple	
MÓDULO DE FINEZA	2.3 - 3.1	Sí Cumple (2.47)	Sí Cumple (2.74 y 2.48)	Sí Cumple (2.76)	El Módulo de Fineza de las canteras en estudio se encuentran dentro de rango establecido por la norma.
Variación máx de módulos de fineza de las muestras	0.2	Sí Cumple	Sí Cumple	Sí Cumple	
Absorcion de Azul de metileno según Recomendación NTP 400.037 apartado 5.3	5mg/g	No Cumple (5.7mg/g)	No cumple (6.7mg/g)	Sí Cumple (5mg/g)	De no cumplir, debe demostrarse que las propiedades del concreto son aceptables.
Valor de Azul de metileno según Norma AASHTO T 330	≤ 6 Excelente ≤ 12 Aceptable	Excelente (5.7)	Aceptable (6.7)	Excelente (5)	Ensayo Adicional no contemplado en esta norma: para determinar si el Ag. Fino tiene arcilla perjudicial.
LÍMITES DE SUSTANCIAS NOCIVAS					Ensayo Obligatorio:
Terrones de acricllas y particulas friables	3%	Sí Cumple (2.1%)	Sí Cumple (1.8%)	Sí Cumple (0.2%)	Ninguna cantera presenta terrones de arcilla ni partículas friables.
Material más fino que la malla N° 200:					
Concreto sujeto a abrasión	3%	Sí Cumple (2.6%)	No cumple (8.4%)	Sí Cumple (3.3%)	Si el agregado fino no contiene Limos y arcilla el % máx sube a 5%.
Otros concretos	5%	Sí Cumple (2.6%)	No cumple (8.4%)	Sí Cumple (3.3%)	Si el agregado fino no contiene Limos y arcilla el % máx sube a 7%.
Carbón y lignito					NO se realizó el presente ensayo, por no contar con los materiales necesarios.
Cuando la apariencia del concreto es importante	0.5	-	-	-	
Otros concretos	1	-	-	-	
Características químicas					Ensayo Opcional: Solo es obligatorio en el caso de pavimento rígido y cuando el diseñador lo pida.
Contenido de sulfatos (expresada como % máx)	1.2	-	-	-	
Contenido de cloruros (expresada como % máx)	0.1	-	-	-	
Inalterabilidad (Para concretos sometidos a heladas)	Solución de sodio 10% y de magnesio 15%	-	-	-	Ensayo Opcional: Requerido cuando hay clima de hielo y dehielo.
Impurezas Orgánicas	Placa Orgánica menor a N° 3	No presenta impurezas	Sí presenta (N° 4) No cumple	No presenta impurezas	Si no cumple, podrá ser utilizado si cumple NTP.400.013, para lo cual deben realizarse más ensayos.
Calidad del Agregado:		Buena Calidad (Mejorable)	Mala Calidad (Corregir)	Excelente Calidad	

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.2 ANÁLISIS Y RESULTADOS DEL AGREGADO GRUESO

4.2.1 Análisis y resultados del agregado de TMN 1/2”

4.2.1.1 Granulometría

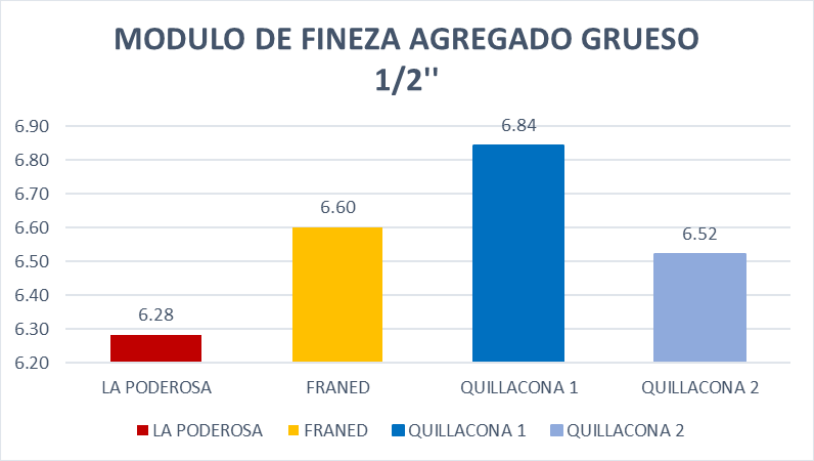


Figura 87: Módulo de fineza del agregado grueso de ½’’.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Como se indicó en el tema del módulo de fineza esta propiedad nos indica la cantidad de finos que presenta un determinado agregado. En la figura anterior se puede observar que para el agregado de ½’’ la cantera que presenta más finos es la “La Poderosa”, esto se pudo apreciar al momento de hacer los análisis granulométricos pues tenía mayor cantidad de partículas menores al tamaño de ½’’.

Para el caso de la cantera “Franed” se vio al momento de realizar los ensayos de análisis granulométrico que había muy pocas partículas de tamaño menor a ½’’

En el caso de la cantera “Quillacona” primera producción se vio claramente la falta de partículas menores a ½’’ esto se ve reflejado en el módulo de fineza ya que tiene un valor muy elevado lo cual indica poca presencia de partículas menores al tamaño de ½’’. En cambio, en la segunda producción hubo una mejora por parte del dueño en la producción del agregado ya que había una mejor distribución de partículas de ½’’ y tamaños menores, esto conllevo a que el módulo de fineza disminuyera.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.2.1.2 Peso específico y absorción

De la figura anterior se puede deducir que la cantera con mayor peso específico es "La Poderosa" debido a que existe una buena distribución de partículas de ½'' y tamaños menores, lo cual conlleva que determinado volumen retenga mayor cantidad de agregado, esto produciría en que en el diseño de mezclas exista mayor cantidad de agregado grueso.

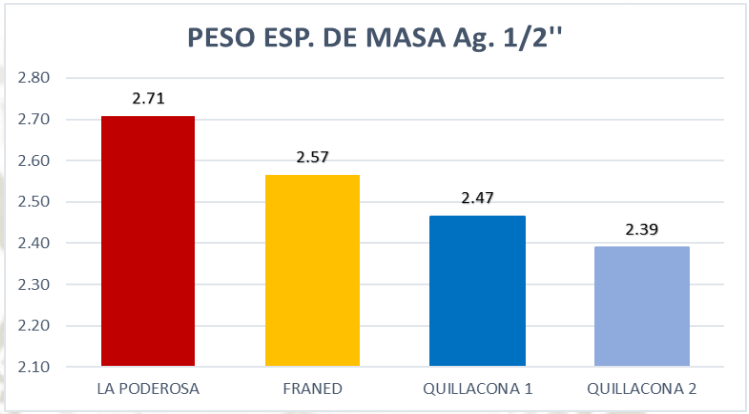


Figura 88: Peso específico de masa del agregado grueso de ½''.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Para la cantera "Franed" se puede deducir que para un volumen determinado existirá menor cantidad de agregado grueso, esto conllevaría que la cantidad de agregado grueso sea menor en el concreto.

En el caso de la cantera "Quillacona" tanto en la primera y segunda producción se puede observar valores menores a comparación con las otras conteras, lo que produciría una disminución significativa en la proporción de agregado con relación a los otros componentes del concreto.

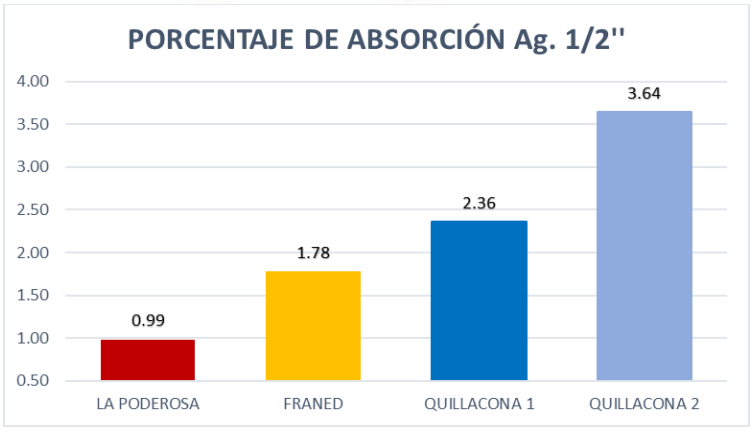


Figura 89: Porcentaje de absorción del agregado grueso de ½''.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De la figura anterior se puede deducir que la cantera "La Poderosa" es la que presenta menor porcentaje de absorción, esto produciría un incremento mínimo en la cantidad de agua para la mezcla en la corrección por humedad, sin perjudicar en la trabajabilidad del concreto.

Para el caso de la cantera "Franed" se puede deducir que habrá un incremento mayor de agua de mezcla puesto que el agregado absorbe más agua, esto podría perjudicar en algunas propiedades principales del concreto tanto en estado fresco como endurecido.

En cambio, para la cantera "Quillacona" tanto en la primera como en la segunda producción se puede observar valores altos de absorción, esto produciría que la cantidad de agua sea incrementada en mayor cantidad que las otras canteras, lo cual conllevaría a que la relación agua cemento aumentara y por lo tanto la resistencia disminuyera.

4.2.1.3 Contenido de humedad

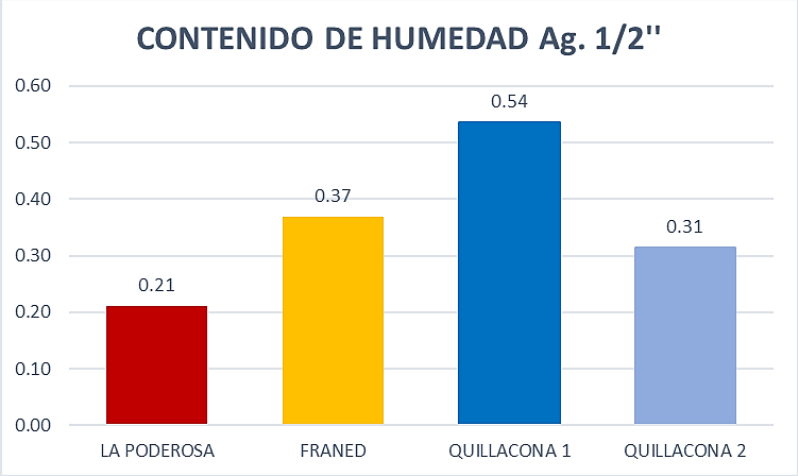


Figura 90: Contenido de humedad de las canteras en estudio del agregado grueso de ½''.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

De la figura anterior se puede deducir que, al momento del estudio, la cantera que presentó mayor contenido de humedad fue "Quillacona" en su primera producción como en el caso del agregado fino, esto provocaría que la relación agua cemento disminuya por lo que el concreto tendría menor trabajabilidad y es muy probable que presente cangrejeras.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para la segunda producción de esta cantera el contenido de humedad disminuyo, pero seguía siendo teniendo un valor que podría perjudicar en la trabajabilidad.

En el caso de las canteras “La Poderosa” y “Franed” se pudo obtener valores menores, esto conllevaría a que al momento de la corrección por humedad la reducción de agua sea mínima, por lo tanto, no perjudicaría en las propiedades del concreto en estado fresco como la trabajabilidad y en el estado endurecido como la resistencia.

4.2.1.4 Peso unitario suelto y compactado

En la figura anterior se puede ver que la cantera “La Poderosa” es la que presenta mayor peso unitario suelto esto debido a la presencia de una buena cantidad de partículas finas de tamaño menor a ½’’ en el agregado, estas partículas se acomodan de mejor manera dejando pocos vacíos entre ellas.

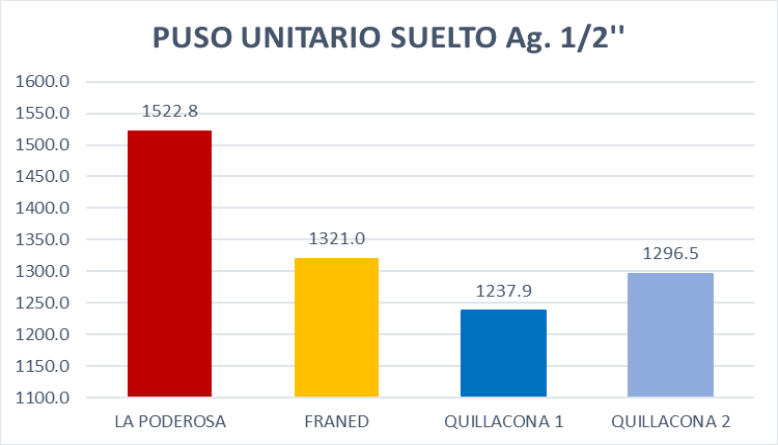


Figura 91: Peso unitario suelto de agregado grueso de ½’’.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

En cambio, el agregado de la cantera “Franed” al tener pocas partículas finas y más partículas de ½’’ produciría mayores vacíos entre ellas por lo tanto disminuye el peso por volumen. Para la cantera “Quillacona” en su primera y segunda producción se puede observar valores inferiores a las otras canteras, esto debido a que el agregado caso en su mayoría es de ½’’ y presenta muy pocas partículas de tamaños menores a ½’’, esto genera que haya más vacíos entre partículas, sumado a esto el poco peso que presenta producen valores bajos de peso unitario suelto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

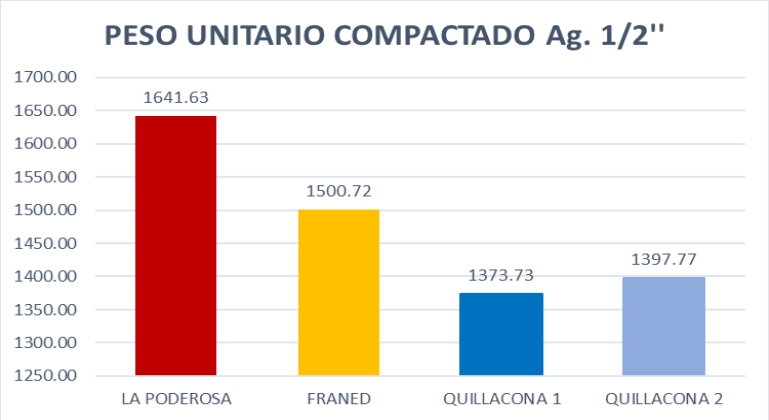


Figura 92: Peso unitario compactado de agregado grueso de ½''.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

De la figura anterior se puede observar que la cantera "La Poderosa" es la que presenta mayor peso unitario compactado, debido a que existe una buena distribución y acomodo de las partículas finas y gruesas de este agregado, produciendo una mayor cantidad de agregado por unidad de volumen. La cantera "Franed" segunda en cuanto a valor de peso unitario compactado también presenta buen acomodo de las partículas del agregado.

En cambio, la cantera "Quillacona" en su primera producción presenta mayor cantidad de partículas gruesas, sumado a esto el poco peso del agregado produjo un peso unitario mucho menor que los otros análisis. Sin embargo, en la segunda producción se vio una mejora en el acomodo de las partículas por una mejora en su gradación y un incremento en el valor del peso unitario compactado.

4.2.1.5 Pasante de la malla #200

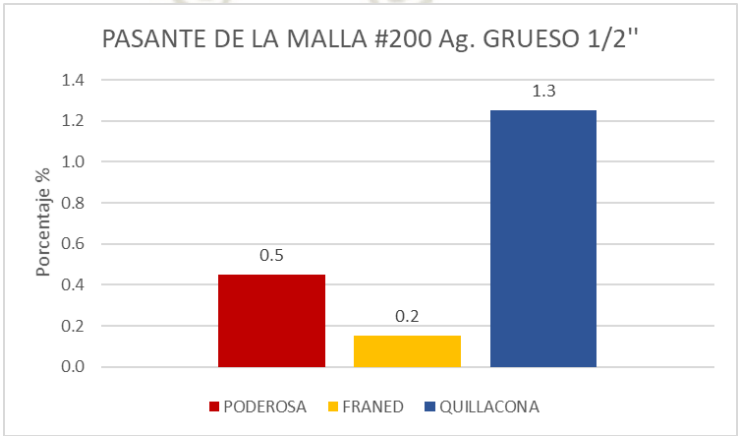


Figura 93: Porcentaje pasante de la malla #200 para el agregado de ½''.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La gráfica anterior nos muestra valores obtenidos del ensayo "Materiales más finos que la malla #200" del agregado grueso de ½'', de acuerdo a la norma NTP 400.037 el porcentaje no debe ser superior a 1% y 1.5% para agregados libres de arcilla, el cual este último es nuestro caso debido a que ninguna de nuestras canteras presenta arcilla ni partículas friables.

En el caso de la cantera "La Poderosa" el agregado grueso de ½'' se encuentra dentro de lo permitido por la norma alcanzando un valor de 0.5%. En cambio, la cantera "Franed" es la que tiene mucho menor valor que las otras canteras que se estudiaron alcanzando al 0.2%. Pero la cantera "Quillacona" presenta un valor de 1.3%, el cual es muy cercano al máximo permitido.

Finalmente, se puede concluir que de acuerdo a la norma NTP 400.037, las canteras que se estudiaron cumplen con lo permitido por la norma.

4.2.1.6 Terrones de arcilla

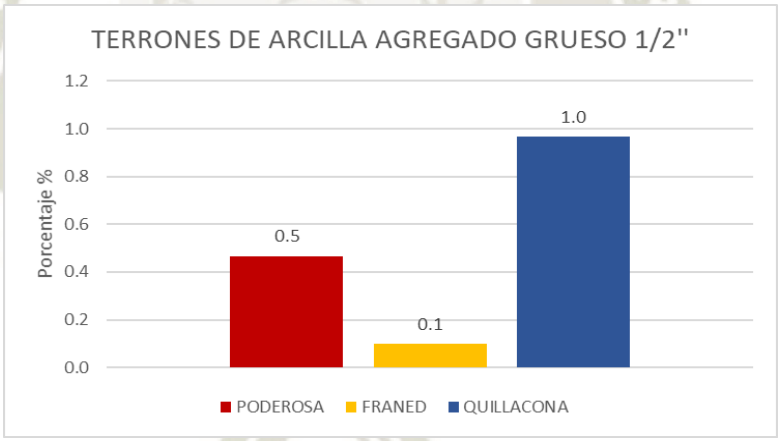


Figura 94: Porcentaje de terrones de arcilla en el agregado de ½''.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

La grafica nos muestra valores sobre la presencia de terrones de arcilla en el agregado grueso de ½''. Que de acuerdo a la norma NTP 400.037 no deben superar el 5%. La cantera "La Poderosa" y "Franed" son las que presentan valores menores al 1%, mientras que la cantera "Quillacona" llega al 1%. Como se puede apreciar ninguna de las tres canteras que se estudiaron, superan el valor máximo brindado por la norma, lo cual nos permite concluir que el agregado de las canteras que se estudiaron, son aptos para la elaboración de concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.2.1.7 Resistencia a la abrasión

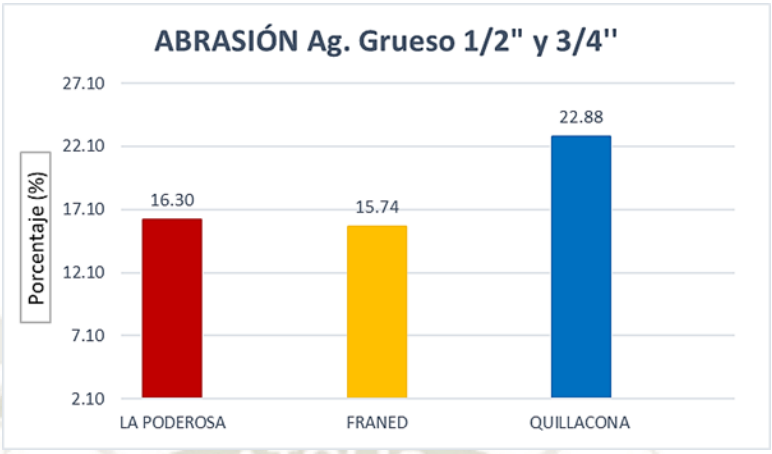


Figura 95: Porcentaje de desgaste del agregado grueso.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

En la figura anterior se puede observar que la cantera FRANED es la que menor desgaste a la abrasión presenta con un valor de 15.74%, si bien es cierto que ninguna cantera presenta valores superiores al 50% como establece la norma para poder considerarse no aptas para la construcción, la cantera que mayor desgaste presenta es QUILLACONA con un valor de 22.88%, esto debido a que esta cantera presenta mayores poros. Esto quiere decir que las mezclas de concreto producidas con estos agregados tendrán menor durabilidad y resistencia.

4.2.1.8 Resumen requisitos agregado grueso (NTP 400.037)

Se concluye que el agregado grueso de ½" de la cantera La Poderosa es de excelente calidad, mientras que Franed y Quillacona son de Buena calidad a pesar de no cumplir con los límites de granulometría que indica la norma NTP 400.037 "Agregados para el concreto", debido a que la norma también indica que se permitirá el uso de agregado grueso de ½" que no cumpla con los límites establecidos, cuando existan estudios que aseguren que el material producirá la resistencia requerida a satisfacción de las partes interesadas,

En nuestra investigación, se realizaron diseños para f´c = 210 kgf/cm^2 y los cuales tuvieron buen comportamiento en sus propiedades y además superaron la resistencia deseada del concreto demostrando así su buena calidad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Se comprobó que, la cantera Franed y Quillacona si cumplieron con los parámetros de calidad que establece la norma excepto su granulometría, pero se puede corregir mejorando desde su producción, reduciendo el diámetro de las aberturas de las zarandas en su planta chancadora, con el fin de obtener mayor cantidad de pasante de las mallas de ½" y ¾" y con ello tener una mejor gradación del agregado y brindar a la población un agregado de calidad.

Tabla 117: Resumen de requisitos de ensayos del agregado grueso de ½''.

VALIDACIÓN DE ACUERDO A LA NORMA 400.037 "AGREGADOS PARA EL CONCRETO"					
REQUISITOS Ag. GRUESO 1/2"	**Porcentaje del total de la muestra (máx)**	**CANTERA**			**OBSERVACIÓN**
DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS		**FRANED**	**QUILLACONA**	**PODEROSA**	
GRANULOMETRÍA	Tabla 4 (Norma)	Huso 7 No cumple	Huso 7 No cumple	Huso 7 Sí cumple	Canteras Franed y Quillacona se salen parcial y totalmente del parametro dado por la norma.
MÓDULO DE FINEZA	6.0 a 8.0	Sí cumple (6.60)	Sí cumple (6.84 y 6.52)	Sí cumple (6.28)	Los Módulos de Fineza de las canteras en estudio son similares.
LÍMITES DE SUSTANCIAS NOCIVAS					Ensayo Obligatorio
Terrones de acricllas y particulas friables	5%	Sí cumple (0.1%)	Sí cumple (1.0%)	Sí cumple (0.5%)	Ninguna cantera presenta terrones de arcilla ni partículas friables.
Material más fino que la malla N° 200:	1% o 1.5%	Sí cumple (0.2%)	Sí cumple (1.3%)	Sí cumple (0.5%)	Si el agregado fino no contiene Limos y arcilla el % max sube a 1.5%.
Horsteno menos de 2.4 de densidad	5%	-	-	-	Ensayo Opcional: Requerido cuando hay clima de hielo y deshielo.
Carbón y lignito					NO se realizó el presente ensayo, por no contar con los materiales necesarios.
Cuando la apariencia del concreto es importante	0.5	-	-	-	
Otros concretos	1	-	-	-	
Características químicas					Ensayo Opcional: Solo es obligatorio en el caso de pavimento rígido y cuando el diseñador lo pida.
Contenido de sulfatos (expresada como % máx)	1	-	-	-	
Contenido de cloruros (expresada como % máx)	0.1	-	-	-	
Inalterabilidad (Para concretos sometidos a heladas)	Solución de sodio 12% y de magnesio 18%	-	-	-	Ensayo opcional: Requerido cuando hay clima de hielo y dehielo.
Resistencia Mecánica (Abrasión Máquina de los Ángeles)	≤ 50%	Sí cumple (15.74%)	Sí cumple (22.88%)	Sí cumple (16.30%)	Ensayo complementario para determinar la resistencia al desgaste de los agregados.
Silice soluble en álcalis (Gravimetria)		0.007%	0.006%	0.006%	Ensayo opcional: Usado cuando hay precencia de humedad permanente. Se deben realizar más ensayos para determinar si el agregado es reactivo.
Sales solubles de acuerdo a NTP 339.152	0.50%	Sí cumple (0.27%)	Sí cumple (0.10)%	Sí cumple (0.09%)	No establecido en la NTP 400.037. Ensayo opcional: Solo es obligatorio en el caso de pavimentos.
Calidad del Agregado:		Buena Calidad (Mejorable)	Buena Calidad (Mejorable)	Excelente Calidad	

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.2.2 Análisis y resultados del agregado de TMN 3/4”

4.2.2.1 Granulometría

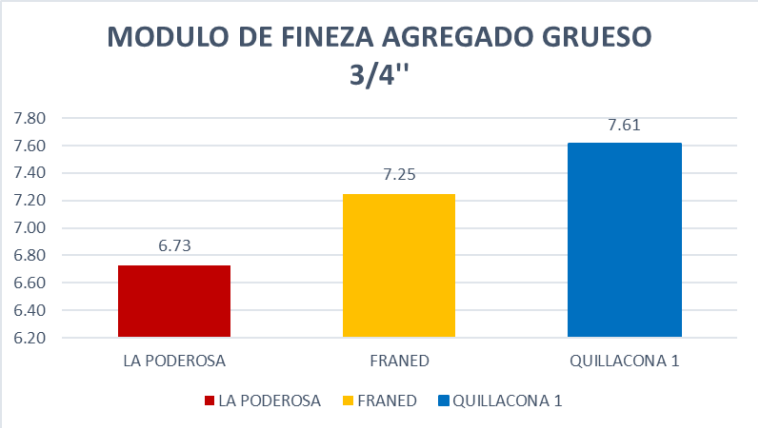


Figura 96: Módulo de fineza del agregado grueso de ¾’’.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Como se indicó en el tema del módulo de fineza esta propiedad nos indica la cantidad de finos que presenta un determinado agregado. En la gráfica anterior se puede observar que para el agregado de ¾’’ la cantera que presenta más finos es la “La Poderosa”, esto se pudo apreciar al momento de hacer los análisis granulométricos pues tenía mayor cantidad de partículas menores al tamaño de ¾’’, esto podría mejorar algunas propiedades en el estado fresco como la trabajabilidad permitiendo un concreto sin muchos espacios vacíos entre partículas, mejorando así la resistencia a la compresión.

Para el caso de la cantera “Franed” se vio al momento de realizar los ensayos de análisis granulométrico que había muy pocas partículas de tamaño menor a ¾’’, se pudo ver que presenta una mayor cantidad de partículas de ¾’’.

En el caso de la cantera “Quillacona” se vio claramente la falta de partículas menores a ¾’’ esto se ve reflejado en el módulo de fineza ya que tiene un valor muy elevado lo cual indica poca presencia de partículas menores al tamaño de ¾’’, esto podría perjudicar en algunas propiedades del concreto fresco como es la trabajabilidad y segregación produciendo cangrejeras, y en el estado endurecido reduciría la resistencia a la compresión.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.2.2.2 Peso específico y absorción

De la gráfica siguiente, se puede deducir que la cantera con mayor peso específico es "La Poderosa" debido a que existe una buena distribución de partículas de ¾'' y tamaños menores, lo cual conlleva que determinado volumen retenga mayor cantidad de agregado, esto produciría en que en el diseño de mezclas exista mayor cantidad de agregado grueso.

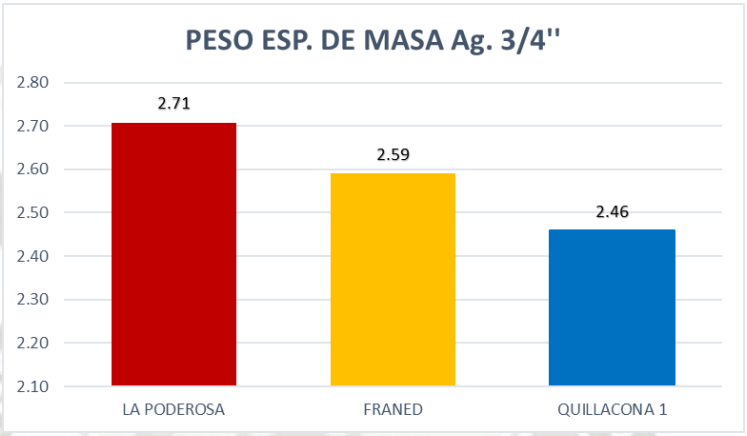


Figura 97: Peso específico de masa del agregado grueso de ¾''.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Para la cantera "Franed" se puede deducir que para un volumen determinado existirá menor cantidad de agregado grueso, esto conllevaría que la cantidad de agregado grueso sea menor en el concreto y una cantidad mayor o igual de agregado fino. En el caso de la cantera "Quillacona" se puede observar un valor menor a comparación con las otras conteras, lo que produciría una disminución significativa en la proporción de agregado con relación a los otros componentes del concreto.

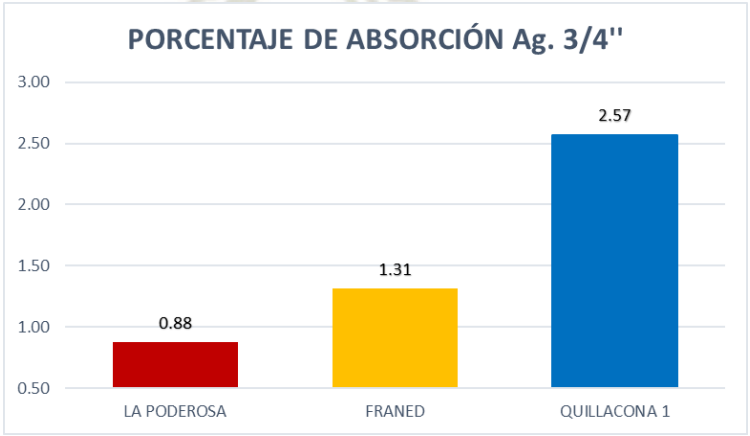


Figura 98: Porcentaje de absorción del agregado grueso de ¾''.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De la figura anterior se puede deducir que la cantera "La Poderosa" es la que presenta menor porcentaje de absorción, esto produciría un incremento mínimo en la cantidad de agua para la mezcla al momento de realizar la corrección por humedad, sin perjudicar en la trabajabilidad del concreto.

Para el caso de la cantera "Franed" se puede deducir que habrá un incremento mayor de agua de mezcla puesto que el agregado absorbe más agua, esto podría perjudicar en algunas propiedades principales del concreto tanto en estado fresco como endurecido.

En cambio, para la cantera "Quillacona" se puede observar un valor alto de absorción, esto produciría que el agua de diseño sea incrementada en mayor cantidad que las otras canteras, lo cual conllevaría a que la relación agua cemento aumentara y por lo tanto la resistencia disminuyera.

4.2.2.3 Contenido de humedad

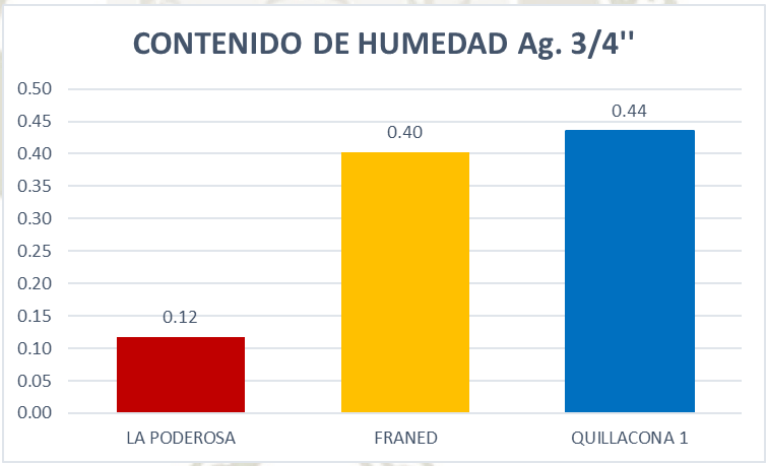


Figura 99: Contenido de humedad de las canteras en estudio del agregado grueso de 3/4''.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

De la figura anterior, se puede deducir que, al momento del estudio, la cantera que presentó mayor contenido de humedad fue "Quillacona" como en el caso del agregado fino, esto provocaría que el concreto presente mayor cantidad de agua lo cual resultaría en un concreto muy fluido perjudicando la trabajabilidad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En el caso de la cantera "Franed" también se puede observar un valor muy alto semejante a la cantera "Quillacona", lo cual puede producir concretos con slump mayor a lo diseñado. En el caso de las canteras "La Poderosa", esto conllevaría a que al momento de la corrección por humedad la reducción de agua sea mínima, por lo tanto, no perjudicaría en las propiedades del concreto en estado fresco como la trabajabilidad y en el estado endurecido como la resistencia.

4.2.2.4 Peso unitario suelto y compactado

En la figura siguiente, se puede ver que la cantera "La Poderosa" es la que presenta mayor peso unitario suelto esto debido a la presencia de una buena cantidad de partículas finas de tamaño menor a ¾'' en el agregado, estas partículas se acomodan de mejor manera dejando pocos vacíos entre ellas, incrementando así la cantidad de material por unidad de volumen. En cambio, el agregado de la cantera "Franed" al tener pocas partículas finas y más partículas de ¾'' produciría mayores vacíos entre ellas por lo tanto disminuye el peso por unidad de volumen.

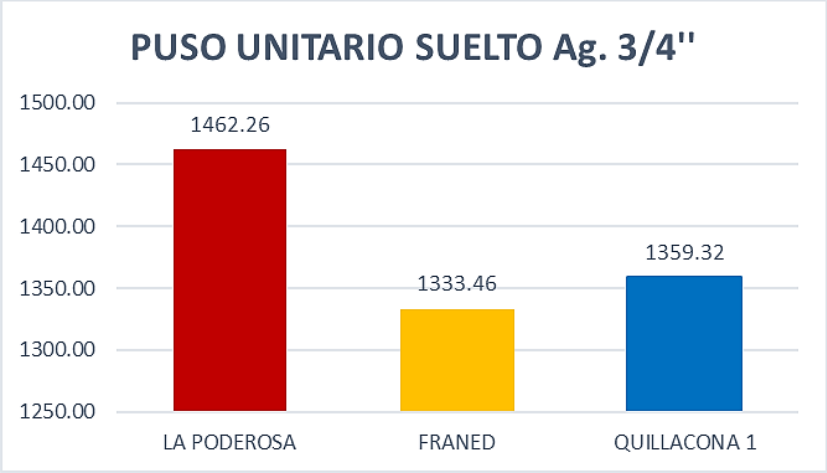


Figura 100: Peso unitario suelto de agregado grueso de 3/4''.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Para la cantera "Quillacona" y "Franed" se puede observar valores inferiores a la cantera "La Poderosa", esto debido a que el agregado en su mayoría es de ¾'' y ½" y presenta muy pocas partículas de tamaños menores, esto se evidencia porque sus MF son mayores que el del agregado de La Poderosa, lo cual significa que tiene mayor presencia de partículas grandes en su distribución.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tener mayor cantidad de partículas grandes dentro del agregado genera que haya más vacíos entre partículas y por lo tanto menor PUS en comparación al valor que da la cantera "La Poderosa" debido a que tiene una mejor distribución de partículas grandes, medianas y pequeñas en su agregado y reduciendo así la cantidad de vacíos.

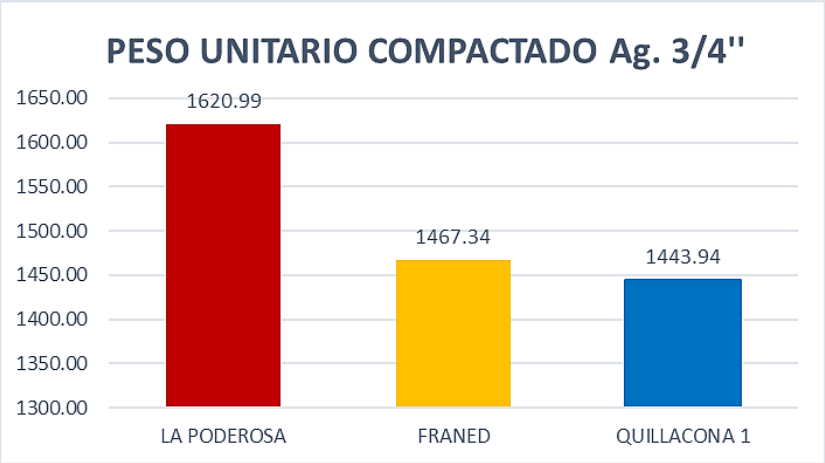


Figura 101: Peso unitario compactado de agregado grueso de 3/4''.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

De la figura anterior, se puede observar que la cantera "La Poderosa" es la que presenta mayor peso unitario compactado, debido a que existe una buena distribución y acomodo de las partículas de ¾'' y tamaños menores, produciendo una mayor cantidad de agregado por unidad de volumen, esto mejoraría la trabajabilidad. Además, cabe señalar que al momento de diseño de mezclas habrá buena proporción de agregado grueso.

La cantera "Franed" segunda en cuanto a valor de peso unitario compactado también presenta buen acomodo de las partículas del agregado, pero se podría deducir que al momento del diseño de mezclas existirá menor cantidad de agregado grueso de la cantera "La Poderosa".

En cambio, la cantera "Quillacona" en su primera producción presenta mayor cantidad de partículas mayores a ¾'' y ½" los que produce que existan vacíos entre partículas por falta de agregado de menores tamaños. Estos vacíos y mala gradación del agregado grueso de TMN ¾" produce en el concreto bajo asentamiento y cangrejeras y poca durabilidad de concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.2.2.5 Pasante de la malla #200

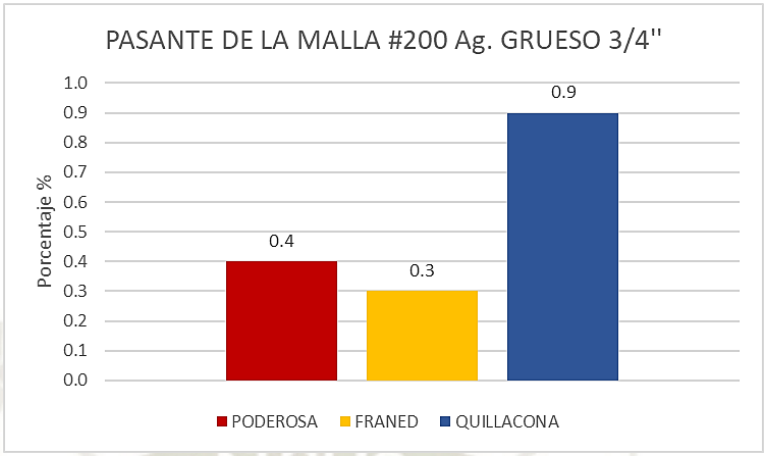


Figura 102: Porcentaje pasante de la malla #200 para el agregado de ½''.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

La gráfica anterior, nos muestra valores obtenidos del ensayo "Materiales más finos que la malla #200" del agregado grueso de ½'', de acuerdo a la norma NTP 400.037 el porcentaje no debe ser superior a 1% y 1.5% para agregados libres de arcilla, el cual este último es nuestro caso debido a que ninguna de nuestras canteras presenta arcilla ni partículas friables.

La cantera "La Poderosa" el agregado grueso de ¾'' se encuentra dentro de lo permitido por la norma alcanzando un valor de 0.4%. En cambio, la cantera "Franed" es la que presenta menor valor de las otras canteras con un 0.3%, esto nos indica muy poca presencia de material que pasa la malla #200. Para la cantera "Quillacona" se observa un valor de 0.9%, el cual está por debajo del valor máximo permitido por la norma.

Se puede concluir que de acuerdo a la norma NTP 400.037, las canteras que se estudiaron cumplen con lo establecido por la norma de estar por debajo del valor permitido.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.2.2.6 Terrones de arcilla

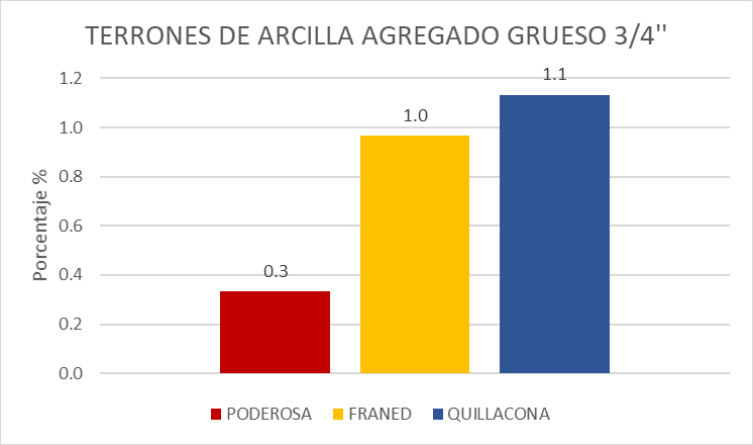


Figura 103: Porcentaje de terrones de arcilla en el agregado de 3/4''.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

La grafica anterior, nos muestra valores el porcentaje del ensayo realizado a las tres canteras en estudio, sobre la presencia de terrones de arcilla. Que de acuerdo a la norma (Norma Técnica Peruana 400.037, 2018) no deben superar el 5%. En el caso de la cantera "La Poderosa" se obtuvo un valor de 0.3%, estando dentro de los establecido por la norma. Pero para la cantera "Franed" se puede observar un valor de 1%, lo cual indica que se encuentra dentro de lo establecido por la norma. De otro lado, para la cantera "Quillacona" se vio un incremento al 1.1%, este valor aún sigue dentro de lo establecido por la norma.

Finalmente, se puede concluir que las tres canteras en estudio son aceptables para la elaboración de concreto, debido a que los valores obtenidos se encuentran dentro de acuerdo a la norma (Norma Técnica Peruana 400.037, 2018). Además, cabe mencionar que estos valores nos indican la poca presencia de arcilla en el agregado de ¾''.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.2.2.7 Ensayos químicos para agregado grueso TMN ½" y ¾"

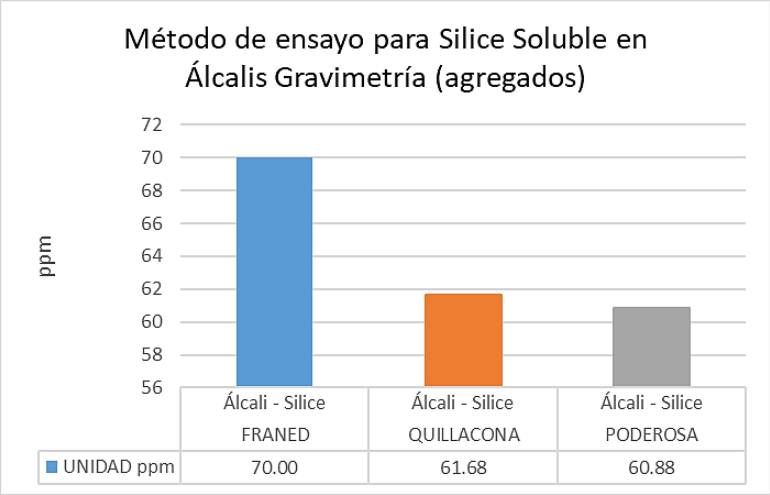


Figura 104: Análisis de resultados del método químico álcali silice.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

De la figura 104, se observa que las 3 canteras de estudio tienen los valores muy similares, siendo la cantera Franed el de mayor valor con 70 ppm, pero no muy lejano de las otras 2 canteras, pero en general sus valores son bajos y pueden trabajar muy bien con los álcalis del cemento. Se recomienda realizar otros ensayos para determinar si son reactivos y perjudícales.

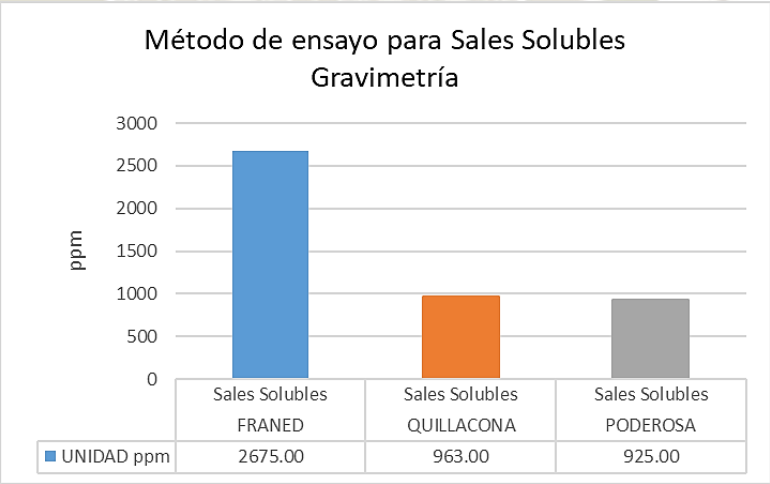


Figura 105: Análisis de resultados del método sales solubles.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

De la figura 105, se observa que la cantera Franed es la que tiene el mayor valor de sílice en álcalis con 2675 ppm (0.27%) mientras que las otras 2 canteras nos dan 0.10% y 0.09%, pero en general las 3 canteras cumplen con no superan el valor máximo que es 0.5%.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.2.2.8 Resistencia a la abrasión

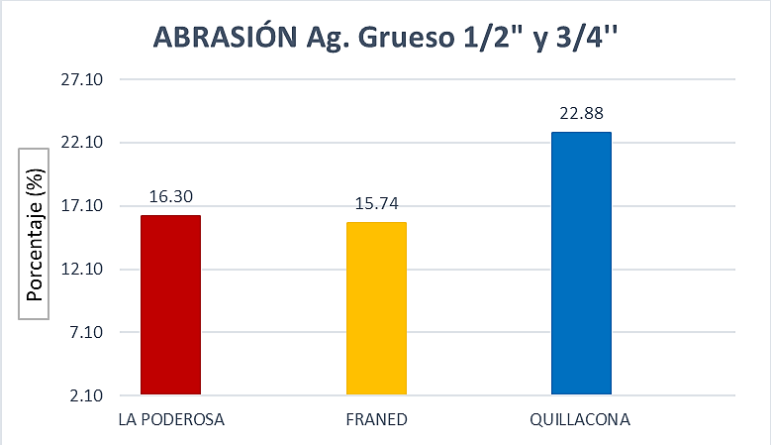


Figura 106: Porcentaje de desgaste del agregado grueso.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

En la figura anterior se puede observar que la cantera Franed es la que menor desgaste a la abrasión presenta con un valor de 15.74%, si bien es cierto que ninguna cantera presenta valores superiores al 50% como establece la norma para poder considerarse no aptas para la construcción, la cantera que mayor desgaste presenta es Quillacona con un valor de 22.88%, esto debido a que esta cantera presenta mayores poros. Esto quiere decir que las mezclas de concreto producidas con estos agregados tendrán menor durabilidad y resistencia.

4.2.2.9 Resumen requisitos ensayos agregado grueso (NTP 400.037)

Se concluye que el agregado grueso de ¾" de la cantera La Poderosa es de excelente calidad, mientras que Franed y Quillacona son de Buena calidad a pesar de no cumplir con los límites de granulometría que indica la norma Norma Técnica Peruana 400.037, (2018) debido a que la norma también indica que se permitirá el uso de agregado grueso de ¾" que no cumpla con los límites establecidos, cuando existan estudios que aseguren que el material producirá un concreto de buena calidad con buena resistencia requerida a satisfacción de las partes interesadas, sino, deberá corregirse desde su producción.

En nuestra investigación, se realizaron diseños para f´c = 210 kgf/cm^2 y los cuales tuvieron buen comportamiento en sus propiedades y además superaron la resistencia deseada del concreto demostrando así su buena calidad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Se comprobó que, la cantera Franed y Quillacona si cumplieron con los parámetros de calidad que establece la norma excepto su granulometría, pero se puede corregir mejorando desde su producción, reduciendo el diámetro de las aberturas de las zarandas en su planta chancadora, con el fin de obtener mayor cantidad de pasante de las mallas de ½" y ¾" y con ello tener una mejor gradación del agregado y brindar a la población un agregado de calidad.

Tabla 118: Resumen de requisitos de ensayos del agregado grueso de ¾''.

VALIDACIÓN DE ACUERDO A LA NORMA 400.037 "AGREGADOS PARA EL CONCRETO"					
REQUISITOS Ag. GRUESO 3/4"	**Porcentaje del total de la muestra (máx)**	**CANTERA**			**OBSERVACIÓN**
DESCRIPCIÓN DE ENSAYOS		**FRANED**	**QUILLACONA**	**PODEROSA**	
GRANULOMETRÍA	Tabla 4 (Norma)	Huso 6 No cumple	Huso 6 No cumple	Huso 67 Sí cumple	Canteras Franed y Quillacona se salen totalmente del parametro dado por la norma.
MÓDULO DE FINEZA	6.0 a 8.0	Sí cumple (7.25)	Sí cumple (7.61)	Sí cumple (6.73)	Los Módulos de Fineza de las canteras en estudio son similares.
LÍMITES DE SUSTANCIAS NOCIVAS					Ensayo Obligatorio
Terrones de acricllas y particulas friables	5%	Sí cumple (1.0%)	Sí cumple (1.1%)	Sí cumple (0.3%)	Ninguna cantera presenta terrones de arcilla ni partículas friables.
Material más fino que la malla N° 200:	1% o 1.5%	Sí cumple (0.3%)	Sí cumple (0.9%)	Sí cumple (0.4%)	Si el agregado fino no contiene Limos y arcilla el % max sube a 1.5%.
Horsteno menos de 2.4 de densidad	5%	-	-	-	Ensayo Opcional: Requerido cuando hay clima de hielo y deshielo.
Carbón y lignito	-				NO se realizó el presente ensayo, por no contar con los materiales necesarios.
Cuando la apariencia del concreto es importante	0.5	-	-	-	
Otros concretos	1	-	-	-	
Características químicas					Ensayo Opcional: Solo es obligatorio en el caso de pavimento rígido y cuando el diseñador lo pida.
Contenido de sulfatos (expresada como % máx)	1	-	-	-	
Contenido de cloruros (expresada como % máx)	0.1	-	-	-	
Inalterabilidad (Para concretos sometidos a heladas)	Solución de sodio 12% y de magnesio 18%	-	-	-	Ensayo opcional: Requerido cuando hay clima de hielo y dehielo.
Resistencia Mecánica (Abrasión Máquina de los Ángeles)	≤ 50%	Sí cumple (15.74%)	Sí cumple (22.88%)	Sí cumple (16.30%)	Ensayo complementario para determinar la resistencia al desgaste de los agregados.
Silice soluble en álcalis (Gravimetria)		0.007%	0.006%	0.006%	Ensayo opcional: Usado cuando hay precencia de humedad permanente. Se deben realizar más ensayos para determinar si el agregado es reactivo.
Sales solubles de acuerdo a NTP 339.152	0.50%	Sí cumple (0.27%)	Sí cumple (0.10)%	Sí cumple (0.09%)	No establecido en la NTP 400.037. Ensayo opcional: Solo es obligatorio en el caso de pavimentos.
Calidad del Agregado:		Buena Calidad (Mejorable)	Buena Calidad (Mejorable)	Excelente Calidad	

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Finalmente, de acuerdo a las tablas resúmenes del agregado grueso podemos identificar 2 ensayos que no contempla la norma NTP 400.037 “Agregados para el concreto”, los cuales son los ensayos de Sales Solubles y Sílice soluble en Álcalis.

El ensayo de sales solubles decidimos realizarlo porque al someter al horno los agregados de la cantera Franed, se pudo observar que algunas piedras tenían presencia de sales visibles al ojo humano, y por ello con el fin de verificar que cumplen con el porcentaje máximo de 0.5% de sales solubles que indica la norma NTP 339.152, se realizó dicho ensayo comprobándose que si cumple obteniendo un valor de 0.27% pero mayor respecto de las demás canteras que contienen aproximadamente un 0.10%.

La norma NTP 400.037 en el apartado 10.2 indica que el agregado no debe ser reactivo cuando el concreto este en contacto permanente a la humedad del ambiente o suelos húmedos porque se combinaría químicamente con los álcalis del cemento provocando expansiones excesivas en el concreto y por ende fisuramiento. Es por ello que realizamos el ensayo de Sílice Soluble en Álcalis (Gravimetría) que realizaron en investigaciones anteriores al agregado de la poderosa, pero en la presente investigación lo realizamos para los agregados de nuestras 2 nuevas canteras y comparándolas con los resultados de la cantera La Poderosa que se caracteriza por ser de buena calidad. Sin embargo, este ensayo no es suficiente para determinar si nuestros agregados son reactivos, para ello se deben realizar otros ensayos más especializados que indican las normas de la ASTM.

Adicionalmente, los agregados del sur de nuestro país tienen potencial de ser reactivo, pero para que llegue a ocurrir la reacción química deben darse algunas condiciones como alta humedad relativa y temperaturas elevadas, cementos con alto contenido de álcalis, por lo tanto, como sugerencia para evitar esta reacción, recomendamos el uso de cementos adicionados con puzolana como los cementos que utilizamos en nuestra presente investigación: cementos Mishky tipo IP, Yura tipo IP y Yura tipo HE pero también la norma NTP 400.037 recomienda el uso de cementos que tengan menos del 0.6% de álcalis y que de acuerdo a la ficha técnica del cemento Wari tipo I, que se encuentra en el ANEXO 5, indica que su bajo contenido de álcalis combate la fisuración del concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.3 ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO

4.3.1 Asentamiento (NTP 339.035)

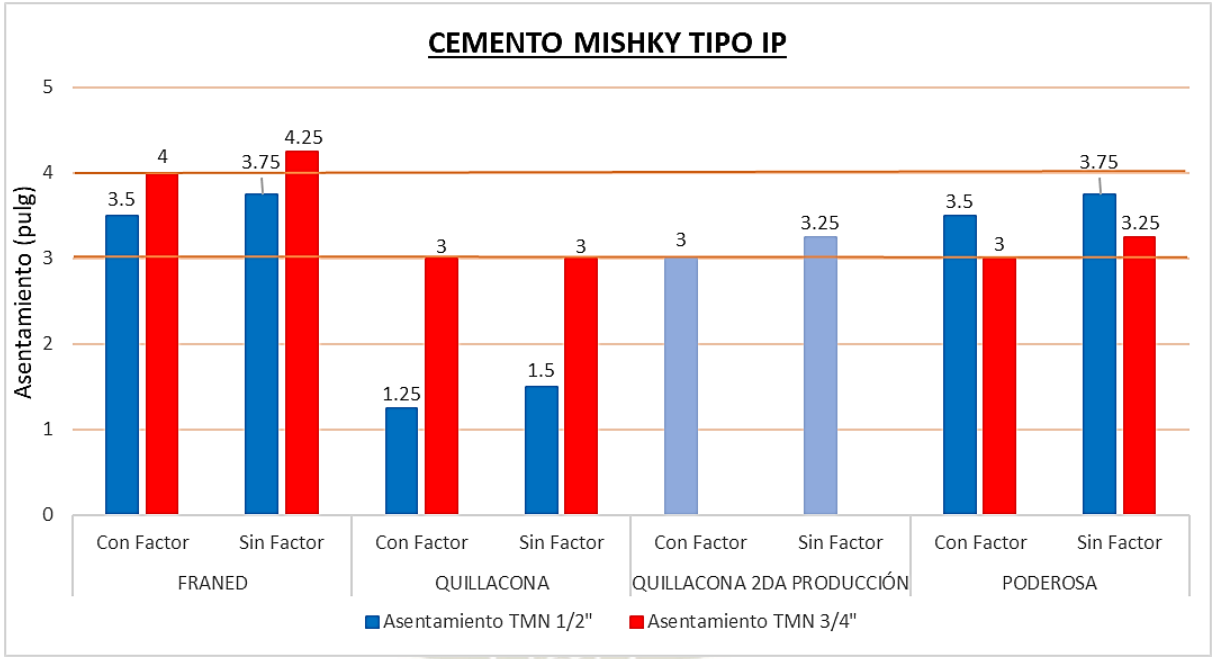


Figura 107: Variación del asentamiento del concreto elaborado con cemento Mishky tipo IP.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

La figura 107 muestra la variación del asentamiento del concreto elaborado con cemento Mishky tipo IP para cada cantera, TMN y de acuerdo al diseño de mezclas considerando o no el factor de seguridad, gracias a la gráfica de barras podemos inferir lo siguiente respecto al asentamiento:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La cantera La Poderosa tuvo buenos resultados de asentamiento con el cemento Mishky tipo IP dando valores entre 3" a 3.75", mientras que con la cantera Franed tuvo valores que excedían ligeramente los rangos normales de diseño de 3" a 4", dando valores entre 3.5" a 4.25" esto influye ligeramente en la resistencia final del concreto disminuyéndolo ligeramente, pero los consideramos de forma aceptable y que se puede optimizar.

En el caso de la cantera Quillacona, sucedió lo contrario a la cantera de franed, puesto que sus valores de asentamiento estaban muy por debajo del asentamiento de diseño, lo cual fue difícil hacer los ensayos debido a su baja trabajabilidad, por ende, se realizaron las correcciones pertinentes de tantas que hay. Una de las causas de tan bajo asentamiento fue que el agregado fino tenía mucho pasante de la malla N° 200, su agregado grueso no cumplía con la granulometría y no había una buena distribución del mismo por ello se le recomendó reducir el tamaño del agregado, con el fin de corregir la granulometría, cabe mencionar que la cantera de Quillacona hizo un cambio de malla en su planta chancadora para el agregado de ½" al cual le denominamos "2da producción" y gracias a este cambio mejoró su gradación y se vio reflejado en la mejora del asentamiento en un incremento entre ¾" a 1 ¼ "; pero ello no era suficiente para llegar al asentamiento de diseño 3" a 4", por ende se agregó una cantidad mínima agua de 100 ml lo cual nos permitió llegar a los rangos de asentamiento obteniendo valores de 3" y 3.25" para TMN de ½". En el caso del agregado de TMN ¾" se adicionó la cantidad mínima de 160ml. Estos cambios como sabemos produjeron un incremento ligero de la relación agua/cemento por lo tanto produjo una disminución de sus resistencias los cuales fueron registradas.

Cabe mencionar que hay otros métodos para la mejora de la trabajabilidad con el uso de aditivo, variación del método de diseño o variar el porcentaje de Ag. Fino y Grueso, pero no son parte del alcance de la investigación, por lo que se optó adicionar la cantidad mínima de agua, pero no es recomendable porque nos reduce la resistencia del concreto. Se optó por adicionar la cantidad mínima de agua porque en obra muchas veces se ha visto que adicionan agua sin considerar cuanto de resistencia están disminuyendo al concreto y por ello es una gran oportunidad registrar esa disminución de la resistencia y poder observarlo gráficamente y ayude a comprender su efecto con fines académicos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Finalmente, la cantera de La Poderosa, que nos ayuda como comparación con las nuevas canteras debido a que es la más comercial en nuestro medio obtuvo mejores resultados de asentamiento, todos sus valores están dentro del rango y no necesitaron corrección comportándose óptimamente con el uso de cemento Mishky IP, esto se debe a que cantera cumple con límites de los usos granulométricos, por ende hay una mejor distribución de sus agregados, tiene mejores propiedades y se ve reflejado en el asentamiento.

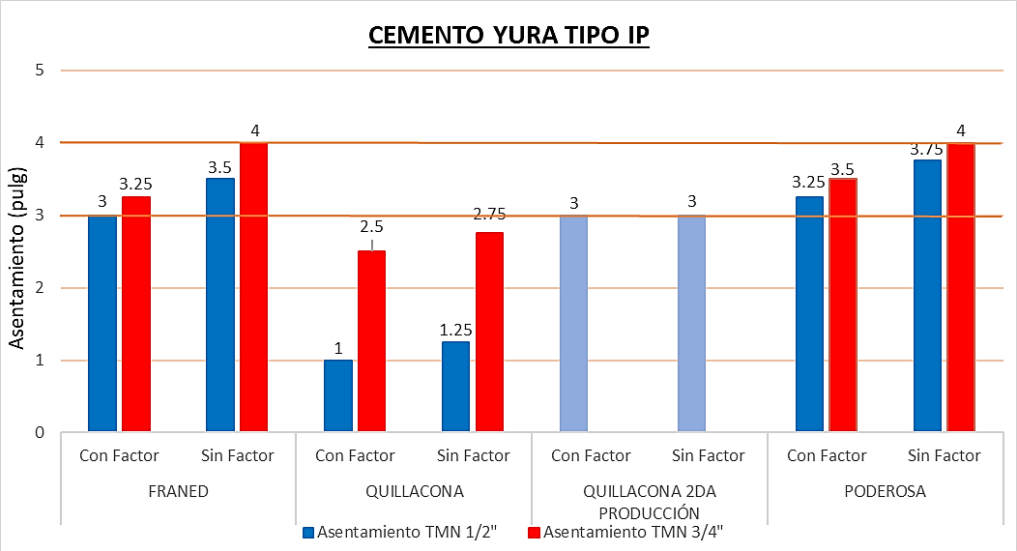


Figura 108: Variación del asentamiento del concreto elaborado con cemento Yura tipo IP.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

Del mismo modo, la figura 108 muestra la variación del asentamiento del concreto elaborado con cemento Yura tipo IP para cada cantera, TMN y de acuerdo al diseño de mezclas considerando o no el factor de seguridad, gracias a la gráfica de barras podemos inferir lo siguiente respecto al asentamiento:

La catera de Franed tuvo un mejor comportamiento con el cemento Yura IP en comparación al cemento Mishky IP porque sus valores de asentamiento están dentro de los rangos normales de diseño de 3” a 4”.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En el caso de la cantera Quillacona, su comportamiento fue similar a cuando usábamos cemento Mishky IP, puesto que sus valores de asentamiento estaban muy por debajo del asentamiento de diseño, tuvieron baja trabajabilidad, debido a su gradación que tiene muchas piedras grandes y gran cantidad de finos que posee el cual consume mucha agua y cemento y le quita al diseño el agua de mezcla generando un bajo asentamiento por ende, se realizaron las correcciones pertinentes para mejorar la trabajabilidad y llegar a los rangos de diseño, pero estos cambios produjeron un incremento de la relación agua/cemento por lo tanto una disminución de sus resistencias.

Para el agregado de ½", al haber un cambio en su gradación se trabajó con el agregado de la "2da producción" y se vio reflejado en la mejora del asentamiento en un incremento entre ¾" a 1 ¼" y además se adicionó una cantidad mínima de agua de 120 ml lo cual nos permitió llegar a los rangos de asentamiento obteniendo valores de 3" y 3" para el concreto elaborado con agregados de TMN de ½".

En el caso del agregado de TMN ¾" no se hizo ningún cambio en su granulometría, se adicionó 180 ml de agua obteniendo valores de 2.5" - 2.75" que lo consideramos aceptable por estar muy cerca del límite inferior de diseño, pero ello nos indica que se puede mejorar mucho más si utilizamos aditivo plastificante sin la necesidad de reducir la resistencia.

Finalmente, la cantera de La Poderosa, tuvo buen comportamiento con este cemento Yura tipo IP al igual que el cemento Mishky porque todos sus valores están dentro del rango de diseño de 3" a 4" y no necesitaron ninguna corrección. Por lo tanto, esta cantera se comporta óptimamente con el uso de cemento Yura tipo IP.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

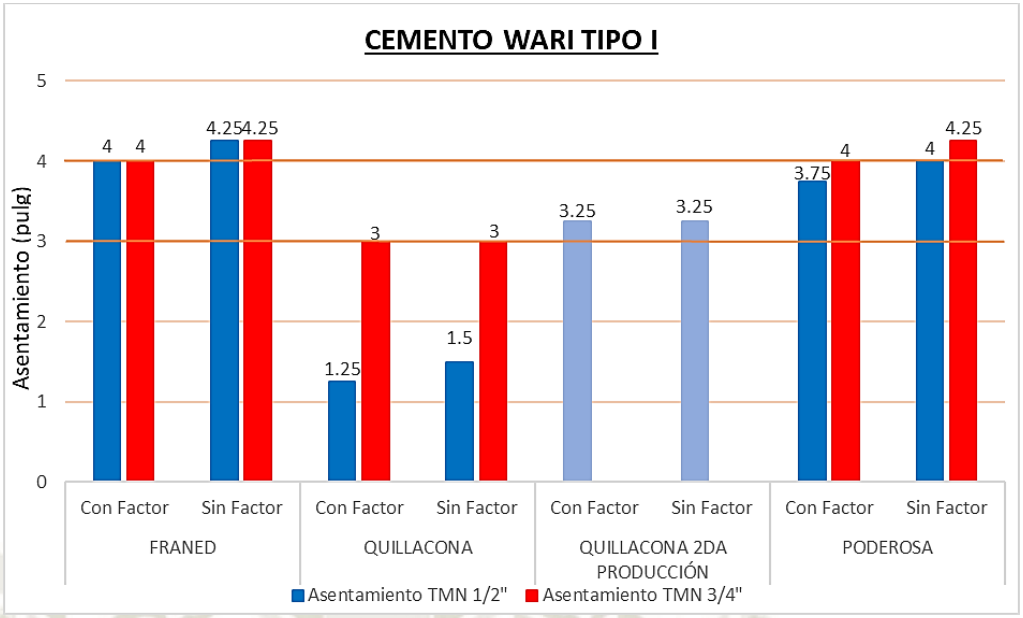


Figura 109: Variación del asentamiento del concreto elaborado con cemento Wari tipo I.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

La figura 109 muestra la variación del asentamiento del concreto elaborado con cemento Wari tipo I, para cada cantera, TMN y de acuerdo al diseño de mezclas considerando o no el factor de seguridad, gracias a la gráfica de barras podemos inferir lo siguiente respecto al asentamiento:

La catera de Franed tuvo un buen comportamiento con el cemento Wari tipo I en comparación al cemento Mishky IP porque los valores de asentamiento están casi dentro de los rangos de diseño de 3" a 4" y se excede en no más de ½ de pulgada, al no ser mucha la diferencia se ha considerado aceptable y por tal motivo no se realizó ninguna corrección adicional. Sin embargo, esto influirá en la resistencia final del concreto por tener un mínimo de exceso de agua el cual afecta la relación agua/cemento siendo un tanto mayor y por ende se ve una leve disminución de las resistencias del concreto.

En el caso de la cantera Quillacona, su comportamiento fue similar a cuando usábamos cemento Mishky IP y cemento Yura IP, sus valores de asentamiento estaban muy por debajo del asentamiento de diseño, por ende, se realizaron las correcciones para mejorar la trabajabilidad y llegar a los rangos de diseño. Estos cambios produjeron un incremento de la relación agua/cemento por lo tanto una disminución de sus resistencias.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para el agregado de ½", se trabajó con el agregado de la "2da producción" que mejoró su gradación y se vio reflejado en la mejora del asentamiento en un incremento entre ¾" a 1 ¼" y además se adicionó una cantidad mínima de agua de 100 ml lo cual nos permitió llegar a los rangos de asentamiento obteniendo valores de 3 pulgadas.

En el caso del agregado de TMN ¾" se trabajó con el agregado de la "1ra producción", porque no hubo una 2da producción, se adicionó el mínimo de 160 ml de agua obteniendo valores de 3" – 3" pulgadas.

Finalmente, la cantera de La Poderosa, tuvo buen comportamiento con este cemento Wari tipo I al igual que los demás cementos porque todos sus valores están dentro del rango de diseño obteniendo valores de 3.75" - 4.25" considerando a este último valor como aceptable.

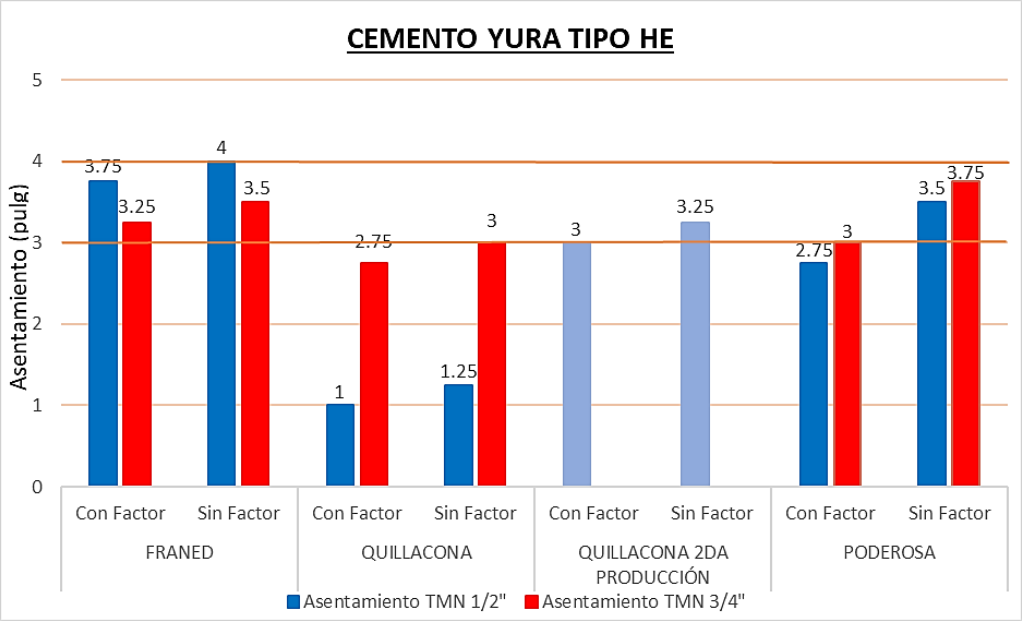


Figura 110: Variación del asentamiento del concreto elaborado con cemento Yura tipo HE .
Fuente: Elaboración propia, (2019).

La figura 110 muestra la variación del asentamiento del concreto elaborado con cemento Yura tipo HE, para cada cantera, TMN y de acuerdo al diseño de mezclas considerando o no el factor de seguridad, gracias a la gráfica de barras podemos inferir lo siguiente respecto al asentamiento:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La catera de Franed tuvo un buen comportamiento con el cemento Yura tipo HE, sus valores de asentamiento están dentro de los rangos normales de diseño de 3" a 4".

En el caso de la cantera Quillacona, su comportamiento fue similar a cuando usábamos los demás cementos, sus valores de asentamiento estaban muy por debajo del asentamiento de diseño. Tuvieron baja trabajabilidad, debido a su granulometría que tiene muchas piedras grandes y gran cantidad de finos que posee el cual consume mucha agua y cemento y le quita al diseño el agua de mezcla generando un bajo asentamiento, por ende, se realizaron las correcciones para mejorar la trabajabilidad. Estos cambios produjeron un incremento de la relación a/c, por lo tanto, una disminución de sus resistencias.

Por ello para el agregado de ½", se trabajó con el agregado de la "2da producción" que mejoró su gradación y se vio reflejado en la mejora del asentamiento en un incremento entre ¾" a 1 ¼" y además se incrementó una cantidad mínima de 120 ml de agua lo cual nos permitió llegar a los rangos de asentamiento obteniendo valores de 3 pulg y 3.25 pulg.

En el caso del agregado de TMN ¾" se trabajó con el agregado de la "1ra producción", se adicionó la mínima cantidad de 180 ml de agua obteniendo valores de 2.75" y 3". Cabe mencionar que para una consistencia seca se recomienda mejorar el diseño, incorporar aditivo plastificante, de forma que se obtenga el asentamiento que deseamos, pero como ambas soluciones no están considerados dentro de nuestro alcance optamos por adicionar el mínimo de agua y el asentamiento este aceptablemente dentro del rango de diseño, reduciendo la resistencia; sin embargo, esta adición lo consideramos como una gran oportunidad para poder registrar este cambio de resistencias debido a la adición mínima de agua y poder hacer nuestro análisis comparativo de resistencias.

Finalmente, la cantera de La Poderosa, tuvo un buen comportamiento con el cemento Yura tipo HE, pero su asentamiento fue un poco menor en comparación con el cemento Wari tipo I. Sus valores están dentro del rango de diseño obteniendo valores de 2.75" y 3.75" considerando el primer valor como aceptable porque no variar en más de ½" de pulgada.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.3.2 Contenido de aire método de presión (NTP 339.083)

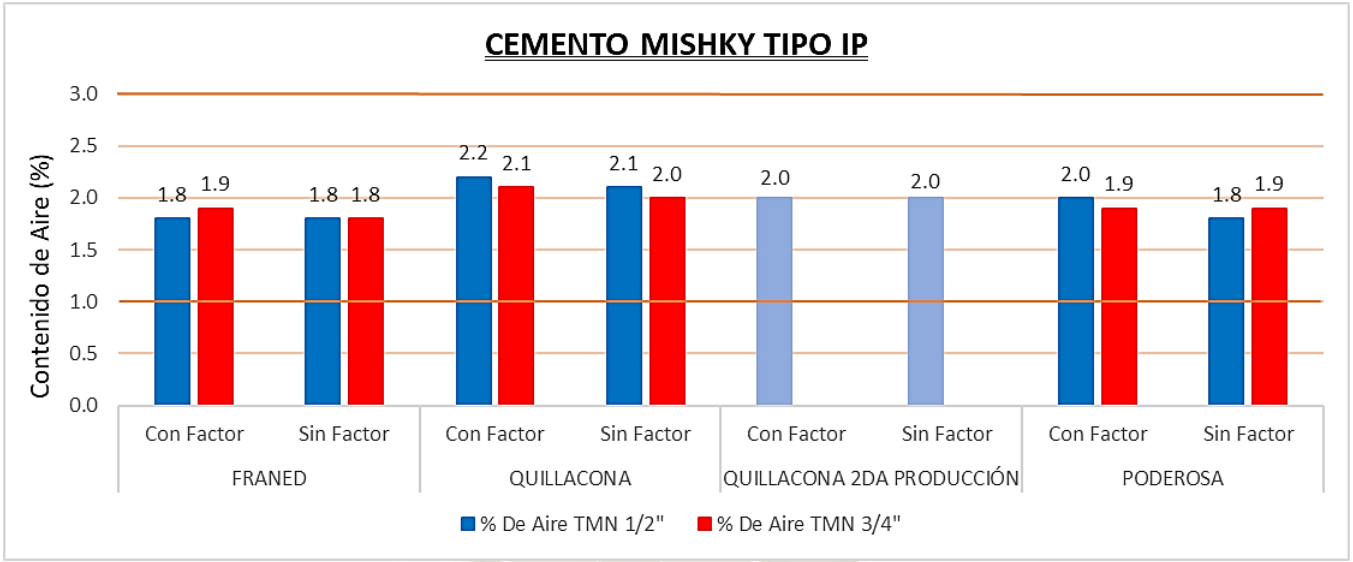


Figura 111: Variación del contenido de aire del concreto elaborado con cemento Mishky tipo IP.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

La figura 111 de barras muestra la variación del contenido de aire del concreto elaborado con cemento Mishky tipo IP para cada cantera, TMN y de acuerdo al diseño de mezclas considerando o no el factor de seguridad, gracias a la gráfica de barras podemos inferir lo siguiente:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Todos los valores de contenido de aire atrapado cumplen con los rangos normales de contenido de aire en la elaboración del concreto, que generalmente varían entre el 1% al 3% siempre y cuando no se haya incorporado aire al concreto, esta cantidad de aire atrapado de 1 a 3% es necesaria para resistir a la exposición del concreto a ciclos de congelación y deshielo en climas fríos. Adicionalmente, Según (Rivva, 2014) nos muestra la tabla 11.2.1 Contenido de aire atrapado, el cual se selecciona el contenido de aire atrapado aproximado de diseño de acuerdo al TMN del agregado, para el caso de agregados de ½" el aire atrapado este alrededor de 2.5 % y para agregados de ¾" alrededor del 2 %.

De acuerdo a la gráfica, el contenido de aire atrapado del agregado de ½" de las canteras de Franed y La Poderosa varía entre 1.8 % a 2.0 % y la cantera de Quillacona en su primera producción nos da valores de 2.2 % y 2.1 % pero cuando se mejoró la granulometría del agregado de TMN de ½" en la 2da producción y mejorando la trabajabilidad de la mezcla se observó una disminución de la cantidad de aire atrapado, obteniendo valores de 2 % según las tablas de diseño de mezclas para el método ACI.

El aire atrapado del agregado de ¾" de las canteras de Franed y La Poderosa varía entre 1.8 % a 1.9 % y la cantera de Quillacona mejorando la trabajabilidad de la mezcla se obtuvo valores de 2.1 % y 2.0 %. Se concluye que los valores cumplen con el valor aproximado de diseño de aire atrapado para TMN ¾" que es de 2 % excepto el valor de 2.1% de la cantera Quillacona diseñado con factor de seguridad producto del bajo asentamiento del concreto que indica más vacíos.

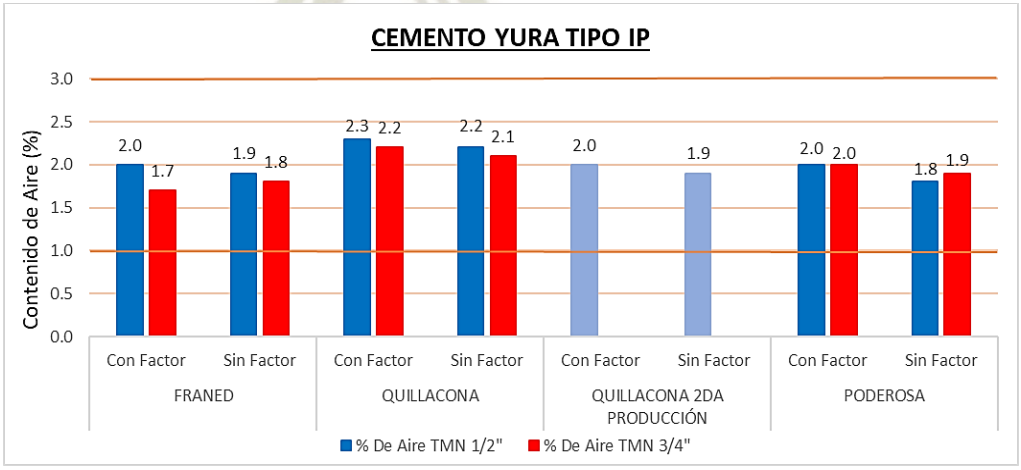


Figura 112: Variación del contenido de aire del concreto elaborado con cemento Yura tipo IP.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La figura 112 de barras muestra la variación del contenido de aire del concreto elaborado con cemento Yura tipo IP para cada cantera, TMN y de acuerdo al diseño de mezclas considerando o no el factor de seguridad, gracias a la gráfica de barras podemos inferir lo siguiente:

El contenido de aire atrapado del agregado de ½" de las canteras de Franed y La Poderosa varía entre 1.8 % a 2 % y la cantera de Quillacona en su primera producción nos da valores de 2.2 % a 2.3 % pero cuando se mejoró la granulometría del agregado usando la 2da producción y mejorando la trabajabilidad de la mezcla se observó una disminución de la cantidad de aire atrapado, obteniendo valores de 2 % y 1.9 %. Se concluye que los valores obtenidos cumplen con el valor aproximado de diseño de aire atrapado para TMN ½" que es de 2.5 %.

El aire atrapado del agregado de ¾" de las canteras de Franed y La Poderosa varía entre 1.7 % al 2 % y la cantera de Quillacona en su primera producción mejorando la trabajabilidad de la mezcla y se obtuvieron valores de 2.2 % y 2.1%. Se concluye que los valores obtenidos cumplen con el valor aproximado de diseño de aire atrapado para TMN ¾" que es de 2 % excepto los valores de Quillacona que son superiores, producto del bajo asentamiento del concreto que indica más vacíos. pero si está dentro del rango de 1% a 3%.

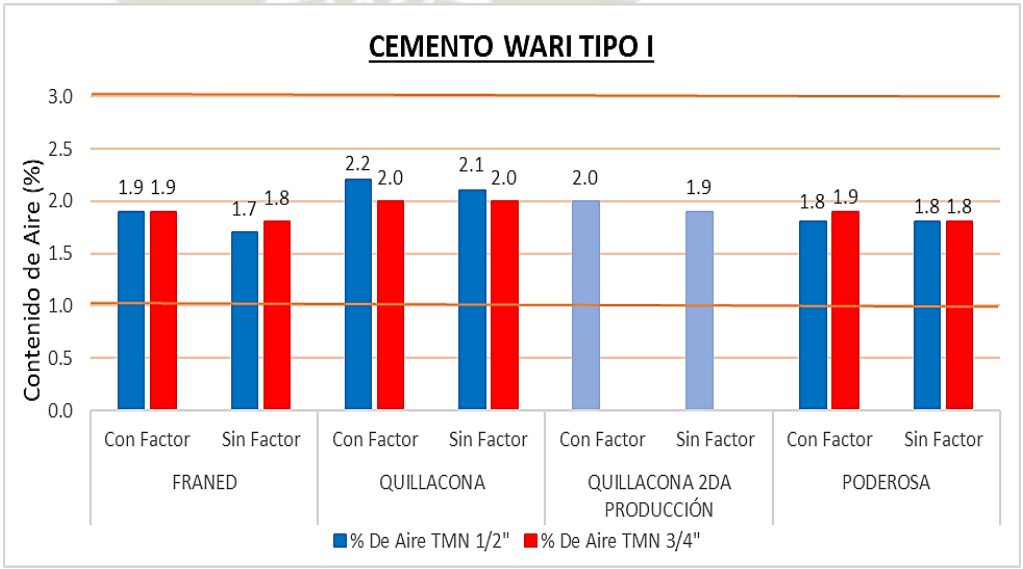


Figura 113: Variación del contenido de aire del concreto elaborado con cemento Wari tipo I.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La figura 113 de barras muestra la variación del contenido de aire del concreto elaborado con cemento Wari tipo I para cada cantera, TMN y de acuerdo al diseño de mezclas considerando o no el factor de seguridad, gracias a la gráfica de barras podemos inferir lo siguiente:

De acuerdo a la figura, el contenido de aire atrapado del agregado de ½" de las canteras de Franed y La Poderosa varía entre 1.7 % a 1.9 % y la cantera de Quillacona en su primera producción nos da valores de 2.2 % y 2.1% pero cuando se mejoró la granulometría del agregado usando la 2da producción y mejoró la trabajabilidad de la mezcla se observó una disminución de la cantidad de aire atrapado, obteniendo valores de 2.0 % y 1.9 %. Se concluye que los valores obtenidos cumplen con el valor aproximado de diseño de aire atrapado para TMN ½" que es de 2.5 %.

El aire atrapado del agregado de ¾" de las canteras de Franed y La Poderosa varía entre 1.8 % a 1.9 % y la cantera de Quillacona en su primera producción mejorando la trabajabilidad de la mezcla se obtuvieron valores de 2 % y 2 %. Se concluye que los valores obtenidos cumplen con el valor aproximado de diseño de aire atrapado para TMN ¾" que es de 2 %.

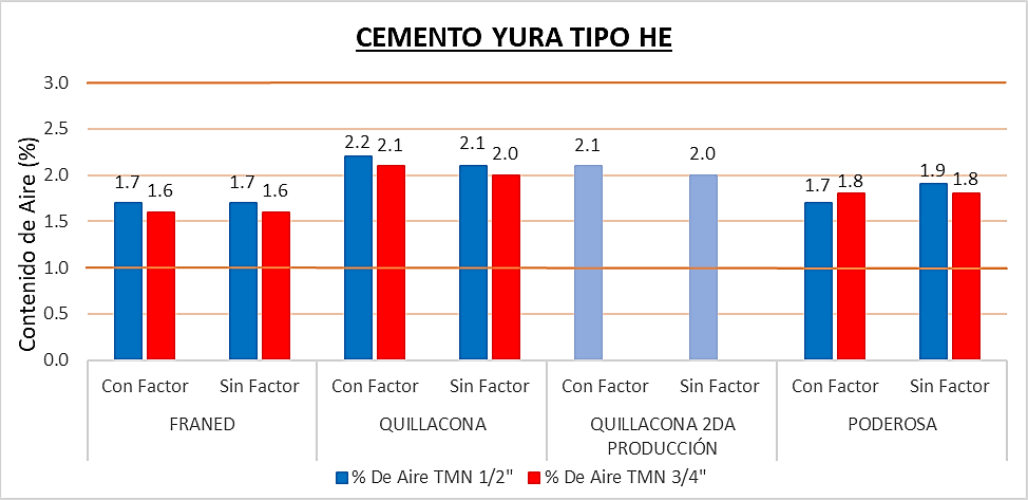


Figura 114: Variación del contenido de aire del concreto elaborado con cemento Yura tipo HE.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La figura 114 muestra la variación del contenido de aire del concreto elaborado con cemento Yura tipo HE para cada cantera, TMN y de acuerdo al diseño de mezclas considerando o no el factor de seguridad, gracias a la gráfica de barras podemos inferir lo siguiente:

De acuerdo a la figura, el contenido de aire atrapado del agregado de ½" de las canteras de Franed y La Poderosa varía entre 1.7 % a 1.9 % y la cantera de Quillacona en su primera producción nos da valores de 2.2 % y 2.1 % pero cuando se mejoró la granulometría del agregado usando la 2da producción y mejorando la trabajabilidad de la mezcla se observó una disminución de la cantidad de aire atrapado, obteniendo valores de 2.1 % y 2 %. Se concluye que los valores obtenidos cumplen con el valor aproximado de diseño de aire atrapado para TMN ½" que es de 2.5 %.

El aire atrapado del agregado de ¾" de las canteras de Franed y La Poderosa varía entre 1.6 % a 1.8 % y la cantera de Quillacona en su primera producción mejorando la trabajabilidad de la mezcla se obtuvieron valores de 2.1 % y 2 %. Se concluye que los valores obtenidos cumplen con el valor aproximado de diseño de aire atrapado para TMN ¾" que es de 2 % excepto el valor de 2.1% de Quillacona que es superior, producto del bajo asentamiento del concreto que indica más vacíos. pero si está dentro del rango de 1% a 3%.

Finalmente, podemos concluir que las causas de variación del aire atrapado se deben principalmente al TMN y su granulometría, cuanto mayor el TMN se obtiene menor contenido de aire o viceversa. Otra de las causas se debe a la relación entre el agregado fino y grueso, además de la consistencia de la mezcla, mientras más seca mayor cantidad de vacíos y por ende mayor cantidad de aire atrapado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.3.3 Temperatura (NTP 339.183)

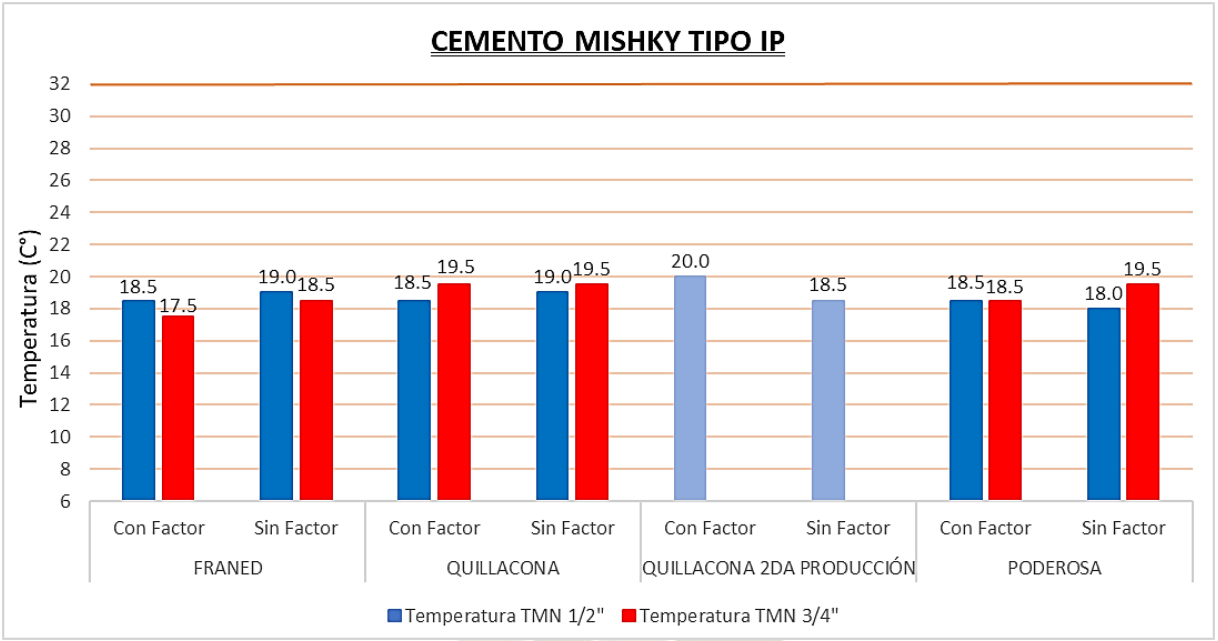


Figura 115: Variación de la temperatura del concreto elaborado con cemento Mishky tipo IP.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

La figura 115 de barras muestra la variación de la temperatura del concreto elaborado con cemento Mishky tipo IP para cada cantera, TMN y de acuerdo al diseño de mezclas considerando o no el factor de seguridad, la gráfica de barras podemos inferir que todos los valores de temperatura cumplen con los rangos normales en la elaboración del concreto. Según la gráfica, la temperatura del agregado de ½" y ¾" de la cantera Franed varía entre 17.5 °C a 19 °C, la cantera Quillacona nos da valores entre 18.5 °C a 20 °C y la cantera La Poderosa varía entre 18 °C a 19.5 °C.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

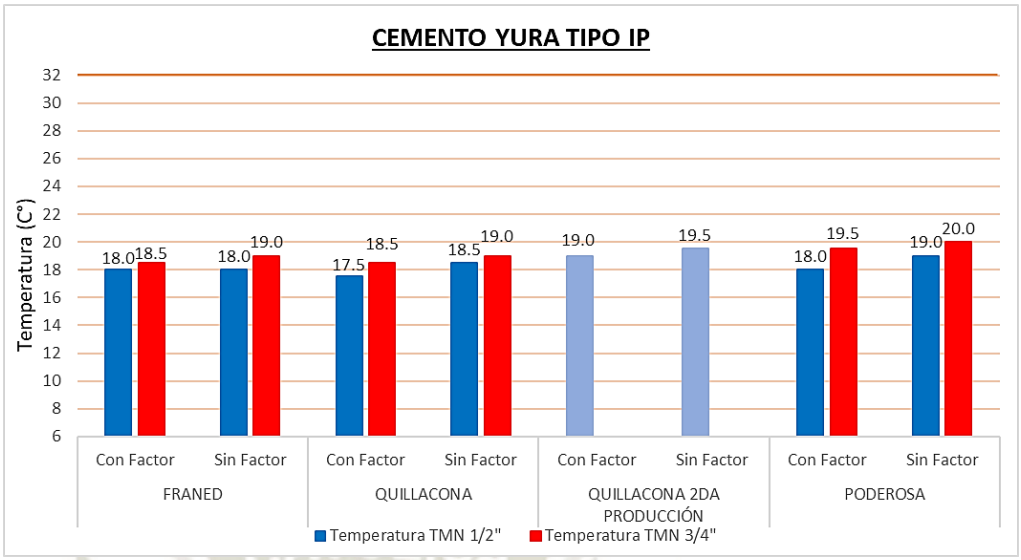


Figura 116: Variación de la temperatura del concreto elaborado con cemento Yura tipo IP.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

De acuerdo a la figura 116, la temperatura del agregado de ½" y ¾" de la cantera Franed varía entre 18 °C a 19 °C, la cantera de Quillacona nos da valores entre 17.5 °C a 19.5 °C y por último la cantera de La Poderosa varía entre 18 °C a 20 °C. Se pudo observar que todos los valores de temperatura cumplen con los rangos normales en la elaboración del concreto.

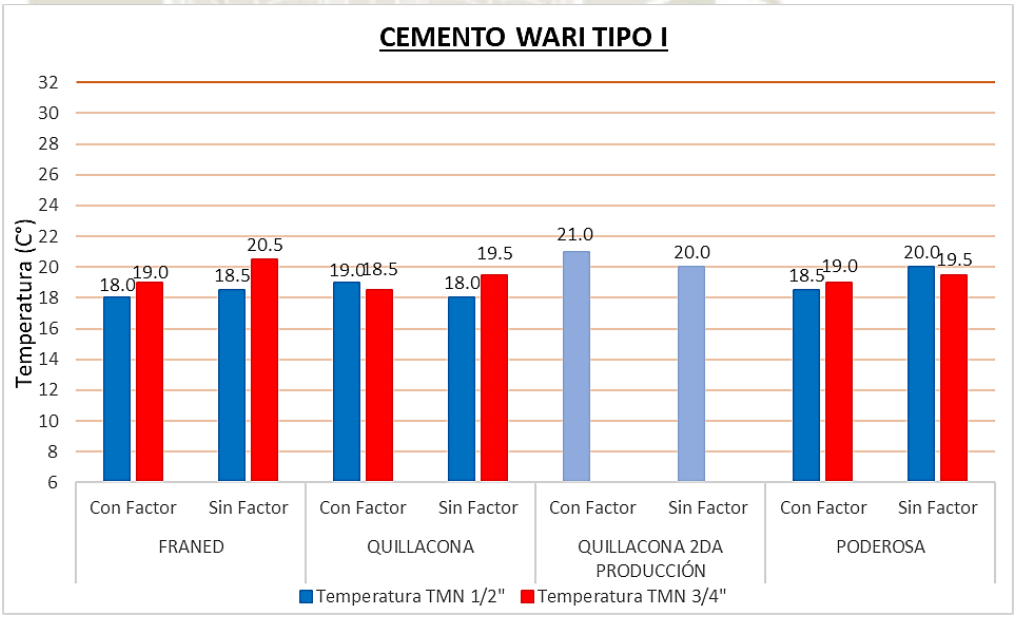


Figura 117: Variación de la temperatura del concreto elaborado con cemento Wari tipo I.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La figura 117 de barras muestra la variación de la temperatura del concreto elaborado con cemento Wari tipo I para cada cantera, TMN y de acuerdo al diseño de mezclas considerando o no el factor de seguridad.

De acuerdo a la figura, la temperatura del agregado de ½" y ¾" de la cantera Franed varía entre 18 °C a 20.5 °C, la cantera de Quillacona nos da valores entre 18 °C a 21 °C y la cantera de La Poderosa varía entre 18.5 °C a 20 °C. Se pudo observar que todos los valores de temperatura son ligeramente mayores que el resto de valores de los demás tipos de cemento debido al alto calor de hidratación que presenta y además cumplen con los rangos normales de temperatura.

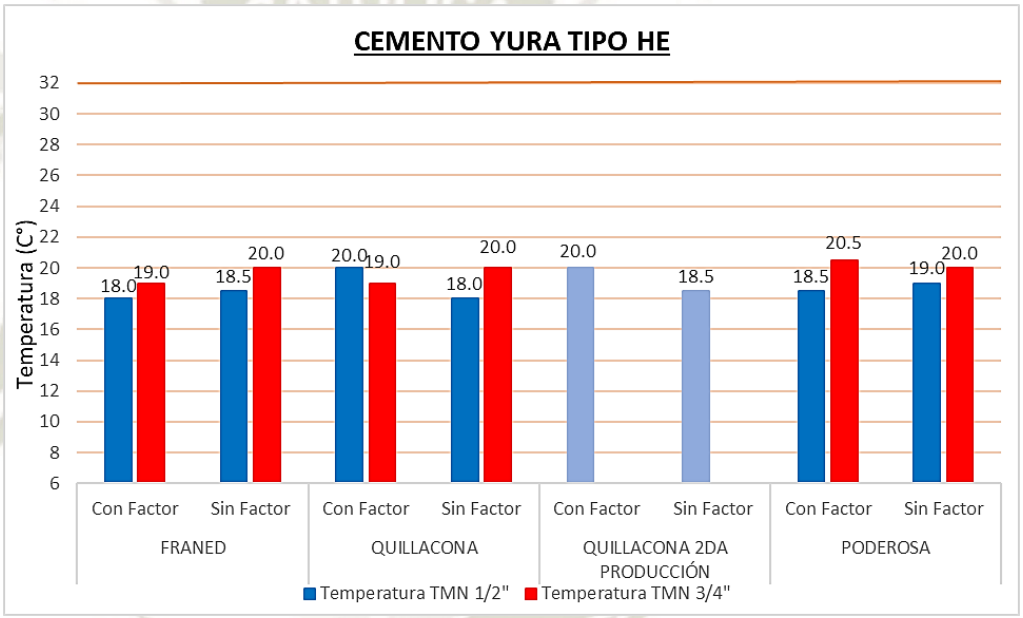


Figura 118: Variación de la temperatura del concreto elaborado con cemento Yura tipo HE.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

La figura 118 de barras muestra la variación de la temperatura del concreto elaborado con cemento Yura tipo HE para cada cantera, TMN y de acuerdo al diseño de mezclas considerando o no el factor de seguridad.

Según la figura, la temperatura del agregado de ½" y ¾" de la cantera Franed varía entre 18 °C a 20 °C, la cantera de Quillacona nos da valores entre 18 °C a 20 °C y la cantera de La Poderosa varía entre 18.5 °C a 20.5 °C. y además cumplen con los rangos normales de temperatura.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Finalmente, podemos concluir que una de las causas principales de la variación de la temperatura de las mezclas de concreto convencional y concretos de resistencias altas a temprana edad (el primer caso usando cementos Mishky y Yura tipo IP y el segundo caso usando cemento Wari tipo I y cemento Yura tipo HE) se debe a la temperatura ambiente dentro del laboratorio de acuerdo a la hora en la que se ha elaborado la mezcla de concreto, por ejemplo, hay menor temperatura ambiente en horas de la mañana a partir de las 8am y en las tardes pasando las 3pm, mientras que hay mayor temperatura alrededor del mediodía.

Otra causa que afecta la temperatura de la mezcla de concreto es el tipo de cemento que se utiliza, por ejemplo, se observó que el cemento Wari tipo I tiene mayor calor de hidratación que el cemento Yura tipo HE y se siente el calor desprendiendo de la mezcla de concreto en mayor medida, lo cual no ocurría con los cementos Mishky y Yura tipo IP.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.3.4 Peso unitario y rendimiento (NTP 339.046)

Peso unitario

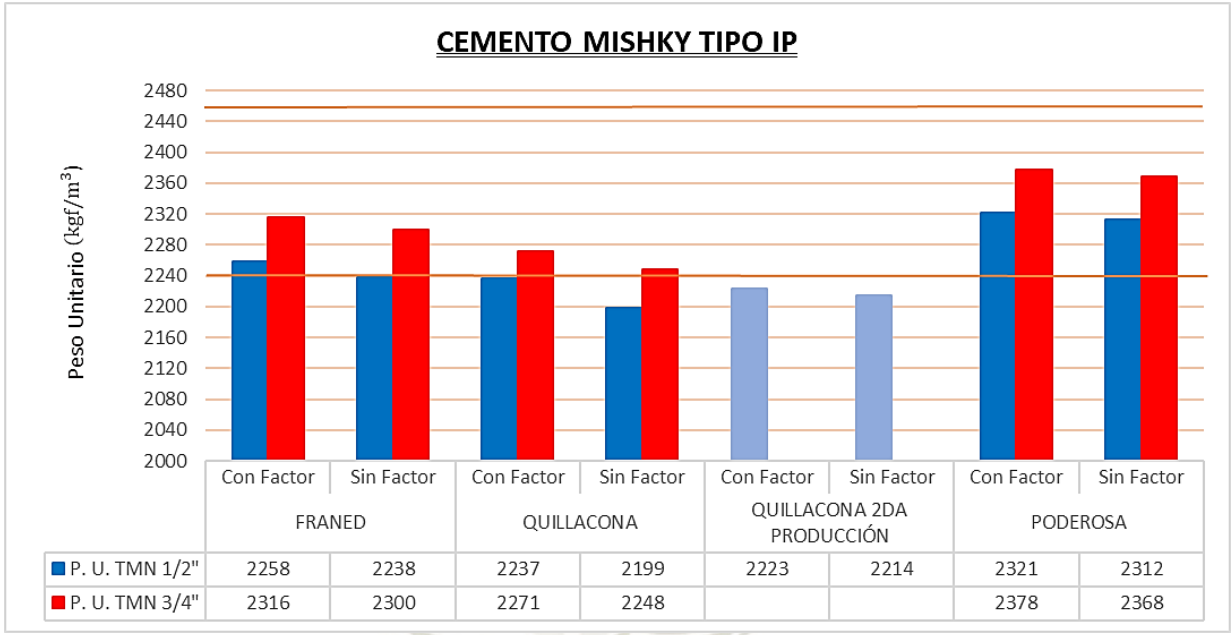


Figura 119: Variación del peso unitario del concreto elaborado con cemento Mishky tipo IP.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

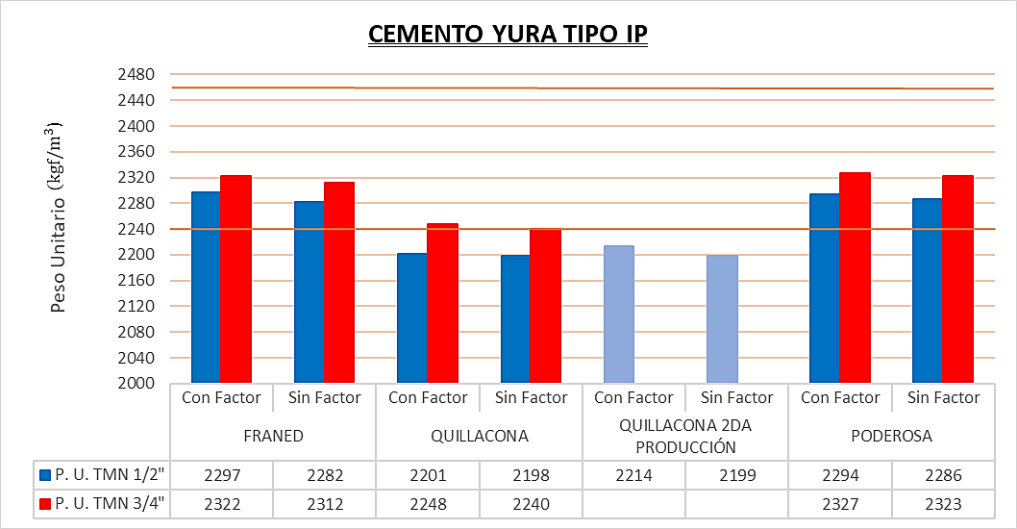
La figura 119 de barras muestra la variación del peso unitario del concreto elaborado con cemento Mishky tipo IP para cada cantera, TMN y de acuerdo al diseño de mezclas considerando o no el factor de seguridad, de la gráfica de barras podemos inferir que la mayoría de valores del peso de la mezcla por m^3 de concreto (densidad) cumplen con los rangos normales que varía entre 2240 kg/m^3 a 2460 kg/m^3 para concreto de peso normal, algunos autores consideran que la densidad del concreto esta entre 2200 a 2400 kgf/m^3, por tal motivo valores de peso unitario del concreto entre 2200 a 2240 kg/m^3 lo consideraremos en el rango aceptable.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Según la figura, el peso de la mezcla por m^3 de concreto (densidad o peso unitario) para TMN de ½" y ¾" de la cantera Franed varía entre 2238 kg/m^3 a 2316 kg/m^3 los cuales están dentro del rango normal. La cantera Quillacona nos da valores entre 2214 kg/m^3 a 2271 kg/m^3 los cuales en su mayoría están en el rango aceptable, esto se debe al bajo peso específico de los agregados y son más porosos que las otras 2 canteras. Finalmente, La cantera La Poderosa varía entre 2312 kg/m^3 a 2378 kg/m^3 que si están dentro del rango normal y óptimo.



	Con Factor	Sin Factor	Con Factor	Sin Factor	Con Factor	Sin Factor	Con Factor	Sin Factor
	FRANED		QUILLACONA		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN		PODEROSA	
P. U. TMN 1/2"	2297	2282	2201	2198	2214	2199	2294	2286
P. U. TMN 3/4"	2322	2312	2248	2240			2327	2323

Figura 120: Variación del peso unitario del concreto elaborado con cemento Yura tipo IP.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

La figura 120 muestra la variación del peso unitario del concreto elaborado con cemento Yura tipo IP para cada cantera, TMN y de acuerdo al diseño de mezclas considerando o no el factor de seguridad.

Según la figura, el peso de la mezcla por m^3 de concreto (densidad o peso unitario) para TMN de ½" y ¾" de la cantera Franed varía entre 2282 kg/m^3 a 2322 kg/m^3 los cuales están dentro del rango normal.

La cantera Quillacona nos da valores entre 2214 kg/m^3 a 2248 kg/m^3 los cuales en su mayoría están en el rango aceptable por debajo del rango normal y óptimo, esto se debe al bajo peso específico de los agregados respecto de las otras 2 canteras.

La cantera La Poderosa varía entre 2286 kg/m^3 a 2327 kg/m^3 que si están dentro del rango normal y óptimo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

A continuación, se muestra las gráficas de barras de concretos elaborados con cemento Wari tipo I y cemento Yura tipo HE, los cuales por sus características nos brindan un acelerado desarrollo de las resistencias iniciales y finales. Veremos que tienen similares características que cuando elaboramos concretos convencionales y que cumplen en su mayoría con los rangos normales para concreto de peso normal.

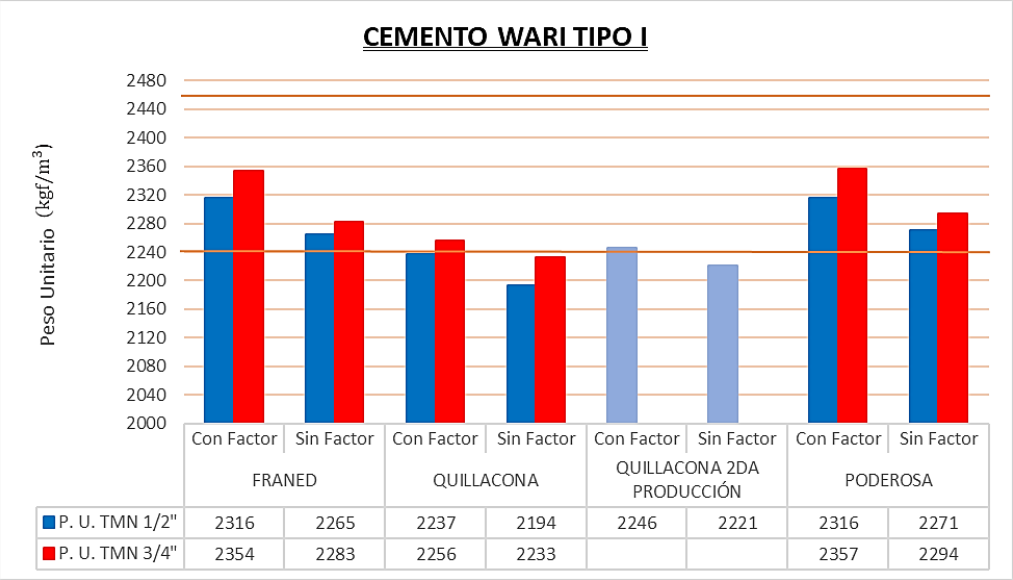


Figura 121: Variación del peso unitario del concreto elaborado con cemento Wari tipo I.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

La figura 121 de barras muestra la variación del peso unitario del concreto elaborado con cemento Wari tipo I para cada cantera, TMN y de acuerdo al diseño de mezclas considerando o no el factor de seguridad.

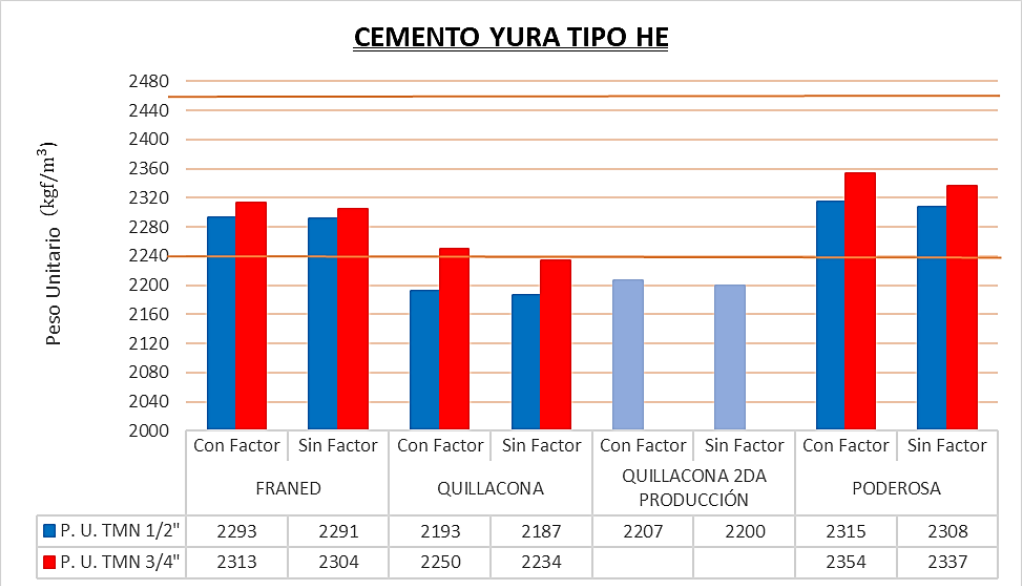
Según la figura de barras, el peso unitario para TMN de ½" y ¾" de la cantera Franed varía entre 2265 kg/m^3 a 2354 kg/m^3 los cuales están dentro del rango normal. La cantera Quillacona nos da valores entre 2221 kg/m^3 a 2256 kg/m^3 los cuales en su mayoría están en el rango aceptable por debajo del rango normal, esto se debe al bajo peso específico de los agregados respecto de las otras 2 canteras.

La cantera La Poderosa varía entre 2271 kg/m^3 a 2357 kg/m^3 que si están dentro del rango normal. Se observa que los diseños con factor de seguridad tienen ligeramente mayor peso unitario que los concretos diseñados sin factor de seguridad, esto se debe principalmente a la variación en cantidad de materiales que ingresan en ambos casos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA



	Con Factor	Sin Factor	Con Factor	Sin Factor	Con Factor	Sin Factor	Con Factor	Sin Factor
	FRANED		QUILLACONA		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN		PODEROSA	
P. U. TMN 1/2"	2293	2291	2193	2187	2207	2200	2315	2308
P. U. TMN 3/4"	2313	2304	2250	2234			2354	2337

Figura 122: Variación del peso unitario del concreto elaborado con cemento Yura tipo HE.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Según la figura 122, el peso unitario para TMN de ½" y ¾" de la cantera Franed varía entre 2291 kg/m^3 a 2313 kg/m^3 los cuales están dentro del rango normal. La cantera Quillacona nos da valores entre 2200 kg/m^3 a 2250 kg/m^3 los cuales en su mayoría están en el rango aceptable por debajo del rango normal, esto se debe al bajo peso específico de los agregados respecto de las otras 2 canteras. La cantera La Poderosa varía entre 2308 kg/m^3 a 2354 kg/m^3 que si están dentro del rango normal.

Podemos concluir que una de las causas principales de la variación de del peso de la mezcla por m^3 de concreto (densidad o peso unitario) se debe al peso específico de los agregados de cada cantera, siendo los valores de las canteras de Franed y La Poderosa un poco cercanos y altos, mientras que la cantera Quillacona tiene un bajo peso específico lo cual hace que tengamos valores en su mayoría en el rango aceptable ligeramente menores al rango normal de concretos de peso normal.

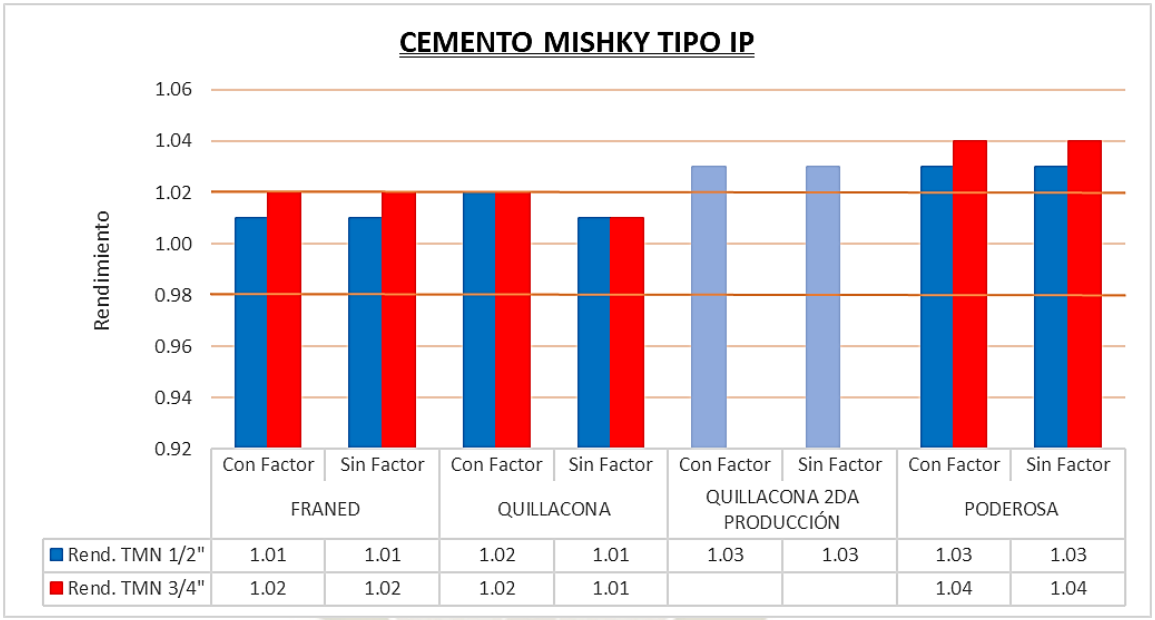
También se pudo observar que los diseños con factor de seguridad tienen ligeramente mayor peso unitario que los concretos diseñados sin factor de seguridad, esto se debe principalmente a la variación en cantidad de materiales que ingresan en ambos casos. El concreto convencional y concretos de resistencias altas a temprana edad, tienen un similar comportamiento y características en cuanto peso unitario.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Rendimiento



	Con Factor	Sin Factor	Con Factor	Sin Factor	Con Factor	Sin Factor	Con Factor	Sin Factor
	FRANED		QUILLACONA		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN		PODEROSA	
Rend. TMN 1/2"	1.01	1.01	1.02	1.01	1.03	1.03	1.03	1.03
Rend. TMN 3/4"	1.02	1.02	1.02	1.01			1.04	1.04

Figura 123: Rendimiento del concreto con cemento Mishky tipo IP por cantera, TMN.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

La figura 123 de barras muestra la variación del rendimiento del concreto elaborado con cemento Mishky tipo IP para cada cantera, TMN y de acuerdo al diseño de mezclas considerando o no el factor de seguridad, de la gráfica de barras podemos observar que la mayoría de valores de rendimiento de la mezcla están dentro del rango aceptable que es 1 ± 2 %, es decir, entre 0.98 a 1.02 de rendimiento. Sin embargo, el valor teórico óptimo de 1, lo cual significa que valores menores a este indica déficit de producción de concreto, mientras que valores mayores a 1 significa que hay un exceso de producción de la mezcla aceptable. De la gráfica podemos ver que todos los valores son mayores de 1, lo que significa que hay un exceso de producción del concreto, pero además Quillacona 2 y La Poderosa están por encima del límite de 1.02, lo cual indica que debe reajustarse mejor para evitar exceso de desperdicio.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

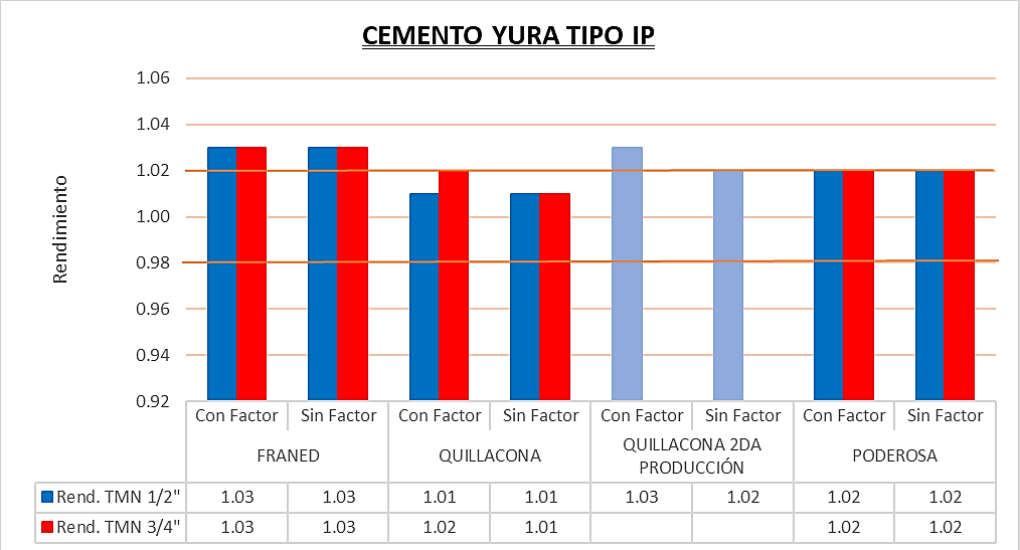


Figura 124: Rendimiento del concreto con cemento Yura tipo IP por cantera y TMN.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

De la figura 124 de barras podemos observar que los valores de rendimiento de la mezcla de las canteras Franed, Quillacona y La Poderosa están por encima del valor teórico óptimo de 1, además Franed y Quillacona 2 por encima del rango superior de 1.02, lo cual significa que hay un exceso de producción de la mezcla lo cual se vio reflejado en laboratorio al tener mezcla sobrante de concreto y que puede ajustarse mejor para evitar exceso de desperdicio en la tanda.

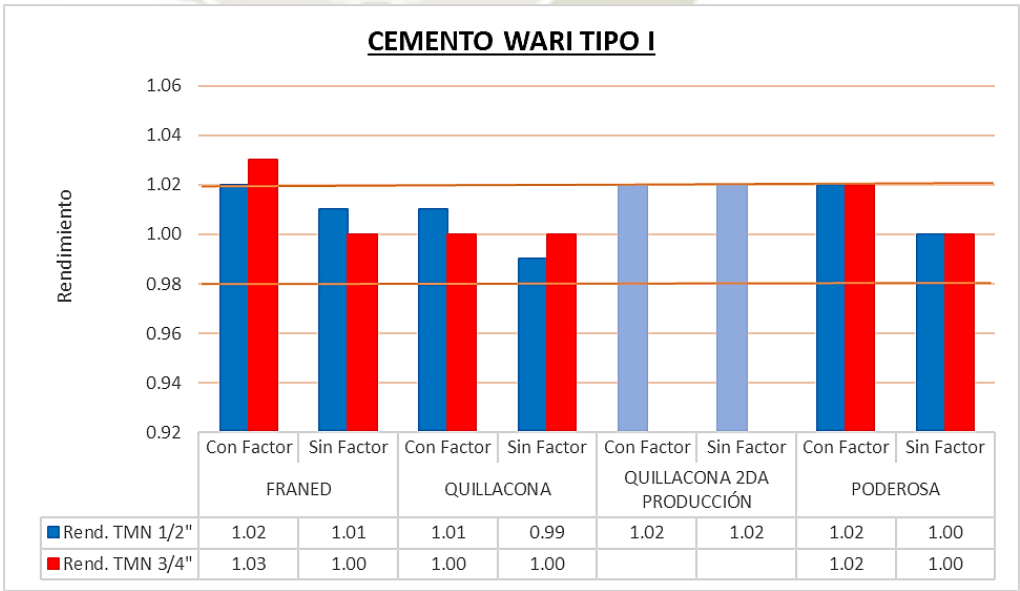


Figura 125: Rendimiento del concreto con cemento Wari tipo I por cantera y TMN.

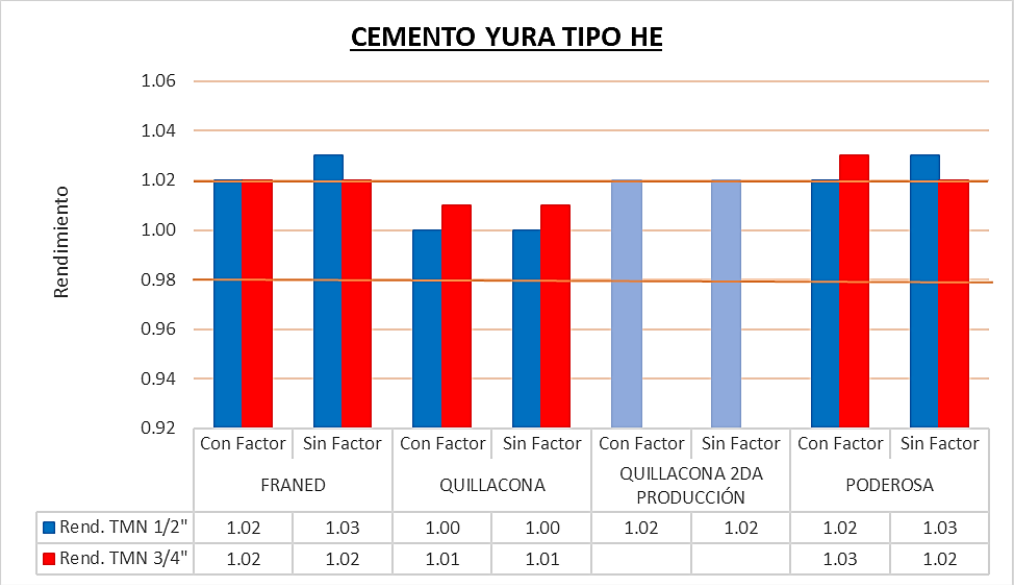
Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De la figura 125 de barras podemos observar que 1 valor de rendimiento de la mezcla de las canteras Franed está por encima del rango superior de 1.02, lo cual significa que hay un exceso de producción de la mezcla y que puede ajustarse para evitar exceso en la tanda. Mientras que los demás valores de rendimiento de la cantera Franed, Quillacona y La Poderosa, están dentro del rango aceptable de rendimiento, pero superiores a 1 lo que significa exceso aceptable.



	FRANED		QUILLACONA		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN		PODEROSA	
	Con Factor	Sin Factor	Con Factor	Sin Factor	Con Factor	Sin Factor	Con Factor	Sin Factor
Rend. TMN 1/2"	1.02	1.03	1.00	1.00	1.02	1.02	1.02	1.03
Rend. TMN 3/4"	1.02	1.02	1.01	1.01			1.03	1.02

Figura 126: Rendimiento del concreto con cemento Yura tipo HE por cantera y TMN.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Se observa que la mayoría de los valores de rendimiento de la mezcla de las canteras Franed, Quillacona y La Poderosa están dentro del rango aceptable de rendimiento, pero también hay valores por encima del valor rango superior de 1.02, lo cual significa que hay un exceso de producción de la mezcla de concreto y que puede ajustarse mejor para evitar exceso de desperdicio.

Podemos concluir que una de las causas principales de la variación del rendimiento es la cantidad de materiales (arena fina, arena gruesa, agua y cemento) por m^3 que ingresa en el diseño de mezclas y esto varía de acuerdo al método de diseño porque a diferencia del método de diseño del comité ACI 211 hay otros métodos como el método Walker que considera las características del agregado grueso si es redondeado o angular, toma en consideración otras tablas, lo cual provoca una variación de la cantidad de los materiales que ingresan al concreto, pero analizar en cuanto varían entre los diferentes métodos de diseños de mezclas no es el fin de esta investigación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.4 ANÁLISIS Y RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

4.4.1 Resistencia a la compresión

4.4.1.1 Análisis comparativo de resistencias a la compresión por producción

- **Cantera Quillacona primera y segunda producción**

La cantera Quillacona hizo 2 producciones de agregado de TMN ½", al inicio de su explotación producían un agregado que se salían por completo de los límites del uso granulométrico, por ende, tenía una mala gradación que afectaba la trabajabilidad de la mezcla. Sin embargo, la cantera hizo una mejora de la granulometría que lo denominamos 2da producción de agregado de TMN ½".

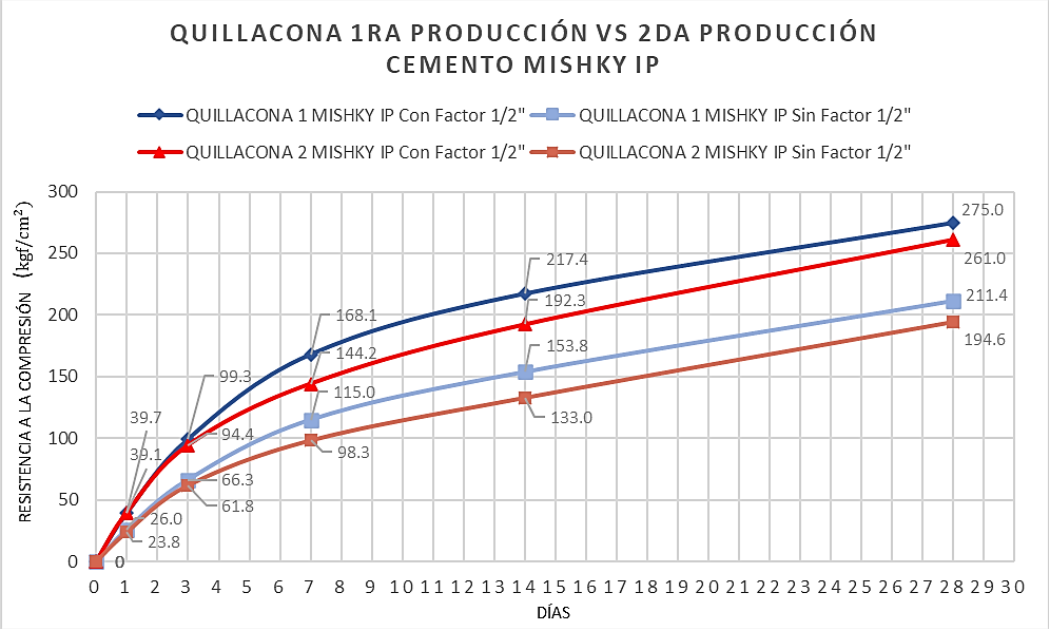


Figura 127: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con cemento Mishky tipo IP.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

De acuerdo a la gráfica 127, se observa que el desarrollo de resistencias de 1, 3, 7, 14 y 28 días usando los agregados de la 1ra y 2da producción, siguen el mismo patrón de comportamiento, pero gráficamente podemos ver que la cantera Quillacona en su primera producción nos da valores de resistencia mayores que la segunda producción, a pesar de tener bajo asentamiento de 1.25" – 1.5".

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cuando se mejoró la granulometría del agregado de la 2da producción el asentamiento subió a 2.25" – 2.5" y para llegar al asentamiento de diseño de 3" a 4" se adicionó agua mínima de 100 ml obteniendo un asentamiento de 3" – 3.25" mejorando así la trabajabilidad de la mezcla, pero el incremento de agua causó una disminución de la resistencia a lo largo de la curva de desarrollo de la resistencia del concreto, lo cual no se recomienda, pero nos ayuda a entender la variación.

El rango de variación porcentual de las resistencias a la compresión entre la primera producción y la segunda producción de la cantera Quillacona fue de la siguiente manera en el caso de diseños de mezcla con factor de seguridad, a 1, 3, 7, 14 y 28 días fue de 1.5%, 4.9%, 14.2%, 11.5% y 5.1% respectivamente, mientras que, para el caso de diseños de mezcla sin factor de seguridad, a 1, 3, 7, 14 y 28 días fue de 8.5%, 6.8%, 14.5%, 13.5% y 7.9% respectivamente. Cabe mencionar que estos porcentajes son de referencia, con el fin de entender como han variado las resistencias a causa de la mejora en la granulometría y el aumento mínimo de agua, porque no hay una base de datos que nos permita obtener porcentajes de variación más precisos.

También se observa en la gráfica, que los diseños de mezcla con y sin factor de seguridad nos proporcionan valores bajos de resistencia respecto de la resistencia requerida de diseño (294 kgf/cm^2) y sin factor de seguridad (210 kgf/cm^2), esto se debe principalmente a las propiedades físicas, químicas y mecánicas del agregado. Vemos que la primera producción tiene valores de resistencia más cercanos a la resistencia requerida pero la trabajabilidad era pobre. Por tal motivo, si queremos hacer una comparación con las demás canteras consideramos la 2da producción por tener asentamientos dentro del rango de diseño como los demás diseños.

En la siguiente figura 128, vemos el análisis comparativo del desarrollo de resistencias del concreto elaborado con las 2 producciones de agregado TMN ½" de la cantera Quillacona, con cemento Yura tipo IP.

Se observa que el desarrollo de resistencias a 1, 3, 7, 14 y 28 días siguen el mismo patrón de comportamiento, pero gráficamente se ve que la cantera de Quillacona en su segunda producción nos da valores de resistencia ligeramente menores que la primera producción, debido a que se mejoró la gradación del

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

agregado (asentamiento de 1" – 1.25" subió a 2" – 2.25") y se adicionó agua mínima de 120 ml mejorando la trabajabilidad (asentamiento llegó a 3" – 3") pero disminuyendo la resistencia como se ve reflejado en la gráfica.

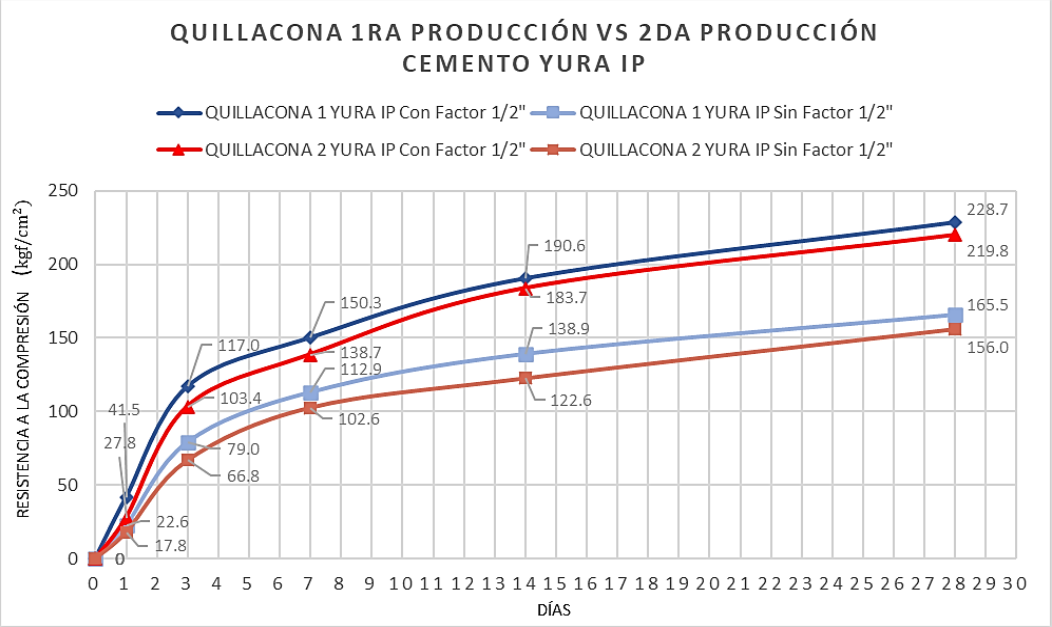


Figura 128: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con cemento Yura tipo IP.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

El rango de variación porcentual de las resistencias a la compresión entre la primera y segunda producción de la cantera Quillacona fue de la siguiente manera: para el diseño de mezcla con factor de seguridad a 1, 3, 7, 14 y 28 días fue de 33%, 11.6%, 7.7%, 3.6% y 3.9% respectivamente, mientras que para el caso de diseños de mezcla sin factor de seguridad a 1, 3, 7, 14 y 28 días fue de 21.2%, 15.4%, 9.1%, 11.7% y 5.7% respectivamente.

Estos porcentajes son de referencia, con el fin de entender como han variado las resistencias a causa de la mejora en la granulometría y el aumento de agua. También se observa que en el 1er día fue el cambio más notorio de resistencias llegando a variar en un 33% y 21.2% los diseños con y sin factor de seguridad.

Las resistencias a los 28 días con cemento Yura tipo IP fueron menores que la resistencia con cemento Mishky, por tal motivo, esta cantera tuvo un mejor comportamiento en esta propiedad con cemento Mishky tipo IP.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

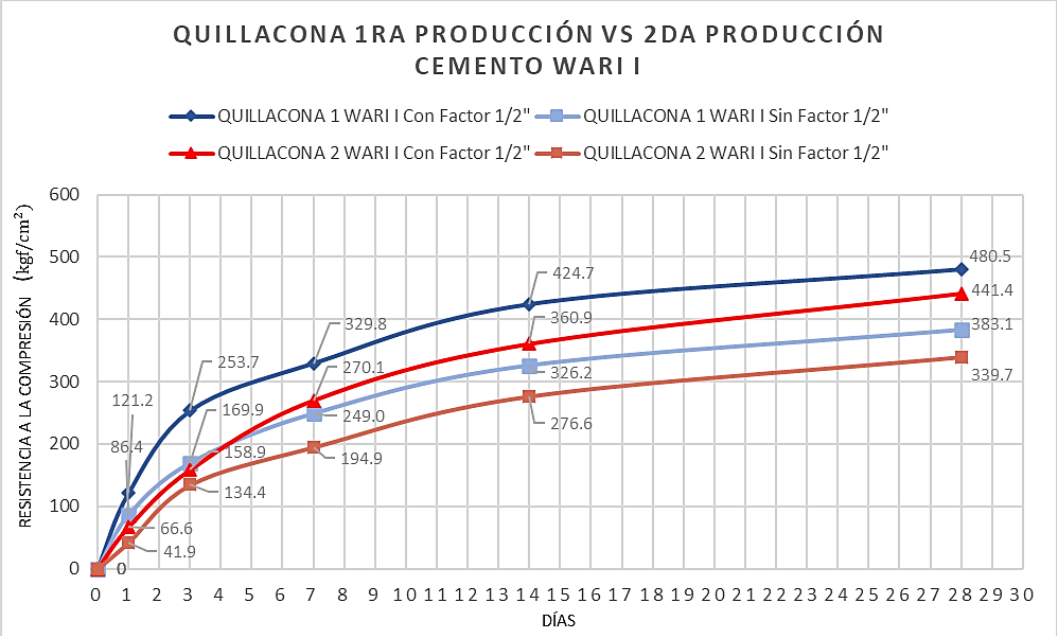


Figura 129: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con cemento Wari tipo I.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Se observa que el desarrollo de resistencias de 1, 3, 7, 14 y 28 días usando los agregados de la 1ra y 2da producción, siguen el mismo patrón de comportamiento pero gráficamente podemos ver que la cantera de Quillacona en su primera producción nos da valores de resistencia mayores que la segunda producción, a pesar de tener bajo asentamiento de 1.25” – 1.5”, cuando se mejoró la granulometría del agregado de la 2da producción el asentamiento subió a 2.25” – 2.5” y para llegar al asentamiento de diseño de 3” a 4” se adicionó agua mínima de 100 ml obteniendo un asentamiento de 3.25” – 3.25” mejorando así la trabajabilidad de la mezcla pero el incremento de agua causó una disminución de la resistencia a lo largo de la curva de desarrollo de la resistencia del concreto, el cual se ve en la gráfica.

El rango de variación porcentual de las resistencias a la compresión entre la 1ra y la 2da producción de la cantera Quillacona fue de la siguiente manera en el caso de diseños de mezcla con factor de seguridad, a 1, 3, 7, 14 y 28 días fue de 45%, 33.0%, 37.4%, 15.0% y 8.1% respectivamente, mientras que, para el caso de diseños de mezcla sin factor de seguridad, a 1, 3, 7, 14 y 28 días fue de 51.5%, 20.1%, 21.7%, 15.2% y 11.3% respectivamente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cabe mencionar que estos porcentajes son de referencia, con el fin de entender como han variado las resistencias a causa de la mejora en la granulometría y el aumento de agua, porque no hay una base de datos que nos permita obtener porcentajes de variación más precisos. También se observa que en el 1er día fue el cambio más notorio de resistencias llegando a variar en un 45% y 51.5% los diseños con y sin factor de seguridad respectivamente. Por tal motivo, si queremos hacer una comparación con las demás canteras consideramos la 2da producción por tener asentamientos dentro del rango de diseño.

En la siguiente gráfica 130, nos muestra el análisis comparativo del desarrollo de resistencias del concreto elaborado con las 2 producciones de agregado TMN ½" de la cantera Quillacona, con cemento Yura tipo HE, Se observa que el desarrollo de resistencias a 1, 3, 7, 14 y 28 días siguen el mismo patrón de comportamiento, pero gráficamente se ve que en su segunda producción nos da valores de resistencia ligeramente menores que la primera producción, debido a que se mejoró la gradación del agregado (asentamiento de 1" – 1.25" subió a 2" – 2.5") y se adicionó agua mínima de 120 ml mejorando la trabajabilidad (asentamiento llegó a 3" – 3.25") pero disminuyendo la resistencia como se ve en la gráfica.

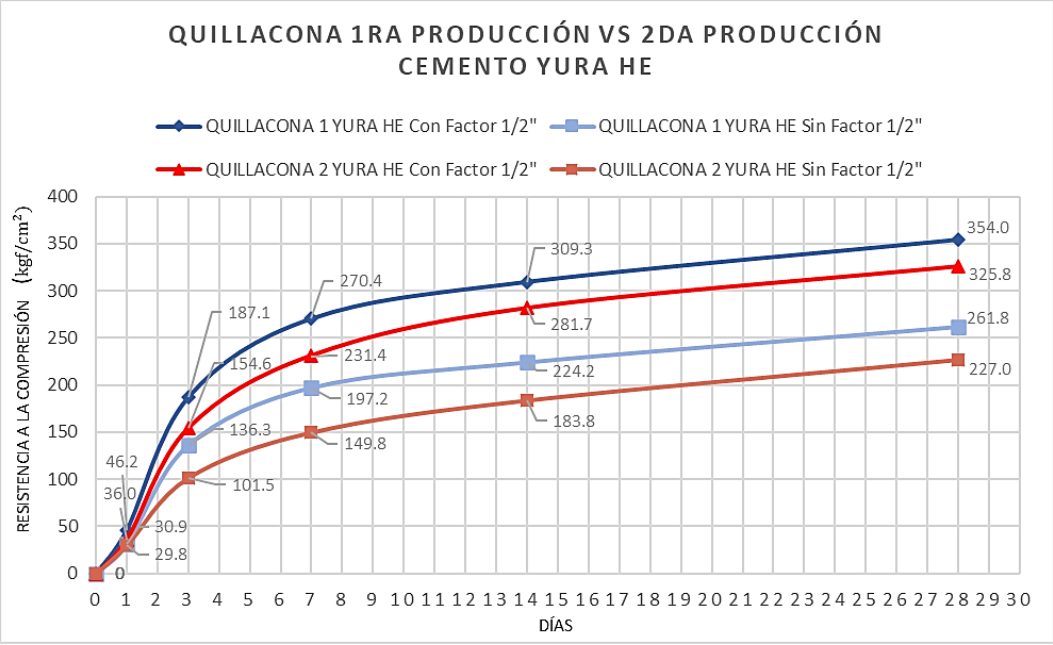


Figura 130: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con cemento Yura tipo HE.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El rango de variación porcentual de las resistencias a la compresión entre la primera producción y la segunda producción de la cantera Quillacona fue de la siguiente manera en el caso de diseños de mezcla con factor de seguridad, a 1, 3, 7, 14 y 28 días fue de 22.1%, 17.4%, 14.4%, 8.9% y 8.0% respectivamente, mientras que, para el caso de diseños de mezcla sin factor de seguridad, a 1, 3, 7, 14 y 28 días fue de 3.6%, 25.5%, 24.0%, 18.0% y 13.3% respectivamente.

Cabe mencionar que estos porcentajes son de referencia, con el fin de entender como han variado las resistencias a causa de la mejora en la granulometría y el aumento de agua, porque no hay una base de datos que nos permita obtener porcentajes de variación más precisos.

También se observa que en el 1er y 3er día fue el cambio más notorio de resistencias llegando a variar en un 22.1% y 25.5% los diseños con y sin factor de seguridad respectivamente. Por tal motivo, si queremos hacer una comparación con las demás canteras consideramos la 2da producción por tener asentamientos dentro del rango de diseño.

El objetivo de hacer un análisis comparativo entre ambas producciones de agregado de ½" de la cantera Quillacona es demostrar como varia las resistencias según los cambios y correcciones que se hicieron al agregado y al diseño de mezcla de concreto, estas gráficas nos ayudan a comprender con valores referenciales como ha sido el cambio en las curvas de desarrollo de las resistencias a 1, 3, 7, 14 y 28 días para los diferentes tipos de cemento produciendo así concretos convencionales y concretos de resistencias altas a temprana edad. Por tal motivo, en los siguientes ítems, las gráficas del análisis comparativo se harán considerando la 2da producción de agregados de TMN ½" de la catera de Quillacona por tener asentamientos dentro del rango de diseño y lograr un mejor análisis comparativo de las resistencias por cemento y canteras.

De la misma forma se quiso hacer con el agregado de TMN ¾" de la cantera Quillacona, pero esta cantera no realizó una 2da producción para este TMN, porque desde el inicio de su explotación solo producían un agregado de TMN ¾" que se salía de los límites del uso granulométrico, por ende, tenía una mala gradación que afectaba en la trabajabilidad de la mezcla y nos daba valores de asentamiento mucho menores a los valores de asentamiento de diseño de 3" a 4".

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En vista que era necesario corregir el asentamiento mejorando así la trabajabilidad del concreto para poder comparar con los demás tipos de cemento y canteras, que sí cumplían con el asentamiento de diseño, se procedió a adicionar el mínimo de agua entre 160 y 180 ml durante el mezclado de los materiales que ingresan en el concreto y luego corregir la relación a/c del diseño de mezclas. Esta adición aumentó el asentamiento inicial entre 1.5" a 2" para esta cantera.

Cabe resaltar que esos valores de resistencias van a ser valores menores a los que se hubieran obtenido realizando diferentes métodos de corrección como el uso de aditivos plastificantes, cambio de diseño de mezcla o variando los porcentajes de Ag. Fino y Ag. Grueso, lavando el agregado. Sin embargo, en vista que en obra muchas veces adicionan agua sin tener conocimiento de cómo afecta esto en la disminución de la resistencia, con fines académicos y para su mejor comprensión se adicionó esa cantidad mínima de agua solo hasta que la mezcla fue trabajable y este cercano a los rangos de diseño y los valores de resistencia que se obtuvieron son los valores referenciales mínimos que produce el concreto debido a dicha adición con lo cual tendremos la certeza que con otro tipo de corrección los resultados serán mucho mayores.

Por tal motivo, en los siguientes ítems las gráficas del análisis comparativo por cementos y canteras para los agregados de TMN ¾" se harán considerando la corrección del asentamiento, para tener asentamientos que estén dentro del rango de diseño (3" – 4") o dentro del rango aceptable y lograr un mejor análisis comparativo de las resistencias a la compresión.

Finalmente, como recomendación para la elaboración del concreto con agregados de esta cantera, puedan utilizar aditivo plastificante para diseños mayores o iguales a f'c = 210 kgf/cm^2 y puedan dosificar su diseño de mezcla sin ningún tipo de problemas de asentamiento, ni tengan que reducir ligeramente la resistencia final, y también dejamos abierto a futuras investigaciones para que puedan cambiar de diseños de mezclas u optimizar el diseño con la finalidad que puedan encontrar el diseño más optimo para esta cantera, sin la necesidad de hacer uso de aditivos. Nuestra investigación abre las puertas a futuras investigaciones para que, a partir de nuestros resultados de estas nuevas canteras, puedan realizar un análisis estadístico con la finalidad de tener valores mucho más precisos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.4.1.2 Análisis comparativo de resistencias a la compresión por cementos

Las gráficas que se muestran en este ítem, es el análisis comparativo del desarrollo de resistencias del concreto elaborado con agregados de TMN ½" y ¾" de las 3 canteras (Franed, Quillacona y La Poderosa), con el fin de observar el comportamiento de la propiedad del concreto en estado endurecido de acuerdo al tipo de cemento y TMN del agregado. El análisis comparativo se realizó teniendo en cuenta las consideraciones del ítem anterior.

- **Cemento Mishky tipo IP**

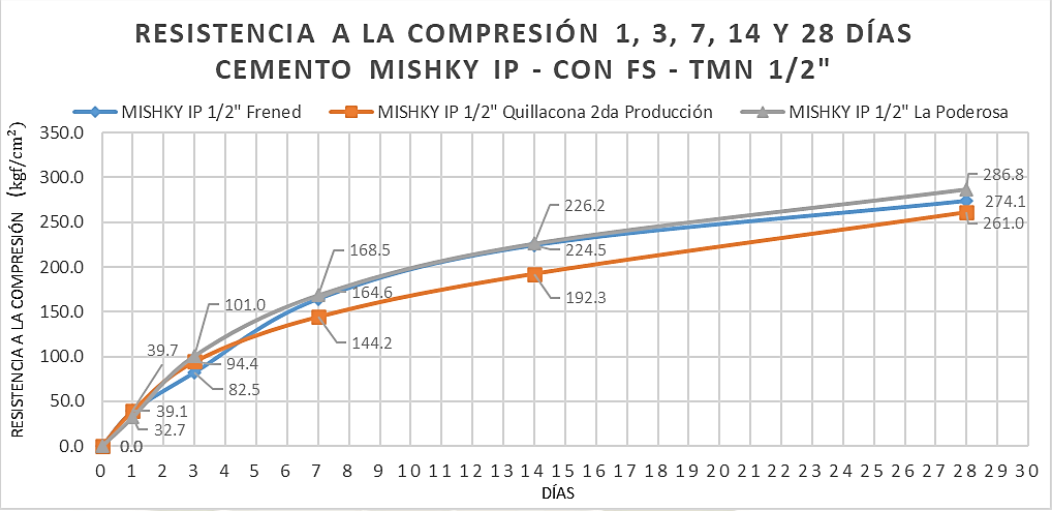


Figura 131: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento mishky tipo IP.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

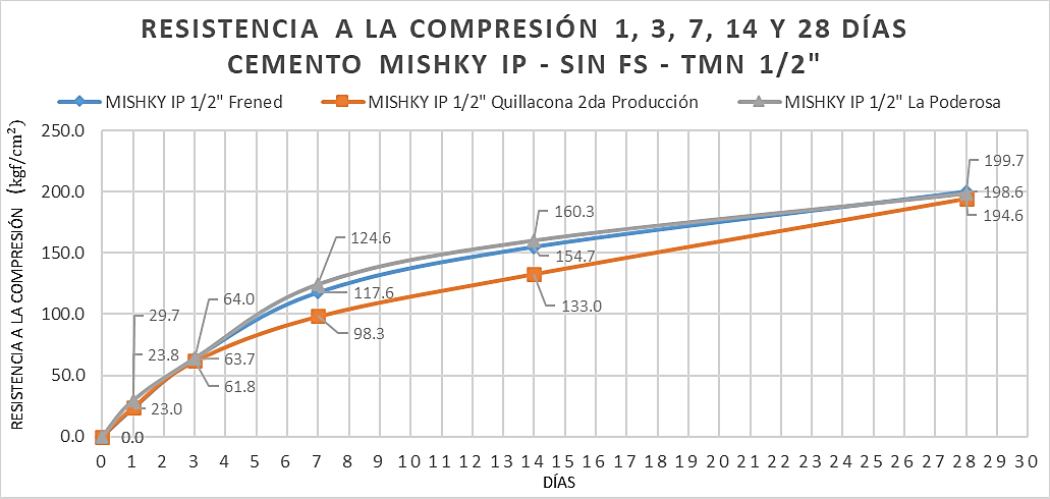


Figura 132: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento mishky tipo IP.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Las figuras 131 y 132, muestran el análisis comparativo del desarrollo de resistencias del concreto a 1, 3, 7, 14 y 28 días para las 3 canteras de estudio con TMN ½", diseñadas con y sin factor de seguridad.

Se observa de ambas gráficas que los agregados de TMN ½" de la cantera La Poderosa tiene un mejor comportamiento que los agregados de las nuevas canteras porque a lo largo de la curva de desarrollo de resistencias con y sin factor de seguridad supera a las demás y la cantera que le hace la competencia en cuanto a la propiedad de resistencia a la compresión es la cantera de Franed tal como se ve reflejado en las gráficas anteriores y que lo detallamos a continuación:

Los valores a 28 días que alcanzó la cantera La Poderosa diseñadas con y sin factor de seguridad, es de 286.8 y 199.7 kgf/cm^2 (137% y 95% del f'c = 210 kgf/cm^2) respectivamente. La cantera Franed tiene valores muy cercanos a la cantera La Poderosa y podemos decir que también tiene un buen comportamiento con el cemento Mishky tipo IP. Los valores de resistencia a los 28 días fueron de 274.1 y 198.6 kgf/cm^2 (130% y 94% del f'c) respectivamente. Y finalmente podemos decir que la cantera Quillacona en comparación a las otras 2 canteras es la que menor valor de resistencia nos muestra, obteniendo valores a 28 días de 261.0 y 194.6 kgf/cm^2 (124% y 93% de la resistencia deseada) respectivamente.

Las siguientes figuras nos muestran el análisis comparativo del desarrollo de resistencias del concreto elaborado con agregados TMN 3/4" de las 3 cantera con cemento Mishky tipo IP y diseñados con y sin factor de seguridad.

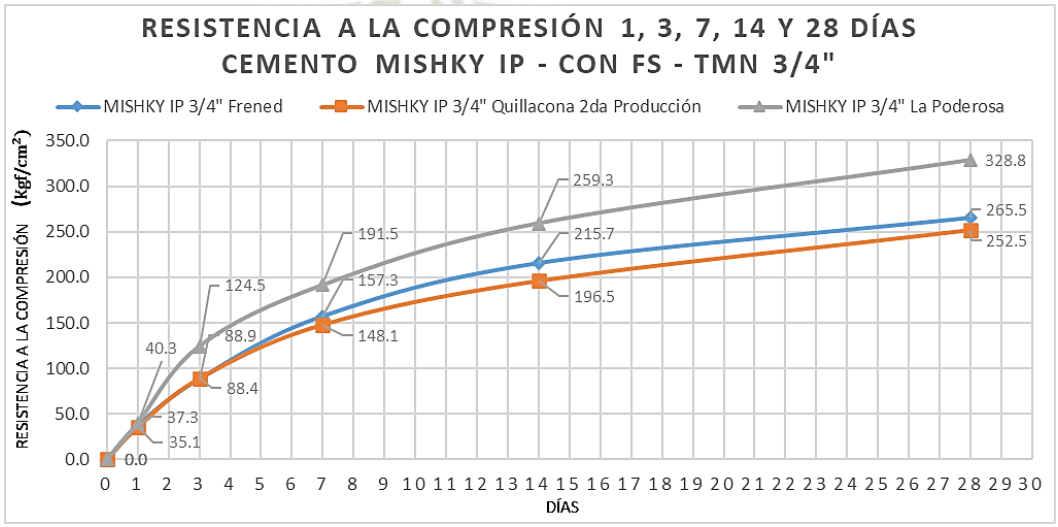


Figura 133: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento mishky tipo IP.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

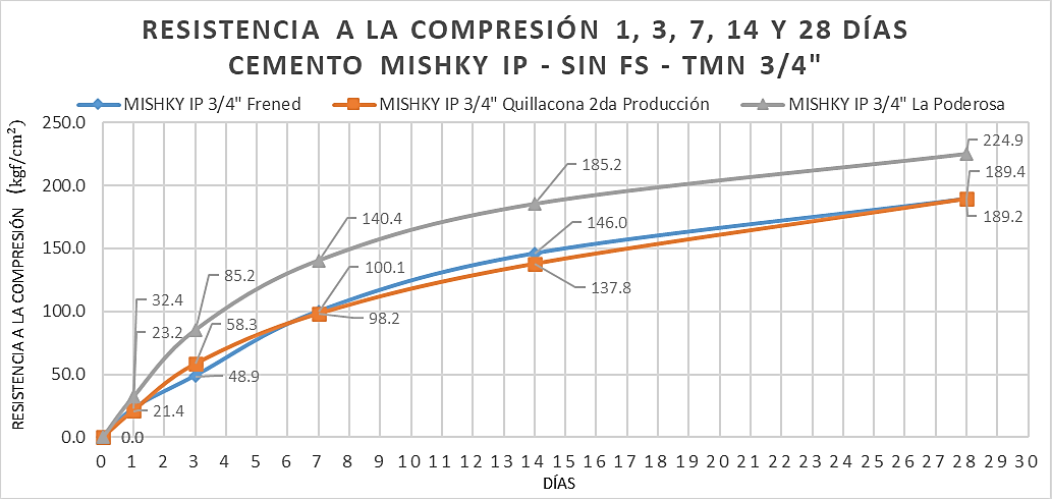


Figura 134: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento mishky tipo IP.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

Se observa de ambas figuras que, los agregados de TMN ¾" de la cantera La Poderosa tiene un mejor comportamiento que los agregados de las nuevas canteras porque a lo largo de la curva de desarrollo de resistencias con y sin factor de seguridad supera a las demás canteras y por mucho.

Los agregados de las nuevas canteras nos dan valores de resistencia a la compresión muy por debajo de la cantera La Poderosa y que lo detallamos:

Los valores a 28 días que alcanzó la cantera La Poderosa diseñadas con y sin factor de seguridad, es de 328.8 y 224.9 kgf/cm^2 (156% y 107% del f'c = 210 kgf/cm^2) respectivamente. La cantera Franed tiene valores muy bajos y lejanos a la cantera La Poderosa y podemos decir que tuvo un regular comportamiento con el cemento Mishky tipo IP. Los valores de resistencia que alcanzó a los 28 días fueron de 265.5 y 189.4 kgf/cm^2 (126% y 90% del f'c) respectivamente. Podemos decir que la cantera Quillacona nos dio valores cercanos a la cantera de Franed obteniendo valores a 28 días de 252.5 y 189.2 kgf/cm^2 (120% y 90% del f'c) respectivamente.

Finalmente, podemos concluir que usando cemento Mishky tipo IP, los agregados de La Poderosa de TMN ¾" tuvieron mejor desempeño que los agregados de TMN ½", pero sucedió lo contrario con las nuevas canteras porque los agregados de TMN ½" de Franed y Quillacona tuvieron mejor desempeño y dieron mejores resultados de resistencia a la compresión a 28 días que los agregados

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

de TMN ¾", esto se debe en partes a las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los agregados así como la gradación que influyen en la distribución dentro del concreto y esto se ve reflejado en los valores de resistencias.

- **Cemento Yura tipo IP**

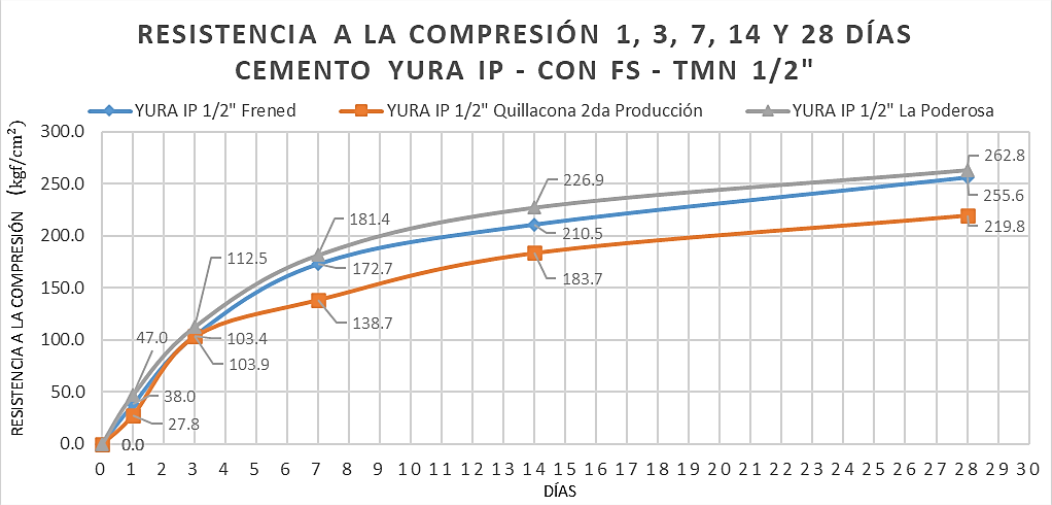


Figura 135: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento yura tipo IP.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

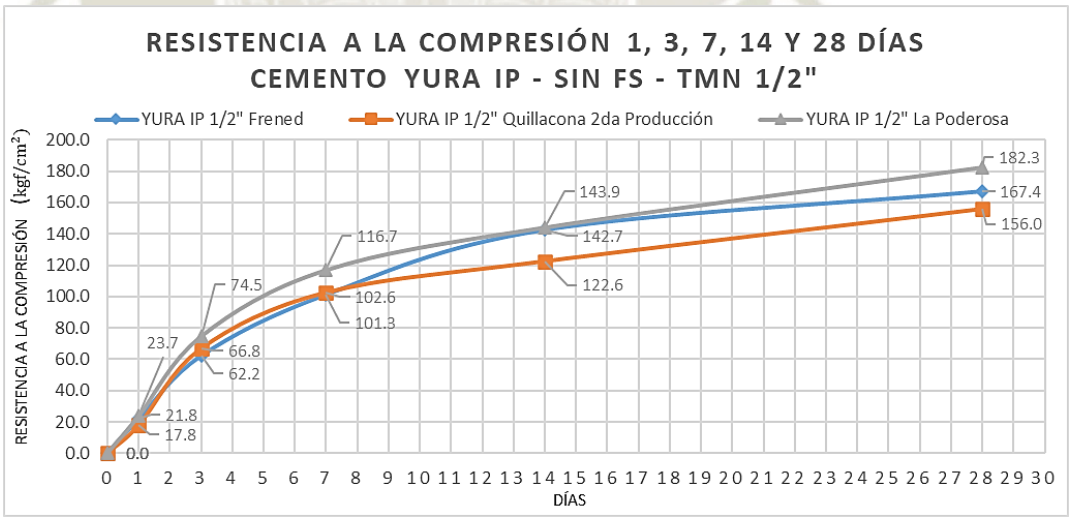


Figura 136: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento yura tipo IP.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Se observa de las gráficas, los agregados de TMN ½" de la cantera La Poderosa tiene un mejor comportamiento que los agregados de las nuevas canteras porque a lo largo de la curva de desarrollo de resistencias con y sin factor de seguridad supera a las demás canteras pero la cantera que le sigue muy de cerca y que le hace la competencia en cuanto a la propiedad de resistencia a la compresión es la cantera de Franed tal como se ve reflejado en las gráficas anteriores y que lo detallamos a continuación:

Los valores a 28 días que alcanzó la cantera La Poderosa diseñadas con y sin factor de seguridad, es de 262.8 y 182.3 kgf/cm^2 (125% y 87% del f'c = 210 kgf/cm^2) respectivamente. La cantera Franed tiene valores muy cercanos a la cantera La Poderosa y podemos decir que también tiene un buen comportamiento con el cemento Yura tipo IP. Los valores de resistencia a los 28 días fueron de 255.6 y 167.4 kgf/cm^2 (122% y 80% de la resistencia deseada) respectivamente.

Finalmente podemos decir que la cantera Quillacona en comparación a las otras 2 canteras, es la que menor valor de resistencia nos muestra, obteniendo valores a 28 días de 219.8 y 156.0 kgf/cm^2 (105% y 74% de la resistencia deseada) respectivamente.

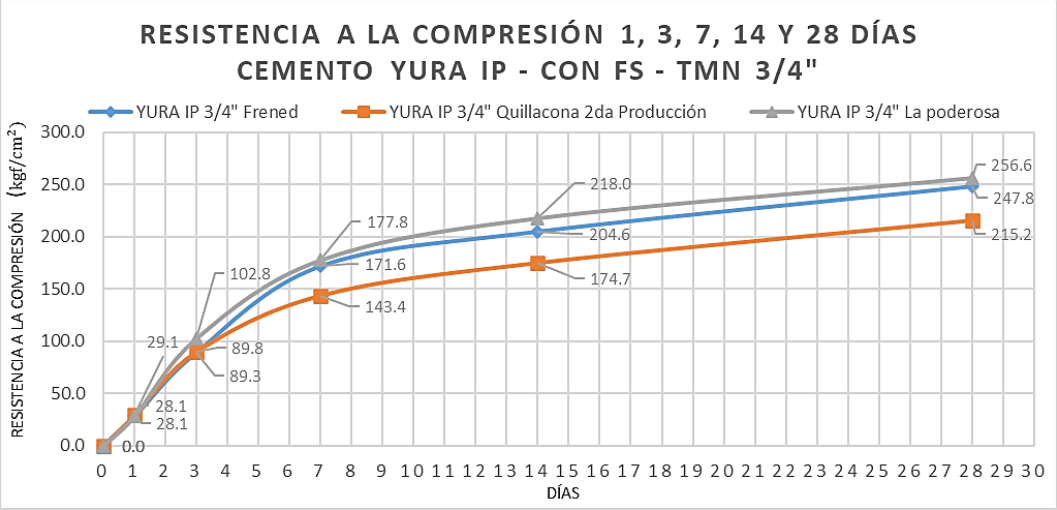


Figura 137: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento yura tipo IP.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

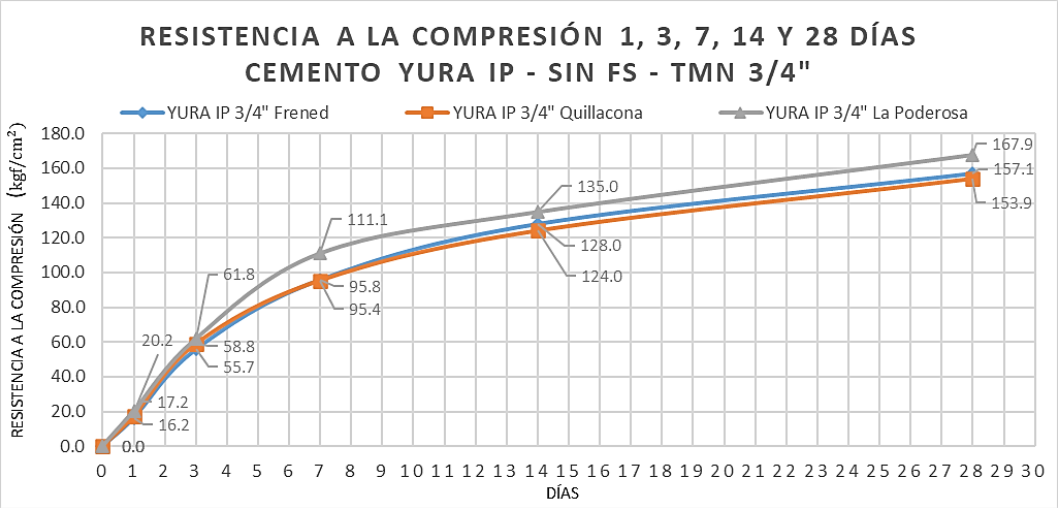


Figura 138: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento yura tipo IP.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

Las anteriores figuras, nos muestran el análisis comparativo del desarrollo de resistencias del concreto elaborado con agregados TMN 3/4" de las 3 cantera (Franed, Quillacona y La Poderosa) con cemento Yura tipo IP y diseñados con y sin factor de seguridad. Se observa de ambas gráficas que los diseños con factor de seguridad los agregados de TMN ¾" de la cantera La Poderosa y Franed tienen un mejor comportamiento que los agregados de la cantera Quillacona porque a lo largo de la curva de desarrollo de resistencias la superan, pero en diseños sin factor de seguridad la cantera de La Poderosa supera a las demás canteras nuevas tal como se ve en las gráficas y que lo detallamos:

Los valores a 28 días que alcanzó la cantera La Poderosa diseñadas con y sin factor de seguridad, es de 256.6 y 167.9 kgf/cm^2 (122% y 80% del f'c = 210 kgf/cm^2) respectivamente. La cantera que le hace la competencia es Franed el cual tiene valores muy cercanos y por ende tuvo buen comportamiento con el cemento Yura tipo IP.

Los valores de resistencia que alcanzó a los 28 días fueron de 247.8 y 157.1 kgf/cm^2 (118% y 75% de la resistencia deseada) respectivamente. Y finalmente la cantera Quillacona nos dio valores muy bajos respecto de las demás obteniendo valores a 28 días de 215.2 y 153.9 kgf/cm^2 (103% y 73% de la resistencia deseada) respectivamente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Finalmente, podemos concluir que los agregados de La Poderosa, Franed y Quillacona de TMN ¾" tuvieron mejor desempeño que los agregados de TMN ½", debido a que dieron mejores resultados de resistencia a la compresión a 28 días.

- **Cemento Wari tipo I**

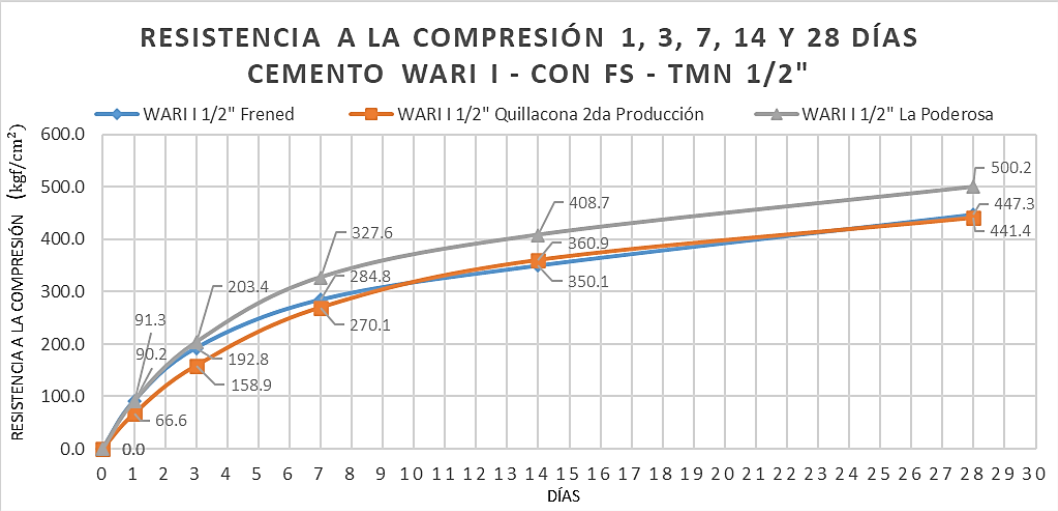


Figura 139: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento wari tipo I.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

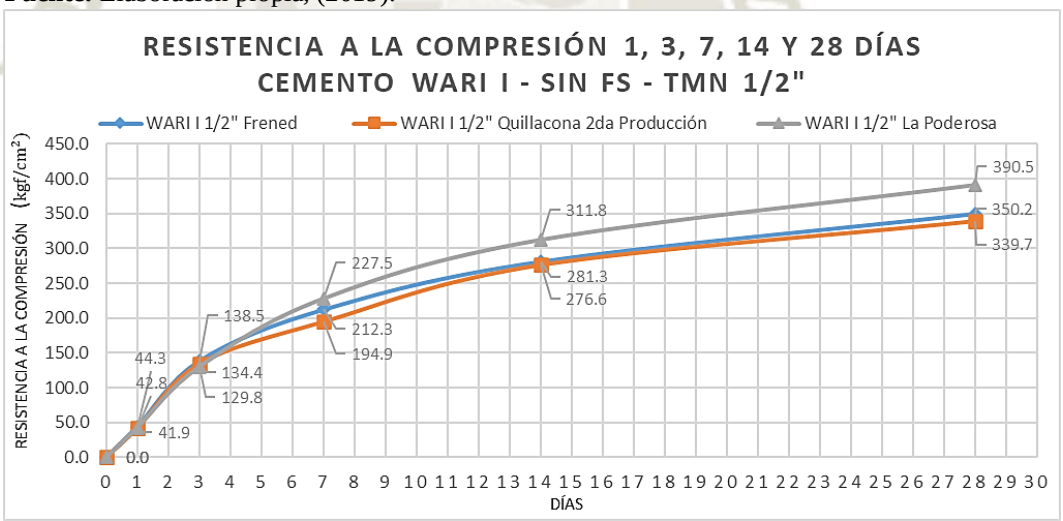


Figura 140: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento wari tipo I.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Se observa de ambas figuras, que los agregados de TMN ½" de la cantera La Poderosa tiene un mejor comportamiento que los agregados de las nuevas canteras porque a lo largo de la curva de desarrollo de resistencias con y sin factor de seguridad supera a las demás canteras y por mucho, Los agregados de las nuevas canteras nos dan valores de resistencia a la compresión muy por debajo de la cantera La Poderosa y que lo detallamos a continuación:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Los valores a 28 días que alcanzó la cantera La Poderosa diseñadas con y sin factor de seguridad, es de 500.2 y 390.5 kgf/cm^2 superando en 238% y 186% la resistencia deseada respectivamente.

La cantera Franed tiene valores muy por debajo de la cantera La Poderosa, pero también supero la resistencia deseada en un 213% y 167% y los valores de resistencia que alcanzó a los 28 días fueron de 447.3 y 350.2 kgf/cm^2 respectivamente.

Finalmente, la cantera Quillacona nos dio valores muy por debajo que la cantera La Poderosa pero similares a la cantera Franed obteniendo valores a 28 días de 441.4 y 339.7 kgf/cm^2 y al igual que las anteriores llegó a superar la resistencia deseada de diseño en 210% y 162% respectivamente.

Finalmente, podemos decir que los valores de resistencias tan elevados a 28 días se deben principalmente al tipo de cemento, porque el cemento Wari tipo I hace que nos dé un acelerado desarrollo de resistencias a temprana edad logrando superar la resistencia deseada de 210 kgf/cm^2 a los 7 días de rotura aproximadamente.

Las siguientes figuras, nos muestran el análisis comparativo del desarrollo de resistencias del concreto elaborado con agregados TMN 3/4" de las 3 cantera (Franed, Quillacona y La Poderosa) con cemento Wari tipo I y diseñados con y sin factor de seguridad.

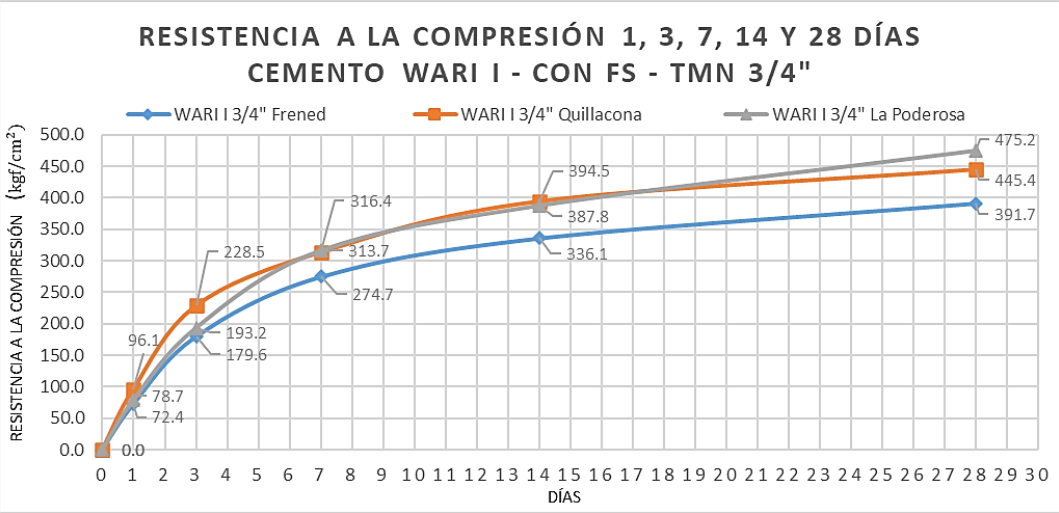


Figura 141: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento wari tipo I.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

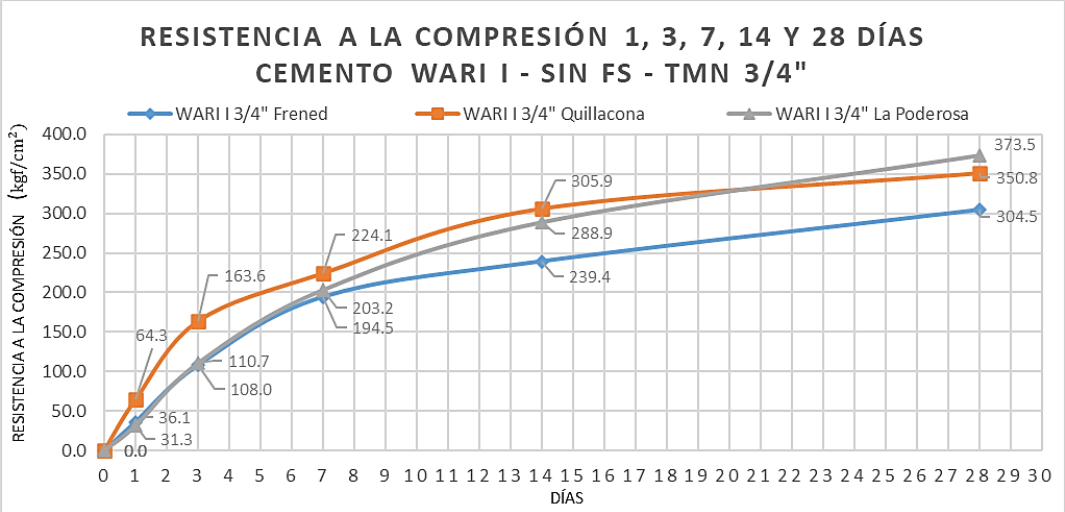


Figura 142: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento wari tipo I.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Se observa de ambas gráficas que los agregados de TMN ¾" de la cantera La Poderosa y Quillacona tienen un mejor comportamiento que los agregados de la cantera Franed porque a lo largo de la curva de desarrollo de resistencias con y sin factor de seguridad la superan y por mucho tal como se ve reflejado en las gráficas anteriores y que lo detallamos a continuación:

Los valores a 28 días que alcanzó la cantera La Poderosa diseñadas con y sin factor de seguridad, es de 475.2 y 373.5 kgf/cm^2 respectivamente. La cantera Quillacona le hace la competencia y se alcanzó valores de resistencia a los 28 días de 445.4 y 350.8 kgf/cm^2 respectivamente. Pero la cantera Franed nos dio valores muy por debajo que las otras canteras obteniendo valores a 28 días de 391.7 y 304.5 kgf/cm^2 respectivamente.

Finalmente, podemos concluir que los agregados de La Poderosa de TMN ¾" tuvieron mejor desempeño que las demás canteras, pero la caída en resistencia de la cantera de Franed en comparación de la cantera Quillacona se debe principalmente a su asentamiento que es de 4.5" el cual si se corrige reteniendo una cantidad de agua la relación agua/cemento disminuirá y por ende la resistencia aumentará llegando a igualar a las demás canteras.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

➢ **Cemento Yura tipo HE**

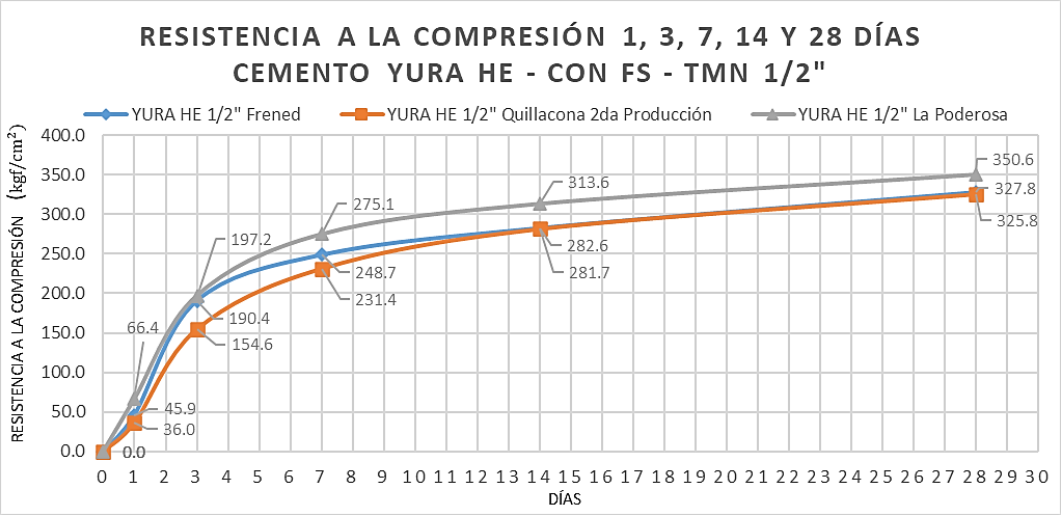


Figura 143: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento yura tipo HE.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

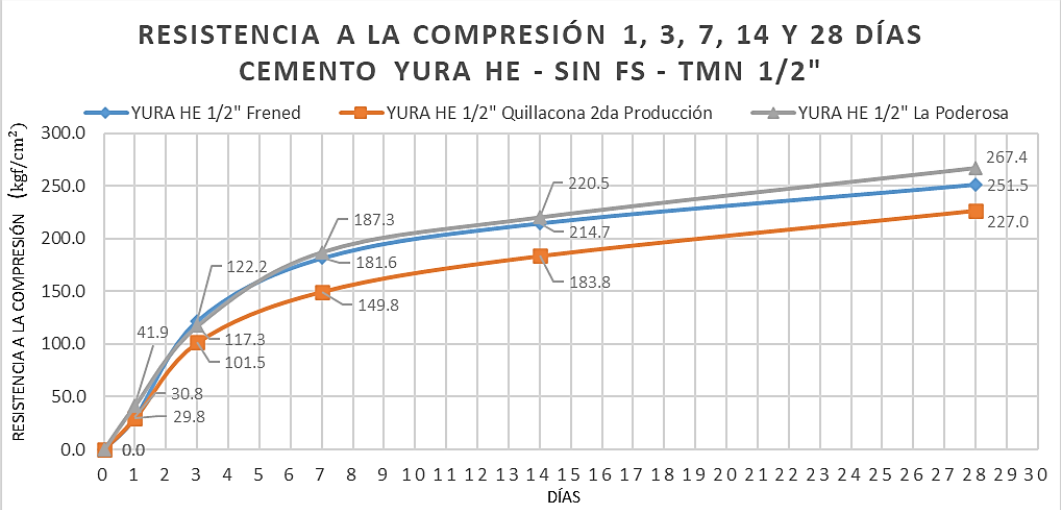


Figura 144: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento yura tipo HE.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

Se observa de las figuras, que los agregados de TMN ½" de la cantera La Poderosa supera ligeramente a las demás canteras y la cantera que le hace la competencia es la cantera de Franed tal como se ve reflejado en las gráficas y que lo detallamos a continuación:

Los valores a 28 días que alcanzó la cantera La Poderosa diseñadas con y sin factor de seguridad, es de 350.6 y 267.4 kgf/cm^2 superando en 167% y 127% la resistencia deseada respectivamente. La cantera Franed tiene valores muy cercanos

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

a la cantera La Poderosa y también supero la resistencia deseada en un 156% y 120%. Los valores de resistencia que alcanzó a los 28 días fueron de 327.8 y 251.5 kgf/cm^2 respectivamente.

La cantera Quillacona en comparación a las otras 2 canteras es la que menor valor de resistencia nos muestra, obteniendo valores a 28 días de 325.8 y 227.0 kgf/cm^2 respectivamente. y al igual q las anteriores llegó a superar la resistencia deseada de diseño en 155% y 108% respectivamente. Finalmente, podemos decir que los valores de resistencias elevados a 28 días se deben al tipo de cemento, porque el cemento yura tipo HE genera un acelerado desarrollo de resistencias a temprana edad logrando llegar aproximadamente a la resistencia deseada de 210 kgf/cm^2 a los 7 y 14 días de rotura para diseños con y sin factor de seguridad respectivamente.

Además, este cemento en comparación con el cemento wari tipo I, nos da valores de resistencia mucho menores, la variación se debe al tipo de clinker y a la generación al cual pertenecen.

Las siguientes figuras nos muestran el análisis comparativo del desarrollo de resistencias del concreto elaborado con agregados TMN 3/4" de las 3 cantera (Franed, Quillacona y La Poderosa) con cemento Yura tipo HE y diseñados con y sin factor de seguridad.

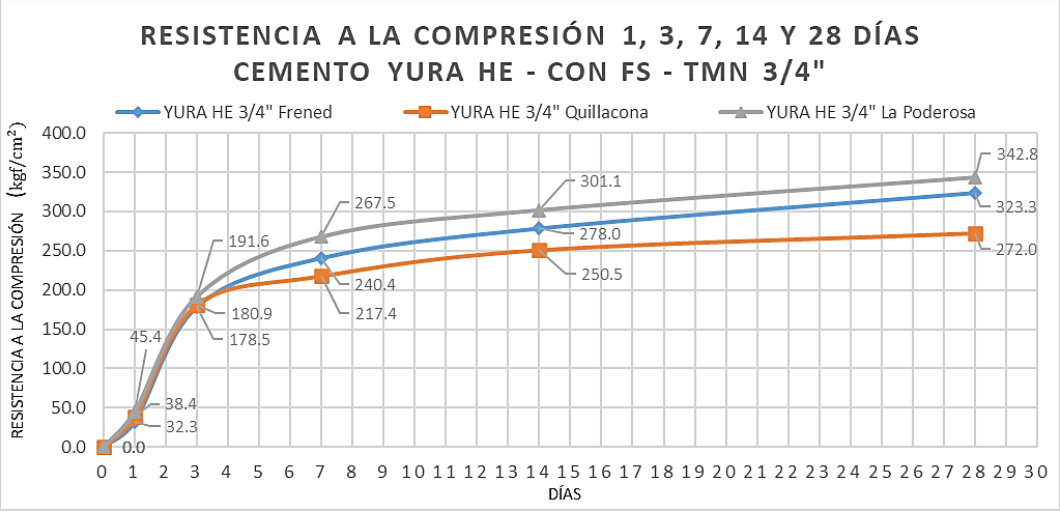


Figura 145: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento yura tipo HE.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

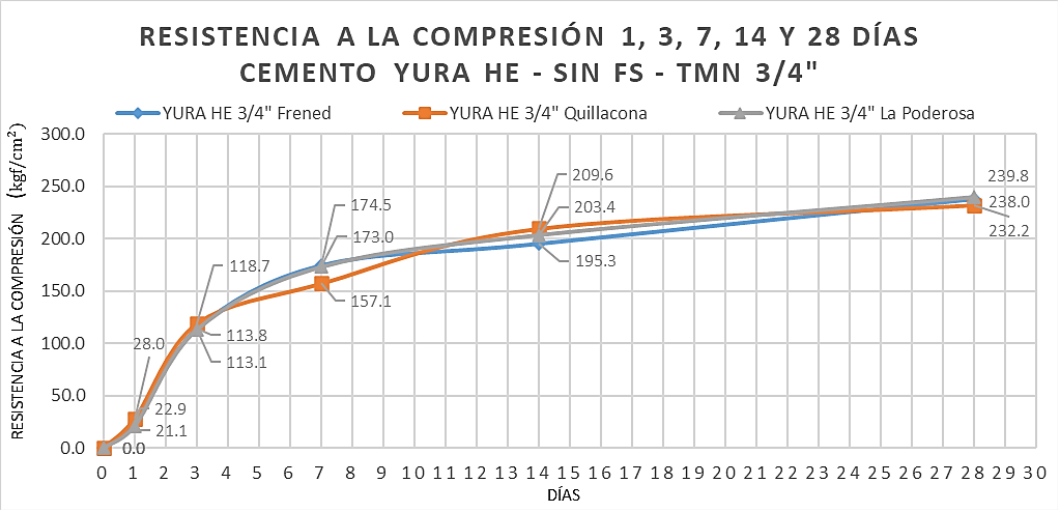


Figura 146: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento yura tipo HE.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Se observa de ambas figuras, que los agregados de TMN ¾" de la cantera La Poderosa tiene un buen comportamiento similar que los agregados de las nuevas canteras porque a lo largo de la curva de desarrollo de resistencias con factor de seguridad supera a las demás canteras, pero los diseños sin factor de seguridad tienen un similar comportamiento entre las 3 canteras tal como se ve reflejado en las gráficas anteriores y que lo detallamos a continuación:

Los valores a 28 días que alcanzó la cantera La Poderosa diseñadas con y sin factor de seguridad, es de 342.8 y 239.8 kgf/cm^2 respectivamente. La cantera Franed lo sigue muy de cerca y los valores de resistencia que alcanzó a los 28 días fueron de 323.3 y 238 kgf/cm^2 respectivamente. Por último, la cantera Quillacona nos dio valores muy similares a la cantera de Franed obteniendo valores a 28 días de 272.0 y 232.2 kgf/cm^2 respectivamente.

Finalmente, podemos concluir que los agregados de La Poderosa y Franed de TMN ½" tuvieron mejor desempeño que los agregados de TMN ¾", pero sucedió lo contrario con la nueva cantera Quillacona porque los agregados de TMN ½" Quillacona tuvieron mejor desempeño y dieron mejores resultados de resistencia a la compresión a 28 días que los agregados de TMN ¾". Además, los resultados de resistencia a la compresión usando cemento yura tipo HE nos da valores de resistencia mucho menores que usando cemento wari tipo I, la variación se debe al tipo de Clinker y a la generación al cual pertenecen dichos cementos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.4.1.3 Análisis comparativo de resistencias a la compresión por cantera e influencia del factor de seguridad

Durante las gráficas hablaremos sobre diseños con y sin factor de seguridad, esto se refiere a que en el momento de diseñar, uno de los primeros pasos de diseño es calcular la resistencia requerida de diseño, esto generalmente se trabaja con un registro de datos de por lo menos 30 valores de resistencia a la compresión, los cuales nos permiten obtener la desviación estándar y con ello utilizar las fórmulas para calcular el f'cr, pero en nuestra presente investigación no contamos con esa cantidad de registros.

Al ser nuevas canteras en proceso inicial de explotación, se hizo uso de otro criterio para el cálculo del f'cr el cual indica que cuando no exista una base de datos de resultados de muestras que nos permitan calcular la desviación estándar, la resistencia promedio requerida se calculará sumando los valores que se muestran en la tabla del ACI, siendo en nuestro caso, para un diseño de f'c = 210 kgf/cm^2 un factor de seguridad de +84 kgf/cm^2. Sabemos que cuando se usa este criterio, nuestra resistencia requerida de diseño aumenta y ahora es de f'cr = 294 kgf/cm^2 y nos da valores de resistencia mucho mayores, puesto que, con este criterio se aseguran de cumplir con el f'c = 210 kgf/cm^2 pero a la vez hace que sea más costoso porque necesita mayor cantidad de cemento y agregados y esto no ayuda si queremos optimizar los recursos y disminuir los costos y he ahí la importancia de tener un registro de datos para tener nuestra desviación estándar y con esta poder regular el factor de seguridad para que cada vez sea más óptimo y se llegue a la resistencia que deseamos.

Es por ello que, en la presente investigación, al no tener un registro de datos de resistencia a la compresión que nos dé una desviación estándar, se propuso diseñar considerando el factor de seguridad y sin considerar el factor de seguridad, con el fin de observar el rango referencial en el que varían nuestros concretos elaborados con las diferentes canteras y tipos de cemento.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El rango de variación porcentual teórico del f'cr = 294 kgf/cm^2 respecto de la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 es de un 40%, es decir, hay un 40% de factor de seguridad para cumplir con la resistencia deseada, pero con fines académicos y poder entender mejor el comportamiento del concreto elaborado con los agregados de nuestras nuevas canteras se diseñó también SIN considerar el factor de seguridad y poder observar cómo es el rango de variación de las resistencias diseñadas CON y SIN factor de seguridad de +84 kgf/cm^2 los cuales nos darán un límite superior e inferior referencial respectivamente.

Sabemos que, el Reglamento Nacional de Edificaciones E-060 "Concreto Armado" establece que se tiene que cumplir con los requisitos de aceptación para las resistencias deseadas en obra para cualquier elemento estructural, en el acápite 5.5.3.3, donde el criterio 1 indica que promedio aritmético de 3 probetas debe ser igual o mayor del f'c (en este caso f´c = 210 kgf/cm^2) y el criterio 2 indica que ningún resultado individual del ensayo de resistencia (promedio de 2 probetas) debe ser menor que el f'c en más de 35 kgf/cm^2; es decir, en nuestro caso no deben ser menores de 175 kgf/cm^2. Como explicamos al inicio, esto se debe a que el criterio de diseño se hace adicionando el factor de seguridad y con este factor si o si debe cumplir con la resistencia deseada. Tener en cuenta que, al no considerar el factor de seguridad, no cumpliremos con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 del primer criterio ni con lo que establece en el segundo criterio del RNE porque se le está castigando al momento de diseñar al no considerar el factor de seguridad y además depende de las propiedades físicas, químicas y mecánicas de los agregados. De acuerdo a nuestro trabajo de investigación se demostró que todos los diseños CON factor de seguridad cumplieron en superar el f'c = 210 kgf/cm^2, tal como lo recomienda el comité ACI 211 y el RNE; mientras que el concreto convencional diseñados SIN factor de seguridad con cemento Mishky tipo IP si cumplieron con el 2do criterio, y lo concretos elaborados con cemento Yura tipo IP no cumplieron con ambos criterios. Estos resultados diseñados sin factor de seguridad nos sirven de referencia como limites inferiores mas no son los adecuados para su empleo.

A continuación, se muestran las curvas de desarrollo de resistencias a lo largo de los 28 días, en estas gráficas se verá como es el comportamiento del concreto para una determinada cantera y cemento, cómo es el rango de variación referencial del concreto diseñados con y sin factor de seguridad en el diseño de mezclas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

➢ **Cantera Franed**

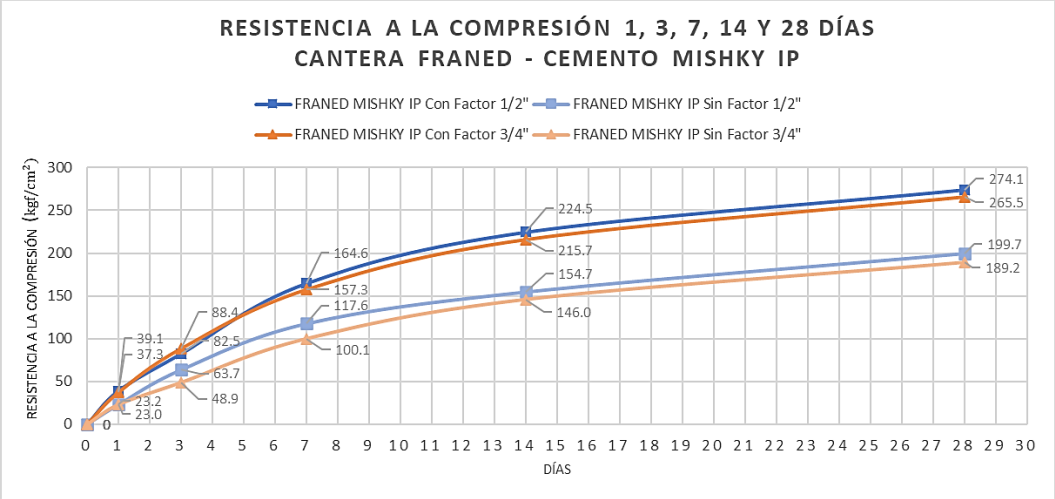


Figura 147: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Franed.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

En la figura, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera Franed los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ½" y ¾" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2, dando valores de resistencia a los 28 días de 274.1 y 265.5 kgf/cm^2. En cambio, tal como se esperaba, los diseños SIN FACTOR de seguridad no cumplieron con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a los 28 días para TMN ½" y ¾" de 199.7 y 189.2 kgf/cm^2 respectivamente los cuales están por debajo de 210 kgf/cm^2. Podemos decir que la cantera de Franed tuvo un buen comportamiento con el cemento Mishky tipo IP, porque los diseños Con factor de seguridad dieron valores altos y se pueden optimizar más los recursos.

El rango de variación referencial de los resultados de resistencia respecto de la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 (100% óptimo) para agregado de TMN ½" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 130% y 95% respectivamente y para el agregado de TMN ¾" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 126% y 90% respectivamente los cuales nos indican los limites superiores e inferiores del rango de variación de la resistencia para la cantera Franed de acuerdo al tamaño máximo nominal.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De este análisis se observa que hay aproximadamente una caída del 10% respecto de la resistencia deseada y un 30% de exceso respecto de la resistencia deseada y por ende nos muestra numéricamente que se puede optimizar mucho más los recursos y el diseño de mezclas teniendo un registro de datos que nos brinde una desviación estándar, esto nos permitirá optimizar el factor de seguridad y probablemente el Factor de Seguridad disminuirá por debajo de los 42 kgf/cm^2 de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis comparativo para el cemento Mishky tipo IP.

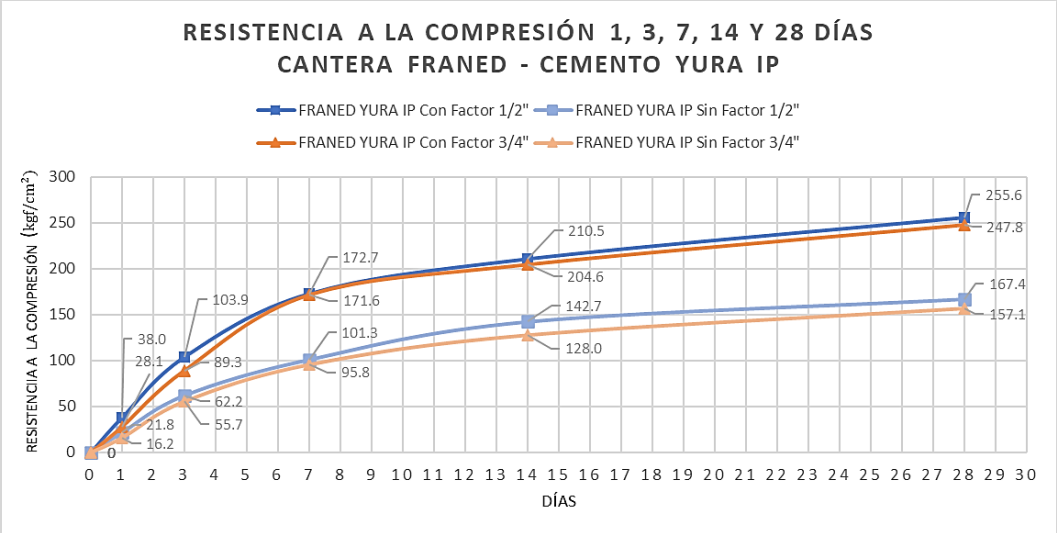


Figura 148: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Franed.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

De la figura. podemos ver que el concreto elaborado con la cantera Franed los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ½" y ¾" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2, dando valores de resistencia a los 28 días de 255.6 y 247.8 kgf/cm^2. En cambio, tal como se esperaba, los diseños SIN FACTOR de seguridad no cumplieron con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a los 28 días para TMN ½" y ¾" de 167.4 y 157.1 kgf/cm^2 respectivamente los cuales están por debajo de 210 kgf/cm^2. Podemos decir que la cantera de Franed tuvo un buen comportamiento con el cemento Yura tipo IP, porque los diseños Con factor de seguridad dieron valores altos y se pueden optimizar más los recursos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El rango de variación referencial de los resultados de resistencia respecto de la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 (100% óptimo) para agregado de TMN ½" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 122% y 80% respectivamente y para el agregado de TMN ¾" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 118% y 75% respectivamente los cuales nos indican los limites superiores e inferiores del rango de variación de la resistencia para la cantera Franed de acuerdo al tamaño máximo nominal.

De este análisis se observa que hay aproximadamente una caída del 25% respecto de la resistencia deseada y un 22% de exceso respecto de la resistencia deseada y por ende nos muestra numéricamente que se puede optimizar mucho más los recursos y el diseño de mezclas teniendo un registro de datos que nos brinde una desviación estándar, esto nos permitirá optimizar el factor de seguridad y probablemente el Factor de Seguridad disminuirá por debajo de los 60 kgf/cm^2 de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis comparativo para el cemento Yura tipo IP.

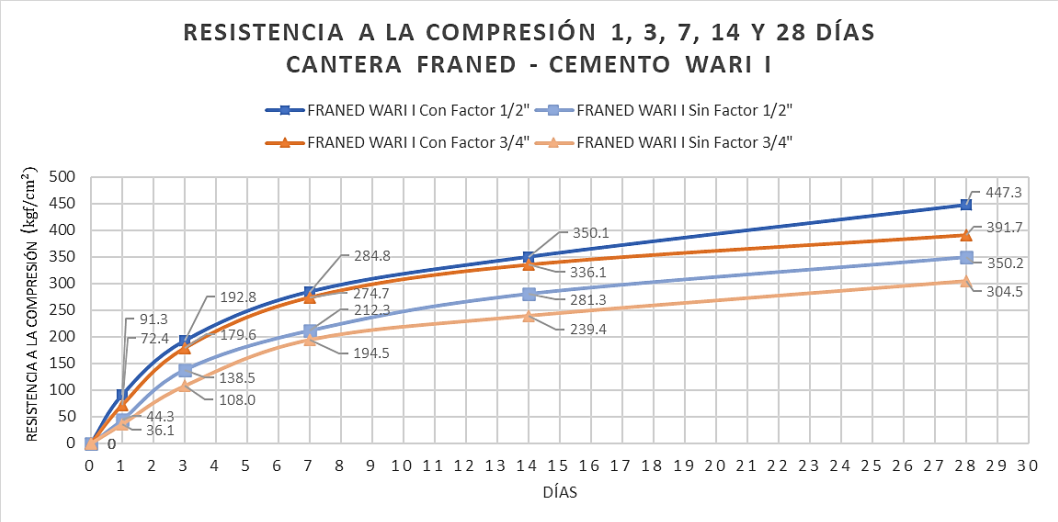


Figura 149: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Franed.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

De la figura, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera Franed los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ½" y ¾" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 a los 28 días dando valores de resistencia de 447.3 y 391.7 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De igual forma, los diseños SIN FACTOR de seguridad si cumplieron con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a los 28 días para TMN ½" y ¾" de 350.2 y 304.5 kgf/cm^{2}respectivamente los cuales están por encima de 210 kgf/cm^2.

De igual forma, analizando para los 14 días, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera Franed los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ½" y ¾" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 dando valores de resistencia de 350.1 y 336.1 kgf/cm^2.

De igual forma, los diseños SIN FACTOR de seguridad si cumplieron con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a los 14 días para TMN ½" y ¾" de 281.3 y 239.4 kgf/cm^{2}respectivamente los cuales están por encima de 210 kgf/cm^2.

Asimismo, para los 7dias, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera Franed los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ½" y ¾" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^{2}dando valores de resistencia de 284.8 y 274.7 kgf/cm^2. Sin embargo, los diseños SIN FACTOR de seguridad no cumplieron del todo con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a los 7 días para TMN ½" y ¾" de 212.3 y 194.5 kgf/cm^2 respectivamente los cuales están en un punto crítico cercano a 210 kgf/cm^2.

El rango de variación referencial de los resultados de resistencia respecto de la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 (100% óptimo) para agregado de TMN ½" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 213% y 187% para los 28 días, 167% y 134% para los 14 días y 136% y 101% para los 7 días respectivamente y para el agregado de TMN ¾" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 167% y 145% para los 28 días, 160% y 114% para los 14 días y 131% y 93% para los 7 días respectivamente; los cuales nos indican los limites superiores e inferiores del rango de variación de la resistencia para la cantera Franed de acuerdo al tamaño máximo nominal.

Del análisis, se observa que el punto de quiebre se da a los 7 días porque que hay aproximadamente una caída del 7% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y un 36% de exceso respecto del f'c = 210 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Adicionalmente, se observa que los resultados de resistencia a los 3 días para agregado de TMN ½" y ¾" diseñados CON factor de seguridad alcanzan el 92% y 86% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente y para los diseñados SIN factor de seguridad alcanza el 66% y 52% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

Finalmente, de todo el análisis anterior, nos muestra numéricamente que se puede optimizar mucho más los recursos y el diseño de mezclas de acuerdo al día de rotura que se necesite, teniendo un registro de datos que nos brinde una desviación estándar, esto nos permitirá optimizar el factor de seguridad y probablemente el factor de seguridad disminuirá por debajo de los 30 kgf/cm^2 para los 7 días y no siendo necesario el factor de seguridad para 14 y 28 días de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis comparativo para el cemento Wari tipo I.

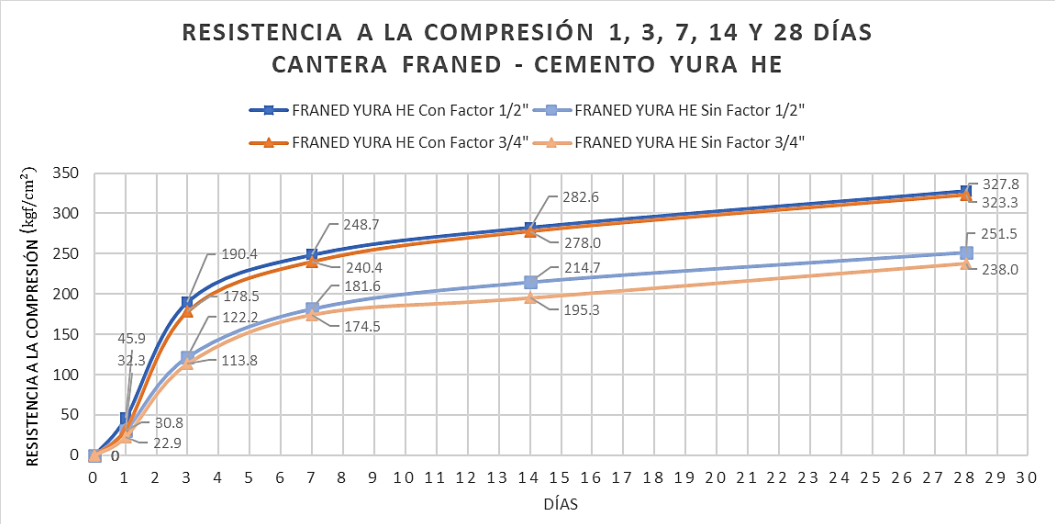


Figura 150: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Franed.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

De la figura, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera Franed los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ½" y ¾" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 a los 28 días dando valores de resistencia de 327.8 y 323.3 kgf/cm^2. De igual forma, los diseños SIN FACTOR de seguridad si cumplieron con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a los 28 días para TMN ½" y ¾" de 251.5 y 238.0 kgf/cm^2 respectivamente los cuales están por encima de 210 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De igual forma, analizando para los 14 días, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera Franed los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ½" y ¾" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 a los 14 días dando valores de resistencia de 282.6 y 278.0 kgf/cm^2. Los diseños SIN FACTOR de seguridad si cumplieron con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a los 14 días para TMN ½" y ¾" de 214.7 y 195.3 kgf/cm^2 respectivamente los cuales están por encima de 210 kgf/cm^2.

Asimismo, para los 7 días, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera Franed los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ½" y ¾" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 dando valores de resistencia de 248.7 y 240.4 kgf/cm^2. Sin embargo, los diseños SIN FACTOR de seguridad no cumplieron del todo con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a 7 días para TMN ½" y ¾" de 181.6 y 174.5 kgf/cm^2 respectivamente los cuales están en punto crítico cercano a 210 kgf/cm^2.

El rango de variación referencial de los resultados de resistencia respecto de la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 (100% óptimo) para agregado de TMN ½" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 156% y 120% para los 28 días, 135% y 102% para los 14 días y 119% y 87% para los 7 días respectivamente y para el agregado de TMN ¾" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 154% y 113% para los 28 días, 132% y 93% para los 14 días y 115% y 83% para los 7 días respectivamente; los cuales nos indican los limites superiores e inferiores del rango de variación de la resistencia para la cantera Franed de acuerdo al tamaño máximo nominal.

Del análisis, se observa que el punto de quiebre se da a los 14 días porque que hay aproximadamente una caída del 7% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y un 35% de exceso respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y a los 7 días hay aproximadamente una caída del 17% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y un 19% de exceso respecto del f'c = 210 kgf/cm^2. Adicionalmente, se observa que los resultados de resistencia a los 3 días para agregado de TMN ½" y ¾" diseñados CON factor de seguridad alcanzan el 91% y 85% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente y para los diseñados SIN factor de seguridad alcanza el 58% y 54% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Finalmente, de todo el análisis anterior, nos muestra numéricamente que se puede optimizar mucho más los recursos y el diseño de mezclas de acuerdo al día de rotura que se necesite, teniendo un registro de datos que nos brinde una desviación estándar, esto nos permitirá optimizar el factor de seguridad y probablemente disminuirá por debajo de los 30 y 50 kgf/cm^2 para los 14 y 7 días respectivamente y no siendo necesario el factor de seguridad para 28 días.

- **Cantera Quillacona**

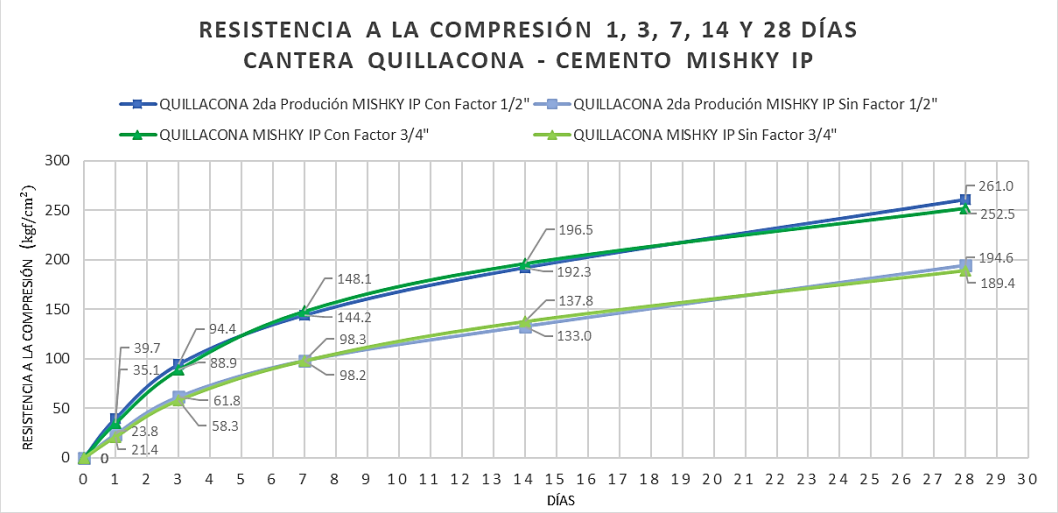


Figura 151: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Quillacona.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

En la figura, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera Quillacona los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ½" y ¾" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2, dando valores de resistencia a los 28 días de 261.0 y 252.5 kgf/cm^2. En cambio, tal como se esperaba, los diseños SIN FACTOR de seguridad no cumplieron con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a los 28 días para TMN ½" y ¾" de 194.6 y 189.4 kgf/cm^2 respectivamente los cuales están por debajo de 210 kgf/cm^2.

Podemos decir que la cantera de Quillacona tuvo un buen comportamiento con el cemento Mishky tipo IP, porque los diseños Con factor de seguridad dieron valores altos y se pueden optimizar más los recursos.

El rango de variación referencial de los resultados de resistencia a 28 días respecto de la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 (100% óptimo) para agregado de TMN ½" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 124% y 93%

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

respectivamente y para el agregado de TMN ¾" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 120% y 90% respectivamente los cuales nos indican los limites superiores e inferiores del rango de variación de la resistencia para la cantera Quillacona de acuerdo al tamaño máximo nominal.

Del este análisis se observa que hay aproximadamente una caída del 10% respecto de la resistencia deseada y un 25% de exceso respecto de la resistencia deseada y por ende nos muestra numéricamente que se puede optimizar mucho más los recursos y el diseño de mezclas teniendo un registro de datos que nos brinde una desviación estándar, esto nos permitirá optimizar el factor de seguridad y probablemente el Factor de Seguridad disminuirá por debajo de los 40 kgf/cm^2.

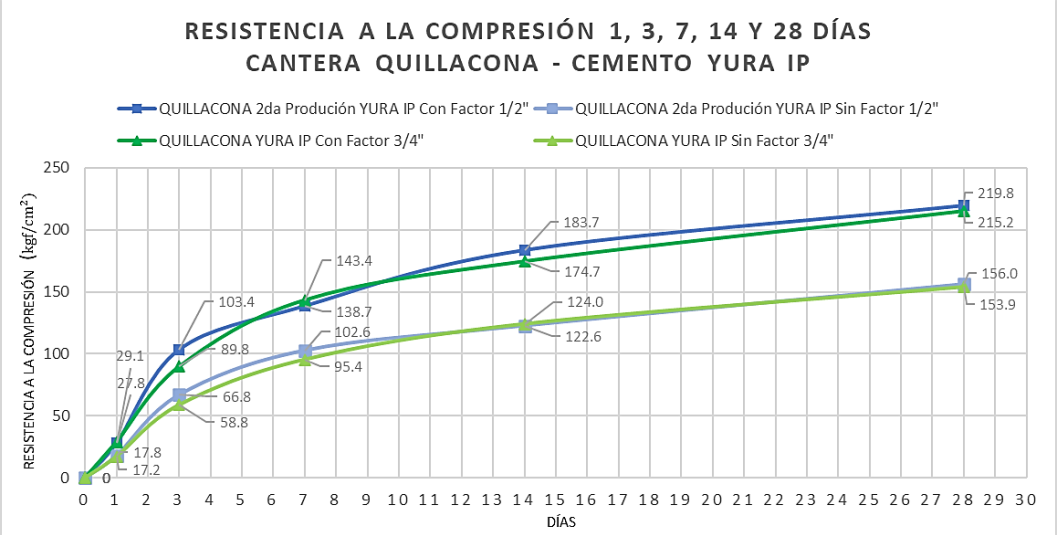


Figura 152: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Quillacona.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

De la figura 132, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera Quillacona los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ½" y ¾" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2, dando valores de resistencia a los 28 días de 219.8 y 215.2 kgf/cm^2.

En cambio, tal como se esperaba, los diseños SIN FACTOR de seguridad no cumplieron con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a los 28 días para TMN ½" y ¾" de 156.0 y 153.9 kgf/cm^2 respectivamente los cuales están por debajo de 210 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Podemos decir que la cantera de Quillacona tuvo un buen comportamiento con el cemento Yura tipo IP, porque los diseños Con factor de seguridad dieron valores altos y se pueden optimizar más los recursos.

El rango de variación referencial de los resultados de resistencia respecto de la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 (100% óptimo) para agregado de TMN ½" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 105% y 74% respectivamente y para el agregado de TMN ¾" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 103% y 73% respectivamente los cuales nos indican los limites superiores e inferiores del rango de variación de la resistencia para la cantera Quillacona de acuerdo al tamaño máximo nominal.

De este análisis se observa que hay aproximadamente una caída del 25% respecto de la resistencia deseada y un 5% de exceso respecto de la resistencia deseada y por ende nos muestra numéricamente que no se puede optimizar los recursos porque los valores son muy bajos a pesar de contar con el 100% del factor de seguridad de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis comparativo para el cemento Yura tipo IP, por lo tanto se sugiere cambiar el método de diseño de mezclas, uno que aproveche las propiedades de sus agregados y verificar si nos permitirá optimizar los recursos.

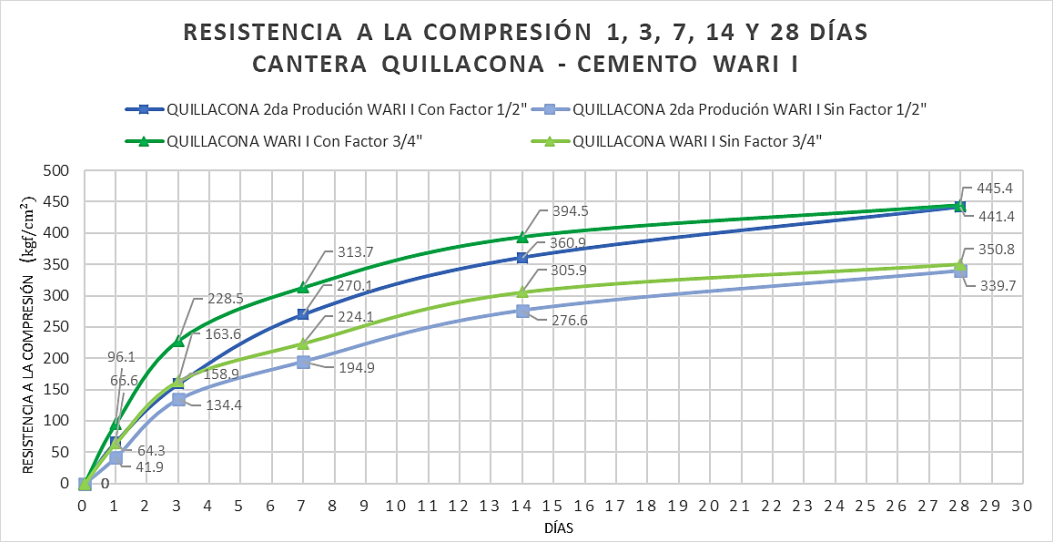


Figura 153: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Quillacona.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De la figura, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera Quillacona los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ¾" y ½" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 a los 28 días dando valores de resistencia de 445.4 y 441.4 kgf/cm^2.

De igual forma, los diseños SIN FACTOR de seguridad si cumplieron con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a los 28 días para TMN ¾" y ½" de 350.8 y 339.7 kgf/cm^2 respectivamente los cuales están por encima de 210 kgf/cm^2.

De igual forma, analizando para los 14 días, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera Quillacona los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ¾" y ½" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 a los 14 días dando valores de resistencia de 394.5 y 360.9 kgf/cm^2. De igual forma, los diseños SIN FACTOR de seguridad si cumplieron con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a los 14 días para TMN ½" y ¾" de 305.9 y 276.6 kgf/cm^2 respectivamente los cuales están por encima de 210 kgf/cm^2.

Asimismo, para los 7 días, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera Quillacona los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ¾" y ½" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 dando valores de resistencia de 313.7 y 270.1 kgf/cm^2.

Sin embargo, los diseños SIN FACTOR de seguridad no cumplieron del todo con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a los 7 días para TMN ¾" y ½" de 224.1 y 194.9 kgf/cm^2 respectivamente los cuales están en un punto crítico cercano a 210 kgf/cm^2.

El rango de variación referencial de los resultados de resistencia respecto de la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 (100% óptimo) para agregado de TMN ¾" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 213% y 167% para los 28 días, 188% y 146% para los 14 días y 149% y 107% para los 7 días respectivamente y para el agregado de TMN ½" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 210% y 162% para los 28 días, 172% y 132% para los 14 días y 129% y 93% para los 7 días respectivamente; los cuales nos indican los limites superiores e inferiores del rango de variación de la resistencia para la cantera Quillacona de acuerdo al tamaño máximo nominal.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Del análisis, se observa que el punto de quiebre se da a los 7 días porque que hay aproximadamente una caída del 7% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y un 113% de exceso respecto del f'c = 210 kgf/cm^2.

Adicionalmente, se observa que los resultados de resistencia a los 3 días para agregado de TMN ¾" y ½" diseñados CON factor de seguridad alcanzan el 109% y 78% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente y para los diseñados SIN factor de seguridad alcanza el 76% y 64% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

Finalmente, de todo el análisis anterior, nos muestra numéricamente que se puede optimizar mucho más los recursos y el diseño de mezclas de acuerdo al día de rotura que se necesite, teniendo un registro de datos que nos brinde una desviación estándar, esto nos permitirá optimizar el factor de seguridad y probablemente el factor de seguridad disminuirá por debajo de los 30 kgf/cm^2 para los 7 días y no siendo necesario el factor de seguridad para 14 y 28 días de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis comparativo para el cemento Wari tipo I.

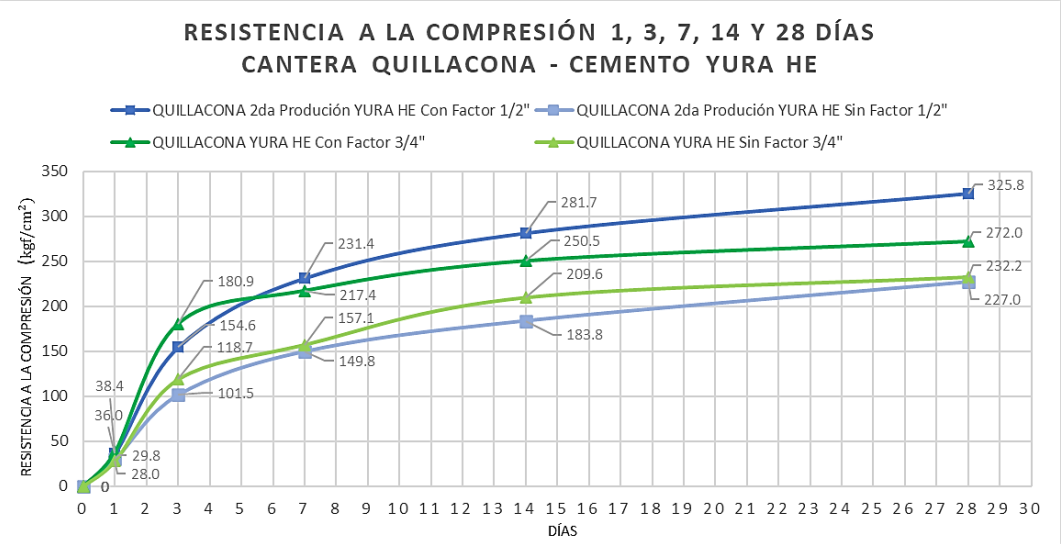


Figura 154: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Quillacona.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

De la figura, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera Quillacona los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ½" y ¾" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 a los 28 días dando valores de resistencia de 325.8 y 272.0 kgf/cm^2. De igual forma, los diseños SIN FACTOR de seguridad si cumplieron con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

a los 28 días para TMN ½" y ¾" de 232.2 y 227.0 kgf/cm^2 respectivamente los cuales están por encima de 210 kgf/cm^2.

Analizando para los 14 días, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera Quillacona los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ½" y ¾" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 a los 14 días dando valores de resistencia de 281.7 y 250.5 kgf/cm^2.

Los diseños SIN FACTOR de seguridad si cumplieron con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a los 14 días para TMN ½" y ¾" de 209.6 y 183.8 kgf/cm^2 respectivamente los cuales están por encima de 210 kgf/cm^2.

Asimismo, para los 7 días, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera Quillacona los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ½" y ¾" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 dando valores de resistencia de 231.4 y 217.4 kgf/cm^2.

Sin embargo, los diseños SIN FACTOR de seguridad no cumplieron del todo con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a los 7 días para TMN ½" y ¾" de 157.1 y 149.8 kgf/cm^2 respectivamente los cuales están en un punto crítico cercano a 210 kgf/cm^2.

El rango de variación referencial de los resultados de resistencia respecto de la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 (100% óptimo) para agregado de TMN ½" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 155% y 108% para los 28 días, 134% y 110% para los 14 días y 110% y 75% para los 7 días respectivamente y para el agregado de TMN ¾" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 130% y 100% para los 28 días, 119% y 87% para los 14 días y 103% y 71% para los 7 días respectivamente; los cuales nos indican los limites superiores e inferiores del rango de variación de la resistencia para la cantera Quillacona de acuerdo al tamaño máximo nominal.

Del análisis, se observa que el punto de quiebre se da a los 14 días porque que hay aproximadamente una caída del 13% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y un 34% de exceso respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y a los 7 días hay aproximadamente una caída del 29% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y un 10% de exceso respecto del f'c = 210 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Adicionalmente, se observa que los resultados de resistencia a los 3 días para agregado de TMN ½" y ¾" diseñados CON factor de seguridad alcanzan el 74% y 86% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente y para los diseñados SIN factor de seguridad alcanza el 48% y 56% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

Finalmente, de todo el análisis anterior, nos muestra numéricamente que se puede optimizar mucho más los recursos y el diseño de mezclas de acuerdo al día de rotura que se necesite, teniendo un registro de datos que nos brinde una desviación estándar, esto nos permitirá optimizar el factor de seguridad y probablemente disminuirá por debajo de los 35 y 60 kgf/cm^2 para los 14 y 7 días respectivamente y no siendo necesario el factor de seguridad para 28 días.

- **Cantera Poderosa**

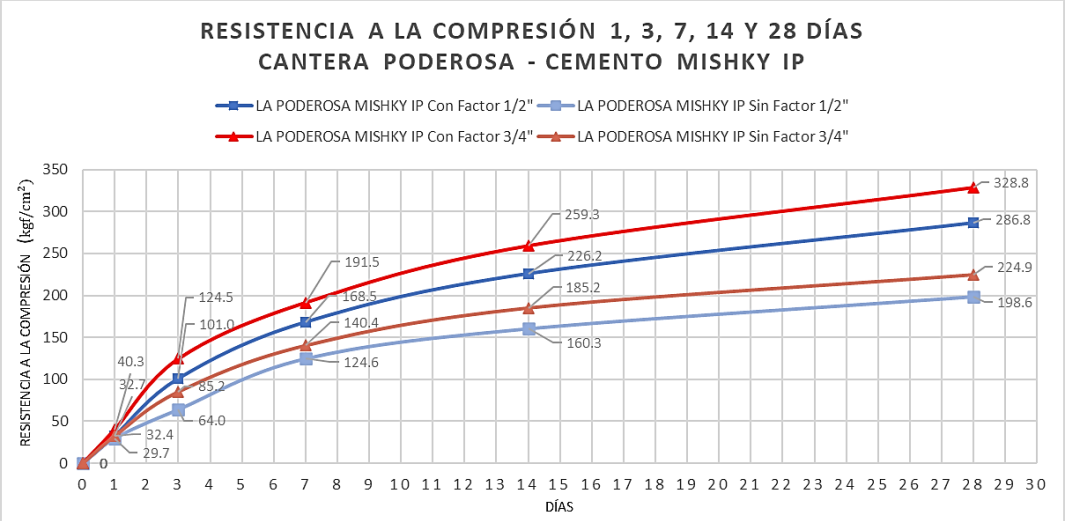


Figura 155: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera La Poderosa.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

En la figura, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera La Poderosa los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ¾" y ½" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2, dando valores de resistencia a los 28 días de 328.8 y 286.8 kgf/cm^2. En cambio, tal como se esperaba, los diseños SIN FACTOR de seguridad no cumplieron con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a los 28 días para TMN ¾" y ½" de 224.9 y 198.6 kgf/cm^2 respectivamente los cuales están por debajo de 210 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Podemos decir que la cantera de La Poderosa tuvo un buen comportamiento con el cemento Mishky tipo IP, porque los diseños Con factor de seguridad dieron valores altos y se pueden optimizar más los recursos.

El rango de variación referencial de los resultados de resistencia a los 28 días respecto de la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 (100% óptimo) para agregado de TMN ¾" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 156% y 107% respectivamente y para el agregado de TMN ½" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 137% y 95% respectivamente los cuales nos indican los limites superiores e inferiores del rango de variación de la resistencia para la cantera La Poderosa de acuerdo al tamaño máximo nominal.

Del este análisis se observa que hay aproximadamente una caída del 5% respecto de la resistencia deseada y un 56% de exceso respecto de la resistencia deseada y por ende nos muestra numéricamente que se puede optimizar mucho más los recursos y el diseño de mezclas teniendo un registro de datos que nos brinde una desviación estándar, esto nos permitirá optimizar el factor de seguridad y probablemente el Factor de Seguridad disminuirá por debajo de los 21 kgf/cm^2.

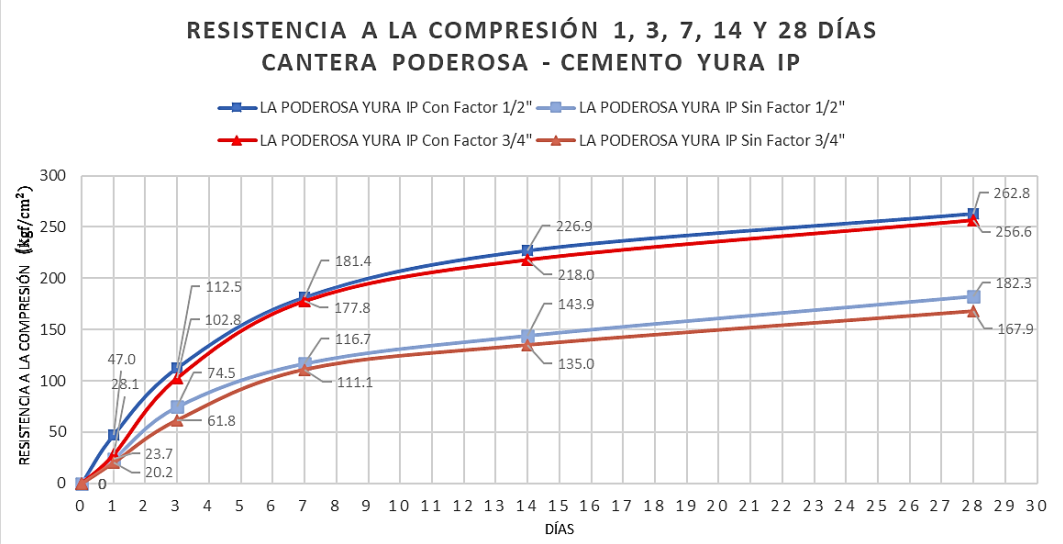


Figura 156: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera La Poderosa.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De la figura, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera La Poderosa los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ½" y ¾" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2, dando valores de resistencia a los 28 días de 262.8 y 256.6 kgf/cm^2. En cambio, tal como se esperaba, los diseños SIN FACTOR de seguridad no cumplieron con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a los 28 días para TMN ½" y ¾" de 182.3 y 167.9 kgf/cm^2 respectivamente los cuales están por debajo de 210 kgf/cm^2.

Podemos decir que la cantera de La Poderosa tuvo un buen comportamiento con el cemento Yura tipo IP, porque los diseños Con factor de seguridad dieron valores altos y se pueden optimizar más los recursos.

El rango de variación referencial de los resultados de resistencia respecto de la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 (100% óptimo) para agregado de TMN ½" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 125% y 87% respectivamente y para el agregado de TMN ¾" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 122% y 80% respectivamente los cuales nos indican los limites superiores e inferiores del rango de variación de la resistencia para la cantera La Poderosa de acuerdo al tamaño máximo nominal.

De este análisis se observa que hay aproximadamente una caída del 20% respecto de la resistencia deseada y un 25% de exceso respecto de la resistencia deseada y por ende nos muestra numéricamente que se puede optimizar mucho más los recursos y el diseño de mezclas teniendo un registro de datos que nos brinde una desviación estándar, esto nos permitirá optimizar el factor de seguridad y probablemente el Factor de Seguridad disminuirá por debajo de los 42 kgf/cm^2 de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis comparativo para el cemento Yura tipo IP.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

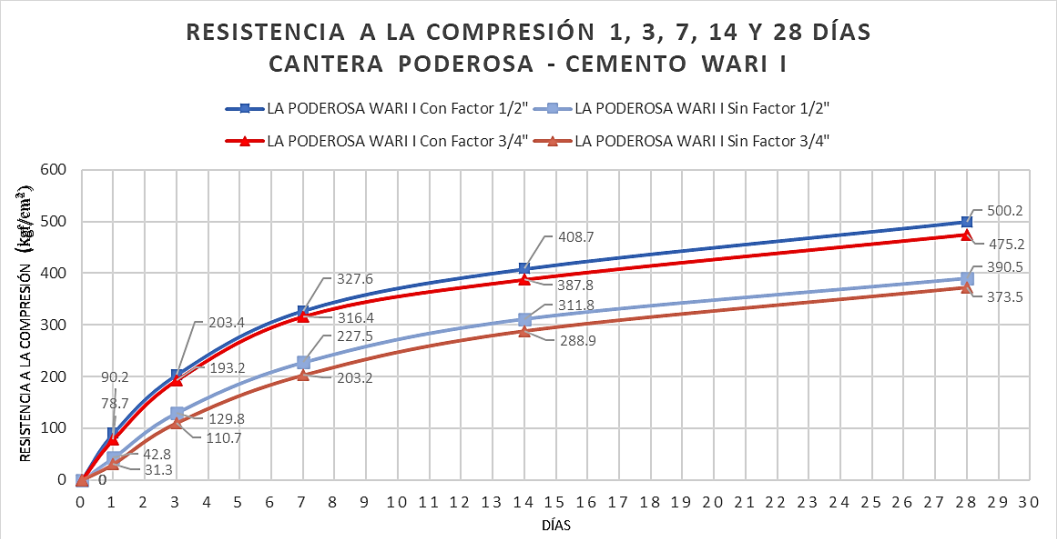


Figura 157: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera La Poderosa.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

De la figura, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera La Poderosa los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ½" y ¾" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 a los 28 días dando valores de resistencia de 500.2 y 475.2 kgf/cm^2.

De igual forma, los diseños SIN FACTOR de seguridad si cumplieron con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a los 28 días para TMN ½" y ¾" de 390.5 y 373.5 kgf/cm^2 respectivamente los cuales están por encima de 210 kgf/cm^2.

De igual forma, analizando para los 14 días, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera La Poderosa los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ½" y ¾" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 a los 14 días dando valores de resistencia de 408.7 y 387.8 kgf/cm^2.

De igual forma, los diseños SIN FACTOR de seguridad si cumplieron con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a los 14 días para TMN ½" y ¾" de 311.8 y 288.9 kgf/cm^2 respectivamente los cuales están por encima de 210 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Asimismo, para los 7dias, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera La Poderosa los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ½" y ¾" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 dando valores de resistencia de 327.6 y 316.4 kgf/cm^2. Sin embargo, los diseños SIN FACTOR de seguridad no cumplieron del todo con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a los 7 días para TMN ½" y ¾" de 227.5 y 203.2 kgf/cm^2 respectivamente los cuales están en un punto crítico cercano a 210 kgf/cm^2.

El rango de variación referencial de los resultados de resistencia respecto de la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 (100% óptimo) para agregado de TMN ½" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 238% y 186% para los 28 días, 195% y 148% para los 14 días y 156% y 108% para los 7 días respectivamente y para el agregado de TMN ¾" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 226% y 178% para los 28 días, 185% y 138% para los 14 días y 151% y 97% para los 7 días respectivamente; los cuales nos indican los limites superiores e inferiores del rango de variación de la resistencia para la cantera La Poderosa de acuerdo al tamaño máximo nominal.

Del análisis, se observa que el punto de quiebre se da a los 7 días porque que hay aproximadamente una caída del 3% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y un 56% de exceso respecto del f'c = 210 kgf/cm^2.

Adicionalmente, se observa que los resultados de resistencia a los 3 días para agregado de TMN ½" y ¾" diseñados CON factor de seguridad alcanzan el 97% y 92% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente y para los diseñados SIN factor de seguridad alcanza el 62% y 53% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

Finalmente, de todo el análisis anterior, nos muestra numéricamente que se puede optimizar mucho más los recursos y el diseño de mezclas de acuerdo al día de rotura que se necesite, teniendo un registro de datos que nos brinde una desviación estándar, esto nos permitirá optimizar el factor de seguridad y probablemente el factor de seguridad disminuirá por debajo de los 21 kgf/cm^2 para los 7 días y no siendo necesario el factor de seguridad para 14 y 28 días de acuerdo a los resultados obtenidos del análisis comparativo para el cemento Wari tipo I.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

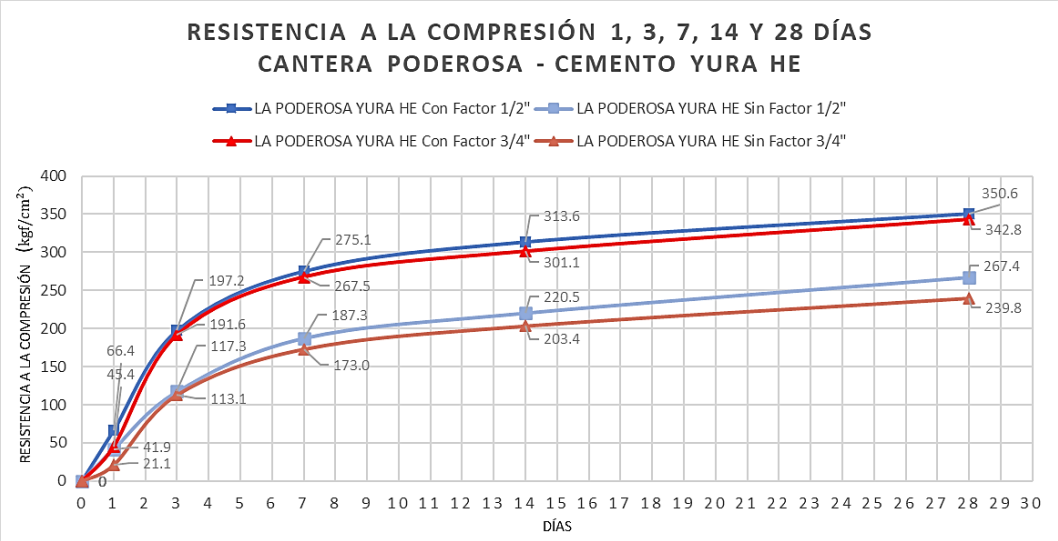


Figura 158: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera La Poderosa.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

De la figura, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera La Poderosa los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ½" y ¾" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 a los 28 días dando valores de resistencia de 350.6 y 342.8 kgf/cm^2. De igual forma, los diseños SIN FACTOR de seguridad si cumplieron con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a los 28 días para TMN ½" y ¾" de 267.4 y 239.8 kgf/cm^2 respectivamente los cuales están por encima de 210 kgf/cm^2.

Analizando para los 14 días, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera La Poderosa los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ½" y ¾" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 a los 14 días dando valores de resistencia de 313.6 y 301.1 kgf/cm^2.

De igual forma, los diseños SIN FACTOR de seguridad si cumplieron con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a los 14 días para TMN ½" y ¾" de 220.5 y 203.4 kgf/cm^2 respectivamente los cuales están por encima de 210 kgf/cm^2.

Asimismo, para los 7dias, podemos ver que el concreto elaborado con la cantera La Poderosa los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ½" y ¾" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 dando valores de resistencia de 275.1 y 267.5 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Sin embargo, los diseños SIN FACTOR de seguridad no cumplieron del todo con la resistencia deseada, nos dieron valores de resistencia a los 7 días para TMN ½" y ¾" de 187.3 y 173.0 kgf/cm^2 respectivamente los cuales están en un punto crítico cercano a 210 kgf/cm^2.

El rango de variación referencial de los resultados de resistencia respecto de la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 (100% óptimo) para agregado de TMN ½" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 167% y 127% para los 28 días, 150% y 105% para los 14 días y 131% y 89% para los 7 días respectivamente y para el agregado de TMN ¾" diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 163% y 114% para los 28 días, 143% y 97% para los 14 días y 127% y 82% para los 7 días respectivamente; los cuales nos indican los limites superiores e inferiores del rango de variación de la resistencia para la cantera La Poderosa de acuerdo al tamaño máximo nominal.

Del análisis, se observa que el punto de quiebre se da a los 14 días porque que hay aproximadamente una caída del 3% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y un 50% de exceso respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y a los 7 días hay aproximadamente una caída del 18% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y un 31% de exceso respecto del f'c = 210 kgf/cm^2. Adicionalmente, se observa que los resultados de resistencia a los 3 días para agregado de TMN ½" y ¾" diseñados CON factor de seguridad alcanzan el 94% y 91% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente y para los diseñados SIN factor de seguridad alcanza el 56% y 54% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

Finalmente, de todo el análisis anterior, nos muestra numéricamente que se puede optimizar mucho más los recursos y el diseño de mezclas de acuerdo al día de rotura que se necesite, teniendo un registro de datos que nos brinde una desviación estándar, esto nos permitirá optimizar el factor de seguridad y probablemente disminuirá por debajo de los 21 y 42 kgf/cm^2 para los 14 y 7 días respectivamente y no siendo necesario el factor de seguridad para 28 día.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.4.1.4 Análisis comparativo concreto convencional y concreto de resistencias altas a edades tempranas.

En análisis de los resultados de las gráficas hablaremos sobre concreto convencional y concreto de resistencias altas a temprana edad, esto se refiere a que según el tipo de cemento nos brinda características diferentes en los resultados de las propiedades del concreto, una de las diferencias más notables entre ambos, es que el segundo nos brinda un acelerado desarrollo de resistencias iniciales, los cuales nos permiten hacer desencofrado y puesta en servicio más rápido, porque alcanza la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 en un menor tiempo mientras que los primeros, concreto convencional, alcanza las resistencias deseadas a los 28 días. Es por ello que, en este ítem de la presente investigación, nos permite hacer un análisis comparativo entre estos tipos de cementos, poder visualizar gráficamente como varían las resistencias a la compresión en los primeros días de desarrollo de la resistencia, y observar sus diferencias.

A continuación, se muestran las curvas de desarrollo de resistencias a lo largo de los 28 días, del concreto elaborado con los agregados de una determinada cantera y los diferentes cementos, diseñados con factor de seguridad en el diseño de mezclas porque estos resultados son los que cumplen con lo establecido en el Reglamento Nacional de Edificaciones E-060 "Concreto Armado".

- **Cantera Franed**

De las gráficas podemos observar que el concreto elaborado con los agregados de la cantera Franed los diseños CON FACTOR de seguridad para TMN ½" y ¾" si cumplen con la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2.

En general, podemos decir, que la cantera de Franed tuvo un buen comportamiento con los 4 cementos (cemento Mishky tipo IP, Yura tipo IP, Wari tipo I y Yura tipo HE) pero a simple vista podemos ver que los concreto elaborados con cemento Wari tipo I y cemento Yura tipo HE son los que nos dan los valores elevado a 28 días, y esto se debe a la característica de estos tipos de cemento y para comprender ello debemos ver y analizar detenidamente los primeros días del desarrollo de la resistencia del concreto porque a diferencia del concreto convencional (cemento Mishky y Yura tipo IP), estos nos proporcionan un acelerado desarrollo de las resistencias iniciales.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

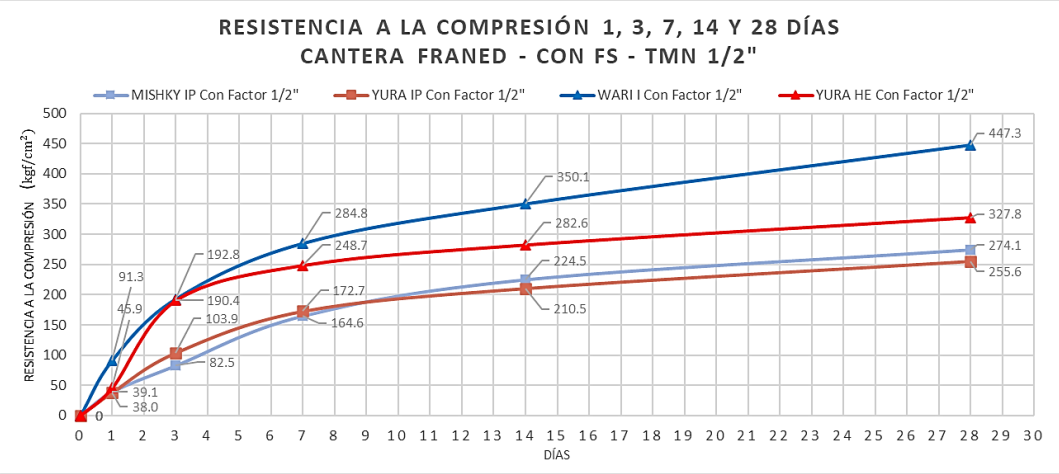


Figura 159: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Framed.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Cuando analizamos detalladamente la figura 159, los resultados de la cantera Framed para TMN ½" en los primeros días de desarrollo de resistencia a la compresión, podemos darnos cuenta que el concreto elaborado con cemento Wari tipo I es el que desde el día 1 nos brinda valores mucho mayores que el resto, dándonos un valor de 43% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y el cemento Yura tipo HE nos da un valor de 22% del f'c, mientras que, si analizamos los resultados del concreto convencional con cemento Mishky y Yura tipo IP, nos da valores de 18% y 19% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

De igual forma, analizamos los resultados de la gráfica del día 3 y podemos darnos cuenta que el concreto elaborado con cemento Wari tipo I nos da un valor de 92% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y el cemento Yura tipo HE a diferencia del día 1, lo iguala al cemento Wari tipo I porque dio un valor de 91% del f'c, mientras que, si analizamos los resultados del concreto convencional con cemento Mishky y Yura tipo IP, nos da valores de 39% y 49% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

Asimismo, analizamos los resultados de la gráfica del día 7 y podemos darnos cuenta que el concreto elaborado con cemento Wari tipo I nos vuelve a dar un valor mayor que el resto al igual que el día 1 con un valor de 136% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y el cemento Yura tipo HE a diferencia del día 3, sufre una caída en resistencia alejándose por debajo del cemento Wari porque dio un valor de 119% del f'c, mientras que, si analizamos los resultados del concreto convencional con cemento Mishky y Yura tipo IP, nos da valores de 78% y 82% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En resumen, el concreto elaborado con cemento Wari tipo I nos muestra un acelerado crecimiento desde el día 1 (más del 43% de f'c) continuando el crecimiento acelerado al día 3 (más del 92% de f'c) y sigue creciendo al día 7 (más del 136% de f'c) y su crecimiento sigue ascendente hacia los 28 días, de forma contraria sucede con el concreto elaborado con cemento Yura tipo HE porque a 1 día, empieza con un valor mucho menor que el anterior pero mayor que el concreto convencional con un valor aproximado de más de 22% luego, su crecimiento es abrupto hacia el 3er día (más del 91% de f'c) igualando los resultados del cemento Wari tipo I, pero nuevamente su crecimiento vuelve a disminuir para el 7mo día obteniendo valores mayores que el 119% de f'c en comparación del anterior cemento pero siendo mucho mayor que los resultados obtenidos del concreto convencional y su crecimiento es poco ascendente hacia los 28 días.

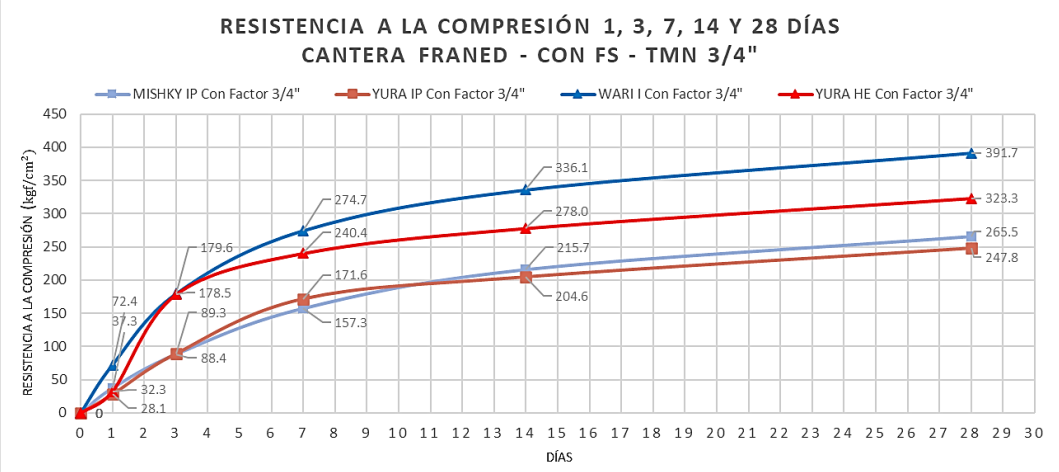


Figura 160: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Franed.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

De la figura 160, se observa que, los resultados de la cantera Franed para TMN ¾" en los primeros días de desarrollo de resistencia a la compresión, podemos darnos cuenta que el concreto elaborado con cemento Wari tipo I es el que desde el día 1 nos brinda valores mucho mayores que el resto, dándonos un valor de 34% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y el cemento Yura tipo HE nos a un valor de 18% del f'c, mientras que, si analizamos los resultados del concreto convencional con cemento Mishky y Yura tipo IP, nos da valores de 15% y 13% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De igual forma, analizamos los resultados de la gráfica del día 3 y podemos darnos cuenta que el concreto elaborado con cemento Wari tipo I nos da un valor de 86% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y el cemento Yura tipo HE, lo iguala al cemento Wari tipo I porque dio un valor de 85% del f'c, mientras que, si analizamos los resultados del concreto convencional con cemento Mishky y Yura tipo IP, nos da valores de 43% y 42% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

Asimismo, analizamos los resultados de la gráfica del día 7 y podemos darnos cuenta que el concreto elaborado con cemento Wari tipo I nos vuelve a dar un valor mayor que el resto al igual que el día 1 con un valor de 131% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y el cemento Yura tipo HE a diferencia del día 3, sufre una caída en resistencia alejándose por debajo del cemento Wari porque dio un valor de 114% del f'c, mientras que, si analizamos los resultados del concreto convencional con cemento Mishky y Yura tipo IP, nos da valores de 75% y 82% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

Finalmente, podemos concluir que los concretos de resistencias altas a temprana edad elaborados con cemento Wari tipo I y cemento Yura tipo HE nos dan valores de resistencias elevados respecto del concreto convencional, esto debido a las características del cemento el cual contiene alto calor de hidratación que se encarga de proporcionar al concreto un acelerado desarrollo de resistencias iniciales.

Gráficamente se puede observar una diferencia importante entre estos 2 tipos de cemento y marca, el cual, al ser de diferentes generaciones de cemento, primera y tercera generación respectivamente, hace que sus comportamientos sean distintos y lo detallamos a continuación:

Los resultados de resistencia a la compresión del concreto elaborado con cemento Wari tipo I nos muestra un acelerado crecimiento desde el día 1 (más del 34% de f'c) continuando el crecimiento acelerado al día 3 (más del 85% de f'c) y sigue creciendo al día 7 (más del 131% de f'c) y continúa creciendo proporcionalmente hacia el día 28.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De forma contraria sucede con el concreto elaborado con cemento Yura tipo HE porque inicialmente a 1 día, empieza con un valor mucho menor que el anterior pero ligeramente mayor que un concreto convencional con un valor aproximado de más de 18% luego su crecimiento es abrupto hacia el 3er día (más del 84% de f'c) igualando los resultados del cemento Wari tipo I, pero nuevamente su crecimiento vuelve a disminuir para el 7mo día obteniendo valores mayores que el 114% de f'c en comparación del anterior cemento pero siendo mucho mayor que los resultados obtenidos del concreto convencional.

Podemos concluir que los concretos de resistencias altas a temprana edad elaborados con cemento Wari tipo I y cemento Yura tipo HE para TMN ½" y ¾" son muy convenientes para cuando se desea realizar desencofrados a una edad temprana del concreto y puesta en servicio, porque a los 3 días el concreto ya tiene más del 91 y 85% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente, mientras que el concreto convencional recién a los 7 días alcanza una resistencia mayor del 75% del f'c.

- **Cantera Quillacona**

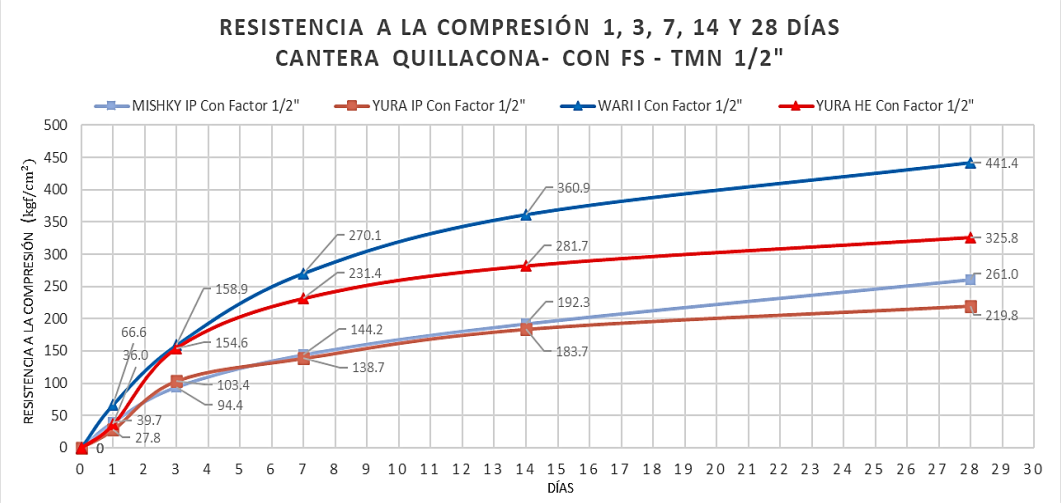


Figura 161: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Quillacona.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

Cuando analizamos detalladamente la figura 161, los resultados de la cantera Quillacona para TMN ½" en los primeros días de desarrollo de resistencia a la compresión, podemos darnos cuenta que el concreto elaborado con cemento Wari tipo I es el que desde el día 1 nos brinda valores mucho mayores que el resto, dándonos un valor de 32% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y el cemento Yura tipo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

HE nos a un valor de 19% del f'c. mientras que, los resultados del concreto convencional con cemento Mishky y Yura tipo IP, nos da valores de 17% y 13% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

De igual forma, analizamos los resultados de la gráfica del día 3 y podemos darnos cuenta que el concreto elaborado con cemento Wari tipo I nos da un valor de 76% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y el cemento Yura tipo HE a diferencia del día 1, lo iguala al cemento Wari tipo I porque dio un valor de 73% del f'c, mientras que, si analizamos los resultados del concreto convencional con cemento Mishky y Yura tipo IP, nos da valores de 49% y 45% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

Analizamos los resultados de la gráfica del día 7 podemos darnos cuenta que el concreto elaborado con cemento Wari tipo I nos vuelve a dar un valor mayor que el resto al igual que el día 1, con un valor de 129% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y el cemento Yura tipo HE a diferencia del día 3, sufre una caída en resistencia alejándose por debajo del cemento Wari porque dio un valor de 110% del f'c, mientras que, los resultados del concreto convencional con cemento Mishky y Yura tipo IP, nos da valores de 69% y 66% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

En resumen, el concreto elaborado con cemento Wari tipo I nos muestra un acelerado crecimiento desde el día 1 (más del 32% de f'c) continuando el crecimiento acelerado al día 3 (más del 76% de f'c) y sigue creciendo al día 7 (más del 129% de f'c), de forma contraria sucede con el concreto elaborado con cemento Yura tipo HE porque a 1 día, empieza con un valor mucho menor que el anterior pero mayor que el concreto convencional con un valor aproximado de más de 19% luego, su crecimiento es abrupto hacia el 3er día (más del 73% de f'c) igualando los resultados del cemento Wari tipo I, pero nuevamente su crecimiento vuelve a disminuir para el 7mo día obteniendo valores mayores que el 110% de f'c en comparación del anterior cemento pero siendo mucho mayor que los resultados obtenidos del concreto convencional.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

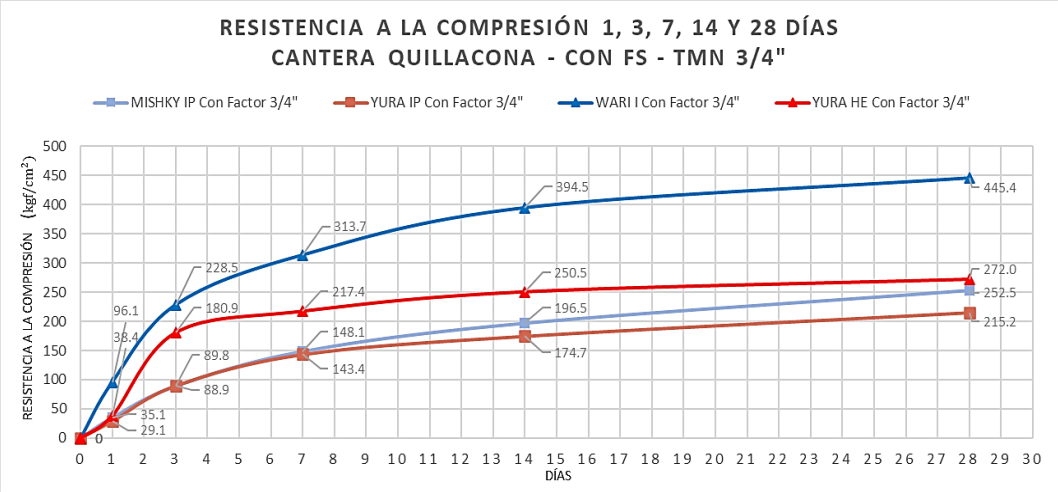


Figura 162: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Quillacona.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

De la figura 162, se observa que, los resultados de la cantera Quillacona para TMN ½" en los primeros días de desarrollo de resistencia a la compresión, podemos darnos cuenta que el concreto elaborado con cemento Wari tipo I es el que desde el día 1 nos brinda valores mucho mayores que el resto, dándonos un valor de 46% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y el cemento Yura tipo HE nos a un valor de 18% del f'c, mientras que, si analizamos los resultados del concreto convencional con cemento Mishky y Yura tipo IP, nos da valores de 17% y 14% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

De igual forma, analizamos los resultados del día 3 y podemos darnos cuenta que el concreto elaborado con cemento Wari tipo I nos da un valor de 109% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y el cemento Yura tipo HE casi lo iguala al cemento Wari tipo I porque dio un valor de 86% del f'c, mientras que, si analizamos los resultados del concreto convencional con cemento Mishky y Yura tipo IP, nos da valores de 43% y 42% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

Asimismo, analizamos los resultados de la gráfica del día 7 y podemos darnos cuenta que el concreto elaborado con cemento Wari tipo I nos vuelve a dar un valor mayor que el resto al igual que el día 1 con un valor de 149% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y el cemento Yura tipo HE a diferencia del día 3, sufre una caída en resistencia alejándose por debajo del cemento Wari tipo I porque dio un valor de 103% del f'c, mientras que, si analizamos los resultados del concreto convencional

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

con cemento Mishky y Yura tipo IP, nos da valores de 71% y 68% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

Finalmente, podemos concluir que los concretos de resistencias altas a temprana edad elaborados con cemento Wari tipo I y cemento Yura tipo HE nos dan valores de resistencias elevados respecto del concreto convencional, esto debido a las características del cemento el cual contiene alto calor de hidratación que se encarga de proporcionar al concreto un acelerado desarrollo de resistencias iniciales. Gráficamente se puede observar una diferencia importante entre estos 2 tipos de cemento y marca, el cual, al ser de diferentes generaciones de cemento, primera y tercera generación respectivamente, hace que sus comportamientos sean distintos y lo detallamos a continuación:

Los resultados de resistencia a la compresión del concreto elaborado con cemento Wari tipo I nos muestra un acelerado crecimiento desde el día 1 (más del 46% de f'c) continuando el crecimiento acelerado al día 3 (más del 109% de f'c) y sigue creciendo al día 7 (más del 149% de f'c) y continua creciendo proporcionalmente hacia el día 28, de forma contraria sucede con el concreto elaborado con cemento Yura tipo HE porque inicialmente a 1 día, empieza con un valor mucho menor que el anterior pero ligeramente mayor que un concreto convencional con un valor aproximado de más de 18% luego su crecimiento es abrupto hacia el 3er día (más del 86% de f'c) igualando los resultados del cemento Wari tipo I, pero nuevamente su crecimiento vuelve a disminuir para el 7mo día obteniendo valores mayores que el 103% de f'c en comparación del anterior cemento pero siendo mucho mayor que los resultados obtenidos del concreto convencional.

Podemos concluir que los concretos de resistencias altas a temprana edad elaborados con cemento Wari tipo I y cemento Yura tipo HE para TMN ½" y ¾" son muy convenientes para cuando se desea realizar desencofrados a una edad temprana del concreto y puesta en servicio, porque a los 3 días el concreto ya tiene más del 76% y 86% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente, mientras que el concreto convencional recién a los 7 días alcanza una resistencia mayor del 66% del f'c.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

➢ **Cantera La Poderosa**

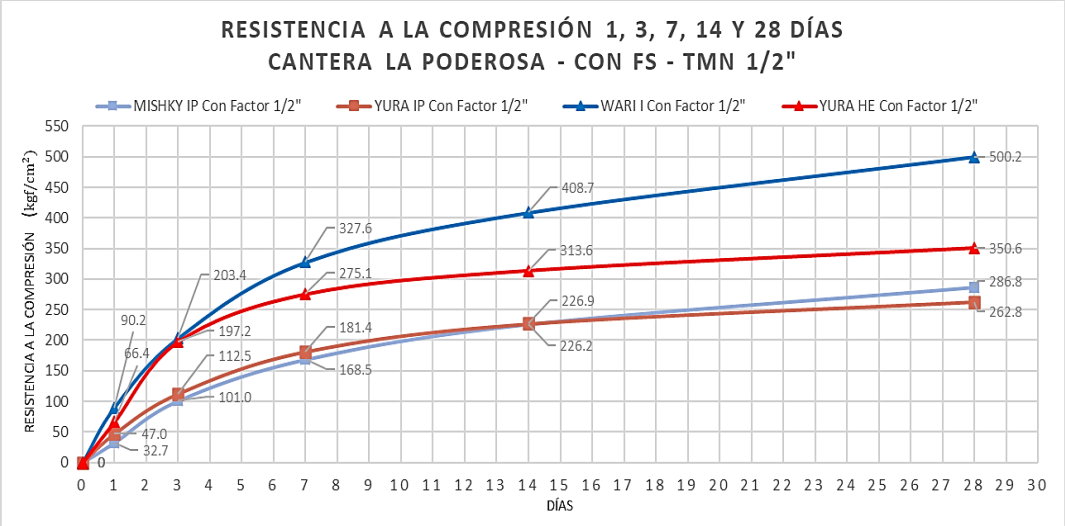


Figura 163: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera La Poderosa.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

Cuando analizamos detalladamente la figura 163, los resultados de la cantera La Poderosa para TMN ½" en los primeros días de desarrollo de resistencia a la compresión, podemos darnos cuenta que el concreto elaborado con cemento Wari tipo I es el que desde el día 1 nos brinda valores mucho mayores que el resto, dándonos un valor de 43% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y el cemento Yura tipo HE nos a un valor de 32% del f'c, mientras que, si analizamos los resultados del concreto convencional con cemento Mishky y Yura tipo IP, nos da valores de 16% y 22% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

De igual forma, analizamos los resultados de la gráfica del día 3 y podemos darnos cuenta que el concreto elaborado con cemento Wari tipo I nos da un valor de 97% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y el cemento Yura tipo HE a diferencia del día 1, lo iguala al cemento Wari tipo I porque dio un valor de 94% del f'c, mientras que, si analizamos los resultados del concreto convencional con cemento Mishky y Yura tipo IP, nos da valores de 48% y 54% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Asimismo, analizamos los resultados de la gráfica del día 7 y podemos darnos cuenta que el concreto elaborado con cemento Wari tipo I nos vuelve a dar un valor mayor que el resto al igual que el día 1 con un valor de 156% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y el cemento Yura tipo HE a diferencia del día 3, sufre una caída en resistencia alejándose por debajo del cemento Wari porque dio un valor de 131% del f'c, mientras que, si analizamos los resultados del concreto convencional con cemento Mishky y Yura tipo IP, nos da valores de 80% y 86% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

En resumen, el concreto elaborado con cemento Wari tipo I nos muestra un acelerado crecimiento desde el día 1 (más del 43% de f'c) continuando el crecimiento acelerado al día 3 (más del 97% de f'c) y sigue creciendo al día 7 (más del 156% de f'c), de forma contraria sucede con el concreto elaborado con cemento Yura tipo HE porque a 1 día, empieza con un valor mucho menor que el anterior pero mayor que el concreto convencional con un valor aproximado de más de 32% luego, su crecimiento es abrupto hacia el 3er día (más del 94% de f'c) igualando los resultados del cemento Wari tipo I, pero nuevamente su crecimiento vuelve a disminuir para el 7mo día obteniendo valores mayores que el 131% de f'c en comparación del anterior cemento pero siendo mucho mayor que los resultados obtenidos del concreto convencional.

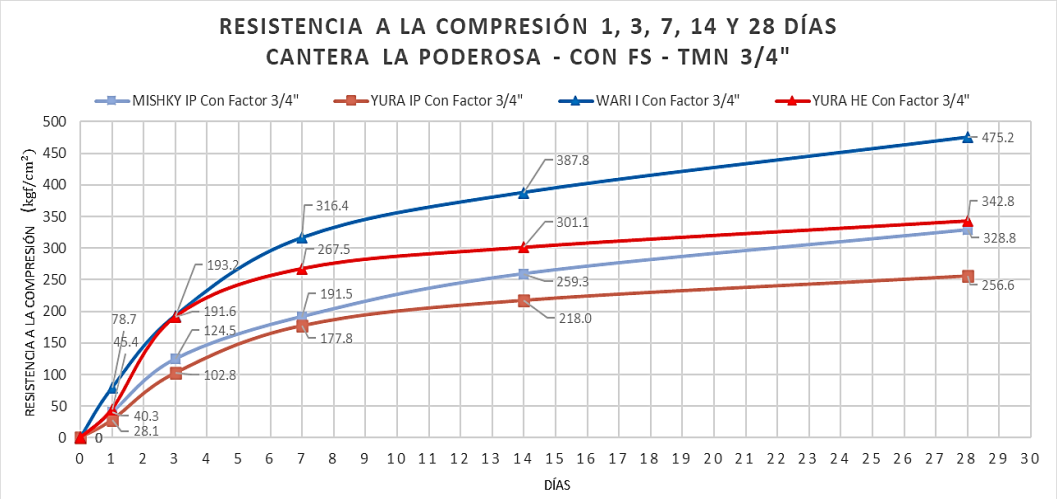


Figura 164: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera La Poderosa.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De la figura 164, se observa que, los resultados de la cantera La Poderosa para TMN ½" en los primeros días de desarrollo de resistencia a la compresión, podemos darnos cuenta que el concreto elaborado con cemento Wari tipo I es el que desde el día 1 nos brinda valores mucho mayores que el resto, dándonos un valor de 38% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y el cemento Yura tipo HE nos a un valor de 22% del f'c, mientras que, si analizamos los resultados del concreto convencional con cemento Mishky y Yura tipo IP, nos da valores de 19% y 13% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

De igual forma, analizamos los resultados de la gráfica del día 3 y el concreto elaborado con cemento Wari tipo I nos da un valor de 92% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y el cemento Yura tipo HE lo iguala al cemento Wari tipo I porque dio un valor de 91% del f'c, mientras que, si analizamos los resultados del concreto convencional con cemento Mishky y Yura tipo IP, nos da valores 59% y 49% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente.

Asimismo, analizamos los resultados de la gráfica del día 7 y podemos darnos cuenta que el concreto elaborado con cemento Wari tipo I nos vuelve a dar un valor mayor que el resto al igual que el día 1 con un valor de 151% respecto del f'c = 210 kgf/cm^2 y el cemento Yura tipo HE a diferencia del día 3, sufre una caída en resistencia alejándose por debajo del cemento wari porque dio un valor de 127% del f'c, mientras que, si analizamos los resultados del concreto convencional con cemento Mishky y Yura tipo IP, nos da valores de 91% y 85% del f'c = 210 kgf/cm^2.

Finalmente, podemos concluir que los concretos de resistencias altas a temprana edad elaborados con cemento Wari tipo I y cemento Yura tipo HE nos dan valores de resistencias elevados respecto del concreto convencional, esto debido a las características del cemento el cual contiene alto calor de hidratación que se encarga de proporcionar al concreto un acelerado desarrollo de resistencias iniciales.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Gráficamente se puede observar una diferencia importante entre estos 2 tipos de cemento y marca, el cual, al ser de diferentes generaciones de cemento, primera y tercera generación respectivamente, hace que sus comportamientos sean distintos y lo detallamos a continuación:

Los resultados de resistencia a la compresión del concreto elaborado con cemento Wari tipo I nos muestra un acelerado crecimiento desde el día 1 (más del 38% de f'c) continuando el crecimiento acelerado al día 3 (más del 92% de f'c) y sigue creciendo al día 7 (más del 151% de f'c) y continua creciendo proporcionalmente hacia el día 28, de forma contraria sucede con el concreto elaborado con cemento Yura tipo HE porque inicialmente a 1 día, empieza con un valor mucho menor que el anterior pero ligeramente mayor que un concreto convencional con un valor aproximado de más de 22% luego su crecimiento es abrupto hacia el 3er día (más del 91% de f'c) igualando los resultados del cemento Wari tipo I, pero nuevamente su crecimiento vuelve a disminuir para el 7mo día obteniendo valores mayores que el 127% de f'c en comparación del anterior cemento pero siendo mucho mayor que los resultados obtenidos del concreto convencional.

Podemos concluir que, los concretos de resistencias altas a temprana edad elaborados con cemento Wari tipo I y cemento Yura tipo HE para TMN ½" y ¾" son muy convenientes para cuando se desea realizar desencofrados a una edad temprana del concreto y puesta en servicio, porque a los 3 días el concreto ya tiene más del 94 y 91% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente, mientras que el concreto convencional recién a los 7 días alcanza una resistencia mayor del 80% del f'c. Además, mencionar que estos cementos son muy comerciales en nuestra región, principalmente el cemento Wari tipo I más que el cemento Yura tipo HE, esto debido a su precio que es más económico respecto del Yura tipo HE, pero ligeramente más caro que los cementos convencionales Mishky y Yura tipo IP.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

4.5 Ensayo de tracción simple por compresión diametral (NTP 339.084)

En la tabla se muestra el análisis de las resistencias promedio a la tracción simple del concreto elaborado con cemento Mishky tipo IP y cemento Yura tipo IP a edad de rotura de 28 días para las diferentes canteras con agregados de TMN de ½" y ¾" diseñados por el método del comité ACI 211 considerando y no considerando el factor de seguridad.

Tabla 119: Resistencias a la tracción simple del concreto elaborado con cemento Mishky y Yura tipo IP para cada cantera.

Cemento	TMN	CANTERA	TRACCIÓN INDIRECTA PROMEDIO kgf/cm²	TRACCIÓN PROMEDIO TEÓRICO kgf/cm²	RESISTENCIA COMPRESIÓN 28 DÍAS kgf/cm²	CONDICIÓN > 10%	CONDICIÓN <15%
Diseño comité ACI 211 - CON Factor de Seguridad							
Mishky Tipo IP	1/2"	FRANED	31.2	27.4	274.0	OK	OK
		QUILLACONA	32.0	27.5	275.4	OK	OK
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	26.8	26.1	261.0	OK	OK
		LA PODEROSA	30.3	28.7	287.2	OK	OK
	3/4"	FRANED	29.4	26.5	265.5	OK	OK
		QUILLACONA	25.9	25.2	252.2	OK	OK
		LA PODEROSA	33.8	32.9	328.6	OK	OK
YURA Tipo IP	1/2"	FRANED	29.5	25.6	256.1	OK	OK
		QUILLACONA	26.9	22.9	228.9	OK	OK
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	23.8	22.0	219.9	OK	OK
		LA PODEROSA	28.0	26.3	262.6	OK	OK
	3/4"	FRANED	28.7	24.8	247.5	OK	OK
		QUILLACONA	22.3	21.5	215.4	OK	OK
		LA PODEROSA	28.3	25.7	256.5	OK	OK
Diseño comité ACI 211 - SIN Factor de Seguridad							
Mishky Tipo IP	1/2"	FRANED	25.7	20.0	199.9	OK	OK
		QUILLACONA	22.9	21.1	211.3	OK	OK
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	21.5	19.5	194.7	OK	OK
		LA PODEROSA	28.3	19.8	198.5	OK	OK
	3/4"	FRANED	21.5	18.9	189.1	OK	OK
		QUILLACONA	19.9	19.0	189.5	OK	OK
		LA PODEROSA	28.7	22.5	224.8	OK	OK
YURA Tipo IP	1/2"	FRANED	23.6	16.7	167.3	OK	OK
		QUILLACONA	17.3	16.6	165.5	OK	OK
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18.0	15.6	155.9	OK	OK
		LA PODEROSA	24.1	18.2	182.5	OK	OK
	3/4"	FRANED	21.3	15.7	157.2	OK	OK
		QUILLACONA	20.7	15.4	153.7	OK	OK
		LA PODEROSA	22.8	16.8	168.0	OK	OK

Fuente: Elaboración propia, (2019).

La resistencia a la tracción del concreto cuando no se hacen ensayos de laboratorio, de manera práctica se toma el 10% del valor de la resistencia a la compresión a 28 días, pero también hay otro criterio que según Ottazzi, (2011) en su libro "Apuntes del curso Concreto Armado I" 12va edición, indica lo siguiente:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El valor de la tracción directa del concreto debe estar entre el 8% y 15% de la resistencia a la compresión a 28 días. Es por ello, que tabla nos muestra el análisis y la verificación del cumplimiento de ambos criterios, del cual podemos observar que en el concreto convencional usando cemento Mishky y Yura tipo IP, diseñados con y sin factor de seguridad, todos los valores cumplen con los criterios de la resistencia a la tracción no siendo necesario verificar para el 8% del f'c.

Tabla 120: Resistencias a la tracción simple del concreto elaborado con cemento Mishky y Yura tipo IP para cada cantera.

Cemento	TMN	CANTERA	TRACCIÓN INDIRECTA PROMEDIO kgf/cm²	TRACCIÓN PROMEDIO TEÓRICO kgf/cm²	RESISTENCIA COMPRESIÓN 28 DÍAS kgf/cm²	CONDICIÓN > 10%	CONDICIÓN > 8%	CONDICIÓN <15%
Diseño comité ACI 211 - CON Factor de Seguridad								
WARI Tipo I	1/2"	FRANED	41.8	44.8	447.6	NO CUMPLE	OK	OK
		QUILLACONA	39.4	48.1	480.7	NO CUMPLE	OK	OK
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	35.5	44.1	441.4	NO CUMPLE	OK	OK
		LA PODEROSA	48.9	50.1	500.8	NO CUMPLE	OK	OK
	3/4"	FRANED	40.9	39.2	391.9	OK	OK	OK
		QUILLACONA	41.7	44.5	445.0	NO CUMPLE	OK	OK
		LA PODEROSA	45.0	47.5	474.8	NO CUMPLE	OK	OK
YURA Tipo HE	1/2"	FRANED	33.7	32.8	328.3	OK	OK	OK
		QUILLACONA	34.1	35.4	353.5	NO CUMPLE	OK	OK
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	30.5	32.6	326.1	NO CUMPLE	OK	OK
		LA PODEROSA	38.3	35.0	350.3	OK	OK	OK
	3/4"	FRANED	32.7	32.4	323.6	OK	OK	OK
		QUILLACONA	31.0	27.2	272.2	OK	OK	OK
		LA PODEROSA	35.2	34.3	342.9	OK	OK	OK
Diseño comité ACI 211 - SIN Factor de Seguridad								
WARI Tipo I	1/2"	FRANED	39.5	35.0	350.2	OK	OK	OK
		QUILLACONA	34.0	38.1	380.9	NO CUMPLE	OK	OK
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	29.8	34.0	339.5	NO CUMPLE	OK	OK
		LA PODEROSA	41.8	39.1	390.7	OK	OK	OK
	3/4"	FRANED	33.5	30.5	304.7	OK	OK	OK
		QUILLACONA	35.7	35.1	351.3	OK	OK	OK
		LA PODEROSA	38.2	37.4	373.6	OK	OK	OK
YURA Tipo HE	1/2"	FRANED	29.5	25.2	251.6	OK	OK	OK
		QUILLACONA	26.3	26.2	261.8	OK	OK	OK
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	23.1	22.7	227.1	OK	OK	OK
		LA PODEROSA	33.1	26.8	267.7	OK	OK	OK
	3/4"	FRANED	29.5	23.8	238.0	OK	OK	OK
		QUILLACONA	27.5	23.2	232.2	OK	OK	OK
		LA PODEROSA	30.7	24.0	239.7	OK	OK	OK

Fuente: Elaboración propia, (2019).

En la tabla 120 se muestra el análisis de las resistencias promedio a la tracción simple Wari tipo I y cemento Yura tipo HE a edad de rotura de 28 días para las diferentes canteras con agregados de TMN de ½" y ¾" diseñados por el método del comité ACI 211 considerando y no considerando el factor de seguridad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La tabla nos muestra el análisis y la verificación del cumplimiento de acuerdo a ambos criterios, del cual podemos observar que el concreto elaborado con cemento Wari tipo I y Yura tipo HE diseñados con y sin factor de seguridad, todos los valores cumplen con el segundo criterio de la resistencia a la tracción (8% del f'c al 15% del f'c). El primer criterio, que es un criterio aproximado cuando no se hacen ensayos en laboratorio, pero de igual forma es analizado con los valores en la tabla con el fin de determinar si llegan a cumplir con este porcentaje de 10% del f'c y observamos que más del 50% de resultados no cumplen con este criterio para el caso de concretos diseñados con factor de seguridad, mientras que concretos diseñados sin factor de seguridad si llegan a cumplir en su mayoría con este criterio, solo 2 resultados de la cantera Quillacona no cumplieron.

4.6 Ensayo de abrasión al concreto

Tabla 121: Resistencias al desgaste por abrasión del concreto elaborado con cemento Mishky y Yura tipo IP para cada cantera.

Cemento	TMN	Diseño comité ACI 211 - CON Factor de Seguridad			Diseño comité ACI 211 - SIN Factor de Seguridad		
		CANTERA	ABRASIÓN (%)	CONDICIÓN < 50%	CANTERA	ABRASIÓN (%)	CONDICIÓN < 50%
MISHKY Tipo IP	1/2"	FRANED	48.4	OK	FRANED	53.0	NO CUMPLE
		QUILLACONA	40.3	OK	QUILLACONA	52.3	NO CUMPLE
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	39.6	OK	QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	49.0	OK
		LA PODEROSA	43.6	OK	LA PODEROSA	47.5	OK
	3/4"	FRANED	47.6	OK	FRANED	49.5	OK
		QUILLACONA	37.0	OK	QUILLACONA	51.6	NO CUMPLE
		LA PODEROSA	48.8	OK	LA PODEROSA	48.6	OK
YURA Tipo IP	1/2"	FRANED	44.4	OK	FRANED	52.7	NO CUMPLE
		QUILLACONA	35.5	OK	QUILLACONA	52.7	NO CUMPLE
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	36.8	OK	QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	49.1	OK
		LA PODEROSA	40.5	OK	LA PODEROSA	48.0	OK
	3/4"	FRANED	49.4	OK	FRANED	53.1	NO CUMPLE
		QUILLACONA	46.7	OK	QUILLACONA	51.4	NO CUMPLE
		LA PODEROSA	43.7	OK	LA PODEROSA	46.2	OK

Fuente: Elaboración propia, (2019).

De la tabla 121, Se observa que la resistencia a la abrasión cumple satisfactoriamente para los concretos diseñados con factor de seguridad usando agregados TMN ½" y ¾" y cemento Mishky y Yura tipo IP.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Sin embargo, los concretos diseñados sin factor de seguridad solo cumplieron para la cantera La Poderosa y la 2da producción de la cantera Quillacona, mas no para las canteras de Franed y Quillacona que superan ligeramente el límite de 50% siendo el valor más alto 53.1%; esto se debe principalmente a las características físicas y mecánicas del agregado de las nuevas canteras y su gradación el cual al tener muchas piedras de tamaño grande no pudieron distribuirse de una mejor manera en los moldes de dados de concreto y no representan el 100% de la muestra de concreto y por ende estos resultados solo se deben tomar de forma referencial, por ser un método acondicionado del ensayo de agregados, para analizar cómo se comporta el concreto como un todo frente a la abrasión y determinar su desgaste.

Tabla 122: Resistencias al desgaste por abrasión del concreto elaborado con cemento Mishky y Yura tipo IP para cada cantera.

Cemento	TMN	Diseño comité ACI 211 - CON Factor de Seguridad			Diseño comité ACI 211 - SIN Factor de Seguridad		
		CANTERA	ABRASIÓN (%)	CONDICIÓN <50%	CANTERA	ABRASIÓN (%)	CONDICIÓN <50%
WARI Tipo I	1/2"	FRANED	42.3	OK	FRANED	35.2	OK
		QUILLACONA	25.8	OK	QUILLACONA	29.4	OK
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	30.7	OK	QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	28.6	OK
		LA PODEROSA	29.9	OK	LA PODEROSA	31.1	OK
	3/4"	FRANED	37.3	OK	FRANED	45.2	OK
		QUILLACONA	29.1	OK	QUILLACONA	30.6	OK
		LA PODEROSA	27.9	OK	LA PODEROSA	32.1	OK
YURA Tipo HE	1/2"	FRANED	33.8	OK	FRANED	44.7	OK
		QUILLACONA	29.3	OK	QUILLACONA	49.2	OK
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	30.5	OK	QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	44.2	OK
		LA PODEROSA	32.5	OK	LA PODEROSA	39.9	OK
	3/4"	FRANED	45.7	OK	FRANED	47.9	OK
		QUILLACONA	31.0	OK	QUILLACONA	36.1	OK
		LA PODEROSA	35.1	OK	LA PODEROSA	43.6	OK

Fuente: Elaboración propia, (2019).

De la tabla 122, Se observa que la resistencia a la abrasión cumple satisfactoriamente para todos los concretos diseñados con y sin factor de seguridad usando agregados TMN ½" y ¾" y cemento Wari tipo I y Yura tipo HE, esto se debe principalmente a las características del tipo de cemento el cual nos brinda un acelerado desarrollo de resistencia inicial y final y por ello nos brinda una buena resistencia a la abrasión y por ello, tiene un bajo desgaste.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CAPÍTULO V

5. EVALUACIÓN ECONÓMICA

5.1 ANÁLISIS DE COSTOS

En la presente tesis de investigación se realizó el análisis de costo por cada m^3 de los diseños de que se estudiaron, con la finalidad de ver la relación que existe en cada variación de canteras, cementos, tamaños máximos nominales y factor de seguridad; además, de observar cual es la mejor relación costo/beneficio.

5.1.1 Análisis de costos unitarios

En esta parte de la investigación se realizó el análisis de costo unitario por m^3 de las diferentes combinaciones que se tomaron en cuenta con respecto a las canteras, tipos de cemento, tamaño máximo nominal y el factor de seguridad, con la finalidad de hacer una comparación y ver variaciones entre estas combinaciones.

Análisis de costo unitario por m^3 para concretos con f'c = 210 kgf/cm^2 con factor de seguridad para TMN ½''.

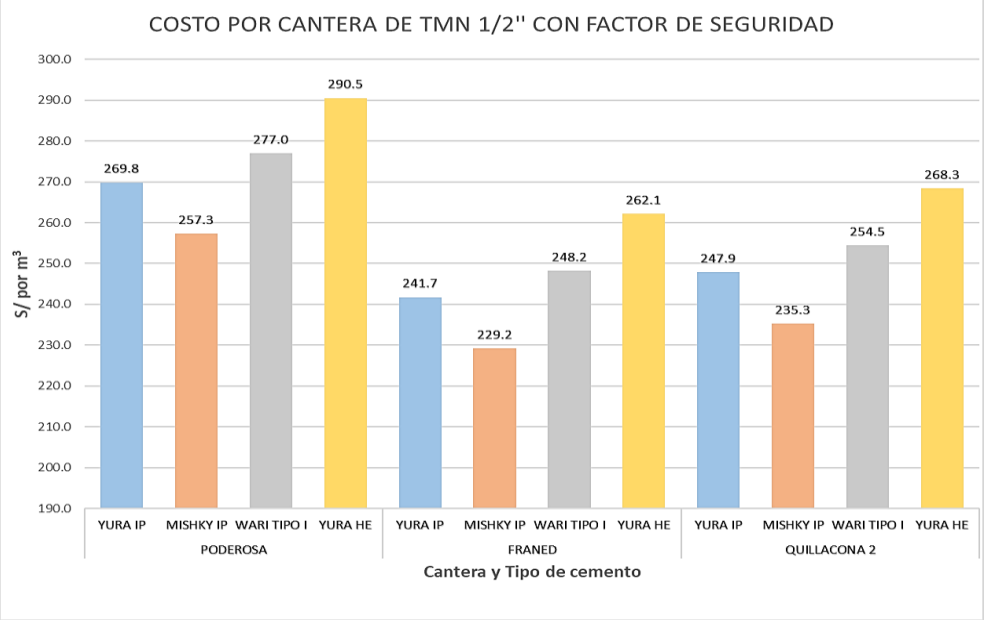


Figura 165: Análisis de precios unitarios por m^3 de TMN ½'' con factor de seguridad.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De la figura 165, se puede apreciar el análisis de precios unitario por m^3, a partir del cual se puede observar que la cantera "La Poderosa" es la que presenta mayores costos por m^3 que "Quillacona" y "Franed" en la elaboración de concretos con los diferentes cementos.

También se puede observar que los concretos convencionales los cuales usan cemento "Yura IP" y "Mishky IP" tienen menor precio por m^3 que los concretos de resistencias altas a edades tempranas que son elaborados con cementos "Wari Tipo I" y "Yura tipo HE".

En los concretos convencionales elaborados con cada cantera se puede observar una diferencia de precios entre los cementos utilizados, a partir del cual se puede ver que concreto elaborados con cemento "Yura IP" tienen precios más altos que concretos elaborados con "Mishky IP", esto debido a que para la presente investigación se consideró el precio por bolsa de cemento "Yura IP" de 20.4 soles y de cemento "Mishky IP" de 19.0 soles.

De igual forma en el caso de los concreto de resistencias altas de edades tempranas para las canteras en estudio, se puede observar una diferencia en el precio de concretos elaborados con cemento "Wari Tipo I" y cemento "Yura tipo HE" siendo este último mayor, puesto que el precio del cemento "Yura tipo HE" es de 22.6 soles a comparación de "Wari Tipo I" que es de 21.0 soles.

Finalmente, para la elaboración de concreto de ½'' con las 3 canteras de estudio para un f'c = 210 kgf/cm^2 con factor de seguridad, se puede concluir que el cemento "Yura HE" es el que da concretos más caros siendo el de mayor precio con los agregados de La Poderosa, seguido de Quillacona y finalmente Franed. Sin embargo, el cemento "Mishky IP" es el que nos dio precios más económicos en todos los casos.

En tabla siguiente se puede apreciar el análisis de precios unitarios de las canteras en estudio, el tipo de cemento, el TMN de ½'' para concretos con f'c = 210 kgf/cm^2 con factor se seguridad. Se consideran cantidad por m^3 y en el caso del cemento cantidad de bolsa por m^3, precio de cada material.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cabe mencionar que el precio del agregado de cada cantera es el precio puesto en obra (laboratorio UCSM), es decir, considera el precio del transporte.

Tabla 123: Análisis de costo unitario para concretos con factor de seguridad, para TMN ½".

RESISTENCIA PROMEDIO f'c = 210 kgf/cm^2 CON FACTOR DE SEGURIDAD								
CANTERA	TMN	CEMENTO	DESCRIPCION: MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	P.U. (S/)	PARCIAL (S/)	TOTAL (S/)
PODEROSA	1/2"	YURA IP	Cemento	9.082	bls	20.4	185.3	269.8
			Agua	0.232	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.474	m^3	71.8	34.1	
			Agregado Grueso	0.598	m^3	82.6	49.4	
		MISHKY IP	Cemento	9.082	bls	19.0	172.6	257.3
			Agua	0.232	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.478	m^3	71.8	34.3	
			Agregado Grueso	0.598	m^3	82.6	49.4	
		WARI TIPO I	Cemento	9.082	bls	21.0	190.7	277.0
			Agua	0.232	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.499	m^3	71.8	35.8	
			Agregado Grueso	0.598	m^3	82.6	49.4	
		YURA HE	Cemento	9.082	bls	22.6	205.3	290.5
			Agua	0.232	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.484	m^3	71.8	34.8	
			Agregado Grueso	0.598	m^3	82.6	49.4	
FRANED	1/2"	YURA IP	Cemento	9.082	bls	20.4	185.3	241.7
			Agua	0.236	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.470	m^3	40.0	18.8	
			Agregado Grueso	0.665	m^3	55.0	36.6	
		MISHKY IP	Cemento	9.082	bls	19.0	172.6	229.2
			Agua	0.236	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.474	m^3	40.0	19.0	
			Agregado Grueso	0.665	m^3	55.0	36.6	
		WARI TIPO I	Cemento	9.082	bls	21.0	190.7	248.2
			Agua	0.236	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.496	m^3	40.0	19.8	
			Agregado Grueso	0.665	m^3	55.0	36.6	
		YURA HE	Cemento	9.082	bls	22.6	205.3	262.1
			Agua	0.236	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.481	m^3	40.0	19.2	
			Agregado Grueso	0.665	m^3	55.0	36.6	
QUILLACONA 2da PRODUCCION	1/2"	YURA IP	Cemento	9.082	bls	20.4	185.3	247.9
			Agua	0.261	m^3	4.6	1.2	
			Agregado Fino	0.468	m^3	45.0	21.1	
			Agregado Grueso	0.630	m^3	64.0	40.3	
		MISHKY IP	Cemento	9.082	bls	19.0	172.6	235.3
			Agua	0.261	m^3	4.6	1.2	
			Agregado Fino	0.471	m^3	45.0	21.2	
			Agregado Grueso	0.630	m^3	64.0	40.3	
		WARI TIPO I	Cemento	9.082	bls	21.0	190.7	254.5
			Agua	0.261	m^3	4.6	1.2	
			Agregado Fino	0.494	m^3	45.0	22.2	
			Agregado Grueso	0.630	m^3	64.0	40.3	
		YURA HE	Cemento	9.082	bls	22.6	205.3	268.3
			Agua	0.261	m^3	4.6	1.2	
			Agregado Fino	0.479	m^3	45.0	21.5	
			Agregado Grueso	0.630	m^3	64.0	40.3	

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Análisis de costo unitario por m^3 para concretos con f'c = 210 kgf/cm^2 sin factor de seguridad para TMN de ½''.

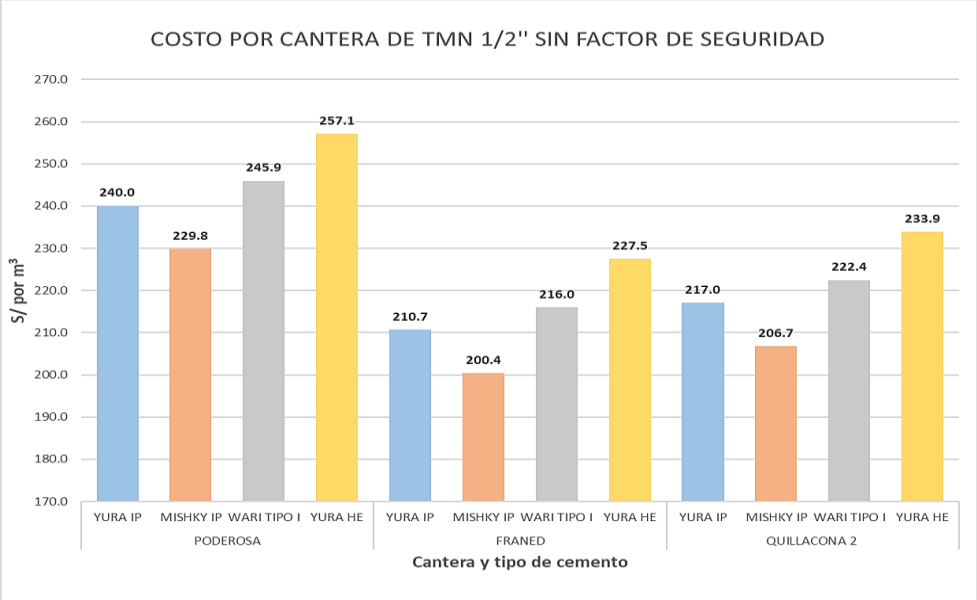


Figura 166: Análisis de precios unitarios por m^3 de TMN ½'' sin factor de seguridad.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

De la figura 166 se puede apreciar el análisis de precios unitario por m^3, a partir del cual se puede observar que la cantera "La Poderosa" es la que presenta mayores costos por m^3 que "Quillacona" y "Franed" en la elaboración de concretos con los diferentes cementos. También se puede observar que los concretos convencionales los cuales usan cemento "Yura IP" y "Mishky IP" tienen menor precio por m^3 que los concretos de resistencias altas a edades tempranas que son elaborados con cementos "Wari Tipo I" y "Yura tipo HE".

En los concretos convencionales elaborados con cada cantera se puede observar una diferencia de precios entre los cementos utilizados, a partir del cual se puede ver que concreto elaborados con cemento "Yura IP" tienen precios más altos que concretos elaborados con "Mishky IP", esto debido a que para la presente investigación se consideró el precio por bolsa de cemento "Yura IP" de 20.4 soles y de cemento "Mishky IP" de 19.0 soles. En el caso de los concreto de resistencias altas de edades tempranas para las canteras, se puede observar una diferencia en el precio de concretos elaborados con cemento "Wari Tipo I" y cemento "Yura HE" siendo este último mayor, puesto que el precio del cemento "Yura HE" es de 22.6 soles a comparación de "Wari Tipo I" que es de 21.0 soles.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Finalmente, para la elaboración de concreto de ½'' con las 3 canteras de estudio para un f'c = 210 kgf/cm^2 con factor de seguridad, se puede concluir que el cemento "Yura HE" es el que da concretos más caros siendo el de mayor precio con los agregados de La Poderosa, seguido de Quillacona y finalmente Franed. Sin embargo, el cemento "Mishky IP" es el que nos dio precios más económicos en todos los casos.

Además, cabe resaltar que para concretos de f'c = 210 kgf/cm^2 elaborado con agregado de ½'' con factor de seguridad nos dan precios más altos que concretos elaborados sin factor de seguridad, esto debido a que los primeros, se componen de mayor cantidad de materiales que los concreto sin factor de seguridad y esto ocasiona el incremento en el precio por m^3.

En tabla siguiente 124, se puede apreciar el análisis de precios unitarios de las canteras en estudio, el tipo de cemento, el Tamaño Máximo Nominal de ½'' para concretos con f'c = 210 kgf/cm^2 sin factor se seguridad. Se consideran cantidad por m^3 y en el caso del cemento cantidad de bolsa por m^3, precio de cada material, cabe mencionar que el precio del agregado de cada cantera es el precio puesto en obra (laboratorio UCSM), es decir, considera el precio del transporte.

Tabla 124: Análisis de costo unitario para concretos sin factor de seguridad, para TMN ½".

RESISTENCIA PROMEDIO f'c = 210 kgf/cm^2 SIN FACTOR DE SEGURIDAD								
CANTERA	TMN	CEMENTO	DESCRIPCION: MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	P.U. (S/)	PARCIAL (S/)	TOTAL (S/)
PODEROSA	1/2"	YURA IP	Cemento	7.482	bls	20.4	152.6	240.0
			Agua	0.233	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.514	m^3	71.8	36.9	
			Agregado Grueso	0.598	m^3	82.6	49.4	
		MISHKY IP	Cemento	7.482	bls	19.0	142.2	229.8
			Agua	0.233	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.518	m^3	71.8	37.2	
			Agregado Grueso	0.598	m^3	82.6	49.4	
		WARI TIPO I	Cemento	7.482	bls	21.0	157.1	245.9
			Agua	0.233	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.534	m^3	71.8	38.4	
			Agregado Grueso	0.598	m^3	82.6	49.4	
		YURA HE	Cemento	7.482	bls	22.6	169.1	257.1
			Agua	0.233	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.522	m^3	71.8	37.5	
			Agregado Grueso	0.598	m^3	82.6	49.4	

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 125: Análisis de costo unitario para concretos sin factor de seguridad, para TMN ½".

RESISTENCIA PROMEDIO f'c = 210 kgf/cm^2 SIN FACTOR DE SEGURIDAD								
CANTERA	TMN	CEMENTO	DESCRIPCION: MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	P.U. (S/)	PARCIAL (S/)	TOTAL (S/)
FRANED	1/2"	YURA IP	Cemento	7.482	bls	20.4	152.6	210.7
			Agua	0.237	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.511	m^3	40.0	20.4	
			Agregado Grueso	0.665	m^3	55.0	36.6	
		MISHKY IP	Cemento	7.482	bls	19.0	142.2	200.4
			Agua	0.237	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.514	m^3	40.0	20.6	
			Agregado Grueso	0.665	m^3	55.0	36.6	
		WARI TIPO I	Cemento	7.482	bls	21.0	157.1	216.0
			Agua	0.237	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.531	m^3	40.0	21.2	
			Agregado Grueso	0.665	m^3	55.0	36.6	
		YURA HE	Cemento	7.482	bls	22.6	169.1	227.5
			Agua	0.237	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.519	m^3	40.0	20.8	
			Agregado Grueso	0.665	m^3	55.0	36.6	
QUILLACONA 2da PRODUCCION	1/2"	YURA IP	Cemento	7.482	bls	20.4	152.6	217.0
			Agua	0.262	m^3	4.6	1.2	
			Agregado Fino	0.508	m^3	45.0	22.9	
			Agregado Grueso	0.630	m^3	64.0	40.3	
		MISHKY IP	Cemento	7.482	bls	19.0	142.2	206.7
			Agua	0.262	m^3	4.6	1.2	
			Agregado Fino	0.512	m^3	45.0	23.0	
			Agregado Grueso	0.630	m^3	64.0	40.3	
		WARI TIPO I	Cemento	7.482	bls	21.0	157.1	222.4
			Agua	0.262	m^3	4.6	1.2	
			Agregado Fino	0.528	m^3	45.0	23.8	
			Agregado Grueso	0.630	m^3	64.0	40.3	
		YURA HE	Cemento	7.482	bls	22.6	169.1	233.9
			Agua	0.262	m^3	4.6	1.2	
			Agregado Fino	0.517	m^3	45.0	23.2	
			Agregado Grueso	0.630	m^3	64.0	40.3	

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Análisis de costo unitario por m^3 para concretos con f'c = 210 kgf/cm^2 con factor de seguridad para un TMN ¾''.

De la figura siguiente se puede apreciar el análisis de precios unitario por m^3 para agregado de ¾'', a partir del cual se puede observar que la cantera "La Poderosa" es la que presenta mayores costos por m^3 que "Quillacona" y "Franed" en la elaboración de concretos con los diferentes cementos. También se puede observar que los concretos convencionales los cuales usan cemento "Yura IP" y "Mishky IP" tienen menor precio por m^3 que los concretos de resistencias altas a edades tempranas que son elaborados con cementos "Wari Tipo I" y "Yura HE".

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

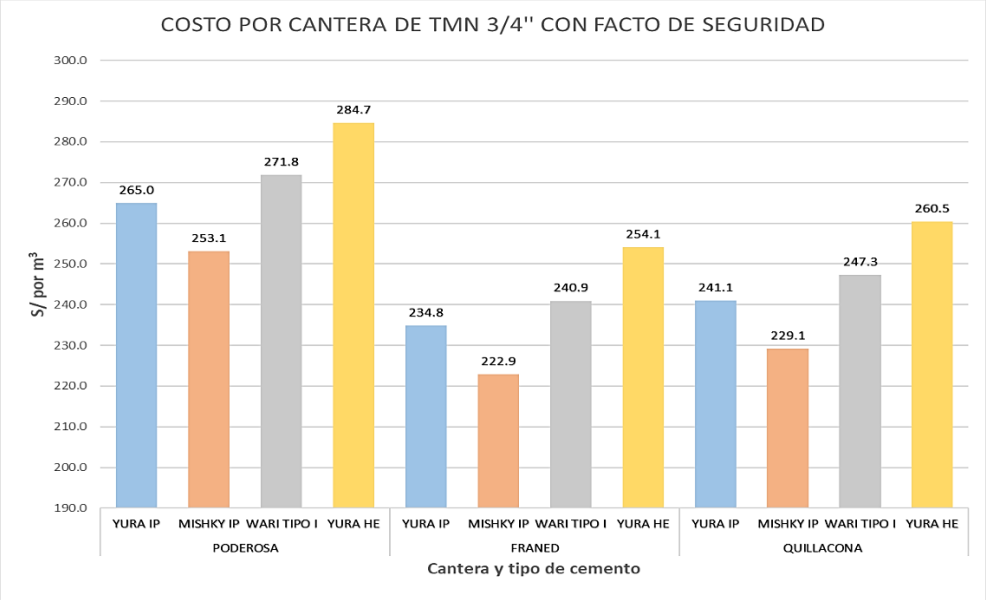


Figura 167: Análisis de precios unitarios por m^3 de TMN ¾" con factor de seguridad.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

En los concretos convencionales elaborados con cada cantera se puede observar una diferencia de precios entre los cementos utilizados, a partir del cual se puede ver que concreto elaborados con cemento "Yura IP" tienen precios más altos que concretos elaborados con "Mishky IP", esto debido a que para la presente investigación se consideró el precio por bolsa de cemento "Yura IP" de 20.4 soles y de cemento "Mishky IP" de 19.0 soles.

De igual forma en el caso de los concreto de resistencias altas de edades tempranas para las canteras en estudio, se puede observar una diferencia en el precio de concretos elaborados con cemento "Wari Tipo I" y cemento "Yura HE" siendo este último mayor, puesto que el precio del cemento "Yura HE" es de 22.6 soles a comparación de "Wari Tipo I" que es de 21.0 soles.

Finalmente, para la elaboración de concreto de ½'' con las 3 canteras de estudio para un f'c = 210 kgf/cm^2 con factor de seguridad, se puede concluir que el cemento "Yura HE" es el que da concretos más caros siendo el de mayor precio con los agregados de La Poderosa, seguido de Quillacona y Franed finalmente Quillacona. Sin embargo, el cemento "Mishky IP" es el que nos dio precios más económicos en todos los casos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En tabla siguiente se aprecia el análisis de precios unitarios de las canteras en estudio. Se consideran cantidad por m^3 y en el caso del cemento cantidad de bolsa por m^3, precio de cada material. Cabe mencionar que el precio del agregado de cada cantera es el precio puesto en obra (laboratorio UCSM), es decir, considera el precio del transporte.

Tabla 126: Análisis de costo unitario para concretos con factor de seguridad, para TMN ¾".

RESISTENCIA PROMEDIO f'c = 210 kgf/cm² CON FACTOR DE SEGURIDAD								
CANTERA	TMN	CEMENTO	DESCRIPCION: MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	P.U. (S/)	PARCIAL (S/)	TOTAL (S/)
PODEROSA	3/4"	YURA IP	Cemento	8.612	bls	20.4	175.7	265.0
			Agua	0.221	m^3	4.6	1.0	
			Agregado Fino	0.449	m^3	71.8	32.2	
			Agregado Grueso	0.692	m^3	81.0	56.1	
		MISHKY IP	Cemento	8.612	bls	19.0	163.6	253.1
			Agua	0.221	m^3	4.6	1.0	
			Agregado Fino	0.452	m^3	71.8	32.5	
			Agregado Grueso	0.692	m^3	81.0	56.1	
		WARI TIPO I	Cemento	8.612	bls	21.0	180.8	271.8
			Agua	0.221	m^3	4.6	1.0	
			Agregado Fino	0.472	m^3	71.8	33.9	
			Agregado Grueso	0.692	m^3	81.0	56.1	
		YURA HE	Cemento	8.612	bls	22.6	194.6	284.7
			Agua	0.221	m^3	4.6	1.0	
			Agregado Fino	0.459	m^3	71.8	33.0	
			Agregado Grueso	0.692	m^3	81.0	56.1	
FRANED	3/4"	YURA IP	Cemento	8.612	bls	20.4	175.7	234.8
			Agua	0.221	m^3	4.6	1.0	
			Agregado Fino	0.461	m^3	40.0	18.4	
			Agregado Grueso	0.721	m^3	55.0	39.7	
		MISHKY IP	Cemento	8.612	bls	19.0	163.6	222.9
			Agua	0.221	m^3	4.6	1.0	
			Agregado Fino	0.464	m^3	40.0	18.6	
			Agregado Grueso	0.721	m^3	55.0	39.7	
		WARI TIPO I	Cemento	8.612	bls	21.0	180.8	240.9
			Agua	0.222	m^3	4.6	1.0	
			Agregado Fino	0.484	m^3	40.0	19.4	
			Agregado Grueso	0.721	m^3	55.0	39.7	
		YURA HE	Cemento	8.612	bls	22.6	194.6	254.1
			Agua	0.221	m^3	4.6	1.0	
			Agregado Fino	0.470	m^3	40.0	18.8	
			Agregado Grueso	0.721	m^3	55.0	39.7	
QUILLACONA	3/4"	YURA IP	Cemento	8.612	bls	20.4	175.7	241.1
			Agua	0.235	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.479	m^3	45.0	21.6	
			Agregado Grueso	0.668	m^3	64.0	42.8	
		MISHKY IP	Cemento	8.612	bls	19.0	163.6	229.1
			Agua	0.235	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.482	m^3	45.0	21.7	
			Agregado Grueso	0.668	m^3	64.0	42.8	
		WARI TIPO I	Cemento	8.612	bls	21.0	180.8	247.3
			Agua	0.235	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.503	m^3	45.0	22.7	
			Agregado Grueso	0.668	m^3	64.0	42.8	
		YURA HE	Cemento	8.612	bls	22.6	194.6	260.5
			Agua	0.235	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.489	m^3	45.0	22.0	
			Agregado Grueso	0.668	m^3	64.0	42.8	

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Análisis de costo unitario por m^3 para concretos con f'c = 210 kgf/cm^2 sin factor de seguridad para un TMN ¾''.

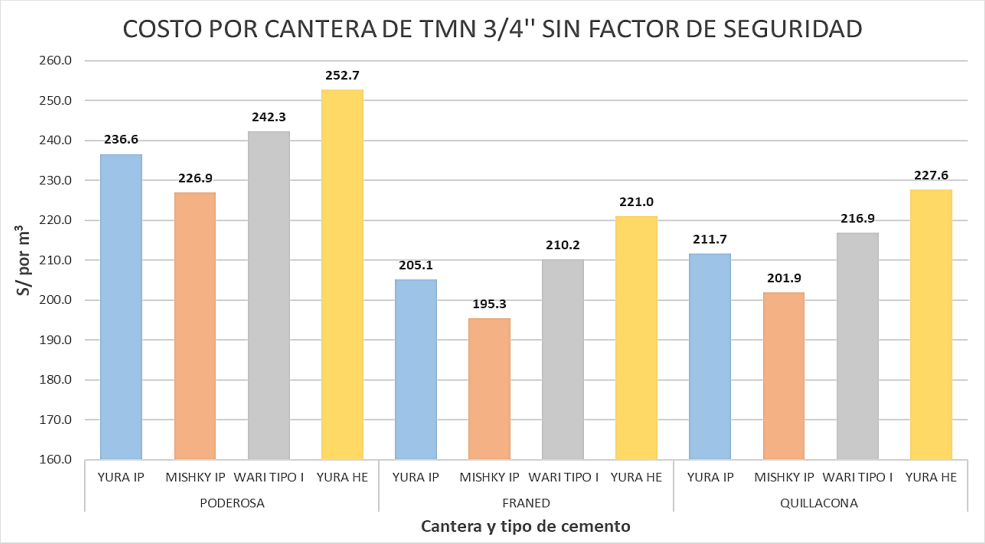


Figura 168: Análisis de precios unitarios por m^3 de TMN ¾" sin factor de seguridad.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

De la figura 168 se puede apreciar el análisis de precios unitario por m^3 para agregado de ¾'', donde se puede observar que la cantera "La Poderosa" es la que presenta mayores costos por m^3 que "Quillacona" y "Franed" en la elaboración de concretos con los diferentes cementos. Se puede observar que los concretos convencionales los cuales usan cemento "Yura IP" y "Mishky IP" tienen menor precio por m^3 que los concretos de resistencias altas a edades tempranas que son elaborados con cementos "Wari Tipo I" y "Yura tipo HE".

En los concretos convencionales elaborados con cada cantera se puede observar una diferencia de precios entre los cementos utilizados, a partir del cual se puede ver que concreto elaborados con cemento "Yura IP" tienen precios más altos que concretos elaborados con "Mishky IP", esto debido a que para la presente investigación se consideró el precio por bolsa de cemento "Yura IP" de 20.4 soles y de cemento "Mishky IP" de 19.0 soles.

En el caso de los concreto de resistencias altas de edades tempranas para las canteras en estudio, se puede observar una diferencia en el precio de concretos elaborados con cemento "Wari Tipo I" y cemento "Yura HE" siendo este último mayor, puesto que el precio del cemento "Yura HE" es de 22.6 soles a comparación de "Wari Tipo I" que es de 21.0 soles.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para la elaboración de concreto de TMN ½'' con las 3 canteras de estudio para un f'c = 210 kgf/cm^2 con factor de seguridad, se puede concluir que el cemento "Yura HE" es el que da concretos más caros siendo el de mayor precio con los agregados de La Poderosa, seguido de Quillacona y finalmente Franed. Sin embargo, el cemento "Mishky IP" es el que nos dio precios más económicos en todos los casos.

Además, cabe resaltar que para concretos de f'c = 210 kgf/cm^2 elaborado con agregado de ¾'' con factor de seguridad nos dan precios más altos que concretos elaborados sin factor de seguridad, esto debido a que los concretos con factor de seguridad se componen de mayor cantidad de materiales que los concreto sin factor de seguridad y esto ocasiona el incremento en el precio por m^3.

En tabla siguiente se puede apreciar el análisis de precios unitarios de las canteras en estudio, el tipo de cemento, el Tamaño Máximo Nominal de ¾'' para concretos con f'c = 210 kgf/cm^2 sin factor se seguridad. Se consideran cantidad por m^3 y en el caso del cemento cantidad de bolsa por m^3, precio de cada material. Cabe mencionar que el precio del agregado de cada cantera es el precio puesto en obra (laboratorio UCSM), es decir, considera el precio del transporte.

Tabla 127: Análisis de costo unitario para concretos sin factor de seguridad, para TMN de ¾''.

RESISTENCIA PROMEDIO f'c = 210 kgf/cm^2 SIN FACTOR DE SEGURIDAD								
CANTERA	TMN	CEMENTO	DESCRIPCION: MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	P.U. (S/)	PARCIAL (S/)	TOTAL (S/)
PODEROSA	3/4"	YURA IP	Cemento	7.082	bls	20.4	144.5	236.6
			Agua	0.222	m^3	4.6	1.0	
			Agregado Fino	0.488	m^3	71.8	35.0	
			Agregado Grueso	0.692	m^3	81.0	56.1	
		MISHKY IP	Cemento	7.082	bls	19.0	134.6	226.9
			Agua	0.222	m^3	4.6	1.0	
			Agregado Fino	0.491	m^3	71.8	35.3	
			Agregado Grueso	0.692	m^3	81.0	56.1	
		WARI TIPO I	Cemento	7.082	bls	21.0	148.7	242.3
			Agua	0.222	m^3	4.6	1.0	
			Agregado Fino	0.508	m^3	71.8	36.5	
			Agregado Grueso	0.692	m^3	81.0	56.1	
		YURA HE	Cemento	7.082	bls	22.6	160.1	252.7
			Agua	0.222	m^3	4.6	1.0	
			Agregado Fino	0.496	m^3	71.8	35.6	
			Agregado Grueso	0.692	m^3	81.0	56.1	

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 128: Análisis de costo unitario para concretos sin factor de seguridad, para TMN de ¾''.

RESISTENCIA PROMEDIO f'c = 210 kgf/cm^2 SIN FACTOR DE SEGURIDAD								
CANTERA	TMN	CEMENTO	DESCRIPCION: MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD	P.U. (S/)	PARCIAL (S/)	TOTAL (S/)
FRANED	3/4"	YURA IP	Cemento	7.082	bls	20.4	144.5	205.1
			Agua	0.222	m^3	4.6	1.0	
			Agregado Fino	0.499	m^3	40.0	20.0	
			Agregado Grueso	0.721	m^3	55.0	39.7	
		MISHKY IP	Cemento	7.082	bls	19.0	134.6	195.3
			Agua	0.222	m^3	4.6	1.0	
			Agregado Fino	0.502	m^3	40.0	20.1	
			Agregado Grueso	0.721	m^3	55.0	39.7	
		WARI TIPO I	Cemento	7.082	bls	21.0	148.7	210.2
			Agua	0.222	m^3	4.6	1.0	
			Agregado Fino	0.519	m^3	40.0	20.8	
			Agregado Grueso	0.721	m^3	55.0	39.7	
		YURA HE	Cemento	7.082	bls	22.6	160.1	221.0
			Agua	0.222	m^3	4.6	1.0	
			Agregado Fino	0.507	m^3	40.0	20.3	
			Agregado Grueso	0.721	m^3	55.0	39.7	
QUILLACONA	3/4"	YURA IP	Cemento	7.082	bls	20.4	144.5	211.7
			Agua	0.236	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.519	m^3	45.0	23.4	
			Agregado Grueso	0.668	m^3	64.0	42.8	
		MISHKY IP	Cemento	7.082	bls	19.0	134.6	201.9
			Agua	0.236	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.523	m^3	45.0	23.5	
			Agregado Grueso	0.668	m^3	64.0	42.8	
		WARI TIPO I	Cemento	7.082	bls	21.0	148.7	216.9
			Agua	0.236	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.540	m^3	45.0	24.3	
			Agregado Grueso	0.668	m^3	64.0	42.8	
		YURA HE	Cemento	7.082	bls	22.6	160.1	227.6
			Agua	0.236	m^3	4.6	1.1	
			Agregado Fino	0.528	m^3	45.0	23.8	
			Agregado Grueso	0.668	m^3	64.0	42.8	

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5.1.2 Análisis comparativo costo-beneficio

Para este tema se tomó como antecedente lo que establece la Guía del PMBOK 6ta edición en el capítulo 8 en relación al análisis Costo-Beneficio, indica que el análisis de Costo-Beneficio es una herramienta para poder estimar fortalezas y debilidades del producto, con el fin de determinar la mejor alternativa. Para este análisis del beneficio se tomaron en cuenta diferentes propiedades del concreto como son: resistencia a la compresión, asentamiento, contenido de aire, peso unitario y rendimiento. Para estas propiedades se les asigno un factor dependiendo de la importancia que tienen sobre el concreto: resistencia a la compresión un factor de 0.65, asentamiento un factor de 0.15, contenido de aire un factor de 0.1, peso unitario un factor de 0.1; estos factores fueron multiplicados a los porcentajes que resultaron del valor real con respecto al valor teórico. En el caso del asentamiento, contenido de aire y peso unitario se consideró 100% a los valores que se encontraban dentro del rango teórico.

Análisis de costo-beneficio para concretos con f'c = 210 kgf/cm^2 con factor de seguridad, TMN 1/2''.

Tabla 129: Análisis de Costo-Beneficio de agregados de TMN 1/2'' con factor de seguridad.

COSTO - BENEFICIO f'c = 210 kgf/cm^2 CON FACTOR DE SEGURIDAD													
CANTERA	TMN	f'c	CEMENTO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		ASENTAMIENTO		CONTENIDO DE AIRE		PESO UNITARIO		BENEFICIO	COSTO m^3
				FACTOR	0.65	FACTOR	0.15	FACTOR	0.1	FACTOR	0.1	1	S/
PODEROSA	1/2"	210	YURA IP	262.8	125.1	3.25	100.0	2.0	100.0	2294	100.0	116.3%	S/. 269.8
			MISHKY IP	286.8	136.6	3.50	100.0	2.0	100.0	2321	100.0	123.8%	S/. 257.3
			WARI TIPO I	500.2	238.2	3.75	100.0	1.8	100.0	2316	100.0	189.8%	S/. 277.0
			YURA HE	350.6	167.0	2.75	91.7	1.7	100.0	2315	100.0	142.3%	S/. 290.5
FRANED	1/2"	210	YURA IP	255.6	121.7	3.00	100.0	2.0	100.0	2297	100.0	114.1%	S/. 241.7
			MISHKY IP	274.1	130.5	3.50	100.0	1.8	100.0	2258	100.0	119.8%	S/. 229.2
			WARI TIPO I	447.3	213.0	4.00	100.0	1.9	100.0	2316	100.0	173.5%	S/. 248.2
			YURA HE	327.8	156.1	3.75	100.0	1.7	100.0	2293	100.0	136.5%	S/. 262.1
QUILLACONA 2	1/2"	210	YURA IP	219.8	104.7	3.00	100.0	2.0	100.0	2214	98.8	102.9%	S/. 247.9
			MISHKY IP	261.0	124.3	3.00	100.0	2.0	100.0	2223	99.2	115.7%	S/. 235.3
			WARI TIPO I	441.4	210.2	3.25	100.0	2.0	100.0	2246	100.0	171.6%	S/. 254.5
			YURA HE	325.8	155.1	3.00	100.0	2.1	100.0	2207	98.5	135.7%	S/. 268.3

Fuente: Elaboración propia, (2019).

La tabla anterior detalla las propiedades del concreto que se tomaron en cuenta para poder calcular el beneficio, además, se añadió el costo por metro cúbico de las canteras en estudio, con los diferentes tipos de cementos para un concreto de f'c = 210 kgf/cm^2 con factor de seguridad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para el caso de la resistencia a la compresión el beneficio se calculó por medio de la división entre el valor real y el valor teórico. En el caso del asentamiento se tomaron beneficios del 100% si el concreto elaborado cumplía con estar dentro del rango de 3''- 4''. Para el caso del contenido del aire el valor teórico es de 1% - 3%, se pudo observar que los concretos elaborados llegaron al valor teórico, es así que el beneficio salió 100%. En caso del peso unitario se consideraron beneficios del 100% si se encontraban dentro del rango de 2240 a 2460 kgf/m^3.

Para el caso de la resistencia a la compresión se puede observar que concretos convencionales y concretos de resistencias altas a edades tempranas lograron pasar la resistencia de f'c = 210 kgf/cm^2, esto se ve reflejado en el beneficio puesto que superan el valor establecido de 100%, cabe mencionar que para las diferentes canteras los concretos elaborados con cemento "Yura IP" son los que menores beneficios nos brinda; también, que los concretos elaborados con cemento "Wari Tipo I" son los que mayores resistencias y mayores beneficios presenta. También se puede observar que el concreto elaborado con agregado de "Quillacona" con cemento "Yura IP" tiene 102.9% por lo tanto es el menos beneficioso para elaborar concreto con esta cantera y cemento.

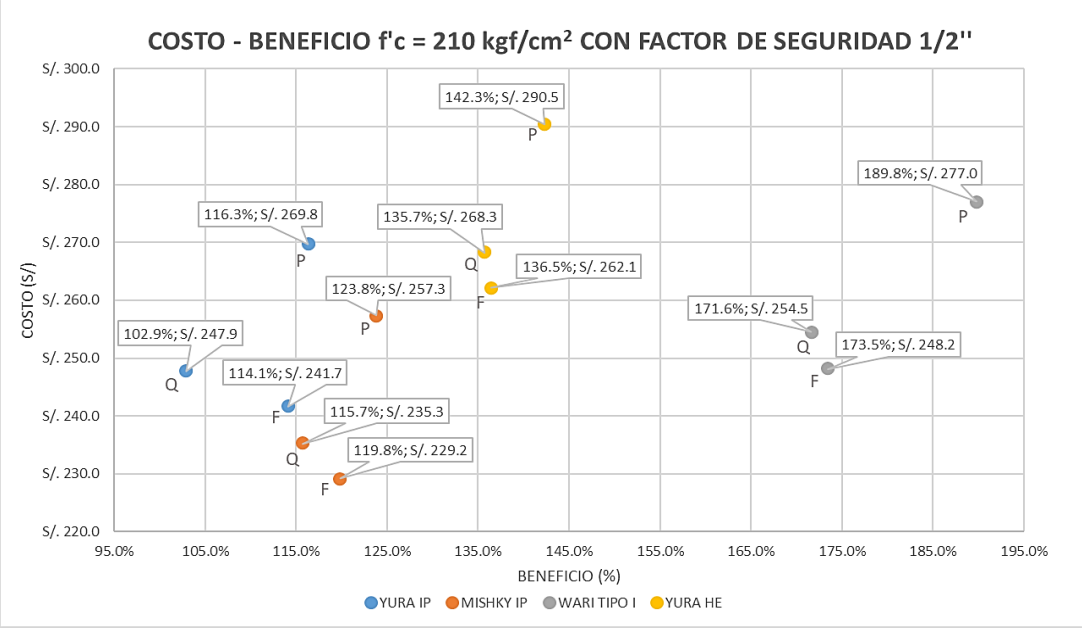


Figura 169: Análisis Costo-Beneficio de agregados TMN 1/2'' con factor de seguridad por cemento.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

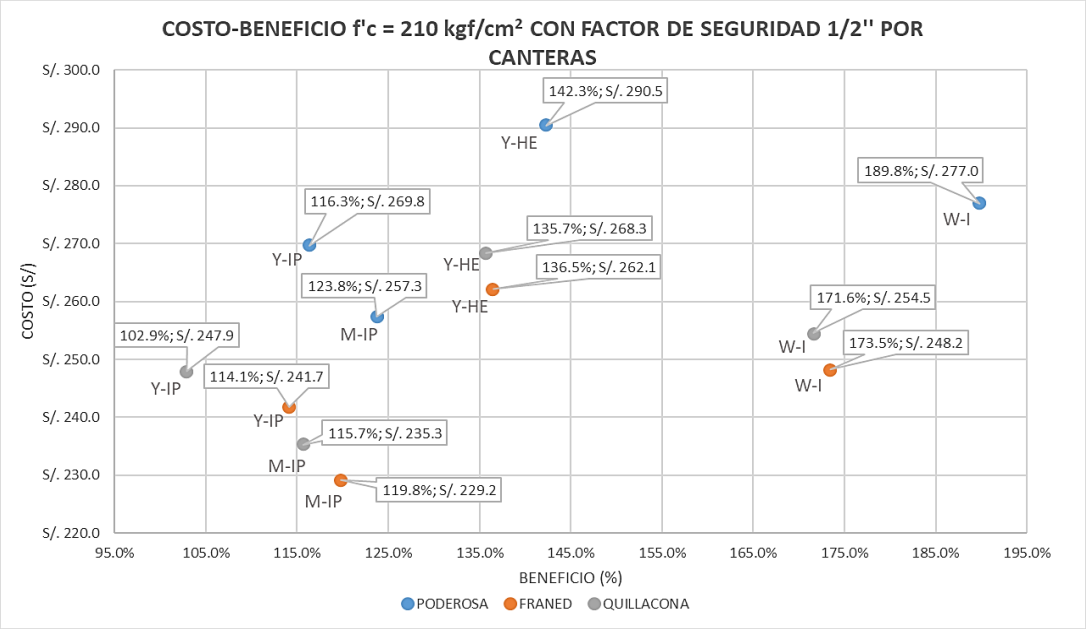


Figura 170: Análisis Costo-Beneficio de agregados TMN 1/2'' con factor de seguridad por cantera.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

De la figura 169, se puede observar los valores de costo-beneficios para cada combinación entre cantera y cemento para un concreto de f'c = 210 kgf/cm^2 con factor de seguridad usando agregado de ½''. Se puede distinguir claramente los grupos de tres puntos con colores azul, naranja, amarillo y plomo, cada uno perteneciente a un tipo de cemento especificado en la leyenda, y en cada grupo. Además, se puede apreciar tres puntos, uno más alto debido al costo por m^3 que pertenece a la cantera "La Poderosa", uno en medio que es de la catera "Quillacona" y un punto bajo que corresponde a la cantera "Franed".

A partir del análisis de la figura 170, se puede observar la relación de costo-beneficio para concretos convencionales (colores azul y naranja) y se puede concluir que, para las canteras en estudio los concretos que mejor relación costo-beneficios presentan son aquellos elaborados con Franed y cemento "Mishky IP" en comparación con cemento "Yura IP". Y para los concretos de resistencias altas a edades tempranas (colores amarillo y plomo) se puede apreciar que, los concretos con mejores relación costo-beneficio son aquellos elaborados con Franed y cemento "Wari Tipo I" en comparación de los concretos elaborados con cemento "Yura HE".

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Finalmente, se puede apreciar que todas las combinaciones nos dan valores de beneficios superiores al 100%, lo quiere decir que todos son recomendables para la elaboración del concreto para obra, pero se deberá tomar en cuenta el costo por m^3 y la calidad de los agregados para una mejor elección.

Análisis de costo-beneficio para concretos con f'c = 210 kgf/cm² sin factor de seguridad, TMN 1/2''.

Tabla 130: Análisis de Costo-Beneficio de agregados TMN 1/2'' sin factor de seguridad.

COSTO - BENEFICIO f'c = 210 kgf/cm² SIN FACTOR DE SEGURIDAD												
CANTERA	TMN	f'c	CEMENTO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		ASENTAMIENTO		CONTENIDO DE AIRE		PESO UNITARIO		BENEFICIO	COSTO m³
				FACTOR	0.65	FACTOR	0.15	FACTOR	0.1	FACTOR	0.1	1	S/
PODEROSA	1/2"	210	YURA IP	182.3	86.8	3.75	100.0	1.8	100.0	2286	100.0	91.4%	S/. 240.0
			MISHKY IP	198.6	94.6	3.75	100.0	1.8	100.0	2312	100.0	96.5%	S/. 229.8
			WARI TIPO I	390.5	186.0	4.00	100.0	1.8	100.0	2271	100.0	155.9%	S/. 245.9
			YURA HE	267.4	127.3	3.50	100.0	1.9	100.0	2308	100.0	117.8%	S/. 257.1
FRANED	1/2"	210	YURA IP	167.4	79.7	3.50	100.0	1.9	100.0	2282	100.0	86.8%	S/. 210.7
			MISHKY IP	199.7	95.1	3.75	100.0	1.8	100.0	2238	99.9	96.8%	S/. 200.4
			WARI TIPO I	350.2	166.8	4.25	93.8	1.7	100.0	2265	100.0	142.5%	S/. 216.0
			YURA HE	251.5	119.8	4.00	100.0	1.7	100.0	2291	100.0	112.8%	S/. 227.5
QUILLACONA 2	1/2"	210	YURA IP	156	74.3	3.00	100.0	2.0	100.0	2199	98.2	83.1%	S/. 217.0
			MISHKY IP	194.6	92.7	3.25	100.0	2.0	100.0	2214	98.8	95.1%	S/. 206.7
			WARI TIPO I	339.7	161.8	3.25	100.0	2.0	100.0	2221	99.2	140.1%	S/. 222.4
			YURA HE	227	108.1	3.25	100.0	2.1	100.0	2200	98.2	105.1%	S/. 233.9

Fuente: Elaboración propia, (2019).

La tabla anterior detalla las propiedades del concreto que se tomaron en cuenta para poder calcular el beneficio, además, se añadió el costo por m^3 de las canteras en estudio, con los diferentes cementos para un concreto de f'c = 210 kgf/cm² sin factor de seguridad.

Para el caso de la resistencia a la compresión se puede observar que concretos convencionales no llegaron a la resistencia de f'c = 210 kgf/cm², esto se ve reflejado en el beneficio puesto que no superan el valor establecido de 100%, por lo que no se recomienda la elaboración de estos concreto. Además, se puede observar que el cemento "Yura IP" da valores de beneficio muy inferiores entre 10% al 20% por debajo del 100%. Mientras que el cemento "Mishky IP" da valores entre 3% a 5% por debajo del 100%.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

En cambio, los concreto de resistencias altas a edades tempranas si superan la resistencia a la compresión requerido por lo que se ve reflejado en el beneficio que supera el 100%. Se puede ver una gran diferencia en cuanto a beneficio entre el cemento "Wari Tipo I" y el cemento "Yura HE", ya que el cemento Wari supera en casi 30% más al cemento Yura HE.

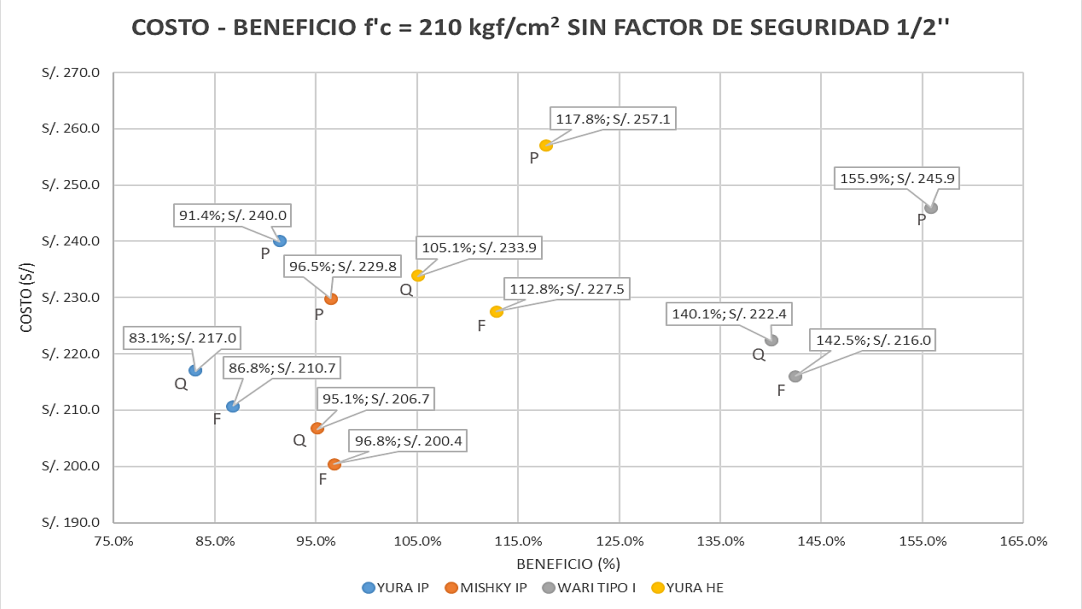


Figura 171: Análisis Costo-Beneficio de agregados TMN 1/2'' sin factor de seguridad por cemento.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

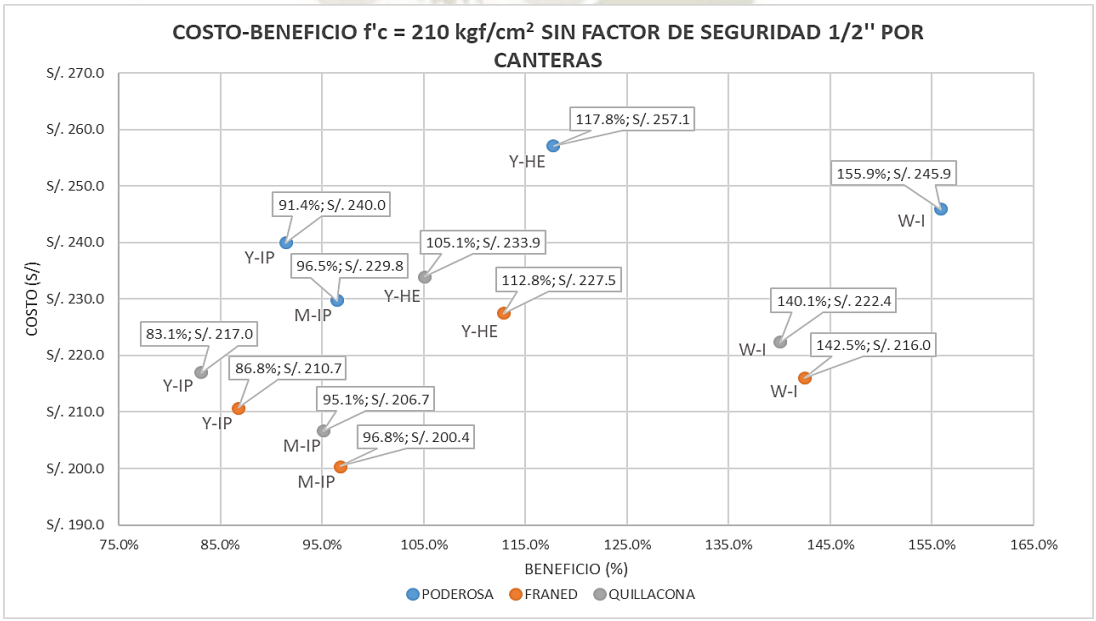


Figura 172: Análisis Costo-Beneficio de agregados TMN 1/2'' sin factor de seguridad, por cantera.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

De la figura 171 se puede observar los valores de costo-beneficios para cada combinación entre cantera y cemento para un concreto de f'c = 210 kgf/cm^2 sin factor de seguridad usando agregado de ½'', se puede distinguir claramente los grupos de tres puntos con colores azul, naranja, amarillo y plomo, cada uno perteneciente a un tipo de cemento donde se puede apreciar tres puntos, uno más alto debido al costo por m^3 que pertenece a la cantera "La Poderosa", uno en medio que es de la catera "Quillacona" y un punto bajo que corresponde a la cantera "Franed".

A partir del análisis de la figura 172, se puede observar la relación de costo-beneficio para concretos convencionales (colores azul y naranja) y se puede concluir que, para las canteras en estudio los concretos que mejor relación costo-beneficios presentan son aquellos elaborados con cemento "Mishky IP" a comparación de concretos elaborados con cemento "Yura IP", pero no se recomiendan puesto que el beneficio es menor al 100%, lo que permite decir que son concretos que tienen menor calidad y durabilidad.

Para los concretos de resistencias altas a edades tempranas (colores amarillo y plomo) se puede apreciar que, los concretos con mejores relación costo-beneficio son aquellos elaborados con cemento "Wari Tipo I" a comparación de los concretos elaborados con cemento "Yura HE" ya que estos tienen beneficios cercanos a 100% a comparación de concretos elaborados con "Wari Tipo I" que tienen beneficios superiores por lo tanto tendrán mayor calidad y durabilidad.

Finalmente, se puede apreciar los concreto de ½'' elaborados con factor de seguridad tiene mejor relación costo-beneficio que los concreto sin factor de seguridad, puesto que los diseños sin factor no cumplen los requisitos de resistencia solicitada a 28 días, pero estas graficas ayudan a comprender que los concretos pobres, a pesar de costar muy económico, no logran cubrir el beneficio mínimo que es del 100% por sus propiedades en estado fresco y endurecido. Una de las causas son las propiedades de los agregados, demostrándose que la cantera Quillacona es la que tiene agregado fino de mala calidad y agregado grueso de regular calidad dándonos los beneficios más bajos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Análisis de costo-beneficio para concretos con f'c = 210 kgf/cm^2 con factor de seguridad, TMN 3/4''.

Tabla 131: Análisis Costo-Beneficio de agregados TMN 3/4'' con factor de seguridad.

COSTO - BENEFICIO f'c = 210 kgf/cm^2 CON FACTOR DE SEGURIDAD													
CANTERA	TMN	f'c	CEMENTO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		ASENTAMIENTO		CONTENIDO DE AIRE		PESO UNITARIO		BENEFICIO	COSTO m^3
				FACTOR	0.65	FACTOR	0.15	FACTOR	0.1	FACTOR	0.1	1	S/
PODEROSA	3/4"	210	YURA IP	256.6	122.2	3.50	100.0	2.0	100.0	2327	100.0	114.4%	S/. 265.0
			MISHKY IP	328.8	156.6	3.00	100.0	1.9	100.0	2378	100.0	136.8%	S/. 253.1
			WARI TIPO I	475.2	226.3	4.00	100.0	1.9	100.0	2357	100.0	182.1%	S/. 271.8
			YURA HE	342.8	163.2	3.00	100.0	1.8	100.0	2354	100.0	141.1%	S/. 284.7
FRANED	3/4"	210	YURA IP	247.8	118.0	3.25	100.0	1.7	100.0	2322	100.0	111.7%	S/. 234.8
			MISHKY IP	265.5	126.4	4.00	100.0	1.9	100.0	2316	100.0	117.2%	S/. 222.9
			WARI TIPO I	391.7	186.5	4.00	100.0	1.9	100.0	2354	100.0	156.2%	S/. 240.9
			YURA HE	323.3	154.0	3.25	100.0	1.6	100.0	2313	100.0	135.1%	S/. 254.1
QUILLACONA	3/4"	210	YURA IP	215.2	102.5	2.50	83.3	2.2	100.0	2248	100.0	99.1%	S/. 241.1
			MISHKY IP	252.5	120.2	3.00	100.0	2.1	100.0	2271	100.0	113.2%	S/. 229.1
			WARI TIPO I	445.4	212.1	3.00	100.0	2.0	100.0	2256	100.0	172.9%	S/. 247.3
			YURA HE	272.0	129.5	2.75	91.7	2.1	100.0	2250	100.0	117.9%	S/. 260.5

Fuente: Elaboración propia, (2019).

La tabla anterior detalla las propiedades del concreto que se tomaron en cuenta para poder calcular el beneficio, además, se añadió el costo por m^3 de las canteras en estudio, con los diferentes cementos para un concreto de f'c = 210 kgf/cm^2 con factor de seguridad de TMN ¾''.

Para el caso de la resistencia a la compresión se puede observar que concretos convencionales y concretos de resistencias altas a edades tempranas lograron pasar la resistencia de f'c = 210 kgf/cm^2, esto se ve reflejado en el beneficio puesto que superan el valor establecido de 100%, cabe mencionar que para las diferentes canteras los concretos elaborados con cemento "Yura IP" son los que menores beneficios nos brinda; también, que los concretos elaborados con cemento "Wari Tipo I" son los que mayores resistencias y mayores beneficios presenta. Además, los concretos elaborados con agregados de Franed son los que mejores costos – beneficio presenta.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

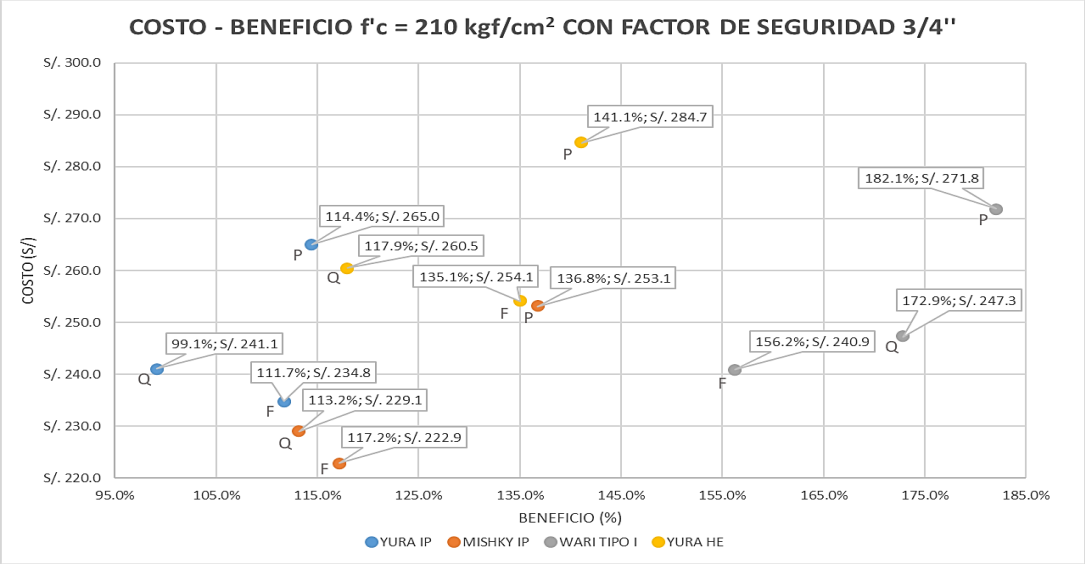


Figura 173: Análisis Costo-Beneficio de agregados TMN 3/4'' con factor de seguridad por cemento.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

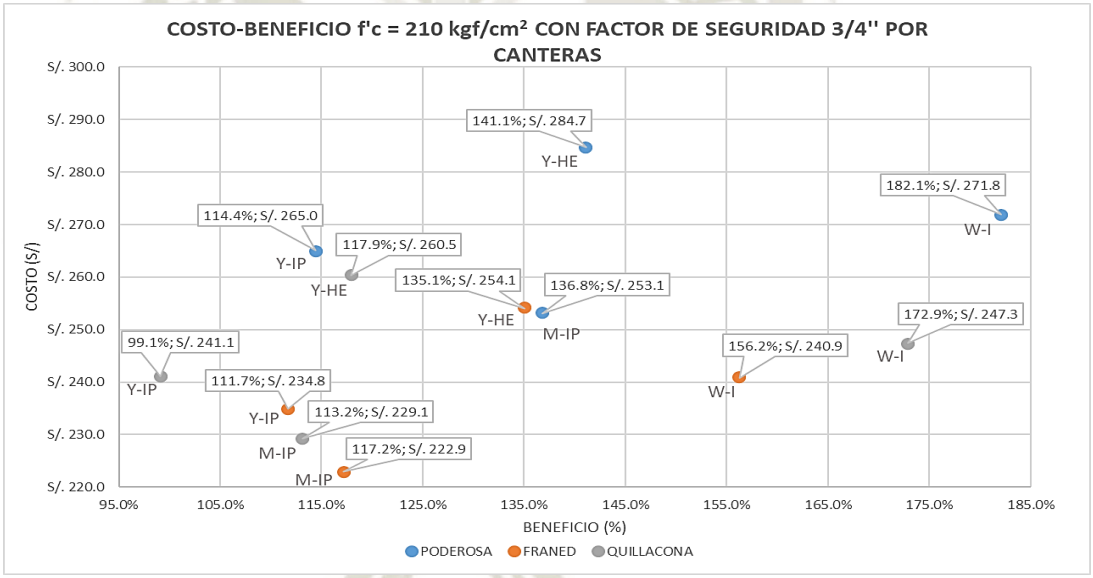


Figura 174: Análisis Costo-Beneficio de agregados TMN 3/4'' con factor de seguridad por cantera.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

En la figura 173 se puede observar los valores de costo-beneficios para cada combinación entre cantera y cemento para un concreto de f'c = 210 kgf/cm^2 con factor de seguridad usando agregado de ¾'', se puede distinguir claramente los grupos de tres puntos con colores azul, naranja, amarillo y plomo, cada uno perteneciente a un tipo de cemento donde se puede apreciar tres puntos, uno más alto que pertenece a la cantera "La Poderosa", uno en medio que es de la catera "Quillacona" y un punto bajo que corresponde a la cantera "Franed".

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

A partir del análisis anterior de la figura 174, se puede observar la relación de costo-beneficio para concretos convencionales (colores azul y naranja) y se puede concluir que, para las canteras en estudio los concretos que mejor relación costo-beneficios presentan son aquellos elaborados con Franed y cemento "Mishky IP" en comparación con cemento "Yura IP".

Además, que algunos concretos convencionales elaborados con cemento "Mishky" tienen mejor relación costo-beneficios que concretos elaborados con cemento "Yura HE". Y para los concretos de resistencias altas a edades tempranas (colores amarillo y plomo) se puede apreciar que, los concretos con mejores relación costo-beneficio son aquellos elaborados con cemento "Wari Tipo I" a comparación de los concretos elaborados con cemento "Yura HE", se puede apreciar una gran diferencia.

Finalmente, se puede apreciar que todas las combinaciones nos dan valores de beneficios superiores al 100%, significa que todos son recomendables para la elaboración del concreto para obra, pero se deberá tomar en cuenta el costo por m^3 y calidad del agregado para una mejor elección.

Análisis de costo-beneficio para concretos con f'c = 210 kgf/cm^2 sin factor de seguridad, TMN 3/4''

Tabla 132: Análisis Costo-Beneficio de agregados de TMN 3/4'' sin factor de seguridad.

COSTO - BENEFICIO f'c = 210 kgf/cm^2 SIN FACTOR DE SEGURIDAD													
CANTERA	TMN	f'c	CEMENTO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		ASENTAMIENTO		CONTENIDO DE AIRE		PESO UNITARIO		BENEFICIO	COSTO m^3
				FACTOR	0.65	FACTOR	0.15	FACTOR	0.1	FACTOR	0.1	1	S/
PODEROSA	3/4"	210	YURA IP	167.9	80.0	4.00	100.0	1.9	100.0	2323	100.0	87.0%	S/. 236.6
			MISHKY IP	224.9	107.1	3.25	100.0	1.9	100.0	2368	100.0	104.6%	S/. 226.9
			WARI TIPO I	373.5	177.9	4.25	93.8	1.8	100.0	2294	100.0	149.7%	S/. 242.3
			YURA HE	239.8	114.2	3.75	100.0	1.8	100.0	2337	100.0	109.2%	S/. 252.7
FRANED	3/4"	210	YURA IP	157.1	74.8	4.25	93.8	1.8	100.0	2312	100.0	82.7%	S/. 205.1
			MISHKY IP	189.2	90.1	4.25	93.8	1.8	100.0	2300	100.0	92.6%	S/. 195.3
			WARI TIPO I	304.5	145.0	4.25	93.8	1.8	100.0	2283	100.0	128.3%	S/. 210.2
			YURA HE	238	113.3	3.50	100.0	1.6	100.0	2304	100.0	108.7%	S/. 221.0
QUILLACONA	3/4"	210	YURA IP	153.9	73.3	2.75	91.7	2.1	100.0	2240	100.0	81.4%	S/. 211.7
			MISHKY IP	189.4	90.2	3.00	100.0	2.0	100.0	2248	100.0	93.6%	S/. 201.9
			WARI TIPO I	350.8	167.0	3.00	100.0	2.0	100.0	2233	99.7	143.5%	S/. 216.9
			YURA HE	232.2	110.6	3.00	100.0	2.0	100.0	2234	99.7	106.8%	S/. 227.6

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La tabla anterior detalla las propiedades del concreto que se tomaron en cuenta para poder calcular el beneficio, además, se añadió el costo por m^3 de las canteras en estudio, con los diferentes cementos para un concreto de f'c = 210 kgf/cm^2 sin factor de seguridad de TMN ¾''.

Para el caso de la resistencia a la compresión se puede observar que concretos convencionales no llegaron a la resistencia de f'c = 210 kgf/cm^2 a excepción del concreto con cemento "Mishky IP" con agregado de "La Poderosa" que si alcanzó la resistencia y por consiguiente el beneficio es mayor al valor establecido del 100%. Estos valores de resistencia se ven reflejados en el beneficio puesto que no superan el valor establecido de 100%, por lo que no se recomienda la elaboración de estos concreto. Además, se puede observar que el cemento "Yura IP" da valores de beneficio muy inferiores entre 10% al 15% por debajo del 100%. Mientras que el cemento "Mishky IP" da valores entre 5% a 9% por debajo del 100% a excepción de uno que tiene 104.6% con la cantera la poderosa y cemento Mishky tipo IP.

Para los concreto de resistencias altas a edades tempranas, se pudo observar que todos los concreto superan la resistencia f'c = 210 kgf/cm^2, por lo que los beneficios son mayores a lo establecido 100%; además, se puede ver que el cemento "Wari Tipo I" presenta mayores beneficios superando en casi un 20% a 35% más a los concretos elaborados con cemento "Yura HE".

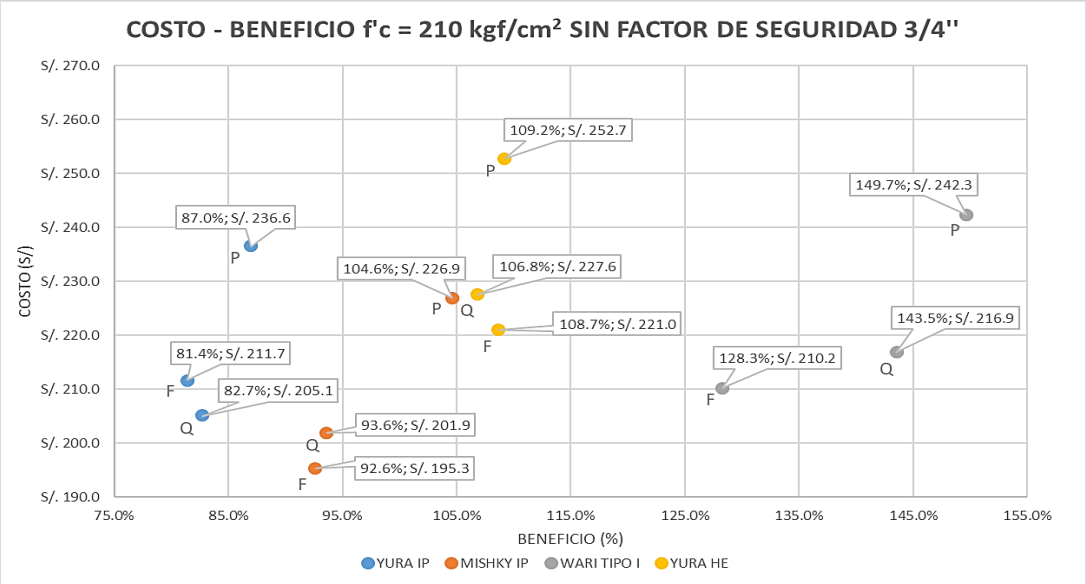


Figura 175: Análisis Costo-Beneficio de agregados TMN 3/4'' sin factor de seguridad por cemento.

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

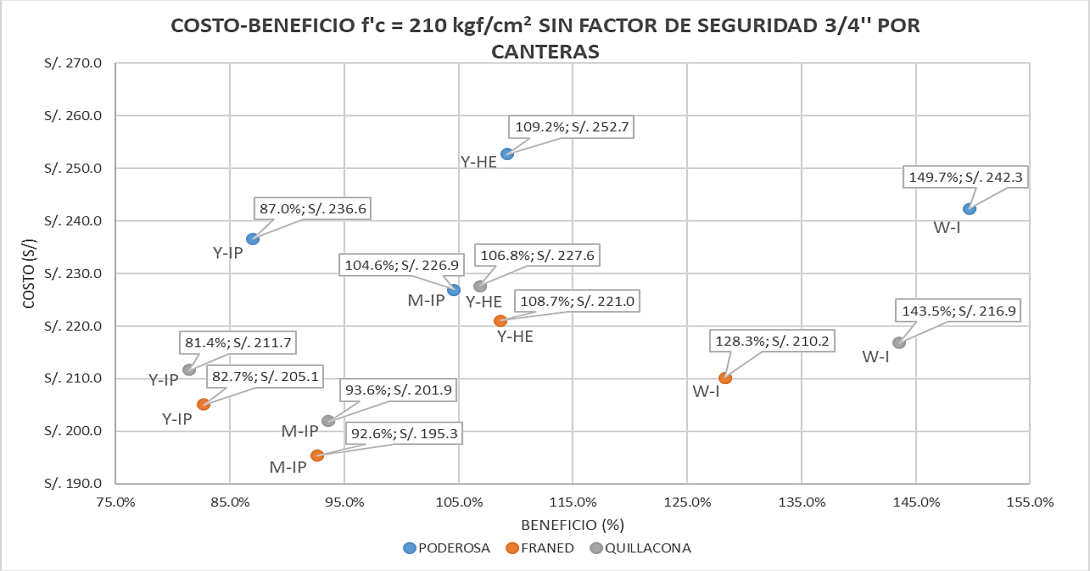


Figura 176: Análisis Costo-Beneficio de agregados TMN 3/4'' sin factor de seguridad por cantera.
Fuente: Elaboración propia, (2019).

En la figura anterior se puede observar claramente los grupos de tres puntos con colores azul, naranja, amarillo y plomo. Además, se puede apreciar tres puntos, uno más alto que pertenece a la cantera "La Poderosa", uno en medio que es de la catera "Quillacona" y un punto bajo que corresponde a la cantera "Franed".

Se observa la relación de costo-beneficio para concretos convencionales (colores azul y naranja) y se concluye que, los concretos que mejor relación costo-beneficios presentan son aquellos elaborados con cemento "Mishky IP" a comparación de concretos elaborados con cemento "Yura IP", pero no se recomiendan puesto que el beneficio es menor al 100%, lo que permite decir que son concretos que tienen menor calidad y durabilidad, a excepción del concreto laborado con agregado de la cantera "La Poderosa" y cemento "Mishky" que dio un costo-beneficio de 104.6% y 226.9 soles.

Para los concretos de resistencias altas a edades tempranas (colores amarillo y plomo) los concretos con mejores relación costo-beneficio son aquellos elaborados con cemento "Wari Tipo I" a comparación de los concretos elaborados con cemento "Yura HE" ya que estos tienen beneficios cercanos a 100% a comparación con "Wari Tipo I" que tienen beneficios superiores y por lo tanto tendrán mayor calidad y durabilidad. Finalmente, se puede apreciar los concreto de ¾'' elaborados con factor de seguridad tiene mejor relación costo-beneficio que los concreto sin factor de seguridad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. DEL OBJETIVO GENERAL

1.1. Se validó la calidad de los agregados de TMN ½" y ¾" de las nuevas canteras, Franed y Quillacona, en proceso inicial de explotación de acuerdo a la NTP 400.037 "Agregados para el Concreto" y de la calidad del concreto elaborados con cemento Mishky y Yura tipo IP, Wari tipo I y Yura tipo HE para f'c = 210 kgf/cm^2. Los resultados indican que los agregados finos y gruesos de la nueva cantera Franed, son de buena calidad, teniendo un comportamiento similar a los resultados de la cantera La Poderosa. Por otro lado, el agregado fino de la cantera Quillacona es de mala calidad; sin embargo, su agregado grueso es de buena calidad, si lograron llegar a la resistencia deseada, siendo el que menor desempeño tuvo entre las 3 canteras.

2. DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS, QUÍMICAS Y MECÁNICAS DE LOS AGREGADOS DE LAS NUEVAS CANTERAS

2.1. Se concluye que el agregado fino de la cantera La Poderosa es de excelente calidad, Franed es de buena calidad porque solo no cumplió con la granulometría y Quillacona de mala calidad, porque no cumplen con varios indicadores de calidad que indica la norma NTP 400.037 "Agregados para el concreto", sin embargo, la norma también indica que se permitirá el uso de agregado fino que no cumpla con los límites establecidos, cuando existan estudios que aseguren que el material producirá la resistencia requerida a satisfacción de las partes interesadas lo cual se comprobó que su exceso de finos afecta al concreto produciendo un bajo asentamiento y por ello un concreto de regular a buena calidad.

2.2. Se concluye que el agregado grueso de ½" y ¾'' de la cantera La Poderosa es de excelente calidad, Franed y Quillacona son de buena calidad, no son de excelente calidad principalmente porque no cumplen con los límites de granulometría que indica la norma NTP 400.037 "Agregados para el concreto", sin embargo, la norma también indica que se permitirá el uso de agregado grueso que no cumpla con los límites establecidos, cuando existan estudios que aseguren que el material producirá la resistencia requerida del concreto, y se comprobó que si producen buen concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

a) Propiedades del agregado fino

i. Se puede concluir que, en el análisis granulométrico del agregado fino, la cantera "La Poderosa" cumple con los parámetros establecidos en la norma NTP 400.037, esto quiere decir que la curva granulométrica se encuentra dentro de los límites. En cambio, en las canteras "Franed" y "Quillacona" se ve un incremento en las partículas más finas por lo que la curva granulométrica no entra dentro de los parámetros que pide la norma en los tamices #50 y #100.

ii. Se determinó el Módulo de Fineza del agregado fino de las canteras en estudio "La Poderosa" con 2.76, "Franed" con 2.47, "Quillacona" primera producción con 2.74 y "Quillacona" segunda producción con 2.48, a partir de lo cual puede concluir que se encuentran dentro de lo establecido por la norma de 2.3 a 3.1, además, se encuentran en el rango de 2.3 a 2.8 que permitirán elaborar concreto de buena trabajabilidad y poca segregación.

iii. Se determinó los valores de peso específico, obteniéndose para la cantera "La Poderosa" 2.50 g/cm^3, para "Franed" 2.58 g/cm^3, para "Quillacona" 2.54 g/cm^3 y 2.46 g/cm^3 en su primera y segunda producción. A partir de los cual se puede concluir que la cantera que presentará mayor cantidad de agregado fino en la dosificación será "Franed" seguido de "Quillacona" y la que menos cantidad de agregado fino tendrá será "La Poderosa".

iv. Se determinó los valores de absorción, obteniéndose para la cantera "La Poderosa" 1.44%, para "Franed" 1.36%, para "Quillacona" 1.44% y 2.60% en su primera y segunda producción. A partir del cual se puede concluir que la cantera "Quillacona" en su segunda producción al tener un valor de 2.6%, el concreto elaborado tendrá mayor cantidad de agua de diseño.

v. Del contenido de humedad del agregado fino se puede concluir que la cantera con mayor humedad fue "Quillacona" en su primera producción con un valor de 0.6%, esto produjo que se redujera el agua de diseño; a comparación de las otras canteras que tuvieron menores valores, esto conllevo que la reducción de agua sea mínima para estas canteras.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

vi. Al determinar el peso unitario suelto, se observó que la cantera "Franed" con 1539.05 kg/m^3 obtuvo el máximo valor a comparación de "La Poderosa" con 1507.07 kg/m^3 y "Quillacona" que tuvo valores alrededor de 1478.98 kg/m^3, de ello se puede concluir que el agregado comprado de "Quillacona" ocupara mayor volumen al ser transportado por tener bajo PUS.

vii. En el caso del peso unitario compactado, la cantera "La Poderosa" con 1783.97 kg/m^3 obtuvo el máximo valor a comparación de "Franed" con 1732.58 kg/m^3 y "Quillacona" que tuvo valores alrededor de 1731.63 kg/m^3, se concluye qué de las tres canteras, la que mayor valor presenta es "La Poderosa" esto debido a la buena distribución de partículas gruesas y finas en su composición.

viii. Se determinó el porcentaje pasante de la malla #200 y se puede concluir que la cantera Franed y la Poderosa si cumplen, mientras que "Quillacona" con 8.4% presenta valores más de lo permitido que es 7% sin presencia de arcilla, por lo que no se recomienda para la elaboración de concreto sin su corrección.

ix. Se determinó el porcentaje de terrones de arcilla y se pudo observar que las canteras en estudio nos dan valores que se encuentran debajo del valor permitido por la norma que es como máximo 3%.

x. Se determinó el ensayo de impurezas orgánicas, se puede concluir que la cantera "Quillacona" tiene valor 4 con respecto a la placa orgánica lo que nos decir que presenta material orgánico en comparación de la cantera "La Poderosa" y "Franed" que no contienen material orgánico.

b) Propiedades del agregado grueso

i. Para el caso del agregado grueso de ½'' y ¾'' la cantera que cumple con los parámetros establecidos por la norma es la cantera "La Poderosa", en cambio, los valores obtenidos por las nuevas canteras de "Franed" y "Quillacona" no se encuentra dentro de los parámetros, esto debido a que estas canteras presentan gran cantidad de partículas de gran tamaño.

ii. Del Módulo de Fineza del agregado grueso de ½'', la cantera "La Poderosa" tiene el valor de 6.28, "Franed" de 6.60, "Quillacona" primera y segunda producción 6.84 y 6.52 respectivamente; a partir de lo cual se puede concluir que la cantera "La Poderosa" presenta mayor cantidad de fino en su composición a comparación de las otras dos canteras.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

iii. Del Módulo de Fineza del agregado grueso de ¾'', la cantera "La Poderosa" tiene el valor de 6.73, "Franed" de 7.25 y "Quillacona" tiene un valor de 7.61; a partir de lo cual se puede concluir que la cantera "La Poderosa" presenta mayor cantidad de fino en su composición a comparación de las otras dos canteras y por ello si cumple con la curva granulométrica.

iv. Al determinar el peso específico del agregado grueso de ½'' y ¾'', se puede observar que la cantera que mayor valor presenta es "La Poderosa", en segundo lugar "Franed" y por último "Quillacona"; a partir de lo cual se puede concluir que, en la dosificación de mezclas la cantera que mayor cantidad de agregado grueso presentará será "La Poderosa".

v. Se determinó el porcentaje de absorción del agregado grueso de ½'' y ¾'', a partir del cual se puede concluir que la cantera "La Poderosa" presenta menor porcentaje en comparación de "Franed" y "Quillacona", a partir del cual se concluye que las nuevas canteras incrementarán agua al diseño de mezclas.

vi. Al determinar el contenido de humedad del agregado grueso de ½'' y ¾'' de las canteras en estudio se concluye que la cantera "La Poderosa" es la que presenta menor humedad que las otras dos canteras "Franed" y "Quillacona".

xi. Del peso unitario suelto del agregado grueso de ½'' y ¾'' se puede concluir que la cantera "Quillacona" presenta menores valores con respecto a las canteras "Franed" y "La Poderosa". de ello se puede concluir que el agregado grueso comprado de "Quillacona" ocupara mayor volumen al ser transportado por tener bajo PUS.

vii. Del peso unitario compactado del agregado grueso de ½'' y ¾'' se puede concluir que la cantera "La Poderosa" presenta mayores valores con respecto a las canteras "Franed" y "Quillacona". Es decir, presentará mayor cantidad de agregado grueso en el diseño de mezclas esto debido al alto valor del PUC.

viii. Al determinar los valores del porcentaje que pasa la malla #200 para el agregado grueso de ½'' y ¾'', se puede concluir que las canteras en estudio para ambos tamaños cumplen con lo establecido en la norma que permite porcentajes menores a 1.5% cuando no hay presencia de arcillas.

ix. Se determinó el porcentaje de terrones de arcilla del agregado de ½'' y ¾'', y se concluye que las canteras que se estudiaron no presentan terrones de arcilla puesto que no presentan valores superiores a lo establecido por la norma que indica como máximo 5%.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

x. Al determinar la resistencia a la abrasión del agregado grueso, se puede concluir que las canteras en estudio no presentan mucho desgaste debido a que poseen porcentajes menores al 25% y la norma dice que no debe superar el 50% del desgaste; además, que la cantera que menos desgaste tiene es "Franed" con 15.74%, seguida de "La Poderosa" con 16.30% y por último "Quillacona" con 22.88%.

3. DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO CONVENCIONAL EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO

3.1. Los concretos elaborado con agregados de la nueva cantera Franed, así como la cantera La Poderosa de TMN ½" y ¾", usando cemento Mishky y Yura tipo IP, para f'c = 210 kgf/cm^2, diseñados CON y SIN factor de seguridad tienen un buen comportamiento en sus diferentes propiedades del concreto en estado fresco y endurecido, produciendo un concreto de buena calidad. Sin embargo, con la cantera Quillacona tienen un regular comportamiento, produciendo un concreto de regular calidad, por lo tanto, si se desea hacer concretos de mayor resistencia (f'c = 280 kgf/cm^2 a más) se deben realizar ensayos en laboratorio para corregir el exceso de fino, mejorar la granulometría de los agregados, optimizar el diseño de mezclas o utilizando aditivos plastificantes.

a) Cantera Franed

i. Los valores de asentamiento de diseños con y sin factor de seguridad para TMN ½" y ¾" usando cemento Mishky y Yura tipo IP, si cumplieron con los rangos de diseño (3" – 4"), a excepción del TMN ¾" con cemento Mishky tipo IP que dio valor alto de 4.25", lo cual influyó ligeramente en la resistencia final del concreto.

ii. Los valores de contenido de aire de la mezcla del concreto convencional usando cemento Mishky y Yura tipo IP, si cumplieron con los rangos normales (1% – 3%), siendo 1.8% y 2% los valores mínimos y máximos de porcentaje de aire. Estos valores bajos fueron gracias a la buena distribución de los agregados en el mortero, formando así un concreto más homogéneo demostrando una buena calidad en esta propiedad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

iii. Los valores de temperatura de la mezcla del concreto convencional, si cumplieron con los rangos normales (menores a 32°C), siendo 17.5°C y 19°C el valor mínimo y máximo demostrando su buena calidad.

iv. Los valores del peso unitario de la mezcla por m^3 de concreto si cumplen con los rangos normales que varía entre 2240 kg/m^3 a 2460 kg/m^3 para concreto de peso normal demostrando así su buena calidad en esta propiedad. El peso unitario de la mezcla de concreto con cemento Mishky IP varía entre 2238 - 2316 kg/m^3 y usando cemento Yura IP varía entre 2282 - 2322 kg/m^3.

v. Las resistencias a la compresión del concreto a los 28 días, diseñados con factor de seguridad para TMN ½" y ¾" usando cemento Mishky tipo IP fueron de 274.1 y 265.5 kgf/cm^2 (130% y 126% del f'c) respectivamente; lo cual nos indica que sí cumplieron con superar la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2. Por lo tanto, se concluye que el concreto elaborado con los agregados de la cantera Franed y cemento Mishky tipo IP es de buena calidad porque tuvo un excelente comportamiento en esta propiedad.

vi. Las resistencias a la compresión del concreto a los 28 días, diseñados con factor de seguridad para TMN ½" y ¾" usando cemento Yura tipo IP fueron de 255.6 y 247.8 kgf/cm^2 (122% y 118% del f'c) respectivamente. Por lo tanto, el concreto elaborado con la cantera Franed tuvo un excelente comportamiento, concreto de buena calidad.

vii. Podemos observar que en el concreto convencional, diseñados con y sin factor de seguridad, todos los valores cumplen con los criterios de la resistencia a la tracción y el rango normal (8% a 15% de la resistencia a la compresión). Todos los valores cumplen desde el 10% demostrando así la buena calidad del concreto en esta propiedad.

viii. La resistencia a la abrasión para los concretos diseñados CON factor de seguridad, usando cemento Mishky y Yura tipo IP, cumplen satisfactoriamente con valores menores al límite máximo (<50%). Sin embargo, los concretos diseñados SIN factor de seguridad no cumplieron, siendo el valor más alto 53.1%, esto se debe principalmente a las propiedades del agregado y su gradación, el cual al tener muchas piedras de tamaño grande no pudieron distribuirse en los moldes pequeños y por ende estos resultados solo son referenciales porque no representan el 100% de la muestra de concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b) Cantera Quillacona

i. Los valores de asentamiento de diseños con y sin factor de seguridad para TMN ½" y ¾" usando cemento Mishky y Yura tipo IP no cumplieron con los rangos de diseño, resultando ser la cantera con el peor comportamiento en esta propiedad. Esto se debe a sus propiedades físicas del agregado tales como la mala gradación con mayor cantidad de partículas grandes y que el agregado fino contiene gran cantidad de finos pasante de la malla N° 200, provoca que se consuma mayor cantidad del agua de diseño y esto genere un asentamiento muy bajo. Realizando las correcciones disminuyó los valores de resistencias dando valores aceptables mas no óptimos debido a la adición del mínimo de agua; por lo tanto, sugerimos corregir la consistencia con aditivos o cambiando de diseño o modificando las proporciones de diseño.

ii. Los valores de contenido de aire de la mezcla de concreto convencional si cumplieron con los rangos normales (1% – 3%), siendo 1.9% y 2.2% los valores mínimos y máximos de porcentaje de aire. En los agregados de ½" debido a la corrección que se hizo en el asentamiento, permitió reducir el contenido de aire entre 2.1% a 2.3% a 1.9% a 2%, es decir, permitió tener menos vacíos formando así una mezcla de concreto más homogéneo y demostrando la buena calidad del concreto en esta propiedad.

iii. Los valores de temperatura de la mezcla de concreto convencional si cumplieron con los rangos normales (menores a 32°C), siendo 18.5°C y 20°C los valores mínimos y máximos. Estos valores bajos se lograron en parte a la temperatura del medio ambiente demostrando su buena calidad.

iv. Los valores de peso unitario, no cumplieron con los rangos normales. El peso unitario de la mezcla de concreto usando cemento Mishky IP varía entre 2214 - 2271 kg/m^3 y usando cemento Yura IP varía entre 2199 - 2248 kg/m^3. En ambos casos, en su mayoría están en el rango aceptable por debajo del rango normal, esto se debe al bajo peso específico del agregado y al mayor porcentaje de piedras de ½" y ¾" el cual produce mayor cantidad de vacíos y un bajo asentamiento por el exceso de finos pasantes de la malla N° 200 que presenta, a pesar de ello con uso de aditivos o modificando las proporciones de diseño se pueden mejorar la consistencia y mejorar el peso unitario.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

v. Las resistencias a la compresión del concreto a los 28 días, diseñados con factor de seguridad para TMN ½" y ¾" usando cemento Mishky tipo IP fueron de 261.0 y 252.5 kgf/cm^2 (124% y 120% del f'c) respectivamente; lo cual nos indica que sí cumplieron con superar la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2. Por lo tanto, se concluye que el concreto elaborado con los agregados de la cantera Franed y el cemento Mishky tipo IP tuvo un excelente comportamiento en esta propiedad, demostrando su buena calidad.

vi. Las resistencias a la compresión del concreto a los 28 días, diseñados con factor de seguridad para TMN ½" y ¾" usando cemento Yura tipo IP fueron de 219.8 y 215.2 kgf/cm^2 (105% y 103% del f'c) respectivamente; lo cual nos indica que cumplieron a las justas con superar la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2. Por lo tanto, se concluye que el concreto elaborado con los agregados de la cantera Quillacona y el cemento Yura tipo IP es de buena calidad mas no la óptima.

vii. Podemos observar que en el concreto convencional diseñados con y sin factor de seguridad, todos los valores cumplen con el rango normal de la resistencia a la tracción de (8% a 15% del f'c). Todos los valores cumplen desde el 10% del f'c demostrando así la buena calidad del concreto.

viii. La resistencia a la abrasión para los concretos diseñados CON factor de seguridad, usando cemento Mishky y Yura tipo IP, cumplen con valores menores al límite máximo (<50%). Sin embargo, los concretos diseñados SIN factor de seguridad de la 1ra producción, no cumplieron, siendo el valor más alto 52.7%, mientras que solo cumplieron para la 2da producción del agregado de ½". Se concluye que al haber una mejora en la granulometría reduciendo el tamaño de las piedras grandes se consigue una mejor distribución dentro de la mezcla distribuyéndose mejor en los moldes.

c) Cantera La Poderosa

i. Los valores de la mezcla de concreto convencional si cumplieron con los rangos de diseño de asentamiento sin excepción, demostrando así, su buena calidad del concreto y teniendo un mejor comportamiento que los agregados de las nuevas canteras debido a que tiene una buena gradación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ii. Los valores de contenido de aire de la mezcla de concreto convencional si cumplieron con los rangos normales (1% – 3%), siendo 1.8% y 2% los valores mínimos y máximos. Estos valores bajos se lograron gracias a la buena distribución de los agregados en el mortero, formando así un concreto más homogéneo y de buena calidad.

iii. Los valores de temperatura de la mezcla de concreto convencional si cumplieron con los rangos normales (menores a 32°C), siendo 18°C y 20°C los valores mínimos y máximos. los valores fueron similares entre ellos y demostrando su buena calidad.

iv. En cuanto al peso unitario, todos los valores cumplieron con los rangos normales. El peso unitario de la mezcla de concreto usando cemento Mishky IP varía entre 2312 a 2378 kg/m^3. De la misma forma, el peso unitario de la mezcla de concreto usando cemento Yura IP varía entre 2286 a 2327 kg/m^3.

v. Las resistencias a la compresión del concreto a los 28 días, diseñados con factor de seguridad para TMN ½" y ¾" usando cemento Mishky tipo IP fueron de 286.8 y 328.8 kgf/cm^2 (137% y 156% del f'c) respectivamente; lo cual nos indica que sí cumplieron con superar la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2. Por lo tanto, se concluye que el concreto elaborado con los agregados de la cantera Franed y el cemento Mishky tipo IP es de buena calidad porque tuvo un excelente comportamiento en esta propiedad.

vi. Las resistencias a la compresión del concreto a los 28 días, diseñados con factor de seguridad para TMN ½" y ¾" usando cemento Yura tipo IP fueron de 262.8 y 256.6 kgf/cm^2 (125% y 122% del f'c) respectivamente; lo cual nos indica que sí cumplieron con superar la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2. Por lo tanto, se concluye que el concreto elaborado con los agregados de la cantera Franed y el cemento Yura tipo IP es de buena calidad porque tuvo un excelente comportamiento en esta propiedad.

vii. Podemos observar que en el concreto convencional diseñados con y sin factor de seguridad, todos los valores cumplen con el rango normal (8% a 15% del f'c). Todos los valores cumplen desde el 10% del f'c demostrando así la buena calidad del concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

viii. La resistencia a la abrasión para los concretos diseñados CON factor de seguridad, usando cemento Mishky y Yura tipo IP, cumplen satisfactoriamente con el límite máximo (<50%). Esto se debe principalmente a las buenas propiedades mecánicas del agregado y por su buena granulometría que indica la norma, lo que produce una mejor distribución en la mezcla de concreto demostrando así su buena calidad.

4. DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO DE RESISTENCIAS ALTAS A TEMPRANA EDAD EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO

4.1. Los concretos elaborado con agregados de las nuevas canteras Franed y La Poderosa de TMN ½" y ¾", usando cemento Wari tipo I y Yura tipo HE, para f'c = 210 kgf/cm^2, diseñados con y sin factor de seguridad, tienen buen comportamiento en sus diferentes propiedades del concreto en estado fresco y endurecido produciendo un concreto de resistencias altas a temprana edad de buena calidad. Sin embargo, con la cantera Quillacona tienen un regular comportamiento principalmente porque da asentamientos muy bajos, de poca trabajabilidad produciendo un concreto de regular calidad, por lo tanto, si se desea hacer concretos más trabajables se puede optimizar el diseño de mezclas o utilizar aditivos plastificantes.

a) Cantera Franed

i. Los valores de asentamiento de diseños con y sin factor de seguridad para TMN ½" y ¾" usando cemento Wari tipo I y Yura tipo HE, si cumplieron con los rangos de diseño (3" – 4"), a excepción del TMN ¾" con cemento Wari tipo I que dieron valores ligeramente altos (4.25") lo cual influyó en la baja resistencia final del concreto respecto del agregado de ½". Por lo tanto, los diseños con cemento Yura HE tuvo mejor comportamiento en esta propiedad, pero en general se demostró su buena calidad con ambos cementos.

ii. Los valores de contenido de aire de la mezcla del concreto usando cemento Wari tipo I y Yura tipo HE, si cumplieron con los rangos normales (1% – 3%), siendo 1.6% y 1.9% los valores mínimos y máximos. Estos valores fueron bajos en comparación a los resultados del concreto convencional, demostrando su buena calidad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

iii. Los valores de temperatura de la mezcla del concreto de resistencias altas a temprana edad, si cumplieron con ser menores a 32°C que indica la norma, siendo 18°C y 20.5°C el valor mínimo y máximo. Estos valores fueron mayores que el concreto convencional, principalmente por las características del tipo de cemento, porque estos nos brindan un alto calor de hidratación para lograr un acelerado desarrollo de las resistencias iniciales.

iv. Los valores de peso unitario si cumplen con los rangos normales para concreto de peso normal demostrando así su buena calidad en esta propiedad. El peso unitario del concreto usando cemento Wari tipo I varía entre 2265 - 2354 kg/m^3 y usando cemento Yura tipo HE varía entre 2291 - 2313 kg/m^3.

v. Las resistencias a la compresión del concreto a los 28 días, diseñados CON factor de seguridad para TMN ½" y ¾" usando cemento Wari tipo I fueron de 447.3 y 391.7 kgf/cm^2 (213% y 187% del f'c) respectivamente; lo cual nos indica que sí cumplieron con superar la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2. Por lo tanto, se concluye que el concreto elaborado con los agregados de la cantera Franed y cemento Wari tipo I es de buena calidad porque tuvo un excelente comportamiento en esta propiedad.

vi. Las resistencias a la compresión del concreto a los 28 días, diseñados con factor de seguridad para TMN ½" y ¾" usando cemento Yura tipo HE fueron de 327.8 y 323.3 kgf/cm^2 (156% y 154% del f'c) respectivamente; lo cual indica que sí superaron la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2. Por lo tanto, se concluye que el concreto elaborado con los agregados de la cantera Franed y cemento Yura tipo HE es de buena calidad porque tuvo un excelente comportamiento.

vii. Podemos observar que, en el concreto de resistencias altas a temprana edad, diseñados con y sin factor de seguridad, todos los valores cumplen con los criterios de la resistencia a la tracción y el rango normal (8% a 15% de la resistencia a la compresión) demostrando así la buena calidad del concreto.

viii. La resistencia a la abrasión para los concretos diseñados CON y SIN factor de seguridad, usando cemento Wari tipo I y Yura tipo HE, cumplen satisfactoriamente con valores menores al límite máximo (<50%). El valor más bajo y alto fueron 33.8% y 47.9% respectivamente. Esto se debe principalmente a las características de este tipo de cemento que permitió obtener altos valores de resistencias a 28 días, a pesar de tener muchas piedras de tamaño grande que no pudieron distribuirse en los moldes pequeños.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b) Cantera Quillacona

i. Los valores de asentamiento de diseños con y sin factor de seguridad para TMN ½" y ¾" usando cemento Wari tipo I y Yura tipo HE, no cumplieron con los rangos de diseño, resultando ser la cantera con el peor comportamiento en esta propiedad. Esto se debe a sus propiedades físicas del agregado tales como la mala gradación con mayor cantidad de partículas grandes y que el agregado fino contiene gran cantidad de finos pasante de la malla N° 200, lo cual provoca que se consuma mayor cantidad del agua de diseño y esto genere un asentamiento muy bajo. Realizando las correcciones disminuyó los valores de resistencias dando valores aceptables mas no óptimos debido a la adición del mínimo de agua; por lo tanto, sugerimos corregir la consistencia con aditivos o cambiando de diseño o modificando las proporciones de diseño.

ii. Los valores de contenido de aire de la mezcla del concreto usando cemento Wari tipo I y Yura tipo HE, si cumplieron con los rangos normales (1% – 3%), siendo 1.9% y 2.2% los valores mínimos y máximos. Estos valores fueron bajos en comparación a los resultados del concreto convencional, demostrando su buena calidad.

iii. Los valores de temperatura de la mezcla del concreto de resistencias altas a temprana edad, si cumplieron con ser menores a 32°C que indica la norma, siendo 18°C y 21°C el valor mínimo y máximo. Estos valores fueron mayores que el concreto convencional, esto se debe principalmente a las características del tipo de cemento, porque estos nos brindan un alto calor de hidratación para lograr un acelerado desarrollo de las resistencias iniciales.

iv. Los valores de peso unitario no cumplen con los rangos normales para concreto de peso normal, el peso unitario de la mezcla de concreto usando cemento Wari tipo I varía entre 2221 - 2256 kg/m^3 y de la misma forma usando cemento Yura tipo HE varía entre 2200 - 2250 kg/m^3. En ambos casos, la mayoría de valores están en el rango aceptable por debajo del rango normal, esto se debe a su poca trabajabilidad lo cual genera vacíos, usando aditivos plastificantes se puede mejorar la consistencia, pero en general, se demostró su buena calidad mas no fue la óptima.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

v. Las resistencias a la compresión del concreto a los 28 días, diseñados CON factor de seguridad para TMN ½" y ¾" usando cemento Wari tipo I fueron de 441.4 y 445.4 kgf/cm^2 (210% y 212% del f'c) respectivamente; lo cual nos indica que sí cumplieron con superar la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2. Por lo tanto, se concluye que el concreto elaborado con los agregados de la cantera Quillacona y cemento Wari tipo I es de buena calidad porque tuvo un excelente comportamiento en esta propiedad.

vi. Las resistencias a la compresión del concreto a los 28 días, diseñados con factor de seguridad para TMN ½" y ¾" usando cemento Yura tipo HE fueron de 325.8 y 272.0 kgf/cm^2 (155% y 130% del f'c) respectivamente; lo cual nos indica que sí cumplieron con superar la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2. Por lo tanto, se concluye que el concreto elaborado con los agregados de la cantera Quillacona y cemento Yura tipo HE es de buena calidad porque tuvo un excelente comportamiento en esta propiedad.

vii. Podemos observar que, en el concreto de resistencias altas a temprana edad, diseñados con y sin factor de seguridad, todos los valores cumplen con los criterios de la resistencia a la tracción y el rango normal (8% a 15% de la resistencia a la compresión) demostrando así la buena calidad del concreto en esta propiedad.

viii. La resistencia a la abrasión para los concretos diseñados CON y SIN factor de seguridad, usando cemento Wari tipo I y Yura tipo HE, cumplen satisfactoriamente con valores menores al límite máximo (<50%). El valor más bajo y alto fueron 28.6% y 44.2% respectivamente. Esto se debe principalmente a las características de este tipo de cemento que permitió obtener altos valores de resistencias a 28 días, a pesar de tener muchas piedras de tamaño grande que no pudieron distribuirse en los moldes pequeños.

c) Cantera La Poderosa

i. Los valores de asentamiento de diseños con y sin factor de seguridad para TMN ½" y ¾" usando cemento Wari tipo I y Yura tipo HE, si cumplieron con los rangos de diseño de (3" – 4") excepto el 4.25", demostrando así su buena calidad del concreto, teniendo mejor comportamiento por su buena gradación, mientras que las nuevas canteras se salen de la curva granulométrica.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ii. Los valores de contenido de aire de la mezcla del concreto usando cemento Wari tipo I y Yura tipo HE, si cumplieron con los rangos normales (1% – 3%), siendo 1.7% y 1.9% los valores mínimos y máximos. Estos valores fueron bajos, demostrando su buena calidad.

iii. Los valores de temperatura de la mezcla del concreto de resistencias altas a temprana edad, si cumplieron con ser menores a 23 °C que indica la norma, siendo 18.5 °C y 20.5 °C el valor mínimo y máximo. Estos valores fueron mayores que el concreto convencional, esto se debe principalmente a las características del tipo de cemento, porque estos nos brindan un alto calor de hidratación para lograr un acelerado desarrollo de las resistencias iniciales.

iv. Los valores de peso unitario si cumplen con los rangos normales para concreto de peso normal demostrando así su buena calidad en esta propiedad. El peso unitario de la mezcla de concreto usando cemento Wari tipo I varía entre 2271 - 2357 kg/m^3 y de la misma forma usando cemento Yura tipo HE varía entre 2308 - 2354 kg/m^3.

v. Las resistencias a la compresión del concreto a los 28 días, diseñados CON factor de seguridad para TMN ½" y ¾" usando cemento Wari tipo I fueron de 500.2 y 475.2 kgf/cm^2 (238% y 226% del f'c) respectivamente; lo cual nos indica que sí cumplieron con superar la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2. Por lo tanto, se concluye que el concreto elaborado con los agregados de la cantera La Poderosa y cemento Wari tipo I es de buena calidad porque tuvo un excelente comportamiento en esta propiedad.

vi. Las resistencias a la compresión del concreto a los 28 días, diseñados con factor de seguridad para TMN ½" y ¾" usando cemento Yura tipo HE fueron de 350.6 y 342.8 kgf/cm^2 (167% y 163% del f'c) respectivamente; lo cual nos indica que sí cumplieron con superar la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2. Por lo tanto, el concreto elaborado con los agregados de la cantera La Poderosa y cemento Yura tipo HE es de buena calidad porque tuvo un excelente comportamiento en esta propiedad.

vii. Podemos observar que, en el concreto de resistencias altas a temprana edad, diseñados con y sin factor de seguridad, todos los valores cumplen con los criterios de la resistencia a la tracción y el rango normal (8% a 15% de la resistencia a la compresión) demostrando así la buena calidad del concreto en esta propiedad.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

viii. La resistencia a la abrasión para los concretos diseñados CON y SIN factor de seguridad, usando cemento Wari tipo I y Yura tipo HE, cumplen satisfactoriamente con valores menores al límite máximo (<50%). El valor más bajo y alto fueron 27.9% y 43.6% respectivamente. Esto se debe principalmente a las características de este tipo de cemento y de la buena calidad del agregado que permitió obtener altos valores de resistencias a 28 días.

5. DEL ANÁLISIS COMPARATIVO POR CEMENTO

5.1. Podemos concluir que los concretos diseñados con y sin factor de seguridad de los agregados de TMN ½" y ¾" de la cantera Franed, tiene mejor comportamiento en el concreto que los agregados de la cantera Quillacona. Además, le hace la competencia a la cantera La Poderosa, que es la más comercial en nuestra ciudad, porque tiene valores muy cercanos produciendo un concreto de buena calidad.

5.2. Los resultados de resistencia a la compresión usando cemento Yura tipo HE nos da valores de resistencia mucho menores que usando cemento Wari tipo I, la variación se debe principalmente a la generación al cual pertenecen. Es decir, el cemento Wari tipo I, pertenece a la primera generación el cual no contiene adiciones y produce un acelerado desarrollo de resistencias iniciales y finales; mientras que el cemento Yura tipo HE, pertenece a la tercera generación que, si tiene adiciones de puzolana, y se enfoca principalmente en obtener un acelerado desarrollo de resistencias iniciales mas no finales. En ambos casos, los diseños con factor de seguridad superan la resistencia deseada 210 kgf/cm^2 a los 7 días aproximadamente, mientras que el concreto convencional con cemento Mishky y Yura tipo IP lo logra a 28 días.

a) Cemento Mishky tipo IP

i. La resistencia a la compresión a 28 días del concreto elaborado con agregados TMN ½" diseñados con y sin factor de seguridad, dieron valores de 286.8 y 199.7 kgf/cm^2 (137% y 95% del f'c = 210 kgf/cm^2) respectivamente para cantera La Poderosa; 274.1 y 198.6 kgf/cm^2 (130% y 94% del f´c) respectivamente para cantera Franed. y finalmente, para la cantera Quillacona, 261.0 y 194.6 kgf/cm^2 (124% y 93% del f'c) respectivamente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ii. La resistencia a la compresión a 28 días del concreto elaborado con agregados TMN ¾" diseñados con y sin factor de seguridad, dieron valores de 328.8 y 224.9 kgf/cm^2 (156% y 107% del f'c = 210 kgf/cm^2) respectivamente para cantera La Poderosa; 265.5 y 189.4 kgf/cm^2 (126% y 90% del f´c) respectivamente para cantera Franed. y finalmente, para la cantera Quillacona, 252.5 y 189.2 kgf/cm^2 (120% y 90% del f'c) respectivamente.

iii. Los agregados de TMN ½" de las nuevas canteras (Franed y Quillacona) tuvieron mejores resultados de resistencia a la compresión a 28 días que los agregados de ¾", pero sucedió lo contrario con los agregados de La Poderosa, esto se debe en partes a las propiedades físicas y químicas de los agregados, como la gradación, que influye en la distribución dentro del concreto produciendo un concreto más homogéneo.

b) Cemento Yura tipo IP

i. La resistencia a la compresión a 28 días del concreto elaborado con agregados TMN ½" diseñados con y sin factor de seguridad, dieron valores de 262.8 y 182.3 kgf/cm^2 (125% y 87% del f'c = 210 kgf/cm^2) respectivamente para cantera La Poderosa; 255.6 y 167.4 kgf/cm^2 (122% y 80% del f´c) respectivamente para cantera Franed. y finalmente, para la cantera Quillacona, 219.8 y 156.0 kgf/cm^2 (105% y 74% del f'c) respectivamente.

ii. La resistencia a la compresión a 28 días del concreto elaborado con agregados TMN ¾" diseñados con y sin factor de seguridad, dieron valores de 256.6 y 167.9 kgf/cm^2 (122% y 80% del f'c = 210 kgf/cm^2) respectivamente para cantera La Poderosa; 247.8 y 157.1 kgf/cm^2 (118% y 75% del f´c) respectivamente para cantera Franed. y finalmente, para la cantera Quillacona, 215.2 y 153.9 kgf/cm^2 (103% y 73% del f'c) respectivamente.

iii. Los agregados de TMN ½" de las 3 canteras de estudio, Franed, Quillacona y La Poderosa tuvieron mejores resultados de resistencia a la compresión a 28 días que los agregados de ¾", esto se debe en partes a la diferencia de la gradación con el agregado de ¾", que influye en la distribución de la mezcla de concreto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

c) Cemento Wari tipo I

i. La resistencia a la compresión a 28 días del concreto elaborado con agregados TMN ½" diseñados con y sin factor de seguridad, dieron valores de 500.2 y 390.5 kgf/cm^2 (238% y 186% del f'c = 210 kgf/cm^2) respectivamente para cantera La Poderosa; 447.3 y 350.2 kgf/cm^2 (213% y 167% del f´c) respectivamente para cantera Franed. y finalmente, para la cantera Quillacona, 441.4 y 339.7 kgf/cm^2 (105% y 74% del f'c) respectivamente.

ii. La resistencia a la compresión a 28 días del concreto elaborado con agregados TMN ¾" diseñados con y sin factor de seguridad, dieron valores de 475.2 y 373.5 kgf/cm^2 (226% y 178% del f'c = 210 kgf/cm^2) respectivamente para cantera La Poderosa; 391.7 y 304.5 kgf/cm^2 (187% y 145% del f´c) respectivamente para cantera Franed. y finalmente, para la cantera Quillacona, 445.4 y 350.8 kgf/cm^2 (212% y 167% del f'c) respectivamente.

iii. Los agregados de TMN ½" de la cantera La Poderosa tiene mejor comportamiento en el concreto que los agregados de las nuevas canteras Franed y Quillacona; mientras que los agregados de TMN ¾" de Quillacona tiene valores muy cercanos que la cantera La Poderosa y mejor comportamiento que la cantera Franed.

d) Cemento Yura tipo HE

i. La resistencia a la compresión a 28 días del concreto elaborado con agregados TMN ½" diseñados con y sin factor de seguridad, dieron valores de 350.6 y 267.4 kgf/cm^2 (167% y 127% del f'c = 210 kgf/cm^2) respectivamente para cantera La Poderosa; 327.8 y 251.5 kgf/cm^2 (156% y 120% del f´c) respectivamente para cantera Franed. y finalmente, para la cantera Quillacona, 325.8 y 227.0 kgf/cm^2 (155% y 108% del f'c) respectivamente.

ii. La resistencia a la compresión a 28 días del concreto elaborado con agregados TMN ¾" diseñados con y sin factor de seguridad, dieron valores de 342.8 y 239.8 kgf/cm^2 (163% y 114% del f'c = 210 kgf/cm^2) respectivamente para cantera La Poderosa; 323.3 y 238.0 kgf/cm^2 (154% y 113% del f´c) respectivamente para cantera Franed. y finalmente, para la cantera Quillacona, 272.0 y 232.2 kgf/cm^2 (130% y 111% del f'c) respectivamente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

iii. Los agregados de TMN ½" de las 3 canteras de estudio, Franed, Quillacona y La Poderosa tuvieron mejores resultados de resistencia a la compresión a 28 días que los agregados de ¾", esto se debe en partes a la diferencia de la gradación con el agregado de ¾", que influye en la distribución de la mezcla de concreto.

6. DEL ANÁLISIS COMPARATIVO POR CANTERA E INFLUENCIA DEL FS

6.1. Se comprobó que solo los concretos convencionales diseñados con factor de seguridad cumplen con superar la resistencia deseada del f'c = 210 kgf/cm^2 y como se esperaba, los diseños sin factor de seguridad no cumplieron, pero estuvieron cerca de lograrlo con agregado de Franed y La Poderosa con cemento Mishky tipo IP que con cemento Yura tipo IP, y también porque mucho depende de las propiedades físicas y químicas del agregado, por ello con Quillacona se tuvo valores bajos.

6.2. El rango de variación porcentual teórico del f'cr = 294 kgf/cm^2 respecto de la resistencia deseada de f'c = 210 kgf/cm^2 es de un 40%, es decir, hay un 40% de factor de seguridad para cumplir con la resistencia deseada y se pudo demostrar cómo es el rango de variación de las resistencias diseñadas CON y SIN factor de seguridad de +84 kgf/cm^2 los cuales nos dieron un límite superior e inferior referencial respectivamente para cada combinación de cantera, cemento y TMN.

a) Cantera Franed

i. El rango de variación referencial de los resultados de resistencia a la compresión respecto de la resistencia deseada f'c = 210 kgf/cm^2 (100% óptimo) para agregado de TMN ½", usando cemento Mishky tipo IP, diseñadas CON y SIN factor de seguridad (limites superiores e inferiores) es de 130% y 95% del f'c respectivamente y para TMN ¾" es de 126% y 90% del f´c respectivamente. Se puede optimizar los recursos mediante un reajuste del diseño de mezclas teniendo un registro de datos que nos brinde su desviación estándar, esto nos permitirá optimizar el factor de seguridad y probablemente disminuirá por debajo de los 42 kgf/cm^2.

ii. El rango de variación referencial del concreto usando cemento Yura tipo IP, para el agregado de TMN ½", diseñadas CON y SIN factor de seguridad (limites superiores e inferiores) es de 122% y 80% del f´c respectivamente y

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

para TMN ¾" es de 118% y 75% del f´c respectivamente. Se puede optimizar los recursos reajustando el diseño de mezclas con la desviación estándar, que optimizará el factor de seguridad y probablemente disminuirá por debajo de los 42 kgf/cm^2.

iii. El rango de variación referencial del agregado TMN ½", usando cemento Wari tipo I, diseñadas CON y SIN factor de seguridad (limites superiores e inferiores) es de 213% y 187% para 28 días, 167% y 134% para 14 días y por último 136% y 101% del f'c para 7 días respectivamente. De igual forma, para el agregado de TMN ¾" es de 167% y 145% para 28 días, 160% y 114% para 14 días y por último 131% y 93% del f'c para 7 días respectivamente. El factor de seguridad optimizándolo con su desviación estándar probablemente este por debajo de los 30 kgf/cm^2 para los 7 días.

iv. El rango de variación referencial del agregado TMN ½", usando cemento Yura tipo HE, diseñadas CON y SIN factor de seguridad (limites superiores e inferiores) es de 156% y 120% para 28 días, 135% y 102% para 14 días y por último 119% y 87% del f'c para 7 días respectivamente. De igual forma, para el agregado de TMN ¾", es de 154% y 113% para 28 días, 132% y 93% para 14 días y por último 115% y 83% del f'c para 7 días respectivamente. El factor de seguridad optimizándolo con su desviación estándar probablemente este por debajo de los 30 y 50 kgf/cm^2 para 14 y 7 días respectivamente.

b) Cantera Quillacona

i. El rango de variación referencial de los resultados de resistencia respecto de la resistencia deseada f'c = 210 kgf/cm^2 (100% óptimo) para agregado de TMN ½", usando cemento Mishky tipo IP, diseñadas CON y SIN factor de seguridad (limites superiores e inferiores) es de 124% y 93% del f'c respectivamente y para TMN ¾" es de 120% y 90% del f´c respectivamente. Se puede optimizar los recursos mediante un reajuste del diseño de mezclas teniendo un registro de datos que nos brinde su desviación estándar, esto nos permitirá optimizar el factor de seguridad y probablemente disminuirá por debajo de los 45 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ii. El rango de variación referencial del concreto usando cemento Yura tipo IP, para TMN ½", diseñadas CON y SIN factor de seguridad (limites superiores e inferiores) es de 105% y 74% del f´c respectivamente y para TMN ¾" es de 103% y 73% del f´c respectivamente. No se puede optimizar los recursos porque los valores son muy bajos a pesar de contar con el 100% del factor de seguridad. por lo tanto, se sugiere mejorar las propiedades del agregado y usar un método de diseño personalizado.

iii. El rango de variación referencial del agregado TMN ¾", usando cemento Wari tipo I, diseñadas CON y SIN factor de seguridad (limites superiores e inferiores) es de 213% y 167% para 28 días, 188% y 146% para 14 días y por último 149% y 107% del f'c para 7 días respectivamente. De igual forma, para el agregado de TMN ½" es de 210% y 162% para 28 días, 172% y 132% para 14 días y por último 129% y 93% del f'c para 7 días respectivamente. El factor de seguridad optimizándolo con su desviación estándar probablemente este por debajo de los 30 kgf/cm^2 para los 7 días.

iv. El rango de variación referencial del agregado TMN ½", usando cemento Yura tipo HE, diseñadas CON y SIN factor de seguridad (limites superiores e inferiores) es de 155% y 108% para 28 días, 134% y 110% para 14 días y por último 110% y 75% del f'c para 7 días respectivamente. De igual forma, para el agregado de TMN ¾", es de 130% y 100% para 28 días, 119% y 87% para 14 días y por último 103% y 71% del f'c para 7 días respectivamente. El factor de seguridad optimizándolo con su desviación estándar probablemente este por debajo de los 35 y 60 kgf/cm^2 para 14 y 7 días respectivamente.

c) Cantera La Poderosa

i. El rango de variación referencial de los resultados de resistencia respecto de la resistencia deseada f'c = 210 kgf/cm^2 (100% óptimo) para agregado de TMN ¾", usando cemento Mishky tipo IP, diseñadas CON y SIN factor de seguridad (limites superiores e inferiores) es de 156% y 107% del f'c respectivamente y para TMN ½" es de 137% y 95% del f´c respectivamente. Se puede optimizar los recursos mediante un reajuste del diseño de mezclas teniendo un registro de datos que nos brinde su desviación estándar, esto nos permitirá optimizar el factor de seguridad y probablemente disminuirá por debajo de los 21 kgf/cm^2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ii. El rango de variación referencial del concreto usando cemento Yura tipo IP, para el agregado de TMN ½", diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 125% y 87% del f´c respectivamente y para TMN ¾" es de 122% y 80% del f´c respectivamente. Se puede optimizar los recursos reajustando el diseño de mezclas con la desviación estándar, que optimizará el factor de seguridad y probablemente disminuirá por debajo de los 42 kgf/cm^2.

iii. El rango de variación referencial del agregado TMN ½", usando cemento Wari tipo I, diseñadas CON y SIN factor de seguridad es de 238% y 186% para 28 días, 195% y 148% para 14 días y por último 156% y 108% del f'c para 7 días respectivamente. Igualmente, para el agregado de TMN ¾" es de 226% y 178% para 28 días, 185% y 138% para 14 días y por último 151% y 97% del f'c para 7 días respectivamente. El factor de seguridad optimizándolo con su desviación estándar probablemente este por debajo de los 21 kgf/cm^2 para los 7 días.

iv. El rango de variación referencial del agregado TMN ½", usando cemento Yura tipo HE, diseñadas CON y SIN factor de seguridad (limites superiores e inferiores) es de 167% y 127% para 28 días, 150% y 105% para 14 días y por último 131% y 89% del f'c para 7 días respectivamente. De igual forma, para el agregado de TMN ¾", es de 163% y 114% para 28 días, 143% y 97% para 14 días y por último 127% y 82% del f'c para 7 días respectivamente. El factor de seguridad optimizándolo con su desviación estándar probablemente este por debajo de los 21 y 42 kgf/cm^2 para 14 y 7 días respectivamente.

7. DEL ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE CONCRETO CONVENCIONAL Y CONCRETO DE RESISTENCIAS ALTAS A TEMPRANA EDAD.

7.1. Los concretos de resistencias altas a temprana edad elaborados con cemento Wari tipo I y Yura tipo HE para TMN ½" y ¾" son muy convenientes para cuando se desea poner en servicio el concreto a una edad temprana. A 3 días, el concreto con la cantera Franed tiene más del 85% del f'c = 210 kgf/cm^2, mientras que el concreto convencional recién a 7 días alcanza una resistencia mayor del 75% del f'c. Con la cantera Quillacona, a 3 días, da más del 75% del f'c, mientras que el concreto convencional a 7 días da mayor del 65% del f'c y finalmente con la cantera La Poderosa se obtuvo a 3 días más del 91% del f'c, mientras que el concreto convencional recién a 7 días nos da más del 80% del f'c.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

7.2. Se demostró que los concretos de resistencias altas a temprana edad elaborados con cemento Wari tipo I y Yura tipo HE superan los valores de la resistencias requerida f'c = 210 kgf/cm^2 a los 7 días, obteniendo valores mínimos de 110% y 114% del f'c con agregados de Quillacona y Franed respectivamente; así como, valores elevados de 156% del f'c con agregados de La Poderosa, Esto se debe principalmente por las características del cemento, el cual contiene alto calor de hidratación que proporciona al concreto un acelerado desarrollo de resistencias iniciales.

7.3. Se demostró que los concretos elaborados con los agregados de las 3 canteras de estudio y los cementos Wari tipo I y Yura tipo HE nos brindan iguales resistencias a los 3 días, a pesar de que antes y después de los 3 días no se comporta de la misma forma porque los valores con cemento Yura tipo HE son mucho menores que con cemento Wari tipo I y solo al tercer día son iguales, esto se debe principalmente a las características del cemento Yura tipo HE el cual trabaja por desempeño.

a) Cantera Franed

i. El concreto de resistencias altas a temprana edad diseñado con factor de seguridad para TMN ½" y ¾", elaborado con cemento Wari tipo I, es el que desde el día 1 nos brinda valores mucho mayores que el resto, 43% y 34% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente, sin embargo, con cemento Yura tipo HE da un valor mucho menor de 22% y 18% del f'c respectivamente, pero mayor que el concreto convencional con cemento Mishky de 18% y 15% del f´c y con Yura tipo IP de 19% y 13% del f'c respectivamente.

ii. El concreto elaborado con cemento Yura tipo HE tiene un crecimiento abrupto hacia el 3er día (91% y 86% de f'c) igualando los resultados del cemento Wari tipo I (92% y 85% de f'c). sin embargo, son más elevados que los resultados con cemento Mishky y Yura tipo IP, de 39% y 43% del f'c y 49% y 42% del f'c respectivamente.

iii. El concreto elaborado con cemento Yura tipo HE presenta una caída de resistencia hacia el 7mo día (119% y 114% de f'c) en comparación del crecimiento con cemento Wari tipo I (136% y 131% de f'c). sin embargo, son más elevados que los resultados con cemento Mishky y Yura tipo IP, más de 75% y más de 82% del f'c respectivamente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b) Cantera Quillacona

i. El concreto de resistencias altas a temprana edad diseñado con factor de seguridad para TMN ½" y ¾", elaborado con cemento Wari tipo I, es el que desde el día 1 nos brinda valores mucho mayores que el resto, 32% y 46% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente, sin embargo, con cemento Yura tipo HE da un valor mucho menor de 19% y 18% del f'c respectivamente, pero mayor que el concreto convencional con cemento Mishky de 17% y 17% del f´c y con Yura tipo IP de 13% y 14% del f'c respectivamente.

ii. El concreto elaborado con cemento Yura tipo HE tiene un crecimiento abrupto hacia el 3er día (73% y 86% de f'c) igualando los resultados del cemento Wari tipo I (76% y 109% de f'c). sin embargo, son más elevados que los resultados con cemento Mishky y Yura tipo IP, de 49% y 43% del f'c y 45% y 42% del f'c respectivamente.

iii. El concreto elaborado con cemento Yura tipo HE presenta una caída de resistencia hacia el 7mo día (110% y 103% de f'c) en comparación del crecimiento con cemento Wari tipo I (129% y 149% de f'c). sin embargo, son más elevados que los resultados con cemento Mishky y Yura tipo IP, más de 69% y más de 66% del f'c respectivamente.

c) Cantera La Poderosa

i. El concreto de resistencias altas a temprana edad diseñado con factor de seguridad para TMN ½" y ¾", elaborado con cemento Wari tipo I, es el que desde el día 1 nos brinda valores mucho mayores que el resto, 43% y 38% del f'c = 210 kgf/cm^2 respectivamente, sin embargo, con cemento Yura tipo HE da un valor mucho menor de 32% y 22% del f'c respectivamente, pero mayor que el concreto convencional con cemento Mishky de 16% y 19% del f´c y con Yura tipo IP de 22% y 13% del f'c respectivamente.

ii. El concreto elaborado con cemento Yura tipo HE tiene un crecimiento abrupto hacia el 3er día (94% y 91% de f'c) igualando los resultados del cemento Wari tipo I (97% y 92% de f'c). sin embargo, son más elevados que los resultados con cemento Mishky y Yura tipo IP, de 48% y 59% del f'c y 54% y 49% del f'c respectivamente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

iii. El concreto elaborado con cemento Yura tipo HE presenta una caída de resistencia hacia el 7mo día (131% y 127% de f'c) en comparación del crecimiento con cemento Wari tipo I (156% y 151% de f'c). sin embargo, son más elevados que los resultados con cemento Mishky y Yura tipo IP, más de 80% y más de 85% del f'c respectivamente.

8. DEL ANÁLISIS DE COSTO – BENEFICIO

8.1. Del análisis de precios unitarios por cantera para los TMN de ½'' y ¾'', se concluye que la cantera que mayor costo genera por m^3 es "La Poderosa", seguida de "Quillacona" y por último "Franed".

8.2. Al analizar la influencia del factor de seguridad en el concreto de f'c = 210 kgf/cm^2, se concluye que los concretos para TMN de ½'' y ¾'' que usan factor de seguridad tienen mayores costos que los concretos sin factor de seguridad esto debido a la mayor cantidad de cemento y agregado en el concreto.

8.3. En la elaboración de concreto convencionales se concluye que los concretos elaborados con cemento "Mishky IP" cuestan menos que los elaborados con cemento "Yura IP". En concretos de resistencias altas a edades tempranas, los concreto elaborados con cemento "Wari Tipo I" cuestan menos que los elaborados con elaborados con cemento "Yura tipo HE".

8.4. Del análisis de costo-beneficio de los concretos convencionales, se concluye que los concretos elaborados con cemento "Mishky" con agregado de la nueva cantera "Franed" son los más recomendables, debido al menor precio y mayores beneficios en concreto con factor de seguridad, mas no en concretos sin factor de seguridad puesto que no superan el 100% de beneficio.

8.5. Del análisis de costo-beneficio de los concretos de resistencias altas a edades tempranas, se concluye que los concretos elaborados con cemento "Wari" con agregado de la nueva cantera "Franed" son los más recomendables, esto debido al menor precio y mayores beneficios que presentan en comparación a las otras combinaciones de cemento y cantera. cabe recalcar que también dependerá de las especificaciones que se necesite en obra, del clima, agentes externos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

RECOMENDACIONES

1. En el caso de los agregados gruesos de la cantera Quillacona, para que cumpla completamente la granulometría recomendamos disminuir el diámetro de abertura de sus mallas de zarandeado de las mallas criticas de ½” y ¾” para tener mayor pasante de piedras de menor tamaño y se ajuste dentro de los Husos granulométricos. Cabe mencionar que ya hubo una mejora sustancial en su granulometría inicial producto del cambio de su zaranda por una nueva lo cual permitió que su 2da producción de agregados algunas mallas estén dentro de los Husos que indica la norma, pero aún se puede seguir mejorando con estas recomendaciones.
2. En el caso de la cantera Franed, para que mejore su granulometría se recomienda disminuir el diámetro de abertura de sus mallas de zarandeado e implementar una planta chancadora, en vez de solo zarandeado con el fin de mejorar la gradación del agregado, lo que permitirá reducir el exceso de retenido de piedras grandes, obteniendo mayor retenido en las mallas de menor tamaño y por ende cumpla con los Husos granulométricos que indica la norma. Además, la cantera tiene espacio suficiente para esta planta chancadora que permitirá aprovechar los overs (piedras de gran tamaño) para tener mayor producción de agregado grueso de ½" y ¾” y de buena calidad.
3. Se recomienda caracterizar los finos del pasante de la malla N° 200, mediante otros métodos que recomienda la norma NTP 400.037 “agregados para el concreto”, aparte de la determinación de absorción de azul de metileno para caracterizar esos finos tales como: el análisis petrográfico, determinación del equivalente de arena, análisis del hidrómetro y análisis de difracción por rayos X; con el fin de asegurar que ese material pasante sea polvo de trituración derivado de la roca de origen en la operación de triturado, y que no contenga en gran proporción minerales arcillosos.
4. Se recomienda realizar al menos 30 probetas de cada variación con el fin de obtener una desviación estándar y un análisis estadístico que permita tener mayor confiabilidad de los resultados obtenidos de una base de datos y poder reajustar el f’cr para el diseño de mezclas, logrando obtener un diseño de mezclas que nos permite utilizar los recursos de manera óptima.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5. En base a los resultados de la presente investigación recomendamos a la población el uso de los agregados de las nuevas canteras en proceso inicial de explotación, Franed, que es la que mejor desempeño tuvo para un f'c = 210 kgf/cm^2 frente a la cantera Quillacona, y asemejándose los resultados a la cantera La Poderosa ya conocida por su buena calidad. Los agregados de esta nueva cantera a pesar de no cumplir con la granulometría que indica la norma, producen concretos de buena calidad. Y además estos agregados son perfectibles en el tiempo haciendo mejoras desde su producción.
6. Se recomienda el uso de aditivo plastificante para concretos de f'c = 210 kgf/cm^2 elaborado con los agregados de la cantera Quillacona, por el bajo asentamiento que presenta debido a la mala gradación y mucho fino pasante de la malla N° 200, para lo cual recomendamos lavar el agregado de esta cantera para disminuir el exceso de finos y mejorar la granulometría. En el caso de concretos de f'c = 280 kgf/cm^2 a más, se recomienda realizar ensayos en laboratorio, para determinar sus propiedades en estado fresco y endurecido y determinar su calidad.
7. En las siguientes investigaciones, se recomienda tomar medida de la temperatura y humedad relativa del ambiente, los cuales afectan la consistencia de la mezcla, así como controlar el tiempo de mezclado y la realización de los ensayos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PROPUESTAS DE INVESTIGACIÓN

1. Se propone ampliar esta investigación realizando los demás ensayos opcionales y complementarios que indica la norma NTP 400.037 “agregados para el concreto” si cumplen o no los límites máximos de acuerdo a las condiciones que se requiera, para climas extremos como hielo y deshielo, presencia de humedad permanente, ataques de sulfatos u otros agentes externos, no solo para su uso en construcción de edificaciones sino también para uso en pavimentos, diseños mayores a f´c = 280 kgf/cm^2 para determinar la calidad del concreto que producen, utilizando diversos aditivos y/o fibras, y poder realizar un análisis comparativo entre estas variaciones.

2. Se propone ampliar esta investigación utilizando los agregados de las nuevas canteras, y variando los métodos de diseño de mezclas (convencionales, racionales y prácticos o experimentales) con el fin de encontrar un método de diseño que se ajuste de mejor forma a las propiedades de los agregados, elaborando concretos especiales (concreto ligero y permeable, reciclable, etc.) obteniendo una base de datos de más de 30 probetas por cada variación para lograr un análisis estadístico, distribución normal para tener mejor confiabilidad y una desviación estándar, siguiendo los pasos que indica la norma.

3. Se propone ampliar esta investigación utilizando los agregados de todas las canteras en Arequipa, incluyendo estas 2 nuevas canteras, para realizar un análisis comparativo del comportamiento del concreto utilizando diferentes aditivos reductores de agua, con el fin de reducir el costo por metro cúbico sin perjudicar la calidad del concreto. De tal forma que se logre hacer un comparativo de costo-beneficio teniendo en cuenta la calidad de los agregados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

REFERENCIA

Abanto, F. (2009). *Tecnología del concreto*. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L.

Aguilar, O., Rodriguez, E., & Sereño, M. (2009). Determinación de la resistencia del concreto a edades tempranas bajo la norma ASTM C 1074, en viviendas de concreto coladas en el sitio. *Tesis de pregrado*. Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador.

Arias, K. (2014). Análisis estadístico del comportamiento de los agregados en las canteras de Arequipa para diferentes resistencias del concreto. *Tesis de pregrado*. Universidad Católica de Santa Maria, Arequipa, Perú.

Association, P. C. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto*. EE.UU.

Carpio, E., & Peña, E. (2017). Análisis comparativo de las diferentes caneteras de puzolana de la ciudad de Arequipa para concretos de resistencia f'c= 210 kg/cm2, 280 kg/cm2 y 350 kg/cm2 en el año 2017. *Tesis de pregrado*. Universidad Católica de Santa Maria, Arequipa, Perú.

Chaiña, A., & Paz, D. (2015). Utilización de material ésteril de la mina Cerro Verde, para la elaboración de concreto con resistencia de 175 kgf/cm2. *Tesis de pregrado*. Universidad Católica de Santa Maria, Arequipa, Perú.

Coasaca, G. (2018). Análisis comparativo de las propiedades Físicas y mecánicas del concreto utilizando distintos métodos de diseño de mezclas con los materiales típicos de la provincia de Arequipa. *Tesis de pregrado*. Universidad Católica de Santa Maria, Arequipa, Perú.

D.S. N°-074-2001-PCM. (22 de Junio de 2001). Reglamento de estándares nacioanles de calidad ambiental para aire. Lima, Lima, Perú.

D.S. N°-085-2003-PCM. (24 de Octubre de 2003). Reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para ruido. Lima, Lima, Perú.

Elaboración propia. (2019). Arequipa, Perú.

Fernández, K., & Velarde, G. (2015). Estudio comparativo de la resistencia de los concretos emplenado los cementos comerciales en Cusco. *Tesis de pregrado*. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, Cusco, Perú.

Flores, Y., & Mendoza, J. (2019). Análisis de la correlación del módulo de rotura (MR) v.s. la resistencia a tracción indirecta (f't) y compresión (f'c) de concreto de f'c= 280, 300, 350, 420 kgf/cm2 para pavimento rígido con fibras de polipropileno y fibras metálicas. *Tesis de pregrado*. Universidad Católica de Santa Maria, Arequipa, Perú.

Gonzáles Sandoval, F. (2004). *Manual de supervisión de obras de concreto*. México, México.

Google Maps. (2019). Arequipa, Perú.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Gutiérrez, M., & Palomino, K. (2008). Análisis de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de polipropileno y acero, y su uso en el control de fisuras por contracción plástica. *Tesis de pregrado*. Universidad Católica de Santa Maria, Arequipa, Perú.

HE, Y. (2012). *Ficha técnica: Cemetno Portland Yura tipo HE.* Arequipa, Perú.

Herrera, J. (2006). Métodos de minería a cielo abierto. *Tesis de pregrado.* Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.

Ley n° 26821. (25 de Junio de 1997). Ley Orgánica para el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales. Lima, LIma, Perú.

Ley n° 27446. (10 de Abril de 2001). Ley del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental. Lima, Lima, Perú.

Ley n° 27651. (10 de Enero de 2002). Ley de Formalización y Promoción de la Pequeña Minería y la Minería Artesanal. Lima, Lima, Perú.

Ley n° 28221. (7 de Mayo de 2004). Ley que regula el derecho por extracciónde materiales de los álaveos o cauces de los ríos por las municipalidades. Lima, Lima, Perú.

López, N. (2006). Tecnologia de los materiales. *Tesis de pregrado.* Universidad peruana de los Andes, Huancayo, Huancayo.

Manual de ensayos de materiales MTC. (2016). Manual de ensayos de materiales MTC. En *Manual de ensayos* (pág. 85). Lima.

Norma Técnica Peruana 334.082. (17 de Enero de 2019). CEMENTOS. Cemento Pórtland. Requisitos de desempeño.MODIFICACIÓN TÉCNICA 1. 1a Edición. Lima, Lima, Perú.

Norma Técnica Peruana 334.090. (17 de Enero de 2019). CEMENTOS. Cemento Pórtland adicionados. Requisitos.MODIFICACIÓN TÉCNICA 1. 1a Edición. Lima, Lima, Perú.

Norma Técnica Peruana 339.034. (31 de Diciembre de 2015). CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. 4ª Edición. Lima, Lima, Perú.

Norma Técnica Peruana 339.035. (31 de Diciembre de 2015). CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland. 4a. Edición. Lima, Lima, Perú.

Norma Técnica Peruana 339.046. (6 de Diciemnbre de 2019). CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 3a Edición. Lima, Lima, Perú.

Norma Técnica Peruana 339.083. (2003). Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla para hormigón (concreto) fresco, por el método de presión. Lima, Lima, Perú.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Norma Técnica Peruana 339.084. (18 de Diciembre de 2017). CONCRETO. Método de ensayo normalizado para ladeterminación de la resistencia a tracción simple delconcreto, por compresión diametral de una probetacilíndrica. Lima, Lima, Perú.

Norma Técnica Peruana 339.183. (18 de Julio de 2018). CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio. 2ª Edición. Lima, Lima, Perú.

Norma Tecnica Peruana 339.184. (18 de Julio de 2018). CONCRETO. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto. 2ªEdición. Lima, Lima, Perú.

Norma Técnica Peruana 339.185. (18 de Julio de 2018). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados porsecado. 2ª Edición. Lima, Lima, Perú.

Norma Técnica Peruana 400.010. (18 de Febrero de 2016). AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras. Lima, Lima, Perú.

Norma Técnica Peruana 400.012. (18 de Julio de 2018). AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. 3ª Edición. Lima, Lima, Perú.

Norma Técnica Peruana 400.013. (18 de Julio de 2018). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar el efecto de las impurezas orgánicas del agregado fino sobre la resistencia de morteros yhormigones. 3ª Edición. Lima, Lima, Perú.

Norma Técnica Peruana 400.015. (18 de Julio de 2018). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para terrones de arcilla y partículas desmenuzables en los agregados. 3a Edición. Lima, Lima, Perú.

Norma Técnica Peruana 400.017. (18 de Febrero de 2016). AGREGADOS. Método de ensayo para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados. Lima, Lima, Perú.

Norma Técnica Peruana 400.018. (26 de Diciembre de 2018). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinarmateriales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 μm (Nº 200) por lavado en agregados. 3ª Edición. Lima, Lima, Perú.

Norma Técnica Peruana 400.019. (16 de Julio de 2019). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar laresistencia a la degradación en agregados gruesos de tamañosmenores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. 3ª Edición. Lima, Lima, Perú.

Norma Técnica Peruana 400.021. (18 de Julio de 2018). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso. 3a Edición. Lima, Lima, Perú.

Norma Técnica Peruana 400.022. (18 de Julio de 2018). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. 3a Edición. Lima, Lima, Perú.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Norma Técnica Peruana 400.024. (18 de Febrero de 2016). AGREGADOS. Método de ensayo para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto. Lima, Lima, Perú.

Norma Técnica Peruana 400.024. (18 de Febrero de 2016). AGREGADOS. Método de ensayo para determinar las impurezas orgánicas en el agregado fino para concreto. Lima, Lima, Perú.

Norma Técnica Peruana 400.037. (8 de Febrero de 2018). AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos. 4ª Edición. Lima, Lima, Perú.

Olarte, Z. (2017). Estudio de la calidad de los agregados de las principales canteras de la ciudad de Andahuaylas y su influencia en la resistencia del concreto empleado en la construccion de obras civiles. *Tesis de pregrado*. Universidad Tecnológica de los Andes, Abancay, Perú.

Palomino, M. (2017). Estudio del concreto con cemento portland tipo IP y aditivo superplastificante. *Tesis de pregrado*. Univerdad Nacional de Ingenieria, Lima, Perú.

Pasquel, E. (2005). *Tópicos de tecnología del concreto*. Lima, Perú: Editorial Colegio de Ingenieros del Perú.

Piérola, D. (2017). Optimizacion del plan de minado de cantera de caliza la Unión de baños del Inca-Cajamarca. *Tesis de pregrado*. Universidad Nacional del Atiplano, Puno, Perú.

PMBOK, G. d. (2017). *Guía de los fundamentos para la dirección de proycetos*. EE. UU.: Project Management Institute, Inc.

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2019). *E. 060 Concreto Armado 10ma ed*. Lima, Perú: Fondo editorial ICG.

Rivva, E. (2014). *Diseño de Mezclas*. Lima, Perú: Fondo Editorial ICG.

Saavedra, O. (2019). Análisis de la influencia de la nanosílice en la resistencia y costo de producción de concretos convencionales elaborados con cementos yura tipo I y IP en la ciudad de Arequipa - 2019. *Tesis de pregrado*. Universidad Católica de Santa Maria, Arequipa, Perú.

Sotomayor, C. (2020). *La ciencia y el arte del concreto* (Vol. Tomo I). Lima, Perú: Mesa Redonda.

Sotomayor, N. (2014). Analisis de un modelo matemático para determinar el tiempo de fraguado del hormigón. *Tesis de postgrado*. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile.

Taype, M. (2016). Diseño de explotación de cantera para agregados, distrito de Huayucachi. *Tesis de pregrado*. Universidad Nacional del centro del Perú, Huancayo, Perú.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Varas, N., & Villanueva, Y. (2017). Análisis comparativo de los tiempos de fraguado y resistencia de un concreto f'c = 210 kg/cm2 del cemento pacasmayo y qhuna. *Tesis de pregrado*. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.

WARI. (2018). *Ficha técnica: Cemento Portland Wari tipo I.* Mollendo, Arequipa.

YURA. (2019). *Ficha técnica: Cemento Portland Yura tipo IP.* Arequipa, Perú.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: *Técnicas e instrumentos de recolección de datos.* 7

Tabla 2: *Serie de tamices que cumplen la relación 2:1 para la obtención del módulo de fineza.* 18

Tabla 3: *Tipo de cementos portland y sus características.* 21

Tabla 4: *Tipo de cementos portland adicionados y sus características.* 21

Tabla 5: *Tipo de cementos por su performance.* 22

Tabla 6: *Compuestos del cemento portland.* 22

Tabla 7: *Valores de coeficiente de variación y condiciones en las que se encuentra.* 26

Tabla 8: *Factor de corrección para cantidades de 15 a 30 muestras.* 28

Tabla 9: *Resistencia a la compresión promedio.* 29

Tabla 10: *Resistencia a la compresión promedio para diseños que no cuenten con base de datos de resistencia previos.* 30

Tabla 11: *Valores del coeficiente "t".* 31

Tabla 12: *Criterios básicos de asentamiento.* 31

Tabla 13: *Tipo de consolidación según el asentamiento.* 32

Tabla 14: *Asentamiento para diferentes tipos de estructuras.* 32

Tabla 15: *Cantidad de agua por m^3.* 34

Tabla 16: *Cantidad de agua por m^3* 35

Tabla 17: *Cantidad de aire atrapado.* 36

Tabla 18: *Cantidad de aire incorporado.* 37

Tabla 19: *Relación agua – cemento por resistencia.* 39

Tabla 20: *Relación agua – cemento por resistencia para concreto sin aire incorporado.* 40

Tabla 21: *Relación agua – cemento por resistencia para concreto en función del aire total.* 40

Tabla 22: *Relación agua – cemento por resistencia USBR.* 41

Tabla 23: *Condiciones especiales de exposición.* 42

Tabla 24: *Concreto expuesto a soluciones solubles.* 42

Tabla 25: *Contenido máximo de ion cloruro.* 43

Tabla 26: *Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.* 44

Tabla 27: *Proporción de los elementos del cual se compone el concreto.* 49

Tabla 28: *Límites para la gradación del agregado fino.* 63

Tabla 29: *Análisis granulométrico del agregado fino – muestra 3 "La Poderosa".* 64

Tabla 30: *Análisis granulométrico del agregado fino – muestra 1 "Franed".* 65

Tabla 31: *Análisis granulométrico del agregado fino–muestra 1 "Quillacona 1ra producción".* 66

Tabla 32: *Análisis granulométrico del agregado fino – muestra 2 "Quillacona 2da producción".* 67

Tabla 33: *Recomendaciones para el concreto de acuerdo al módulo de fineza.* 68

Tabla 34: *Valor de módulo de fineza de las canteras en estudio.* 68

Tabla 35: *Cantidad mínima de agregado grueso o global* 69

Tabla 36: *Límites para la gradación del agregado grueso.* 72

Tabla 37: *Análisis granulométrico del agregado grueso de ½'' – muestra 1 "La Poderosa".* 73

Tabla 38: *Análisis granulométrico agregado grueso de ¾'' – muestra 1 "La Poderosa".* 74

Tabla 39: *Análisis granulométrico agregado grueso de ½''– muestra 3 "Franed".* 75

Tabla 40: *Análisis granulométrico agregado grueso de ¾''– muestra 3 "Franed".* 76

Tabla 41: *Análisis granulométrico agregado grueso de ½''– muestra 2 "Quillacona 1ra producción".* 77

Tabla 42: *Análisis granulométrico agregado grueso de ¾''– muestra 2 "Quillacona 1ra producción".* 78

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 43: *Análisis granulométrico agregado grueso de ½'' – muestra 2 "Quillacona 2da producción".* 79
Tabla 44: *Cálculo del módulo de fineza del agregado grueso de ½'' para las diferentes canteras.* 80
Tabla 45: *Cálculo del módulo de fineza del agregado grueso de ¾'' para las diferentes canteras.* 80
Tabla 46: *Densidad del agua y coeficiente de temperatura "K".* 84
Tabla 47: *Cuadro resumen del peso específico nominal (masa)* 85
Tabla 48: *Cuadro resumen del peso específico saturado superficialmente seco.* 86
Tabla 49: *Cuadro resumen del peso específico aparente.* 87
Tabla 50: *Cuadro resumen de absorción.* 87
Tabla 51: *Cantidad mínima de agregado grueso o global.* 88
Tabla 52: *Cuadro resumen del peso específico nominal (masa) para agregado TMN de ½''.* 91
Tabla 53: *Cuadro resumen del peso específico nominal (masa) para agregado TMN de ¾''.* 91
Tabla 54: *Cuadro resumen del peso específico saturado superficialmente seco de ½''.* 92
Tabla 55: *Cuadro resumen del peso específico saturado superficialmente seco de ¾''.* 92
Tabla 56: *Cuadro resumen del peso específico aparente de ½''.* 93
Tabla 57: *Cuadro resumen del peso específico aparente de ¾''.* 93
Tabla 58: *Cuadro resumen de absorción de ½''.* 93
Tabla 59: *Cuadro resumen de absorción de ¾''.* 94
Tabla 60: *Cuadro de capacidad de medida.* 95
Tabla 61: *Valores de peso unitario compactado del agregado fino.* 96
Tabla 62: *Valores de peso unitario compactado del agregado grueso de ½''.* 96
Tabla 63: *Valores de peso unitario compactado del agregado grueso de ¾''.* 97
Tabla 64: *Valores de peso unitario suelto del agregado fino.* 98
Tabla 65: *Valores de peso unitario suelto del agregado grueso de ½''.* 99
Tabla 66: *Valores de peso unitario suelto del agregado grueso de ¾''.* 99
Tabla 67: *Cantidad mínima de agregado para ensayo de contenido de humedad.* 100
Tabla 68: *Valores de porcentaje de humedad del agregado fino.* 101
Tabla 69: *Valores de contenido de humedad del agregado grueso de ½''.* 101
Tabla 70: *Valores de contenido de humedad del agregado grueso de ¾''.* 101
Tabla 71: *Vidrios de color estándar.* 102
Tabla 72: *Cuadro resumen de la presencia de impurezas orgánicas.* 103
Tabla 73: *Carga según la gradación.* 103
Tabla 74: *Gradación de la muestra de ensayo.* 104
Tabla 75: *Porcentaje de desgaste de las tres canteras que se estudiaron.* 105
Tabla 76: *Resultados de ensayo gravimétrico de Silice en Álcalis y Sales Sulobles.* 107
Tabla 77: *Desempeño esperado de azul de metileno.* 109
Tabla 78: *Valores obtenidos del ensayo de azul de metileno* 109
Tabla 79: *Cantidad Mínima de muestra.* 110
Tabla 80: *Material más fino que pasa la malla N°200, vía húmeda cantera La Poderosa.* 112
Tabla 81: *Material más fino que pasa la malla N° 200, vía húmeda cantera Franed.* 112
Tabla 82: *Material más fino que pasa la malla N° 200, vía húmeda cantera Quillacona.* 112
Tabla 83: *Cantidad Mínima de muestra para agregado grueso.* 113
Tabla 84: *Tamices que se deben usar para la separación de partículas.* 114
Tabla 85: *Cálculo de material desmenuzable y terrones de arcilla para la cantera la PODEROSA para el agregado Fino y el agregado Grueso.* 115
Tabla 86: *Cálculo de material desmenuzable y terrones de arcilla para la cantera FRANED para el agregado Fino y el agregado Grueso.* 115
Tabla 87: *Cálculo de material desmenuzable y terrones de arcilla para la cantera QUILLACONA para el agregado Fino y el agregado Grueso.* 115

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 88: *Valores iniciales de diseño de mezclas de conceto usando cemento Yura tipo IP.* 116
Tabla 89: *Diseño de mezclas de conceto convencional usando cemento Yura tipo IP.* 117
Tabla 90: *Resumen de asentamientos de las diferentes canteras y tipos de cemento.* 120
Tabla 91: *Resumen de contenido de aire de las diferentes canteras y tipos de cemento* 123
Tabla 92: *Resumen de temperatura de las diferentes canteras y tipos de cemento* 125
Tabla 93: *Cálculo del volumen del recipiente.* 127
Tabla 94: *Rendimientos de concreto convencional usando cemento Mishky y Yura tipo IP* 128
Tabla 95: *Rendimiento de concreto convencional usando cemento Wari tipo I y Yura tipo HE* 129
Tabla 96: *Edades para ensayo y tolerancia.* 130
Tabla 97: *Cálculo de resistencia a la compresión con cemento Mishky tipo IP a 28 dias* 133
Tabla 98: *Cálculo de resistencia a la compresión con cemento Yura tipo IP a 28 dias* 134
Tabla 99: *Cálculo de resistencia a la compresión con cemento Wari tipo I a 7 dias* 135
Tabla 100: *Cálculo de resistencia a la compresión con cemento Yura tipo HE a 7 dias* 136
Tabla 101: *Resumen de resistencia a la compresión con cemento Mishky tipo IP* 137
Tabla 102: *Resumen de resistencia a la compresión con cemento Yura tipo IP* 138
Tabla 103: *Resumen de resistencia a la compresión con cemento Wari tipo I* 139
Tabla 104: *Resumen de resistencia a la compresión con cemento Yura tipo HE* 140
Tabla 105: *Cálculo de resistencia a la tracción indirecta con cemento Mishky tipo IP a 28 dias.* 142
Tabla 106: *Cálculo de resistencia a la tracción indirecta con cemento Mishky tipo IP a 28 dias.* 143
Tabla 107: *Cálculo de resistencia a la tracción indirecta con cemento Yura tipo IP a 28 dias.* 144
Tabla 108: *Cálculo de resistencia a la tracción indirecta con cemento Yura tipo IP a 28 dias.* 145
Tabla 109: *Cálculo de resistencia a la tracción indirecta con cemento Wari tipo I a 28 dias.* 146
Tabla 110: *Cálculo de resistencia a la tracción indirecta con cemento Wari tipo I a 28 dias.* 147
Tabla 111: *Cálculo de resistencia a la tracción indirecta con cemento Yura tipo HE a 28 dias.* 148
Tabla 112: *Cálculo de resistencia a la tracción indirecta con cemento Yura tipo HE a 28 dias.* 149
Tabla 113: *Resumen del cálculo a la abrasión del concreto convencional.* 151
Tabla 114: *Resumen cálculo abrasión concreto convencional y de resistencias altas a temprana edad.* 152
Tabla 115: *Resumen del cálculo a la abrasión del concreto de resistencias altas a temprana edad.* 153
Tabla 116: *Resumen de requisitos de ensayos del agregado fino.* 162
Tabla 117: *Resumen de requisitos de ensayos del agregado grueso de ½''.* 170
Tabla 118: *Resumen de requisitos de ensayos del agregado grueso de ¾''.* 180
Tabla 119: *Resistencias a la tracción simple del concreto elaborado con cemento Mishky y Yura tipo IP para cada cantera.* 257
Tabla 120: *Resistencias a la tracción simple del concreto elaborado con cemento Mishky y Yura tipo IP para cada cantera* 258
Tabla 121: *Resistencias al desgaste por abrasión del concreto elaborado con cemento Mishky y Yura tipo IP para cada cantera* 259
Tabla 122: *Resistencias al desgaste por abrasión del concreto elaborado con cemento Mishky y Yura tipo IP para cada cantera* 260
Tabla 123: *Análisis de costo unitario para concretos con factor de seguridad, para TMN ½".* 263
Tabla 124: *Análisis de costo unitario para concretos sin factor de seguridad, para TMN ½".* 265
Tabla 125: *Análisis de costo unitario para concretos sin factor de seguridad, para TMN ½".* 266
Tabla 126: *Análisis de costo unitario para concretos con factor de seguridad, para TMN ¾".* 268
Tabla 127: *Análisis de costo unitario para concretos sin factor de seguridad, para TMN de ¾''.* 270
Tabla 128: *Análisis de costo unitario para concretos sin factor de seguridad, para TMN de ¾''.* 271

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 129: *Análisis de Costo-Beneficio de agregados de TMN 1/2'' con factor de seguridad.* 272
Tabla 130: *Análisis de Costo-Beneficio de agregados TMN 1/2'' sin factor de seguridad.* 275
Tabla 131: *Análisis Costo-Beneficio de agregados TMN 3/4'' con factor de seguridad.* 278
Tabla 132: *Análisis Costo-Beneficio de agregados de TMN 3/4'' sin factor de seguridad.* 280
Tabla 133: *Análisis granulométrico del agregado fino – muestra 1 "La Poderosa".* 327
Tabla 134: *Análisis granulométrico del agregado fino – muestra 2 "La Poderosa".* 328
Tabla 135: *Análisis granulométrico del agregado fino – muestra 3 "La Poderosa".* 329
Tabla 136: *Análisis granulométrico del agregado fino – muestra 1 "Franed".* 330
Tabla 137: *Análisis granulométrico del agregado fino – muestra 2 "Franed".* 331
Tabla 138: *Análisis granulométrico del agregado fino – muestra 3 "Franed".* 332
Tabla 139: *Análisis granulométrico del Ag. F –muestra 1 "Quillacona primera producción".* 333
Tabla 140: *Análisis granulométrico del Ag. F – muestra 2 "Quillacona primera producción".* 334
Tabla 141: *Análisis granulométrico del Ag. F – muestra 3 "Quillacona primera producción".* 335
Tabla 142: *Análisis granulométrico del Ag. F – muestra 1 "Quillacona segunda producción".* 336
Tabla 143: *Análisis granulométrico del Ag. F – muestra 2 "Quillacona segunda producción".* 337
Tabla 144: *Análisis granulométrico del Ag. F – muestra 3 "Quillacona segunda producción".* 338
Tabla 145: *Análisis granulométrico del agregado grueso de ½'' – muestra 1 "La Poderosa".* 339
Tabla 146: *Análisis granulométrico del agregado grueso de ¾'' – muestra 1 "La Poderosa".* 340
Tabla 147: *Análisis granulométrico del agregado grueso de ½'' – muestra 2 "La Poderosa".* 341
Tabla 148: *Análisis granulométrico del agregado grueso de ¾'' – muestra 2 "La Poderosa".* 342
Tabla 149: *Análisis granulométrico del agregado grueso de ½'' – muestra 3 "La Poderosa".* 343
Tabla 150: *Análisis granulométrico del agregado grueso de ¾'' – muestra 3 "La Poderosa".* 344
Tabla 151: *Análisis granulométrico del agregado grueso de ½'' – muestra 1 "Franed".* 345
Tabla 152: *Análisis granulométrico del agregado grueso de ¾'' – muestra 1 "Franed".* 346
Tabla 153: *Análisis granulométrico del agregado grueso de ½''– muestra 2 "Franed".* 347
Tabla 154: *Análisis granulométrico del agregado grueso de ¾''– muestra 2 "Franed".* 348
Tabla 155: *Análisis granulométrico del agregado grueso de ½''– muestra 3 "Franed".* 349
Tabla 156: *Análisis granulométrico del agregado grueso de ¾''– muestra 3 "Franed".* 350
Tabla 157: *Análisis granulométrico Ag. G. de ½''– muestra 1 "Quillacona 1ra producción".* 351
Tabla 158: *Análisis granulométrico Ag. G. de ¾''– muestra 1 "Quillacona 1ra producción".* 352
Tabla 159: *Análisis granulométrico Ag. G. de ½''– muestra 2 "Quillacona 1ra producción".* 353
Tabla 160: *Análisis granulométrico Ag. G. de ¾''– muestra 2 "Quillacona 1ra producción".* 354
Tabla 161: *Análisis granulométrico Ag. G. de ½''– muestra 3 "Quillacona 1ra producción".* 355
Tabla 162: *Análisis granulométrico Ag. G. de ¾''– muestra 3 "Quillacona 1ra producción".* 356
Tabla 163: *Análisis granulométrico Ag. G. de ½''– muestra 1 "Quillacona 2da producción".* 357
Tabla 164: *Análisis granulométrico Ag. G. de ½''– muestra 2 "Quillacona 2da producción".* 358
Tabla 165: *Análisis granulométrico Ag. G. de ½''– muestra 3 "Quillacona 2da producción".* 359
Tabla 166: *Resumen de resistencia a la compresión 1 día con cemento Mishky tipo IP* 360
Tabla 167: *Resumen de resistencia a la compresión 3 días con cemento Mishky tipo IP* 361
Tabla 168: *Resumen de resistencia a la compresión 7 días con cemento Mishky tipo IP* 362
Tabla 169: *Resumen de resistencia a la compresión 14 días con cemento Mishky tipo IP.* 363
Tabla 170: *Resumen de resistencia a la compresión 28 días con cemento Mishky tipo IP.* 364
Tabla 171: *Resumen de resistencia a la compresión 1 día con cemento Yura tipo IP.* 365
Tabla 172: *Resumen de resistencia a la compresión 3 días con cemento Yura tipo IP.* 366
Tabla 173: *Resumen de resistencia a la compresión 7 días con cemento Yura tipo IP.* 367
Tabla 174: *Resumen de resistencia a la compresión 14 días con cemento Yura tipo IP.* 368
Tabla 175: *Resumen de resistencia a la compresión 28 días con cemento Yura tipo IP.* 369
Tabla 176: *Resumen de resistencia a la compresión 1 día con cemento Wari tipo I.* 370
Tabla 177: *Resumen de resistencia a la compresión 3 días con cemento Wari tipo I.* 371
Tabla 178: *Resumen de resistencia a la compresión 7 días con cemento Wari tipo I.* 372
Tabla 179: *Resumen de resistencia a la compresión 14 días con cemento Wari tipo I.* 373

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 180: *Resumen de resistencia a la compresión 28 días con cemento Wari tipo I.* _____ *374*
Tabla 181: *Resumen de resistencia a la compresión 1 día con cemento Yura tipo HE.* _____ *375*
Tabla 182: *Resumen de resistencia a la compresión 3 días con cemento Yura tipo HE.* _____ *376*
Tabla 183: *Resumen de resistencia a la compresión 7 días con cemento Yura tipo HE.* _____ *377*
Tabla 184: *Resumen de resistencia a la compresión 14 días con cemento Yura tipo HE.* ____ *378*
Tabla 185: *Resumen de resistencia a la compresión 28 días con cemento Yura tipo HE.* ____ *379*
Tabla 186: *Resumen de resistencia a la compresión 1 día con cemento Mishky tipo IP.* _____ *380*
Tabla 187: *Resumen de resistencia a la compresión 3 días con cemento Mishky tipo IP.* ____ *381*
Tabla 188: *Resumen de resistencia a la compresión 7 días con cemento Mishky tipo IP.* ____ *382*
Tabla 189: *Resumen de resistencia a la compresión 14 días con cemento Mishky tipo IP.* ___ *383*
Tabla 190: *Resumen de resistencia a la compresión 28 días con cemento Mishky tipo IP .*___ *384*
Tabla 191: *Resumen de resistencia a la compresión 1 día con cemento Yura tipo IP.*_____ *385*
Tabla 192: *Resumen de resistencia a la compresión 3 días con cemento Yura tipo IP.* _____ *386*
Tabla 193: *Resumen de resistencia a la compresión 7 días con cemento Yura tipo IP.* _____ *387*
Tabla 194: *Resumen de resistencia a la compresión 14 días con cemento Yura tipo IP.* _____ *388*
Tabla 195: *Resumen de resistencia a la compresión 28 días con cemento Yura tipo IP.* _____ *389*
Tabla 196: *Resumen de resistencia a la compresión 1 día con cemento Wari tipo I.*_____ *390*
Tabla 197: *Resumen de resistencia a la compresión 3 días con cemento Wari tipo I.* _____ *391*
Tabla 198: *Resumen de resistencia a la compresión 7 días con cemento Wari tipo I.* _____ *392*
Tabla 199: *Resumen de resistencia a la compresión 14 días con cemento Wari tipo I.* _____ *393*
Tabla 200: *Resumen de resistencia a la compresión 28 días con cemento Wari tipo I.* _____ *394*
Tabla 201: *Resumen de resistencia a la compresión 1 día con cemento Yura tipo HE.* _____ *395*
Tabla 202: *Resumen de resistencia a la compresión 3 días con cemento Yura tipo HE.* _____ *396*
Tabla 203: *Resumen de resistencia a la compresión 7 días con cemento Yura tipo HE.* _____ *397*
Tabla 204: *Resumen de resistencia a la compresión 14 días con cemento Yura tipo HE.* ____ *398*
Tabla 205: *Resumen de resistencia a la compresión 28 días con cemento Yura tipo HE.* ____ *399*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

LISTA DE ILUSTRACIONES

Figura 1: *Elementos de una cantera.* 13
Figura 2: *Ubicación del laboratorio analítico del sur.* 20
Figura 3: *Cantera de agregado Quillacona, ubicado en Chiguata - agregado grueso con tamaño superiores a 4''* 55
Figura 4: *Centro de acopio en cono norte del agregado de Quillacona, preparado para el canchado.* 55
Figura 5: *Proceso de trituración del agregado grueso para obtener TMN de ¾'', ½'' y agregado fino.* 55
Figura 6: *Mapa de ubicación de la cantera QUILLACONA.* 56
Figura 7: *Espacio de extracción del agregado de la cantera Franed.* 57
Figura 8: *Zarandeo del agregado para separalo en los diferentes tamaños para la venta.* 58
Figura 9: *Selección del agregado por medio de correderas para los diferentes tamaños.* 58
Figura 10: *Zona de acumulación del material por tamaños para la venta.* 58
Figura 11: *Mapa de ubicación de la cantera FRANED.* 59
Figura 12: *Extracción y selección del agregado de la cantera La Poderosa.* 60
Figura 13: *Mapa de ubicación de la cantera LA PODEROSA.* 61
Figura 14: *Agitador de tamices para el agregado fino.* 62
Figura 15: *Clasificación del agregado fino por diferentes tamices* 63
Figura 16: *Curva Granulométrica del agregado fino – muestra N° 3 - "La Poderosa".* 64
Figura 17: *Curva Granulométrica del agregado fino - muestra 1 "Franed".* 65
Figura 18: *Curva Granulométrica del agregado fino - muestra 1 "Quillacona 1ra producción".* 66
Figura 19: *Curva Granulométrica del agregado fino - muestra 2 "Quillacona segunda producción".* 67
Figura 20: *Máquina tamizadora de agregado grueso.* 69
Figura 21: *Granulometria del agregado grueso de TMN ½" Franed* 70
Figura 22: *Granulometría del agregado grueso de TMN ¾" Franed* 70
Figura 23: *Granulometría del agregado grueso de TMN ½" Quillacona* 70
Figura 24: *Granulometria del agregado grueso de TMN ¾" Quillacona* 71
Figura 25: *Granulometría del agregado grueso de TMN ½" La Poderosa* 71
Figura 26: *Granulometría del agregado grueso de TMN ¾" La Poderosa* 71
Figura 27: *Curva Granulométrica agregado grueso de ½'' - muestra 1 "La Poderosa".* 73
Figura 28: *Curva Granulométrica agregado grueso de ¾'' - muestra 1 "La Poderosa".* 74
Figura 29: *Curva Granulométrica agregado grueso de ½'' - muestra 3 "Franed".* 75
Figura 30: *Curva Granulométrica agregado grueso de ¾'' - muestra 3 "Franed".* 76
Figura 31: *Curva Granulométrica agregado grueso de ½''– muestra 2 "Quillacona 1ra producción".* 77
Figura 32: *Curva Granulométrica agregado grueso de ¾''– muestra 2 "Quillacona 1ra producción".* 78
Figura 33: *Curva Granulométrica agregado grueso de ½''– muestra 2 "Quillacona 2da producción".* 79
Figura 34: *Muestras de agregado fino reposando 24 h. de las 3 canteras.* 81
Figura 35: *Apisonado del agregado fino.* 82
Figura 36: *Condición húmeda y condición saturada superficialmente seca.* 82
Figura 37: *Condición húmeda y condición saturada superficialmente seca* 83
Figura 38: *Picnómetro con agregado fino y agua.* 83
Figura 39: *Agregado grueso sumergido en agua por 24h ± 4h.* 89
Figura 40: *Agregado grueso húmedo y en estado saturado superficialmente seco.* 89
Figura 41: *Agregado grueso húmedo y en estado saturado superficialmente seco.* 89

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 42: Peso del agregado grueso sumergido. _____ *90*
Figura 43: Ensayo de peso unitario compactado. _____ *95*
Figura 44: Ensayo de peso unitario compactado. _____ *95*
Figura 45: Ensayo de peso unitario suelto del agregado grueso. _____ *97*
Figura 46: Ensayo de peso unitario suelto del agregado fino. _____ *98*
Figura 47: Muestras de agregado fino cantera Quillacona comparándolo con placa orgánica. *102*
Figura 48: Muestras de agregado fino cantera Franed comparándolo con placa orgánica. _ *102*
Figura 49: Máquina de los ángeles y peso de agregado después del ensayo. _____ *104*
Figura 50: Máquina de los ángeles y peso de agregado después del ensayo. _____ *105*
Figura 51: muestras de ensayo entregadas al laboratorio externo. _____ *106*
Figura 52: Ensayo azul de metileno cantera La Poderosa. _____ *108*
Figura 53: Ensayo azul de metileno cantera Quillacona. _____ *108*
Figura 54: Ensayo azul de metileno cantera Franed _____ *108*
Figura 55: Tamizado humedo por la malla N° 200 _____ *111*
Figura 56: Muestra de agregado fino en agua destilada por 24 horas. _____ *114*
Figura 57: Preparación de la mezcla de concreto en laboratorio UCSM _____ *118*
Figura 58: Concreto en estado fresco en laboratorio UCSM _____ *118*
Figura 59: Proceso inicial de la prueba de ensayo de asentamiento en el cono de abrams. __ *120*
Figura 60: Determinación del asentamiento de la concreta cantera Quillacona. _____ *121*
Figura 61: Determinación del asentamiento de la concreta cantera Franed. _____ *121*
Figura 62: Determinación del contenido de aire, método de presión con olla de Washington. *122*
Figura 63: Determinación del contenido de aire, método de presión con olla de Washington. *122*
Figura 64: Lectura del contenido de aire método de presión con olla de Washington. _____ *123*
Figura 65: Lectura de la temperatura del concreto. _____ *124*
Figura 66: Lectura de la temperatura del concreto. _____ *124*
Figura 67: Lectura del peso del recipiente, agua y vidrio y lectura de la mezcla de concreto. *127*
Figura 68: Lectura del peso del recipiente, agua y vidrio y lectura de la mezcla de concreto. *127*
Figura 69: Enrazado del concreto en la olla para determinación del rendimiento. _____ *127*
Figura 70: Colocación de mezcla de concreto en las probetas para ensayo de compresión y tracción _____ *131*
Figura 71: Curado de las probetas de concreto en las pozas. _____ *131*
Figura 72: Lectura de resultado del ensayo de probetas en la compresora _____ *132*
Figura 73: Probetas de concreto antes de ser ensayados en la compresora _____ *132*
Figura 74: Forma de rotura de probetas de concreto luego de ser ensayados en la compresora. _____ *132*
Figura 75: Falla de la probeta por tracción indirecta. _____ *141*
Figura 76: Elaboración y curado de dados de concreto. _____ *150*
Figura 77: Peso inicial de dados de concreto. _____ *151*
Figura 78: Módulo de fineza del agregado fino. _____ *154*
Figura 79: Peso específico de masa del agregado fino. _____ *155*
Figura 80: Porcentaje de absorción del agregado fino. _____ *156*
Figura 81: Contenido de humedad de las canteras en estudio del agregado fino. _____ *156*
Figura 82: Peso unitario suelto de agregado fino. _____ *157*
Figura 83: Peso unitario compactado de agregado fino. _____ *158*
Figura 84: Porcentaje pasante de la malla #200 para el agregado de ½''. _____ *159*
Figura 85: Porcentaje de terrones de arcilla en el agregado fino. _____ *160*
Figura 86: Análisis del ensayo azul de metileno para las canteras en estudio. _____ *160*
Figura 87: Módulo de fineza del agregado grueso de ½''. _____ *163*
Figura 88: Peso específico de masa del agregado grueso de ½''. _____ *164*
Figura 89: Porcentaje de absorción del agregado grueso de ½''. _____ *164*
Figura 90: Contenido de humedad de las canteras en estudio del agregado grueso de ½''. __ *165*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 91: Peso unitario suelto de agregado grueso de ½''. 166
Figura 92: Peso unitario compactado de agregado grueso de ½''. 167
Figura 93: Porcentaje pasante de la malla #200 para el agregado de ½''. 167
Figura 94: Porcentaje de terrones de arcilla en el agregado de ½''. 168
Figura 95: Porcentaje de desgaste del agregado grueso. 169
Figura 96: Módulo de fineza del agregado grueso de ¾''. 171
Figura 97: Peso específico de masa del agregado grueso de ¾''. 172
Figura 98: Porcentaje de absorción del agregado grueso de ¾''. 172
Figura 99: Contenido de humedad de las canteras en estudio del agregado grueso de 3/4''. 173
Figura 100: Peso unitario suelto de agregado grueso de 3/4''. 174
Figura 101: Peso unitario compactado de agregado grueso de 3/4''. 175
Figura 102: Porcentaje pasante de la malla #200 para el agregado de ½''. 176
Figura 103: Porcentaje de terrones de arcilla en el agregado de 3/4''. 177
Figura 104: Análisis de resultados del método químico álcali silice. 178
Figura 105: Análisis de resultados del método sales solubles. 178
Figura 106: Porcentaje de desgaste del agregado grueso. 179
Figura 107: Variación del asentamiento del concreto elaborado con cemento Mishky tipo IP. 182
Figura 108: Variación del asentamiento del concreto elaborado con cemento Yura tipo IP. 184
Figura 109: Variación del asentamiento del concreto elaborado con cemento Wari tipo I. 186
Figura 110: Variación del asentamiento del concreto elaborado con cemento Yura tipo HE . 187
Figura 111: Variación del contenido de aire del concreto elaborado con cemento Mishky tipo IP. 189
Figura 112: Variación del contenido de aire del concreto elaborado con cemento Yura tipo IP. 190
Figura 113: Variación del contenido de aire del concreto elaborado con cemento Wari tipo I. 191
Figura 114: Variación del contenido de aire del concreto elaborado con cemento Yura tipo HE. 192
Figura 115: Variación de la temperatura del concreto elaborado con cemento Mishky tipo IP. 194
Figura 116: Variación de la temperatura del concreto elaborado con cemento Yura tipo IP. 195
Figura 117: Variación de la temperatura del concreto elaborado con cemento Wari tipo I. 195
Figura 118: Variación de la temperatura del concreto elaborado con cemento Yura tipo HE. 196
Figura 119: Variación del peso unitario del concreto elaborado con cemento Mishky tipo IP. 198
Figura 120: Variación del peso unitario del concreto elaborado con cemento Yura tipo IP. 199
Figura 121: Variación del peso unitario del concreto elaborado con cemento Wari tipo I. 200
Figura 122: Variación del peso unitario del concreto elaborado con cemento Yura tipo HE. 201
Figura 123: Rendimiento del concreto con cemento Mishky tipo IP por cantera, TMN. 202
Figura 124: Rendimiento del concreto con cemento Yura tipo IP por cantera y TMN. 203
Figura 125: Rendimiento del concreto con cemento Wari tipo I por cantera y TMN. 203
Figura 126: Rendimiento del concreto con cemento Yura tipo HE por cantera y TMN. 204
Figura 127: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con cemento Mishky tipo IP . 205
Figura 128: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con cemento Yura tipo IP. 207
Figura 129: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con cemento Wari tipo I. 208
Figura 130: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con cemento Yura tipo HE. 209
Figura 131: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento mishky tipo IP. 212
Figura 132: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento mishky tipo IP. 212

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 133: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento mishky tipo IP. 213
Figura 134: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento mishky tipo IP. 214
Figura 135: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento yura tipo IP. 215
Figura 136: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento yura tipo IP. 215
Figura 137: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento yura tipo IP. 216
Figura 138: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento yura tipo IP. 217
Figura 139: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento wari tipo I. 218
Figura 140: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento wari tipo I. 218
Figura 141: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento wari tipo I. 219
Figura 142: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento wari tipo I. 220
Figura 143: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento yura tipo HE. 221
Figura 144: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento yura tipo HE. 221
Figura 145: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento yura tipo HE. 222
Figura 146: Resistencias a la compresion del concreto elaborado con cemento yura tipo HE. 223
Figura 147: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Franed. 226
Figura 148: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Franed. 227
Figura 149: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Franed. 228
Figura 150: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Franed. 230
Figura 151: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Quillacona. 232
Figura 152: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Quillacona. 233
Figura 153: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Quillacona. 234
Figura 154: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Quillacona. 236
Figura 155: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera La Poderosa. 238
Figura 156: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera La Poderosa. 239
Figura 157: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera La Poderosa. 241
Figura 158: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera La Poderosa. 243
Figura 159: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Franed. 246
Figura 160: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Franed. 247
Figura 161: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Quillacona 249
Figura 162: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera Quillacona 251
Figura 163: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera La Poderosa 253
Figura 164: Resistencias a la compresión del concreto elaborado con la cantera La Poderosa. 254
Figura 165: Análisis de precios unitarios por m^3 de TMN ½'' con factor de seguridad. 261
Figura 166: Análisis de precios unitarios por m^3 de TMN ½'' sin factor de seguridad. 264
Figura 167: Análisis de precios unitarios por m^3 de TMN ¾" con factor de seguridad. 267
Figura 168: Análisis de precios unitarios por m^3 de TMN ¾" sin factor de seguridad. 269
Figura 169: Análisis Costo-Beneficio de agregados TMN 1/2'' con factor de seguridad por cemento. 273
Figura 170: Análisis Costo-Beneficio de agregados TMN 1/2'' con factor de seguridad por cantera. 274
Figura 171: Análisis Costo-Beneficio de agregados TMN 1/2'' sin factor de seguridad por cemento. 276

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Figura 172: *Análisis Costo-Beneficio de agregados TMN 1/2'' sin factor de seguridad, por cantera.* 276
Figura 173: *Análisis Costo-Beneficio de agregados TMN 3/4'' con factor de seguridad por cemento.* 279
Figura 174: *Análisis Costo-Beneficio de agregados TMN 3/4'' con factor de seguridad por cantera.* 279
Figura 175: *Análisis Costo-Beneficio de agregados TMN 3/4'' sin factor de seguridad por cemento.* 281
Figura 176: *Análisis Costo-Beneficio de agregados TMN 3/4'' sin factor de seguridad por cantera.* 282
Figura 177: *Curva Granulométrica del agregado fino - muestra 1 "La Poderosa".* 327
Figura 178: *Curva Granulométrica del agregado fino - muestra 2"La Poderosa".* 328
Figura 179: *Curva Granulométrica del agregado fino - muestra 3 "La Poderosa".* 329
Figura 180: *Curva Granulométrica del agregado fino - muestra 1 "Franed".* 330
Figura 181: *Curva Granulométrica del agregado fino - muestra 2 "Franed".* 331
Figura 182: *Curva Granulométrica del agregado fino - muestra 3 "Franed".* 332
Figura 183: *Curva Granulométrica del Ag. F. - muestra 1 "Quillacona primera producción".* 333
Figura 184: *Curva Granulométrica del Ag. F - muestra 2 "Quillacona primera producción".* 334
Figura 185: *Curva Granulométrica del Ag. F - muestra 3 "Quillacona primera producción".* 335
Figura 186: *Curva Granulométrica del Ag. F - muestra 1 "Quillacona segunda producción".* 336
Figura 187: *Curva Granulométrica del Ag. F - muestra 2 "Quillacona segunda producción".* 337
Figura 188: *Curva Granulométrica del Ag. F - muestra 3 "Quillacona segunda producción".* 338
Figura 189: *Curva Granulométrica del agregado grueso de ½'' - muestra 1 "La Poderosa".* 339
Figura 190: *Curva Granulométrica del agregado grueso de ¾'' - muestra 1 "La Poderosa".* 340
Figura 191: *Curva Granulométrica del agregado grueso de ½'' - muestra 2 "La Poderosa".* 341
Figura 192: *Curva Granulométrica del agregado grueso de ¾'' - muestra 2 "La Poderosa".* 342
Figura 193: *Curva Granulométrica del agregado grueso de ½'' - muestra 3 "La Poderosa".* 343
Figura 194: *Curva Granulométrica del agregado grueso de ¾'' - muestra 3 "La Poderosa".* 344
Figura 195: *Curva Granulométrica del agregado grueso de ½'' - muestra 2 "Franed".* 345
Figura 196: *Curva Granulométrica del agregado grueso de ¾'' - muestra 2 "Franed".* 346
Figura 197: *Curva Granulométrica del agregado grueso de ½'' - muestra 2 "Franed".* 347
Figura 198: *Curva Granulométrica del agregado grueso de ¾'' - muestra 2 "Franed".* 348
Figura 199: *Curva Granulométrica del agregado grueso de ½'' - muestra 3 "Franed".* 349
Figura 200: *Curva Granulométrica del agregado grueso de ¾'' - muestra 3 "Franed".* 350
Figura 201: *Curva Granulométrica Ag. G. de ½''– muestra 1 "Quillacona 1ra producción".* 351
Figura 202: *Curva Granulométrica Ag. G. de ¾''– muestra 1 "Quillacona 1ra producción".* 352
Figura 203: *Curva Granulométrica Ag. G. de ½''– muestra 2 "Quillacona 1ra producción".* 353
Figura 204: *Curva Granulométrica Ag. G. de ¾''– muestra 2 "Quillacona 1ra producción".* 354
Figura 205: *Curva Granulométrica Ag. G. de ½''– muestra 3 "Quillacona 1ra producción".* 355
Figura 206: *Curva Granulométrica Ag. G. de ¾''– muestra 3 "Quillacona 1ra producción".* 356
Figura 207: *Curva Granulométrica Ag. G. de ½''– muestra 1 "Quillacona 2da producción".* 357
Figura 208: *Curva Granulométrica Ag. G. de ½''– muestra 2 "Quillacona 2da producción".* 358
Figura 209: *Curva Granulométrica Ag. G. de ½''– muestra 3 "Quillacona 2da producción".* 359

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación (1): Coeficiente de Variación. *26*
Ecuación (2): Coeficiente de Variación individual. *26*
Ecuación (3): Desviación estándar. *27*
Ecuación (4): Desviación estándar promedio. *27*
Ecuación (5): Resistencia requerida primera forma. *29*
Ecuación (6): Resistencia requerida segunda forma. *29*
Ecuación (7): Resistencia promedio por el comité Europeo del concreto. *30*
Ecuación (8): Corrección por humedad para el agregado fino. *46*
Ecuación (9): Corrección por humedad para el agregado grueso. *46*
Ecuación (10): Aporte de agua del agregado fino. *47*
Ecuación (11): Aporte de agua del agregado grueso. *47*
Ecuación (12): Aporte total. *47*
Ecuación (13): Cantidad de agua corregida. *48*
Ecuación (14): Módulo de fineza del agregado fino. *68*
Ecuación (15): Módulo de fineza del agregado grueso. *80*
Ecuación (16): Peso específico de masa del agregado fino. *85*
Ecuación (17): Peso específico saturado superficialmente seco del agregado fino. *85*
Ecuación (18): Peso específico aparente del agregado fino. *86*
Ecuación (19): Porcentaje de absorción del agregado fino. *87*
Ecuación (20): Peso específico de masa del agregado grueso *90*
Ecuación (21): Peso específico saturado superficialmente seco del agregado grueso *91*
Ecuación (22): Peso específico aparente del agregado grueso. *92*
Ecuación (23): Porcentaje de absorción del agregado grueso. *93*
Ecuación (24): Peso unitario compactado del agregado fino y grueso *96*
Ecuación (25): Peso unitario suelto del agregado fino y grueso. *98*
Ecuación (26): Porcentaje de humedad del agregado fino y grueso. *100*
Ecuación (27): Porcentaje de desgaste. *105*
Ecuación (28): Valor de azul de metileno *109*
Ecuación (29): Porcentaje de material más fino que la malla N° 200. ..... *111*
Ecuación (30): Porcentaje de material desmenuzable y terrones de arcilla. *114*
Ecuación (31): Peso unitario del concreto. *126*
Ecuación (32): Rendimiento del concreto *126*
Ecuación (33): Resistencia a la compresión *131*
Ecuación (34): Resistencia a la tracción indirecta. *141*
Ecuación (35): Porcentaje de desgaste del concreto *150*

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXOS

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXOS
ANEXO 1 GRANULOMETRÍA DE AGREGADO FINO

❖ CANTERA "LA PODEROSA"

Tabla 133: Análisis granulométrico del agregado fino – muestra 1 "La Poderosa".

AGREGADO FINO - MUESTRA 1					
MALLAS	**ABERTURA (mm)**	**PESO (gr)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% PASANTE**
3/8"	**9.500**	0.00	0.00	0.00	100.00
Nro. 4	**4.750**	4.10	0.81	0.81	99.19
Nro. 8	**2.360**	61.60	12.23	13.05	86.95
Nro. 16	**1.180**	110.20	21.89	34.94	65.06
Nro. 30	**0.600**	114.90	22.82	57.76	42.24
Nro. 50	**0.300**	99.60	19.78	77.54	22.46
Nro. 100	**0.150**	58.30	11.58	89.12	10.88
Nro. 200	**0.075**	26.70	5.30	94.42	5.58
Fondo		28.10	5.58	100.00	0.00
Total		503.50	100.00		
Módulo de Fineza			2.73		
Peso Inicial de muestra			504.50		
Peso Final de muestra			503.50		
Error (%)			0.20		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

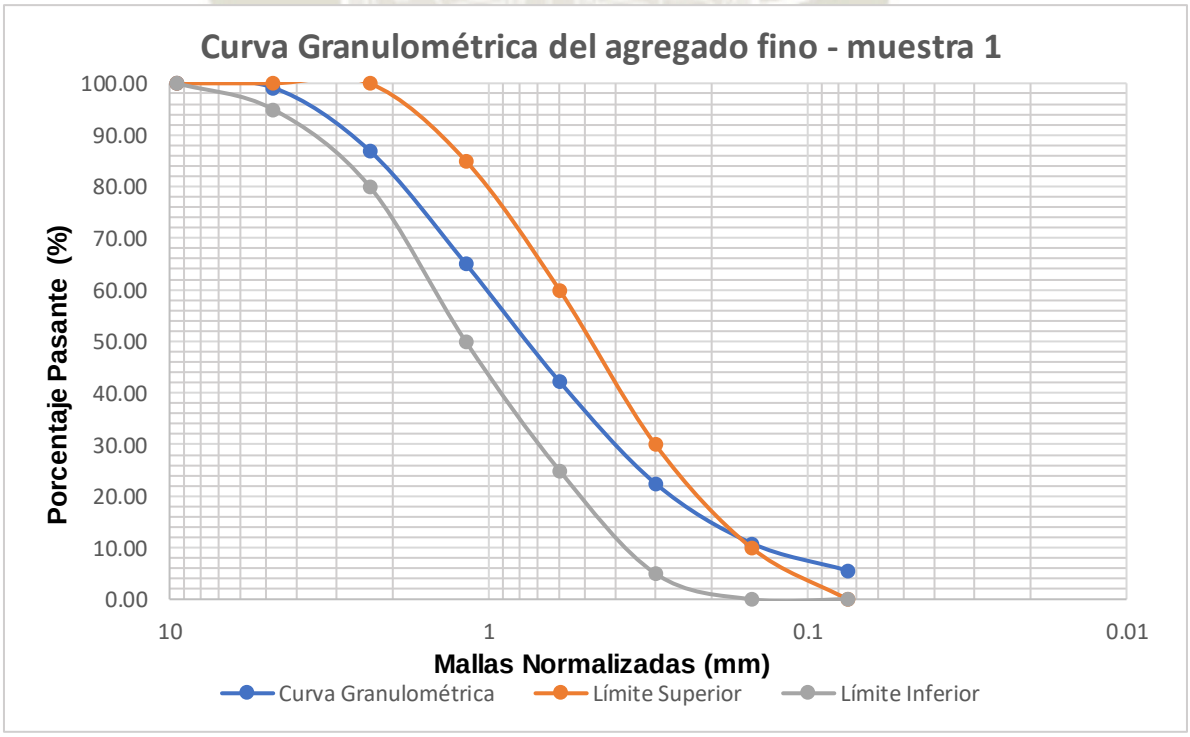


Figura 177: Curva Granulométrica del agregado fino - muestra 1 "La Poderosa".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 134: Análisis granulométrico del agregado fino – muestra 2 "La Poderosa".

AGREGADO FINO - MUESTRA 2					
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nro. 4	4.750	3.20	0.60	0.60	99.40
Nro. 8	2.360	66.90	13.30	13.90	86.10
Nro. 16	1.180	115.80	23.00	36.90	63.10
Nro. 30	0.600	114.70	22.70	59.60	40.40
Nro. 50	0.300	98.00	19.40	79.00	21.00
Nro. 100	0.150	53.30	10.60	89.60	10.40
Nro. 200	0.075	27.10	5.40	95.00	5.00
Fondo		25.40	5.00	100.00	0.00
Total		504.40	100.00		
Módulo de Fineza			2.80		
Peso Inicial de muestra			505.00		
Peso Final de muestra			504.40		
Error (%)			0.12		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

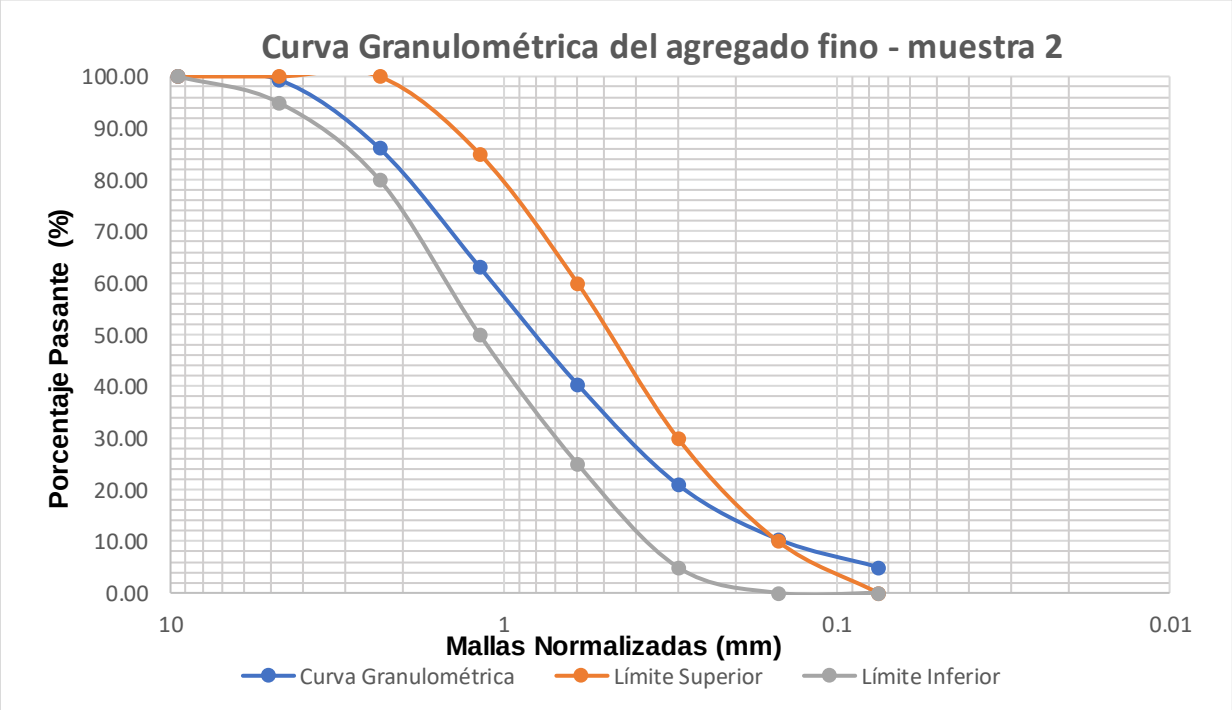


Figura 178: Curva Granulométrica del agregado fino - muestra 2"La Poderosa".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 135: Análisis granulométrico del agregado fino – muestra 3 "La Poderosa".

AGREGADO FINO - MUESTRA 3					
MALLAS	**ABERTURA (mm)**	**PESO (gr)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% PASANTE**
3/8"	**9.500**	0.00	0.00	0.00	100.00
Nro. 4	**4.750**	3.30	0.66	0.66	99.34
Nro. 8	**2.360**	64.80	12.87	13.53	86.47
Nro. 16	**1.180**	111.20	22.09	35.61	64.39
Nro. 30	**0.600**	114.90	22.82	58.43	41.57
Nro. 50	**0.300**	99.00	19.66	78.09	21.91
Nro. 100	**0.150**	55.00	10.92	89.02	10.98
Nro. 200	**0.075**	28.20	5.60	94.62	5.38
Fondo		27.10	5.38	100.00	0.00
Total		503.50	100.00		
Módulo de Fineza		2.75			
Peso Inicial de muestra		505.00			
Peso Final de muestra		503.50			
Error (%)		0.30			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

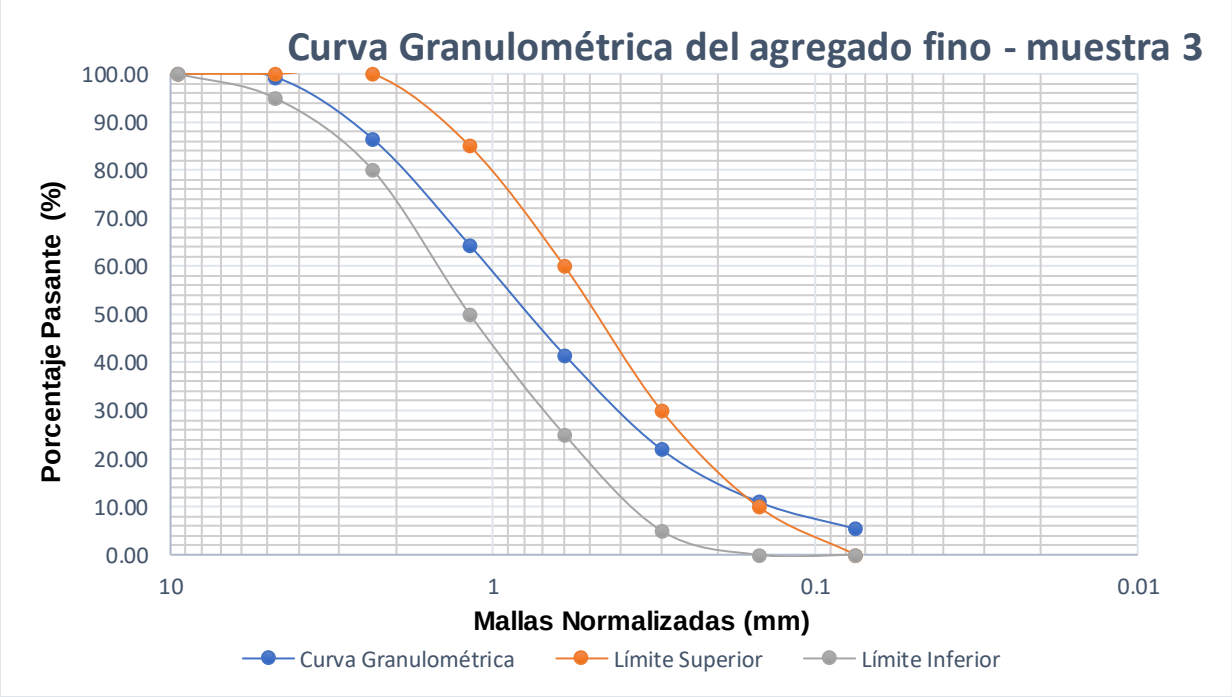


Figura 179: Curva Granulométrica del agregado fino - muestra 3 "La Poderosa".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

❖ CANTERA "FRANED"

Tabla 136: Análisis granulométrico del agregado fino – muestra 1 "Franed".

AGREGADO FINO - MUESTRA 1					
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nro. 4	4.750	16.82	3.36	3.36	96.64
Nro. 8	2.360	88.04	17.60	20.97	79.03
Nro. 16	1.180	65.33	13.06	34.03	65.97
Nro. 30	0.600	51.88	10.37	44.40	55.60
Nro. 50	0.300	85.59	17.11	61.52	38.48
Nro. 100	0.150	110.78	22.15	83.67	16.33
Nro. 200	0.075	59.66	11.93	95.60	4.40
Fondo		22.03	4.40	100.00	0.00
Total		500.13	100.00		
Módulo de Fineza			2.48		
Peso Inicial de muestra			501.00		
Peso Final de muestra			500.13		
Error (%)			0.17		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

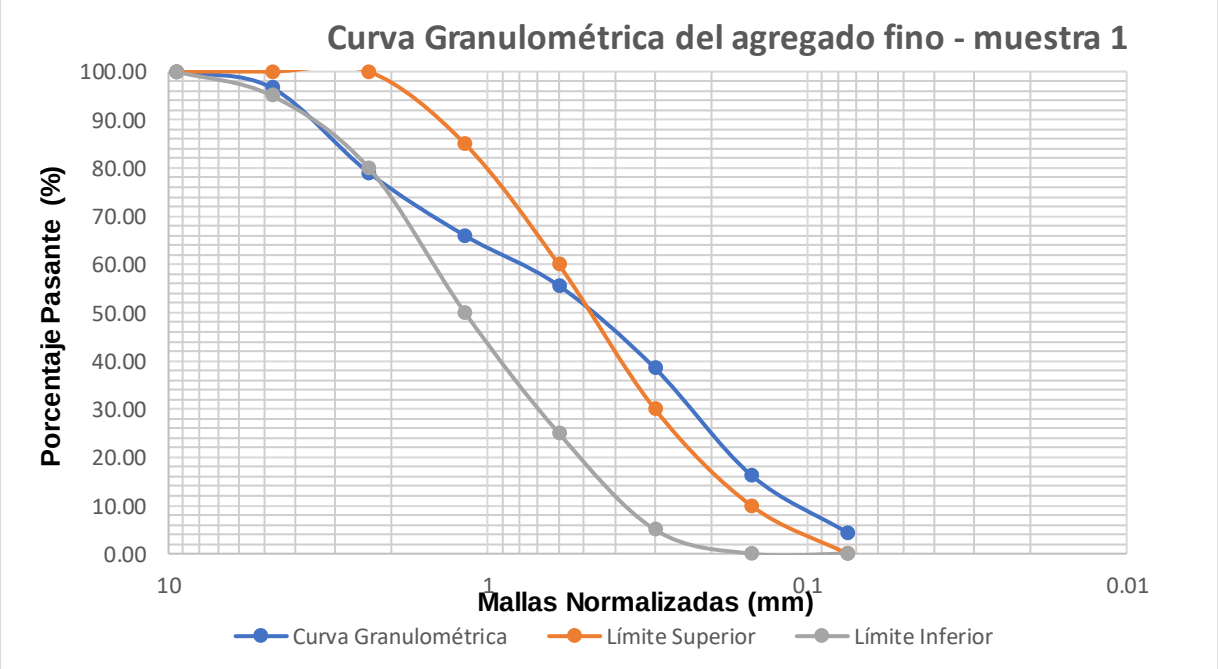


Figura 180: Curva Granulométrica del agregado fino - muestra 1 "Franed".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 137: Análisis granulométrico del agregado fino – muestra 2 "Franed".

AGREGADO FINO - MUESTRA 2					
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nro. 4	4.750	13.81	2.76	2.76	97.24
Nro. 8	2.360	97.83	19.58	22.34	77.66
Nro. 16	1.180	71.72	14.35	36.69	63.31
Nro. 30	0.600	50.27	10.06	46.75	53.25
Nro. 50	0.300	81.67	16.34	63.09	36.91
Nro. 100	0.150	108.54	21.72	84.81	15.19
Nro. 200	0.075	53.60	10.73	95.54	4.46
Fondo		22.31	4.46	100.00	0.00
Total		499.75	100.00		
Módulo de Fineza			2.56		
Peso Inicial de muestra			501.00		
Peso Final de muestra			499.75		
Error (%)			0.25		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

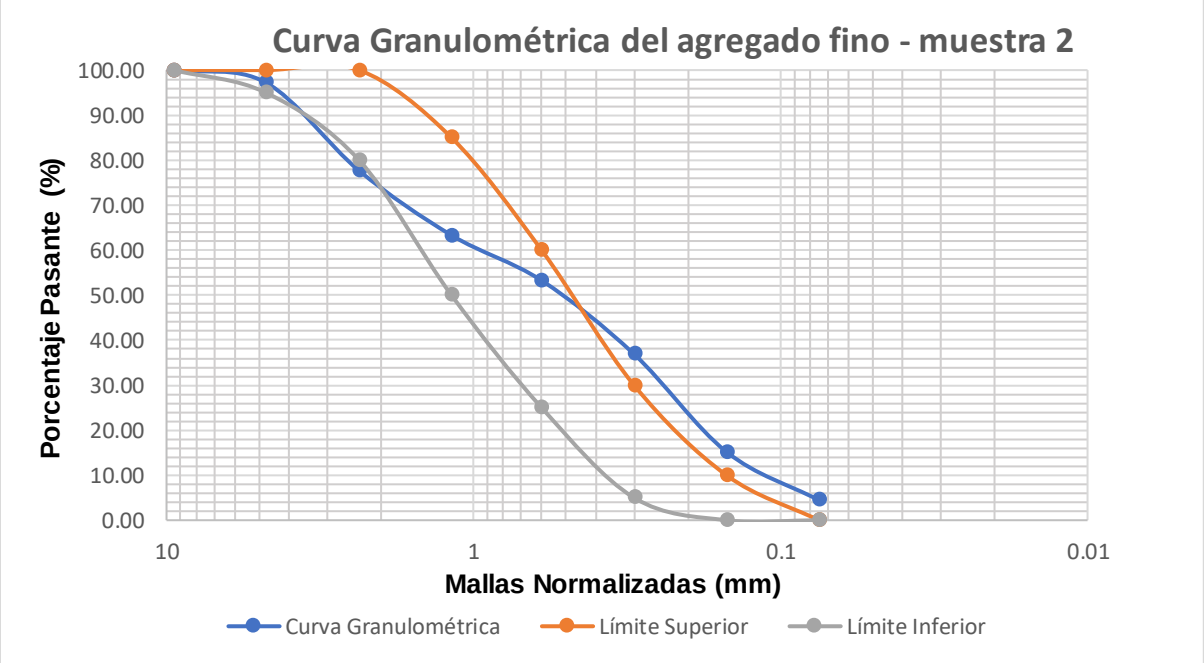


Figura 181: Curva Granulométrica del agregado fino - muestra 2 "Franed".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 138: Análisis granulométrico del agregado fino – muestra 3 "Franed".

AGREGADO FINO - MUESTRA 3					
MALLAS	**ABERTURA (mm)**	**PESO (gr)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% PASANTE**
3/8"	**9.500**	0.00	0.00	0.00	100.00
Nro. 4	**4.750**	11.93	2.39	2.39	97.61
Nro. 8	**2.360**	80.64	16.14	18.53	81.47
Nro. 16	**1.180**	67.28	13.47	32.00	68.00
Nro. 30	**0.600**	52.71	10.55	42.55	57.45
Nro. 50	**0.300**	84.52	16.92	59.46	40.54
Nro. 100	**0.150**	115.28	23.07	82.54	17.46
Nro. 200	**0.075**	63.86	12.78	95.32	4.68
Fondo		23.38	4.68	100.00	0.00
Total		499.60	100.00		
Módulo de Fineza			2.37		
Peso Inicial de muestra			501.00		
Peso Final de muestra			499.60		
Error (%)			0.28		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

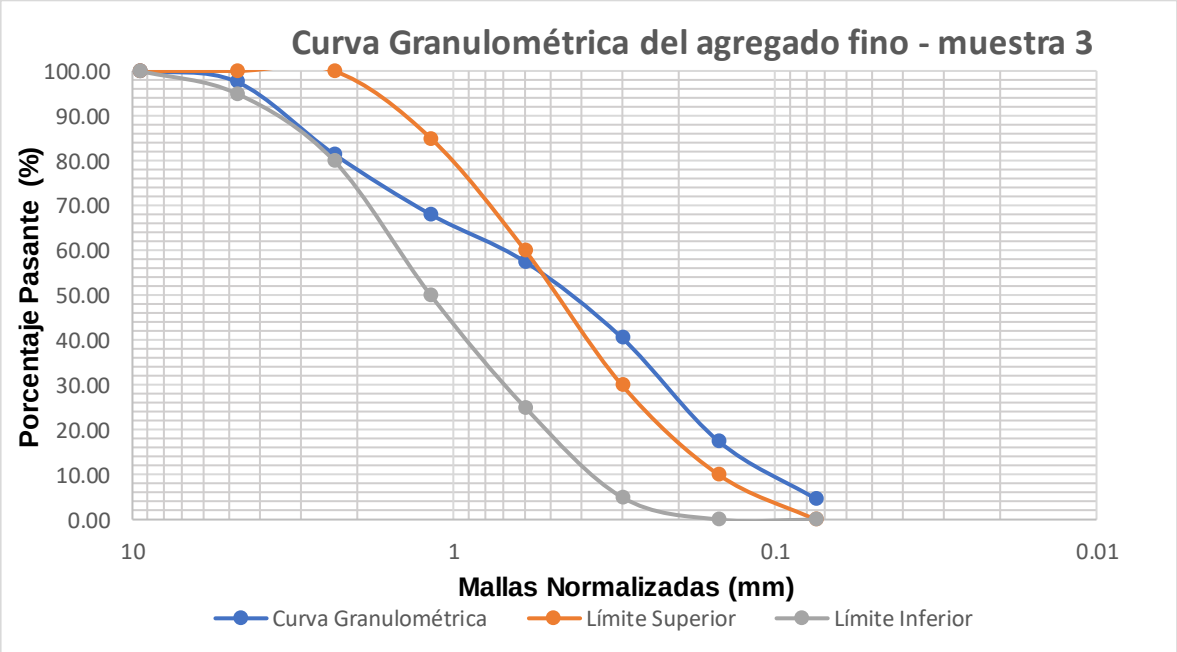


Figura 182: Curva Granulométrica del agregado fino - muestra 3 "Franed".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

❖ CANTERA "QUILLACONA"

Tabla 139: Análisis granulométrico del Ag. F –muestra 1 "Quillacona primera producción".

AGREGADO FINO - MUESTRA 1					
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nro. 4	4.750	10.28	2.06	2.06	97.94
Nro. 8	2.360	116.46	23.29	25.35	74.65
Nro. 16	1.180	87.49	17.50	42.84	57.16
Nro. 30	0.600	66.65	13.33	56.17	43.83
Nro. 50	0.300	63.73	12.75	68.92	31.08
Nro. 100	0.150	57.78	11.56	80.47	19.53
Nro. 200	0.075	46.30	9.26	89.73	10.27
Fondo		51.34	10.27	100.00	0.00
Total		500.03	100.00		
Módulo de Fineza			2.76		
Peso Inicial de muestra			501.00		
Peso Final de muestra			500.03		
Error (%)			0.19		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

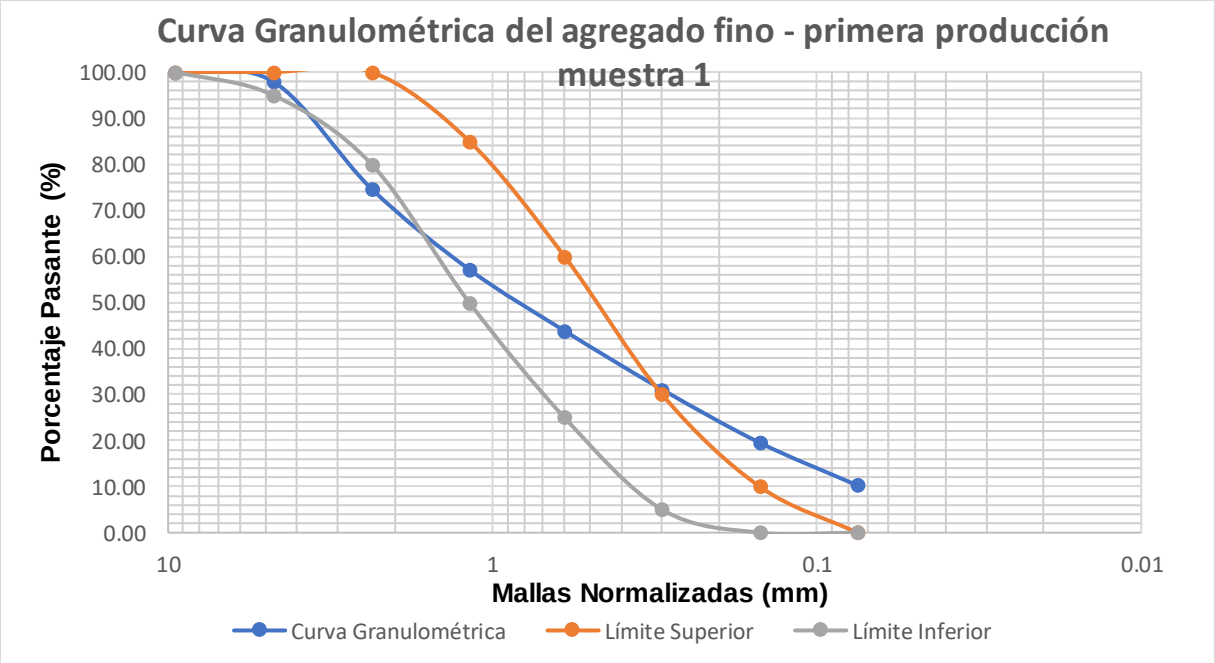


Figura 183: Curva Granulométrica del Ag. F. - muestra 1 "Quillacona primera producción".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 140: Análisis granulométrico del Ag. F – muestra 2 "Quillacona primera producción".

AGREGADO FINO - MUESTRA 2					
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nro. 4	4.750	12.47	2.50	2.50	97.50
Nro. 8	2.360	124.20	24.86	27.36	72.64
Nro. 16	1.180	90.26	18.07	45.43	54.57
Nro. 30	0.600	64.28	12.87	58.30	41.70
Nro. 50	0.300	62.22	12.46	70.75	29.25
Nro. 100	0.150	55.44	11.10	81.85	18.15
Nro. 200	0.075	41.98	8.40	90.25	9.75
Fondo		48.69	9.75	100.00	0.00
Total		499.54	100.00		
Módulo de Fineza		2.86			
Peso Inicial de muestra		501.00			
Peso Final de muestra		499.54			
Error (%)		0.29			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

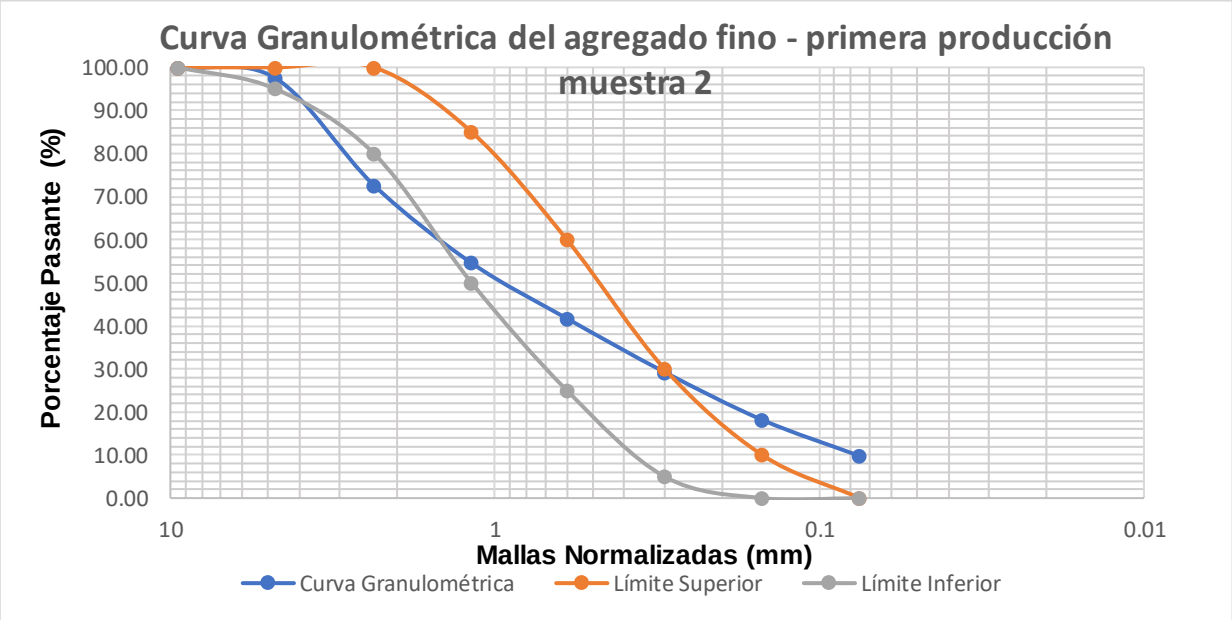


Figura 184: Curva Granulométrica del Ag. F - muestra 2 "Quillacona primera producción".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 141: Análisis granulométrico del Ag. F – muestra 3 "Quillacona primera producción".

AGREGADO FINO - MUESTRA 3					
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nro. 4	4.750	13.13	2.62	2.62	97.38
Nro. 8	2.360	101.00	20.18	22.81	77.19
Nro. 16	1.180	80.00	15.99	38.79	61.21
Nro. 30	0.600	65.00	12.99	51.78	48.22
Nro. 50	0.300	68.79	13.75	65.53	34.47
Nro. 100	0.150	65.07	13.00	78.53	21.47
Nro. 200	0.075	49.87	9.97	88.50	11.50
Fondo		57.57	11.50	100.00	0.00
Total		500.43	100.00		
Módulo de Fineza			2.60		
Peso Inicial de muestra			501.00		
Peso Final de muestra			500.43		
Error (%)			0.11		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

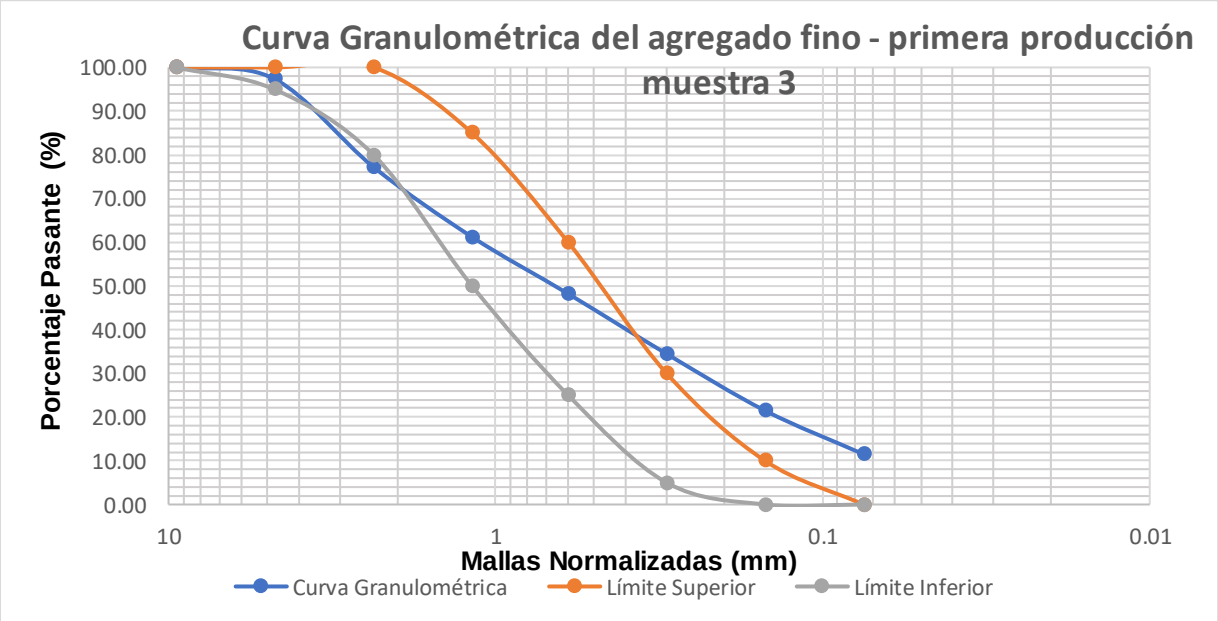


Figura 185: Curva Granulométrica del Ag. F - muestra 3 "Quillacona primera producción".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 142: Análisis granulométrico del Ag. F – muestra 1 "Quillacona segunda producción".

AGREGADO FINO - MUESTRA 1					
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nro. 4	4.750	7.60	1.27	1.27	98.73
Nro. 8	2.360	83.80	14.02	15.29	84.71
Nro. 16	1.180	86.90	14.54	29.83	70.17
Nro. 30	0.600	92.60	15.49	45.32	54.68
Nro. 50	0.300	127.20	21.28	66.61	33.39
Nro. 100	0.150	106.60	17.84	84.44	15.56
Nro. 200	0.075	54.90	9.19	93.63	6.37
Fondo		38.10	6.37	100.00	0.00
Total		597.70	100.00		
Módulo de Fineza			2.43		
Peso Inicial de muestra			600.00		
Peso Final de muestra			597.70		
Error (%)			0.38		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

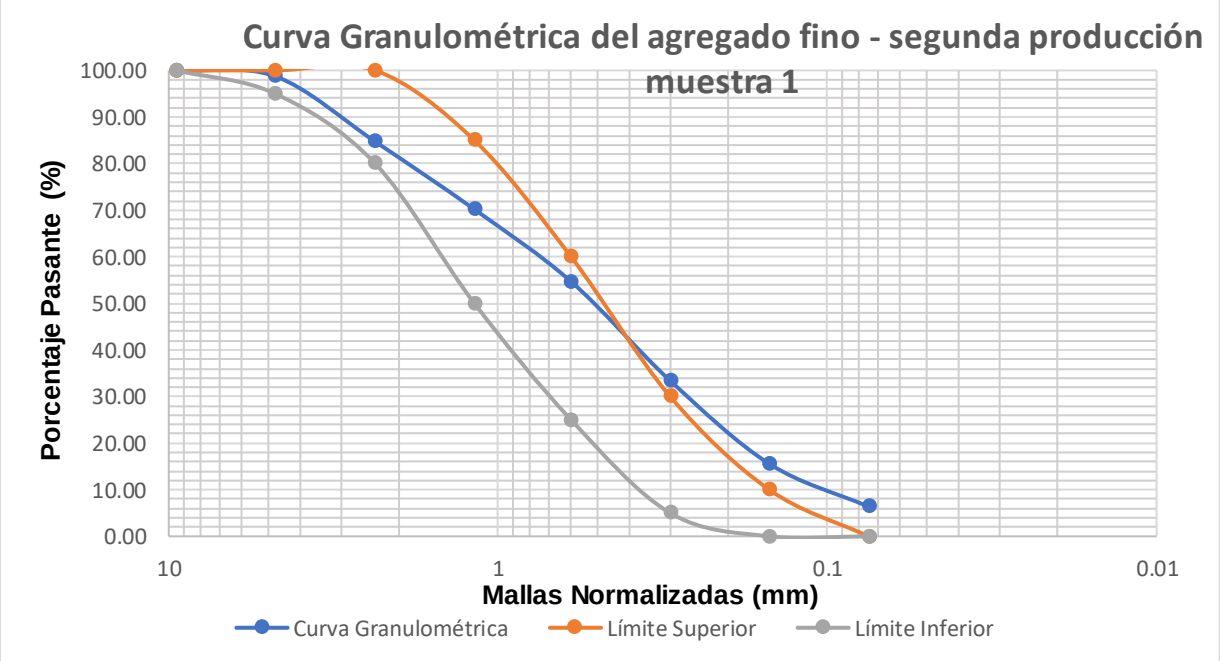


Figura 186: Curva Granulométrica del Ag. F - muestra 1 "Quillacona segunda producción".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 143: Análisis granulométrico del Ag. F – muestra 2 "Quillacona segunda producción".

AGREGADO FINO - MUESTRA 2					
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nro. 4	4.750	7.50	1.25	1.25	98.75
Nro. 8	2.360	82.00	13.71	14.97	85.03
Nro. 16	1.180	92.60	15.48	30.45	69.55
Nro. 30	0.600	97.00	16.22	46.67	53.33
Nro. 50	0.300	129.20	21.61	68.28	31.72
Nro. 100	0.150	100.70	16.84	85.12	14.88
Nro. 200	0.075	50.80	8.49	93.61	6.39
Fondo		38.20	6.39	100.00	0.00
Total		598.00	100.00		
Módulo de Fineza			2.47		
Peso Inicial de muestra			600.00		
Peso Final de muestra			598.00		
Error (%)			0.33		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

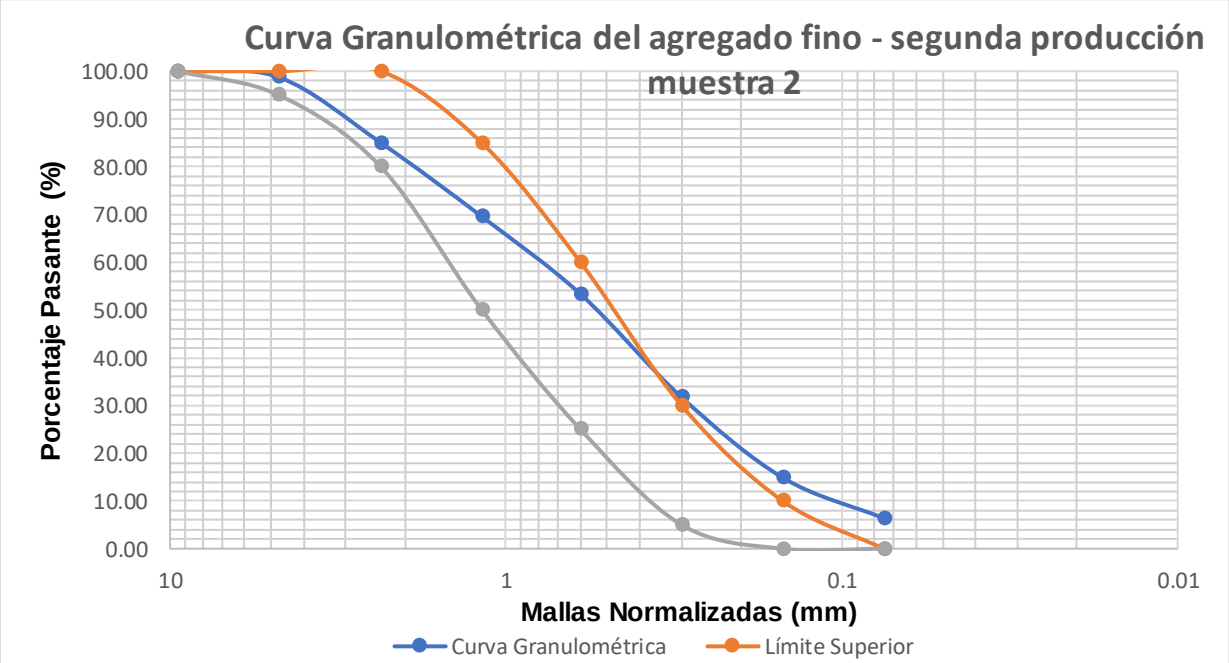


Figura 187: Curva Granulométrica del Ag. F - muestra 2 "Quillacona segunda producción".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Tabla 144: Análisis granulométrico del Ag. F – muestra 3 "Quillacona segunda producción".

AGREGADO FINO - MUESTRA 3					
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nro. 4	4.750	10.80	1.81	1.81	98.19
Nro. 8	2.360	93.20	15.59	17.39	82.61
Nro. 16	1.180	89.00	14.89	32.28	67.72
Nro. 30	0.600	94.90	15.87	48.15	51.85
Nro. 50	0.300	125.50	20.99	69.14	30.86
Nro. 100	0.150	100.20	16.76	85.90	14.10
Nro. 200	0.075	50.50	8.45	94.35	5.65
Fondo		33.80	5.65	100.00	0.00
Total		597.90	100.00		
Módulo de Fineza			2.55		
Peso Inicial de muestra			600.00		
Peso Final de muestra			597.90		
Error (%)			0.35		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

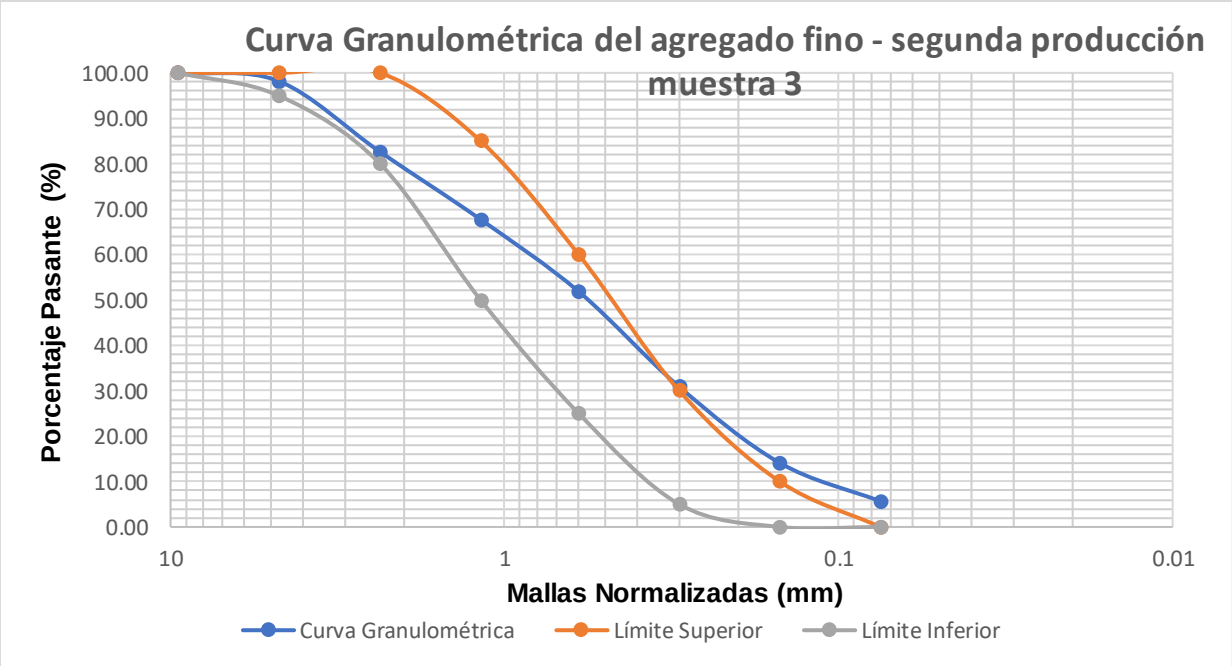


Figura 188: Curva Granulométrica del Ag. F - muestra 3 "Quillacona segunda producción".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

ANEXO 2 GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO

CANTERA "LA PODEROSA"

MUESTRA 1: Agregado grueso de ½''.

Tabla 145: Análisis granulométrico del agregado grueso de ½'' – muestra 1 "La Poderosa".

AGREGADO GRUESO 1/2" - MUESTRA 1					
MALLAS	**ABERTURA (mm)**	**PESO (gr)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% PASANTE**
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	199.00	10.00	10.00	90.00
3/8"	9.500	483.00	24.20	34.20	65.80
Nro. 4	4.750	1195.50	59.80	94.00	6.00
Nro. 8	2.360	108.50	5.40	99.40	0.60
Fondo	1.180	12.50	0.60	100.00	0.00
Total		1998.50	100.00		
Módulo de Fineza			6.28		
Peso Inicial de muestra			2000.00		
Peso Final de muestra			1998.50		
Error (%)			0.08		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

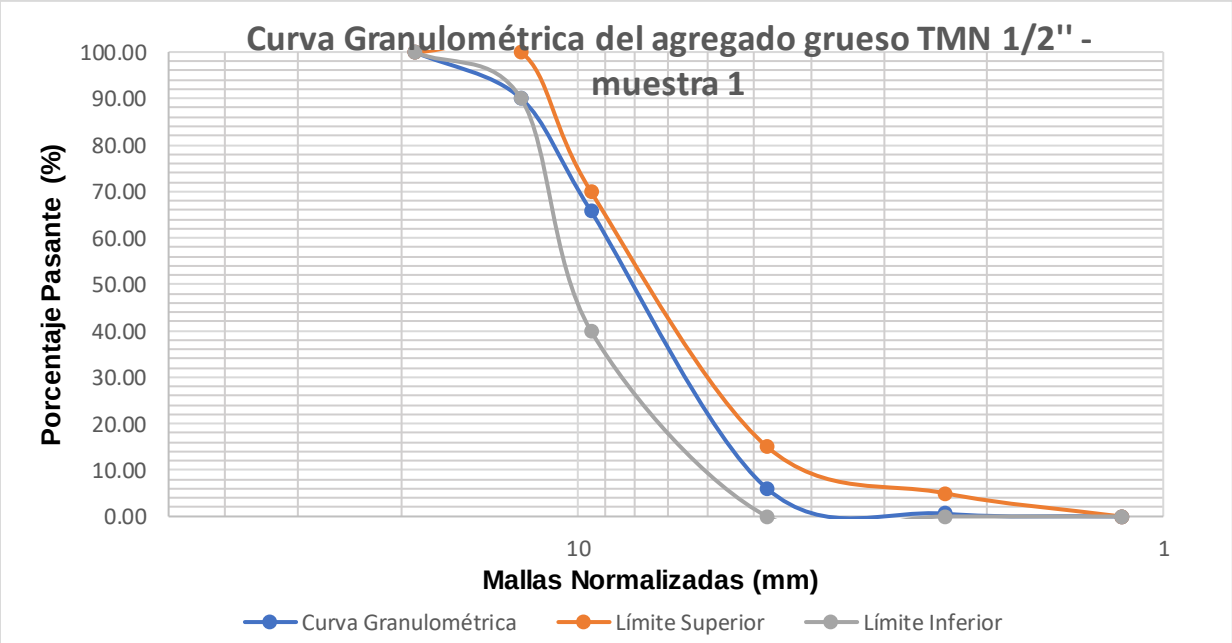


Figura 189: Curva Granulométrica del agregado grueso de ½'' - muestra 1 "La Poderosa".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MUESTRA 1: Agregado grueso de ¾''.

Tabla 146: Análisis granulométrico del agregado grueso de ¾'' – muestra 1 "La Poderosa".

AGREGADO GRUESO 3/4" - MUESTRA 1					
MALLAS	**ABERTURA (mm)**	**PESO (gr)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% PASANTE**
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	221.50	4.43	4.43	95.57
3/8"	12.500	3590.00	71.77	76.20	23.80
Nro. 4	9.500	1074.00	21.47	97.67	2.33
Nro. 8	2.360	90.00	1.80	99.47	0.53
Fondo		26.50	0.53	100.00	0.00
Total		5002.00	100.00		
Módulo de Fineza			6.78		
Peso Inicial de muestra			5004.50		
Peso Final de muestra			5002.00		
Error (%)			0.05		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

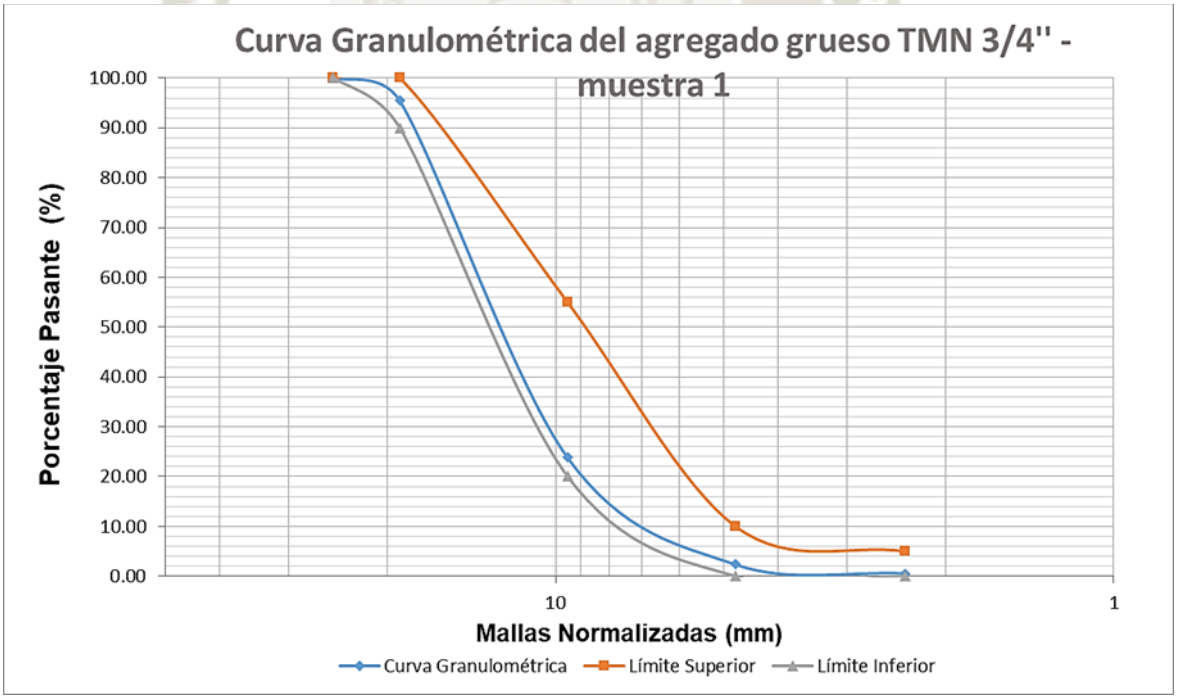


Figura 190: Curva Granulométrica del agregado grueso de ¾'' - muestra 1 "La Poderosa".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MUESTRA 2: Agregado grueso de ½''.

Tabla 147: Análisis granulométrico del agregado grueso de ½'' – muestra 2 "La Poderosa".

AGREGADO GRUESO 1/2" - MUESTRA 2					
MALLAS	**ABERTURA (mm)**	**PESO (gr)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% PASANTE**
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	139.50	7.00	7.00	93.00
3/8"	9.500	536.00	26.80	33.80	66.20
Nro. 4	4.750	1192.00	59.60	93.40	6.60
Nro. 8	2.360	120.00	6.00	99.40	0.60
Fondo	1.180	12.50	0.60	100.00	0.00
Total		2000.00	100.00		
Módulo de Fineza			6.27		
Peso Inicial de muestra			2003.00		
Peso Final de muestra			2000.00		
Error (%)			0.15		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

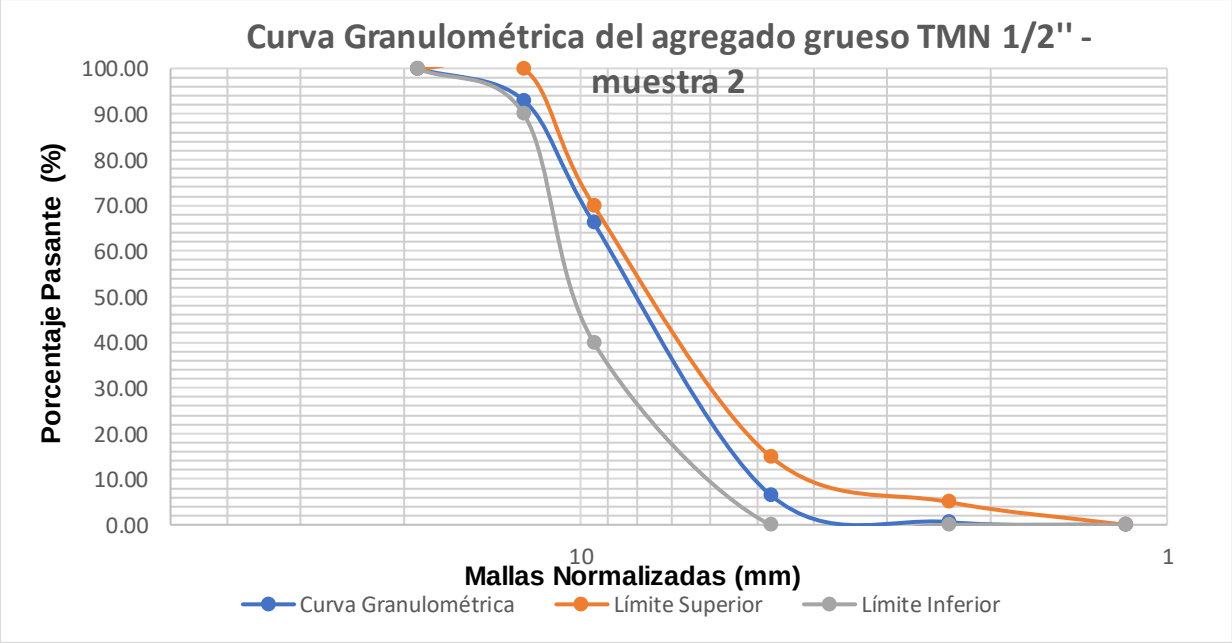


Figura 191: Curva Granulométrica del agregado grueso de ½'' - muestra 2 "La Poderosa".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MUESTRA 2: Agregado grueso de ¾''.

Tabla 148: Análisis granulométrico del agregado grueso de ¾'' – muestra 2 "La Poderosa".

AGREGADO GRUESO 3/4" - MUESTRA 2					
MALLAS	**ABERTURA (mm)**	**PESO (gr)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% PASANTE**
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	293.50	5.87	5.87	94.13
3/8"	12.500	3149.5	62.99	68.86	31.14
Nro. 4	9.500	1463.5	29.27	98.13	1.87
Nro. 8	2.360	75.00	1.50	99.63	0.37
Fondo		28.50	0.37	100.00	0.00
Total		5000.00	100.00		
Módulo de Fineza		6.73			
Peso Inicial de muestra		5003.50			
Peso Final de muestra		5000.00			
Error (%)		0.07			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

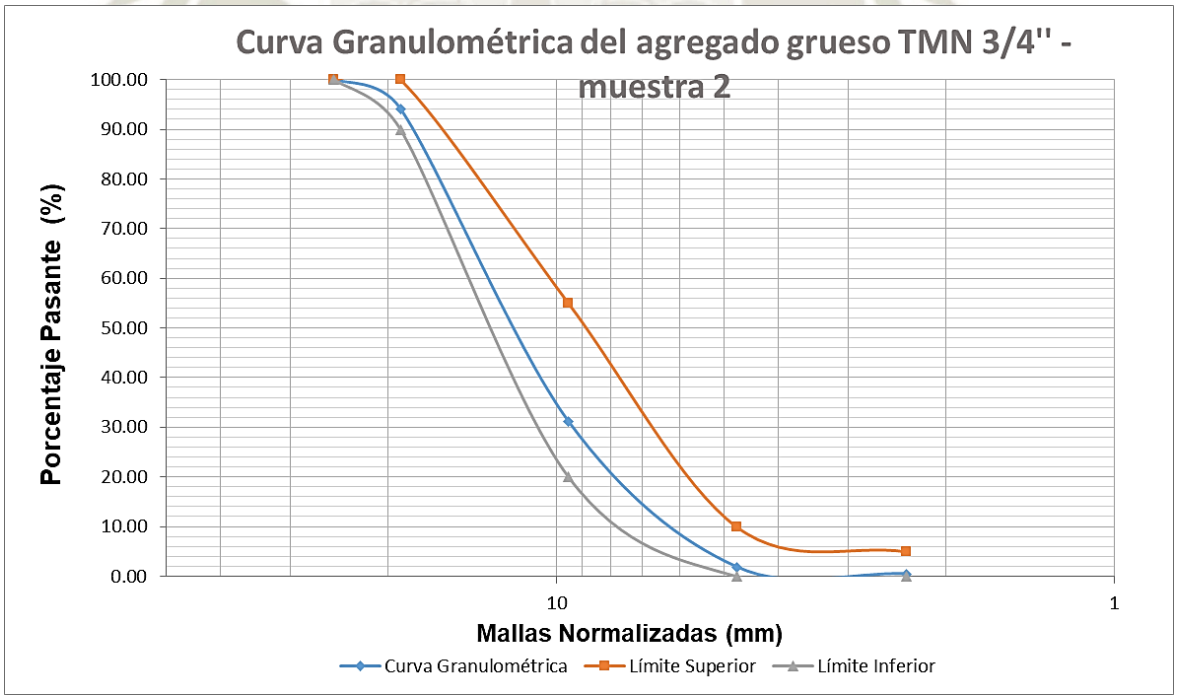


Figura 192: Curva Granulométrica del agregado grueso de ¾'' - muestra 2 "La Poderosa".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MUESTRA 3: Agregado grueso de ½''.

Tabla 149: Análisis granulométrico del agregado grueso de ½'' – muestra 3 "La Poderosa".

AGREGADO GRUESO 1/2" - MUESTRA 3					
MALLAS	**ABERTURA (mm)**	**PESO (gr)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% PASANTE**
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	188.00	9.41	9.41	90.59
3/8"	9.500	546.00	27.32	36.73	63.27
Nro. 4	4.750	1142.00	57.14	93.87	6.13
Nro. 8	2.360	111.00	5.55	99.42	0.58
Fondo	1.180	11.50	0.58	100.00	0.00
Total		1998.50	100.00		
Módulo de Fineza		6.30			
Peso Inicial de muestra		2000.00			
Peso Final de muestra		1998.50			
Error (%)		0.08			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

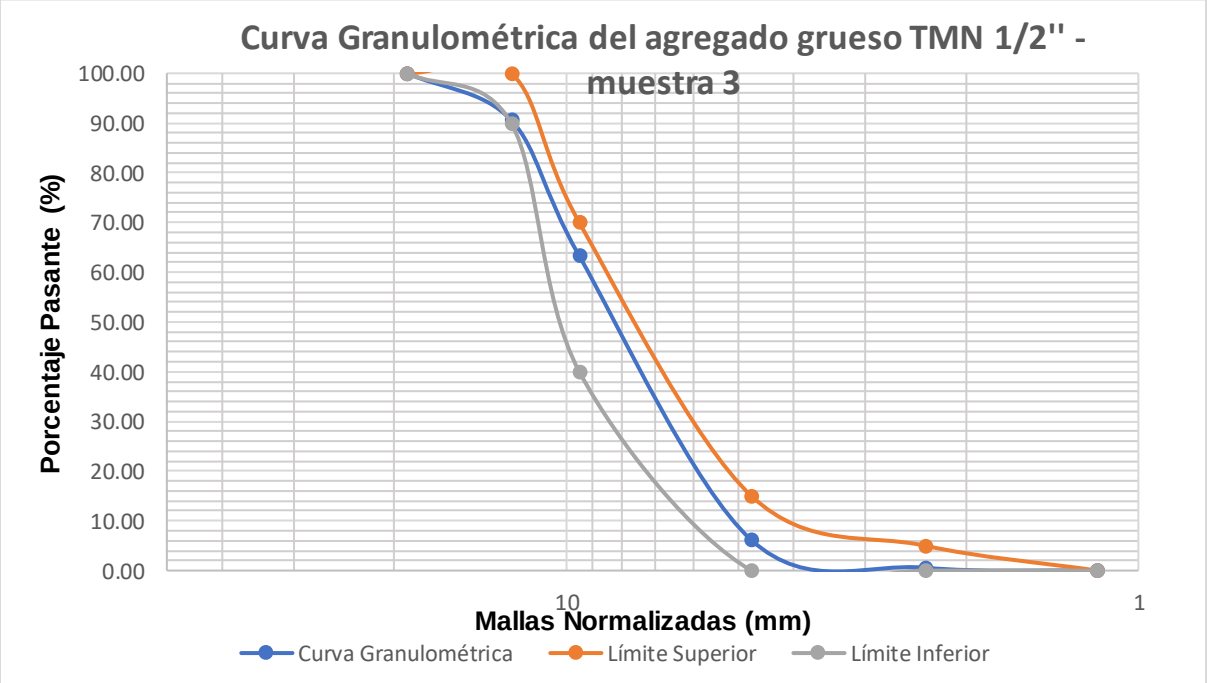


Figura 193: Curva Granulométrica del agregado grueso de ½'' - muestra 3 "La Poderosa".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MUESTRA 3: Agregado grueso de ¾''.

Tabla 150: Análisis granulométrico del agregado grueso de ¾'' – muestra 3 "La Poderosa".

AGREGADO GRUESO 3/4" - MUESTRA 3					
MALLAS	**ABERTURA (mm)**	**PESO (gr)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% PASANTE**
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	149.50	2.99	2.99	97.01
3/8"	12.500	3236.00	64.73	67.72	32.28
Nro. 4	9.500	1496.5	29.93	97.65	2.35
Nro. 8	2.360	80.00	1.60	99.25	0.75
Fondo		37.50	0.75	100.00	0.00
Total		4999.50	100.00		
Módulo de Fineza		6.68			
Peso Inicial de muestra		5003.50			
Peso Final de muestra		4999.50			
Error (%)		0.08			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

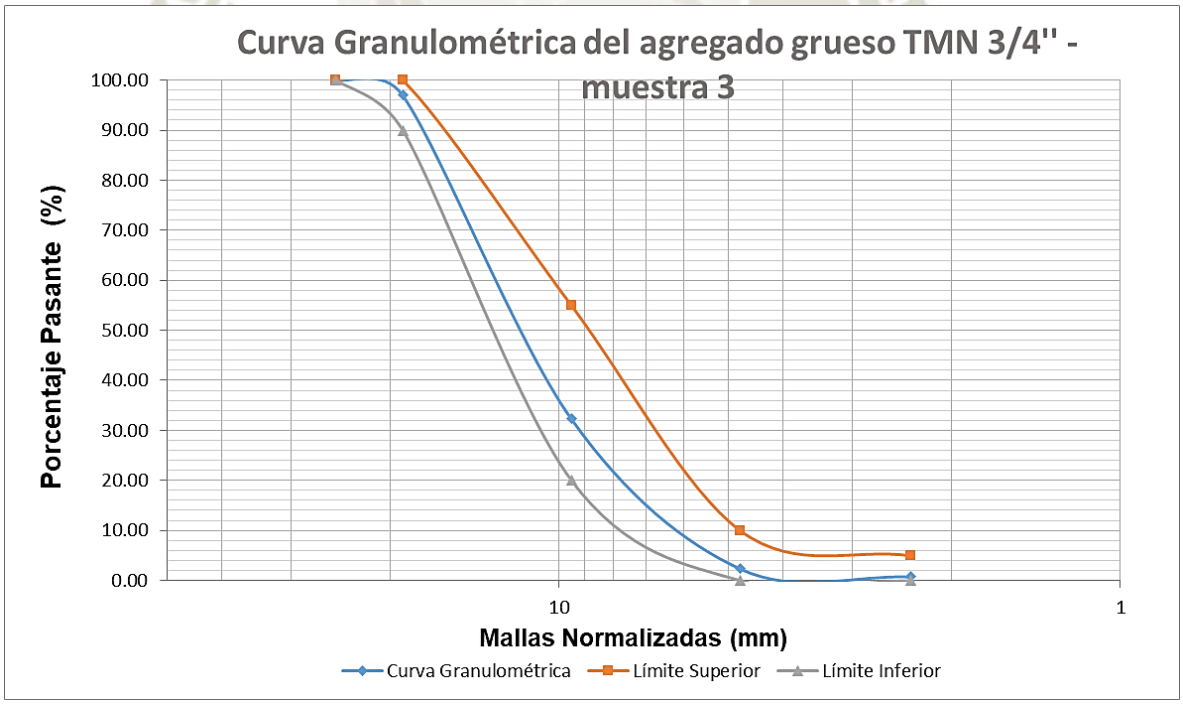


Figura 194: Curva Granulométrica del agregado grueso de ¾'' - muestra 3 "La Poderosa".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

❖ **CANTERA "FRANED"**

MUESTRA 1: Agregado grueso de ½''.

Tabla 151: Análisis granulométrico del agregado grueso de ½'' – muestra 1 "Franed".

AGREGADO GRUESO 1/2" - MUESTRA 1					
MALLAS	**ABERTURA (mm)**	**PESO (gr)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% PASANTE**
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	630.00	31.50	31.50	68.50
3/8"	9.500	559.00	27.95	59.45	40.55
Nro. 4	4.750	802.00	40.10	99.55	0.45
Nro. 8	2.360	7.00	0.35	99.90	0.10
Fondo	1.180	2.00	0.10	100.00	0.00
Total		2000.00	100.00		
Módulo de Fineza			6.59		
Peso Inicial de muestra			2003.50		
Peso Final de muestra			2000.00		
Error (%)			0.17		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

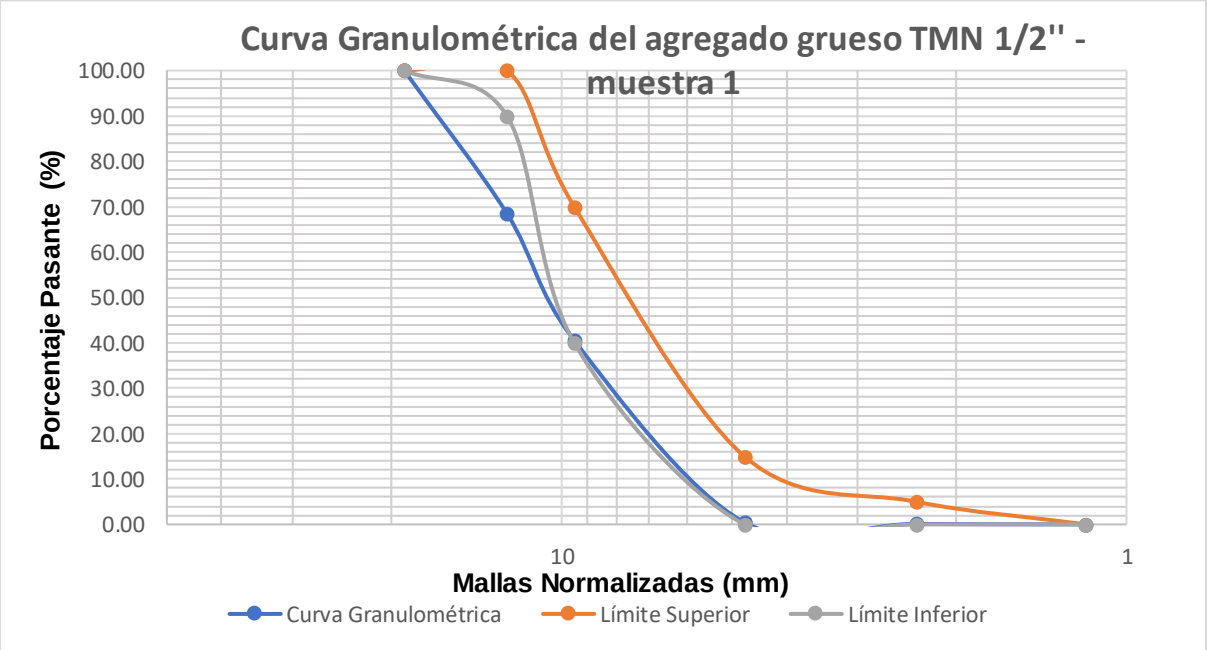


Figura 195: Curva Granulométrica del agregado grueso de ½'' - muestra 2 "Franed".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MUESTRA 1: Agregado grueso de ¾''.

Tabla 152: Análisis granulométrico del agregado grueso de ¾'' – muestra 1 "Franed".

AGREGADO GRUESO 3/4" - MUESTRA 1					
MALLAS	**ABERTURA (mm)**	**PESO (gr)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% PASANTE**
1"	25.000	55.00	1.10	1.10	98.90
3/4"	19.000	1449.50	29.07	30.17	69.83
1/2"	12.500	3054.00	61.24	91.41	8.59
3/8"	9.500	394.00	7.90	99.31	0.69
Nro. 4	4.750	22.00	0.44	99.75	0.25
Fondo	2.360	12.50	0.25	100.00	0.00
Total		4987.00	100.00		
Módulo de Fineza			7.29		
Peso Inicial de muestra			5000.00		
Peso Final de muestra			4987.00		
Error (%)			0.26		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

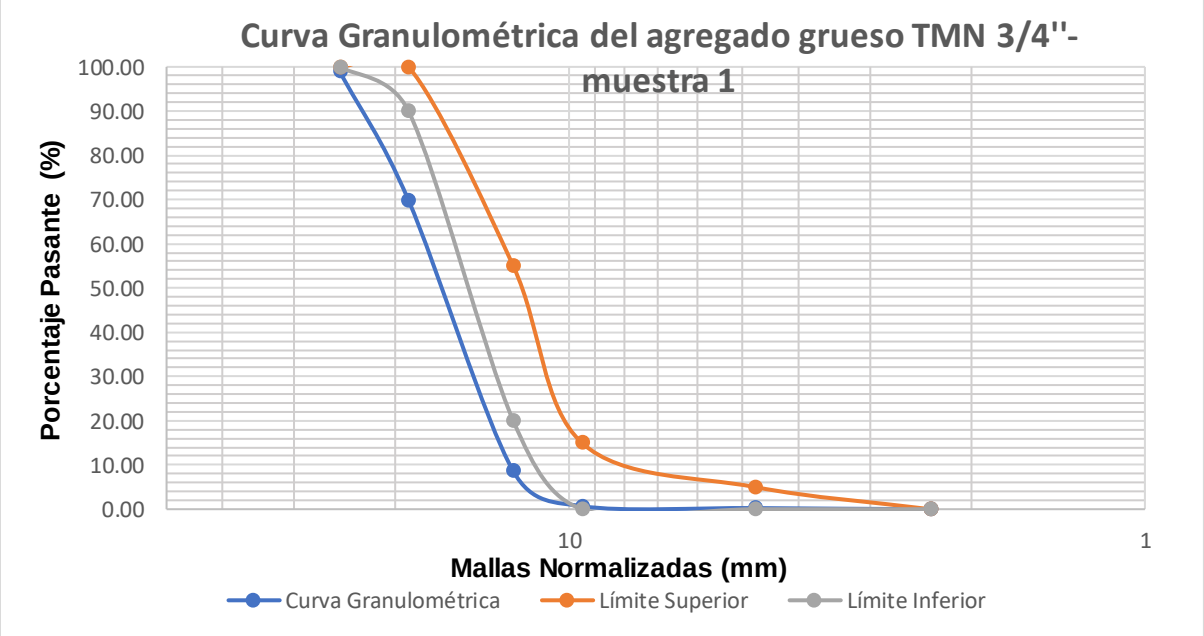


Figura 196: Curva Granulométrica del agregado grueso de ¾'' - muestra 2 "Franed".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MUESTRA 2: Agregado grueso de ½''.

Tabla 153: Análisis granulométrico del agregado grueso de ½'' – muestra 2 "Franed".

AGREGADO GRUESO 1/2" - MUESTRA 2					
MALLAS	**ABERTURA (mm)**	**PESO (gr)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% PASANTE**
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	650.00	32.51	32.51	67.49
3/8"	9.500	583.00	29.16	61.67	38.33
Nro. 4	4.750	757.00	37.86	99.52	0.48
Nro. 8	2.360	7.00	0.35	99.87	0.13
Fondo	1.180	2.50	0.13	100.00	0.00
Total		1999.50	100.00		
Módulo de Fineza		6.61			
Peso Inicial de muestra		2000.00			
Peso Final de muestra		1999.50			
Error (%)		0.03			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

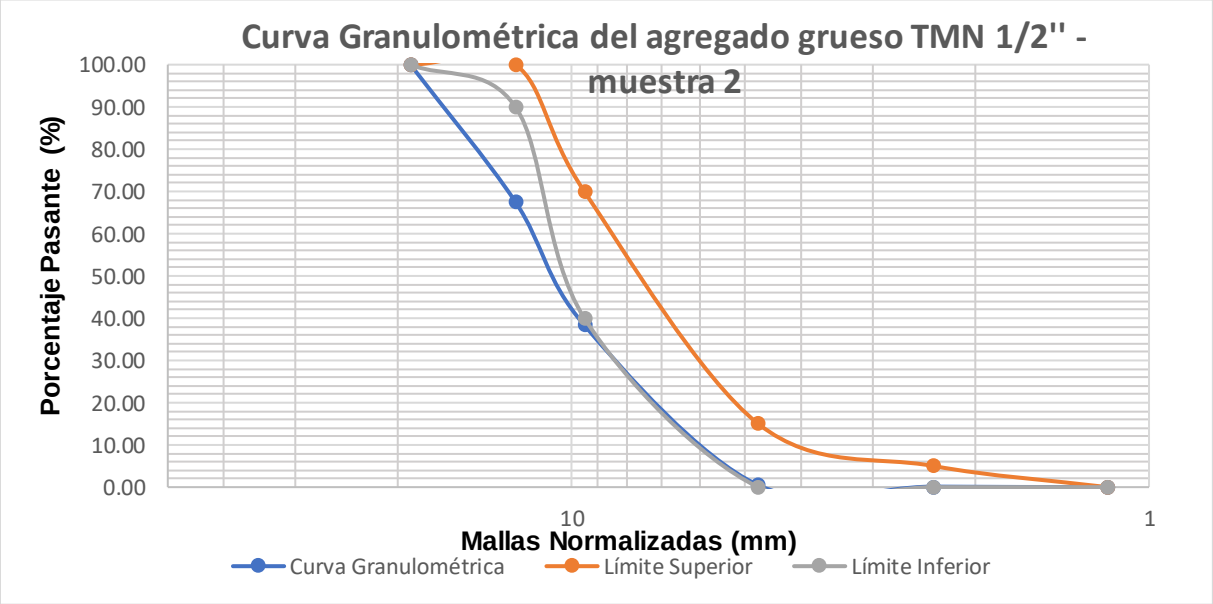


Figura 197: Curva Granulométrica del agregado grueso de ½'' - muestra 2 "Franed".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MUESTRA 2: Agregado grueso de ¾''.

Tabla 154: Análisis granulométrico del agregado grueso de ¾''– muestra 2 "Franed".

AGREGADO GRUESO 3/4" - MUESTRA 2					
MALLAS	**ABERTURA (mm)**	**PESO (gr)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% PASANTE**
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	959.50	19.21	19.21	80.79
1/2"	12.500	3424.00	68.53	87.74	12.26
3/8"	9.500	564.00	11.29	99.03	0.97
Nro. 4	4.750	44.00	0.88	99.91	0.09
Fondo	2.360	4.50	0.09	100.00	0.00
Total		4996.00	100.00		
Módulo de Fineza		7.18			
Peso Inicial de muestra		5000.00			
Peso Final de muestra		4996.00			
Error (%)		0.08			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

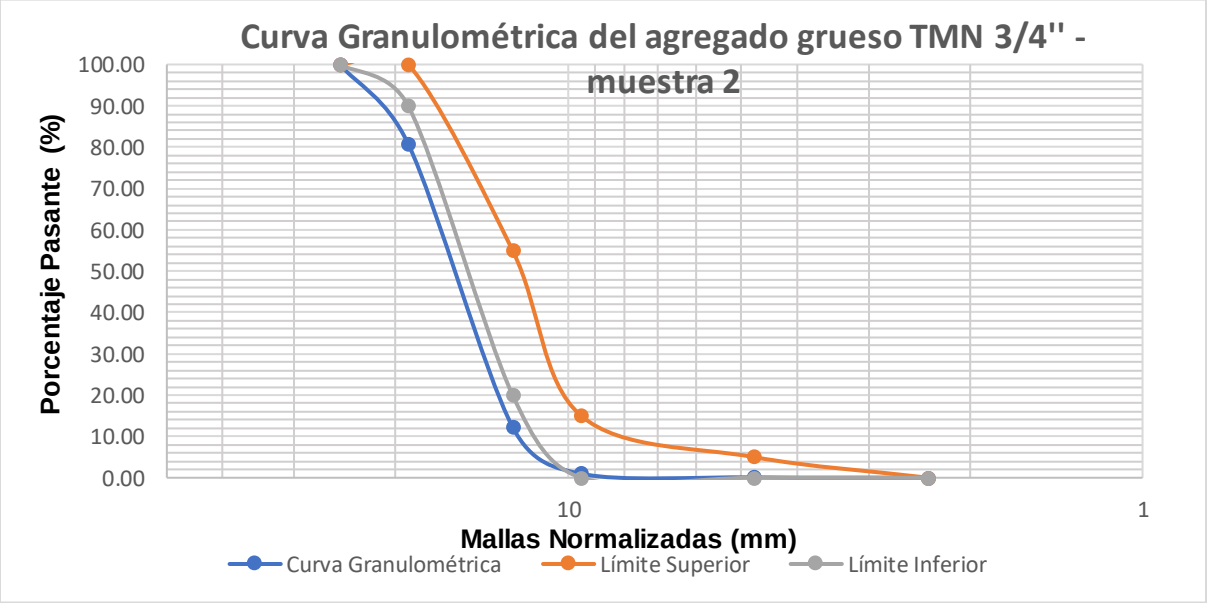


Figura 198: Curva Granulométrica del agregado grueso de ¾'' - muestra 2 "Franed".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MUESTRA 3: Agregado grueso de ½''.

Tabla 155: Análisis granulométrico del agregado grueso de ½''– muestra 3 "Franed".

AGREGADO GRUESO 1/2" - MUESTRA 3					
MALLAS	**ABERTURA (mm)**	**PESO (gr)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% PASANTE**
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	609.50	30.51	30.51	69.49
3/8"	9.500	606.50	30.36	60.88	39.12
Nro. 4	4.750	772.50	38.67	99.55	0.45
Nro. 8	2.360	7.00	0.35	99.90	0.10
Fondo	1.180	2.00	0.10	100.00	0.00
Total		1997.50	100.00		
Módulo de Fineza		6.60			
Peso Inicial de muestra		2000.00			
Peso Final de muestra		1997.50			
Error (%)		0.13			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

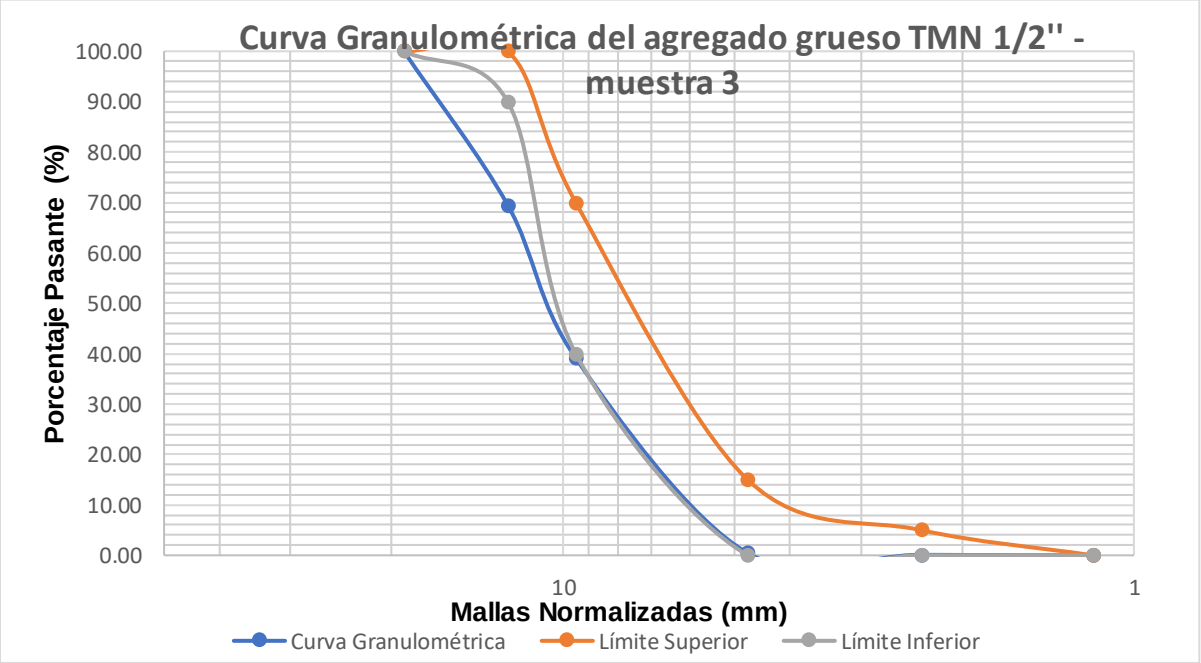


Figura 199: Curva Granulométrica del agregado grueso de ½'' - muestra 3 "Franed".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

MUESTRA 3: Agregado grueso de ¾''.

Tabla 156: Análisis granulométrico del agregado grueso de ¾'' – muestra 3 "Franed".

AGREGADO GRUESO 3/4" - MUESTRA 3					
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	1419.00	28.39	28.39	71.61
1/2"	12.500	3167.00	63.36	91.75	8.25
3/8"	9.500	389.50	7.79	99.54	0.46
Nro. 4	4.750	17.00	0.34	99.88	0.12
Fondo	2.360	6.00	0.12	100.00	0.00
Total		4998.50	100.00		
Módulo de Fineza		7.28			
Peso Inicial de muestra		5000.00			
Peso Final de muestra		4998.50			
Error (%)		0.03			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

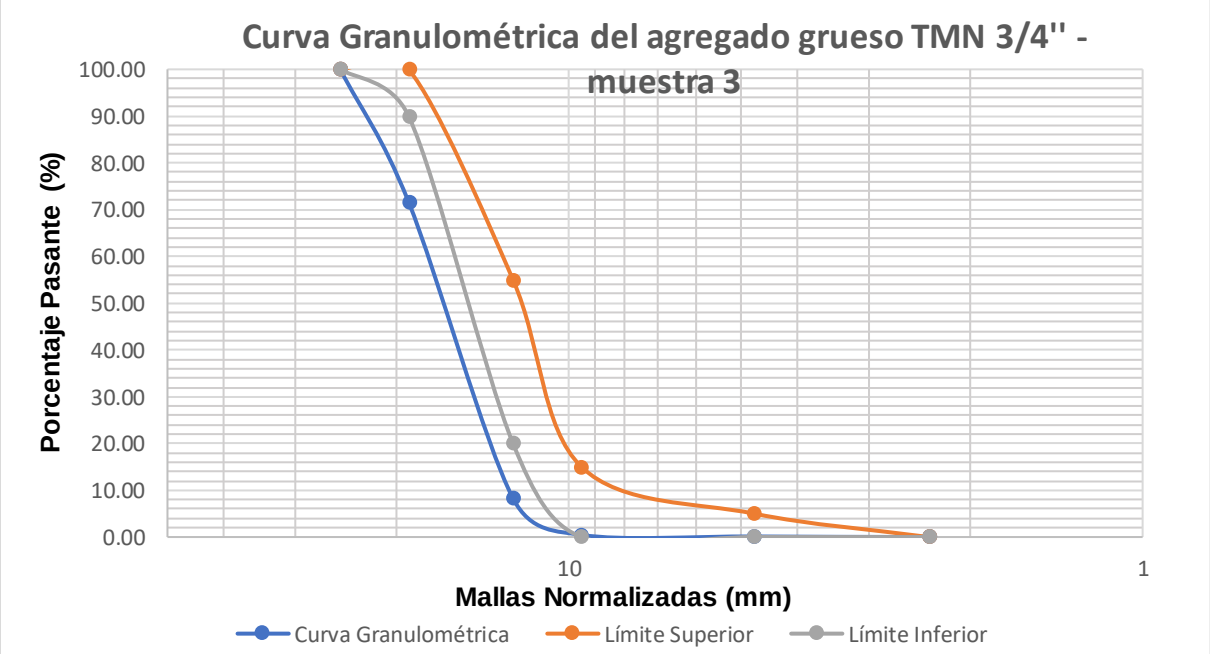


Figura 200: Curva Granulométrica del agregado grueso de ¾'' - muestra 3 "Franed".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

❖ **CANTERA "QUILLACONA"**

PRIMERA PRODUCCIÓN MUESTRA 1: Agregado grueso de ½''.

Tabla 157: Análisis granulométrico Ag. G. de ½''– muestra 1 "Quillacona 1ra producción".

AGREGADO GRUESO 1/2" - MUESTRA 1					
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	1296.50	64.86	64.86	35.14
3/8"	9.500	399.00	19.96	84.82	15.18
Nro. 4	4.750	274.50	13.73	98.55	1.45
Nro. 8	2.360	12.50	0.63	99.17	0.83
Fondo	1.180	16.50	0.83	100.00	0.00
Total		1999.00	100.00		
Módulo de Fineza		6.83			
Peso Inicial de muestra		2000.00			
Peso Final de muestra		1999.00			
Error (%)		0.05			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

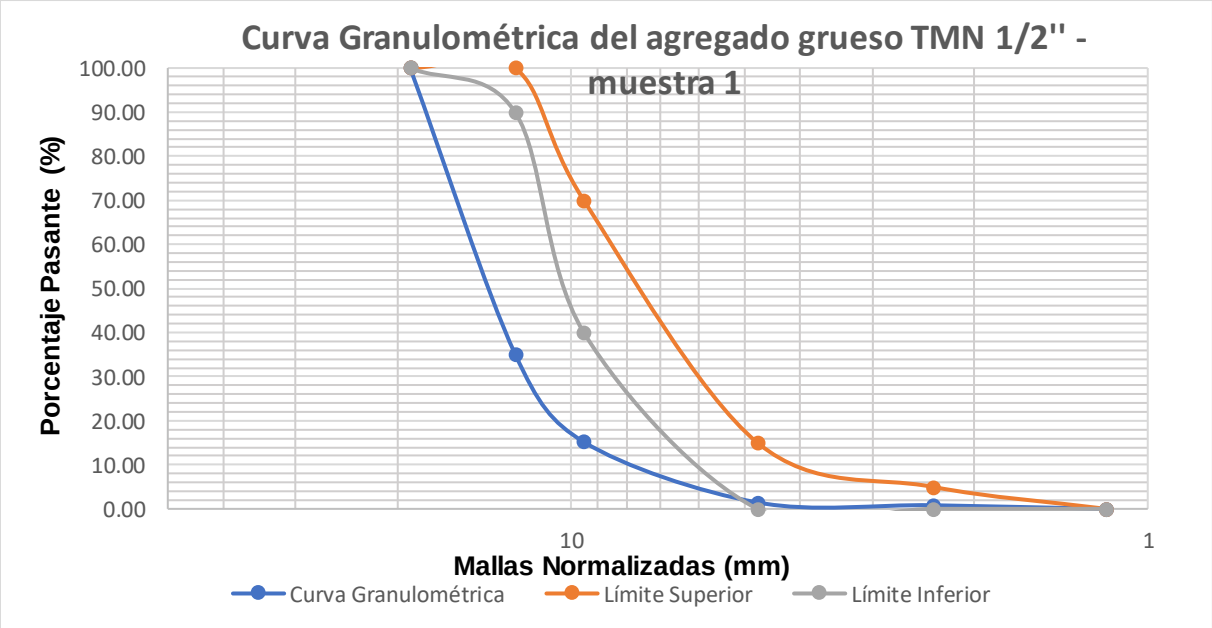


Figura 201: Curva Granulométrica Ag. G. de ½''– muestra 1 "Quillacona 1ra producción".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PRIMERA PRODUCCIÓN MUESTRA 1: Agregado grueso de ¾''.

Tabla 158: Análisis granulométrico Ag. G. de ¾''– muestra 1 "Quillacona 1ra producción".

AGREGADO GRUESO 3/4" - MUESTRA 1					
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	3125.50	62.52	62.52	37.48
1/2"	12.500	1763.50	35.28	97.80	2.20
3/8"	9.500	89.50	1.79	99.59	0.41
Nro. 4	4.750	5.00	0.10	99.69	0.31
Fondo	2.360	15.50	0.31	100.00	0.00
Total		4999.00	100.00		
Módulo de Fineza		7.62			
Peso Inicial de muestra		5000.00			
Peso Final de muestra		4999.00			
Error (%)		0.02			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

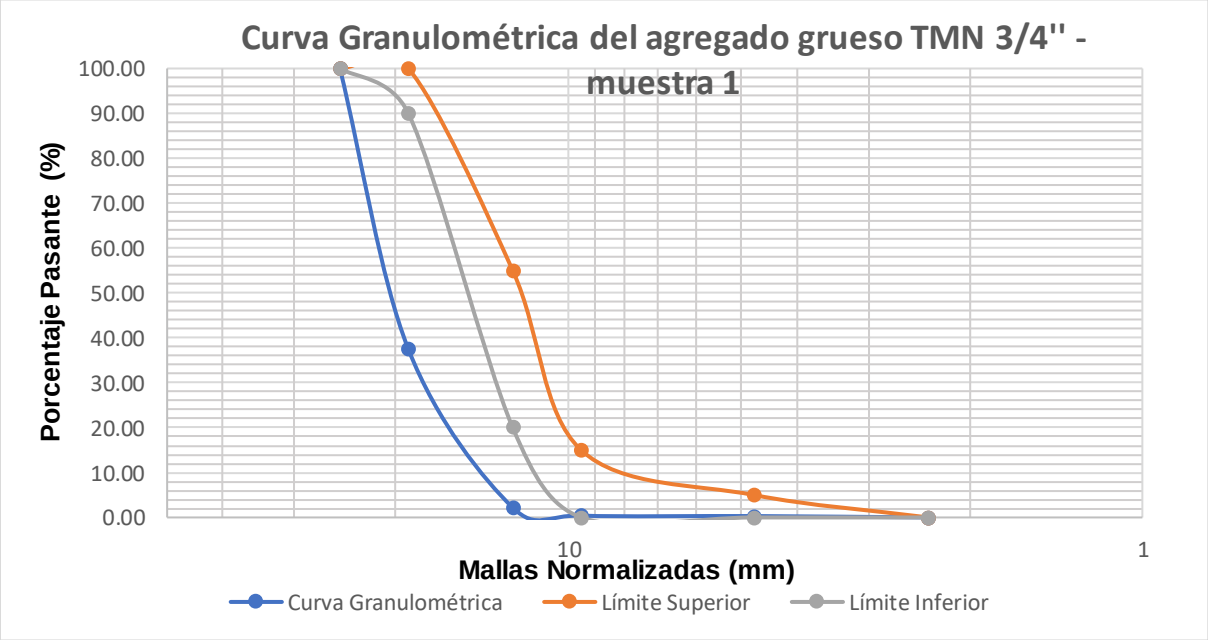


Figura 202: Curva Granulométrica Ag. G. de ¾''– muestra 1 "Quillacona 1ra producción".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PRIMERA PRODUCCIÓN MUESTRA 2: Agregado grueso de ½''.

Tabla 159: Análisis granulométrico Ag. G. de ½''– muestra 2 "Quillacona 1ra producción".

AGREGADO GRUESO 1/2" - MUESTRA 2					
MALLAS	**ABERTURA (mm)**	**PESO (g)**	**% RETENIDO**	**% RETENIDO ACUMULADO**	**% PASANTE**
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	1202.50	60.19	60.19	39.81
3/8"	9.500	523.50	26.20	86.39	13.61
Nro. 4	4.750	260.00	13.01	99.40	0.60
Nro. 8	2.360	7.00	0.35	99.75	0.25
Fondo	1.180	5.00	0.25	100.00	0.00
Total		1998.00	100.00		
Módulo de Fineza		6.86			
Peso Inicial de muestra		2000.00			
Peso Final de muestra		1998.00			
Error (%)		0.10			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

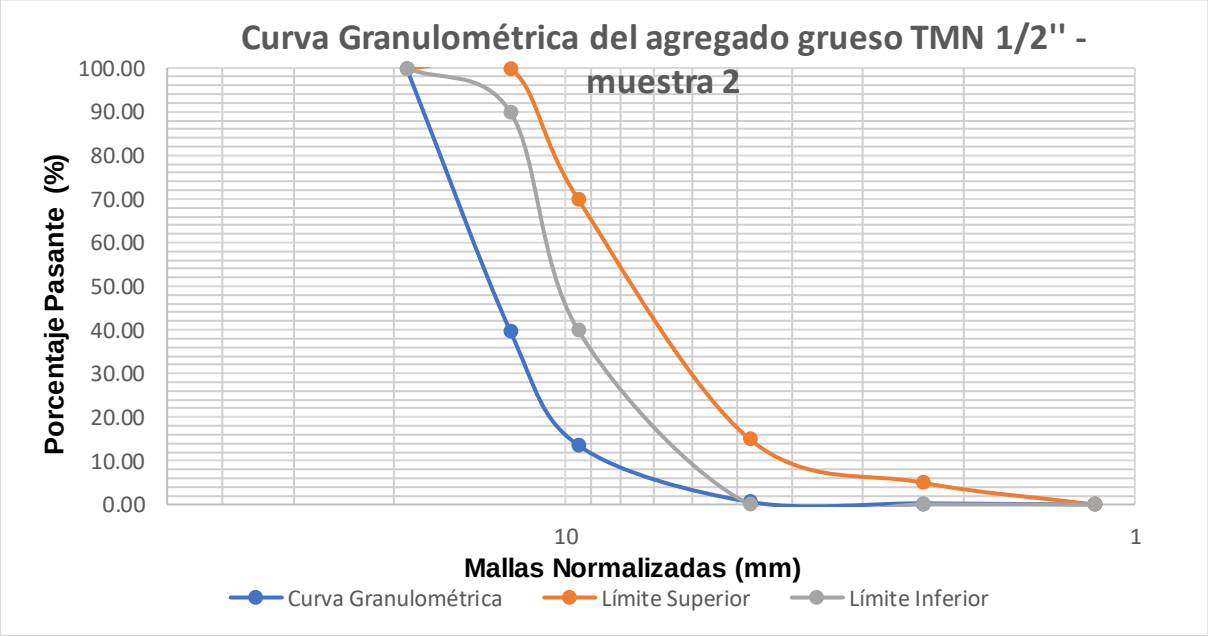


Figura 203: Curva Granulométrica Ag. G. de ½''– muestra 2 "Quillacona 1ra producción".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PRIMERA PRODUCCIÓN MUESTRA 2: Agregado grueso de ¾''.

Tabla 160: Análisis granulométrico Ag. G. de ¾''– muestra 2 "Quillacona 1ra producción".

AGREGADO GRUESO 3/4" - MUESTRA 2					
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	3198.00	64.08	64.08	35.92
1/2"	12.500	1654.00	33.14	97.22	2.78
3/8"	9.500	79.00	1.58	98.81	1.19
Nro. 4	4.750	34.50	0.69	99.50	0.50
Fondo	2.360	25.00	0.50	100.00	0.00
Total		4990.50	100.00		
Módulo de Fineza		7.62			
Peso Inicial de muestra		5000.00			
Peso Final de muestra		4990.50			
Error (%)		0.19			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

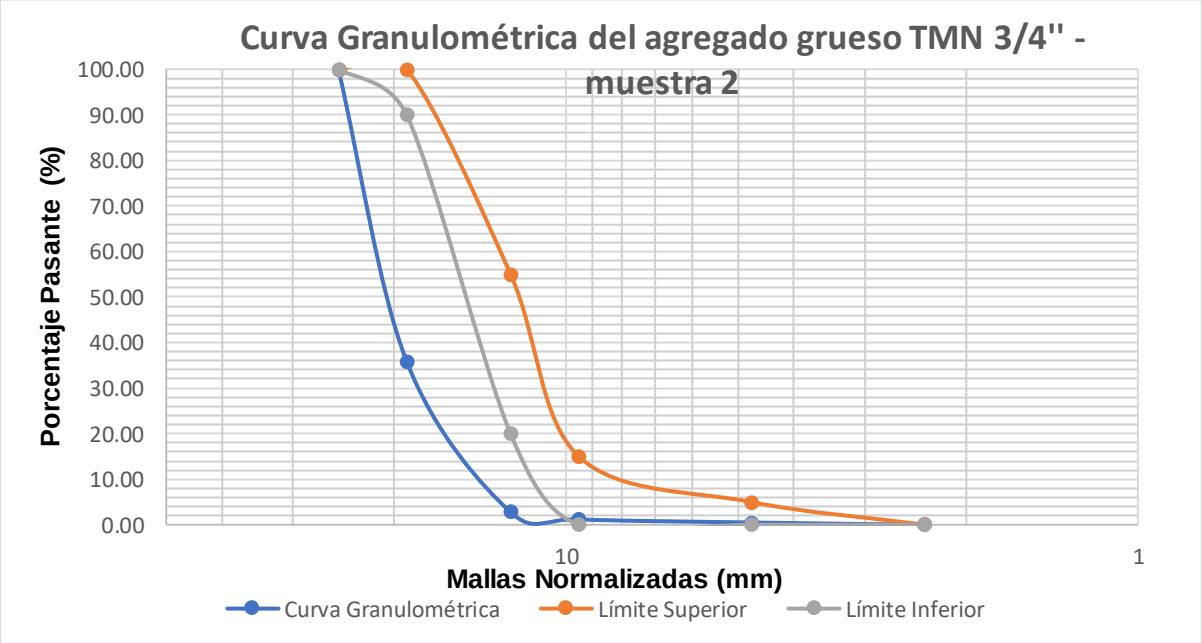


Figura 204: Curva Granulométrica Ag. G. de ¾''– muestra 2 "Quillacona 1ra producción".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PRIMERA PRODUCCIÓN MUESTRA 3: Agregado grueso de ½''.

Tabla 161: Análisis granulométrico Ag. G. de ½''– muestra 3 "Quillacona 1ra producción".

AGREGADO GRUESO 1/2" - MUESTRA 3					
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	1288.50	64.46	64.46	35.54
3/8"	9.500	435.00	21.76	86.22	13.78
Nro. 4	4.750	261.50	13.08	99.30	0.70
Nro. 8	2.360	9.00	0.45	99.75	0.25
Fondo	1.180	5.00	0.25	100.00	0.00
Total		1999.00	100.00		
Módulo de Fineza		6.85			
Peso Inicial de muestra		2000.00			
Peso Final de muestra		1999.00			
Error (%)		0.05			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

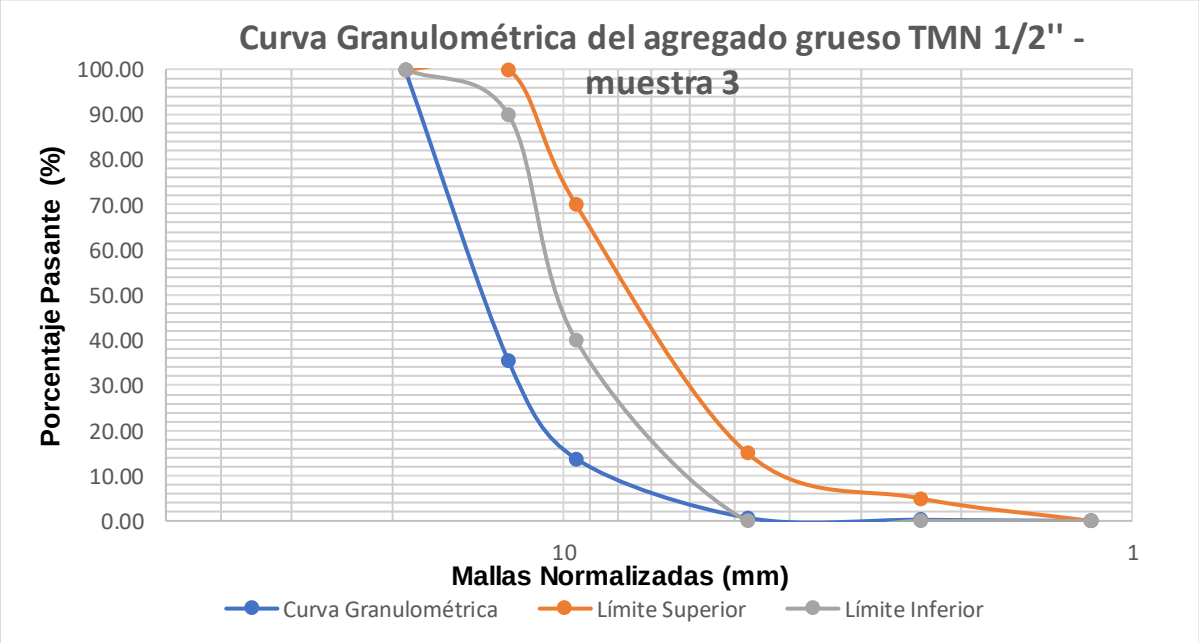


Figura 205: Curva Granulométrica Ag. G. de ½''– muestra 3 "Quillacona 1ra producción".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PRIMERA PRODUCCIÓN MUESTRA 3: Agregado grueso de ¾''.

Tabla 162: Análisis granulométrico Ag. G. de ¾''– muestra 3 "Quillacona 1ra producción".

AGREGADO GRUESO 3/4" - MUESTRA 3					
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	3052.00	61.08	61.08	38.92
1/2"	12.500	1817.00	36.36	97.44	2.56
3/8"	9.500	77.00	1.54	98.98	1.02
Nro. 4	4.750	25.00	0.50	99.48	0.52
Fondo	2.360	26.00	0.52	100.00	0.00
Total		4997.00	100.00		
Módulo de Fineza		7.60			
Peso Inicial de muestra		5000.00			
Peso Final de muestra		4997.00			
Error (%)		0.06			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

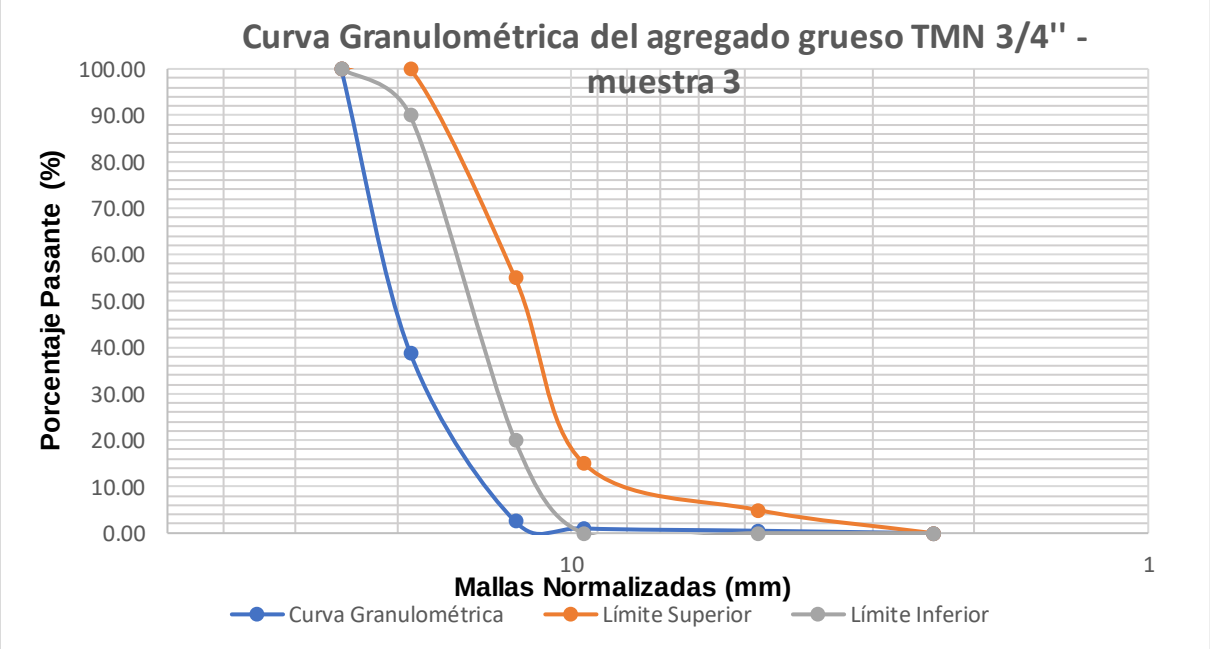


Figura 206: Curva Granulométrica Ag. G. de ¾''– muestra 3 "Quillacona 1ra producción".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

SEGUNDA PRODUCCIÓN MUESTRA 1: Agregado grueso de ½''.

Tabla 163: Análisis granulométrico Ag. G. de ½''– muestra 1 "Quillacona 2da producción".

AGREGADO GRUESO 1/2" - MUESTRA 1					
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	505.50	22.00	22.00	78.00
3/8"	9.500	695.10	30.25	52.25	47.75
Nro. 4	4.750	1047.70	45.60	97.85	2.15
Nro. 8	2.360	43.60	1.90	99.74	0.26
Fondo	1.180	5.90	0.26	100.00	0.00
Total		2297.80	100.00		
Módulo de Fineza		6.50			
Peso Inicial de muestra		2300.00			
Peso Final de muestra		2297.80			
Error (%)		0.10			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

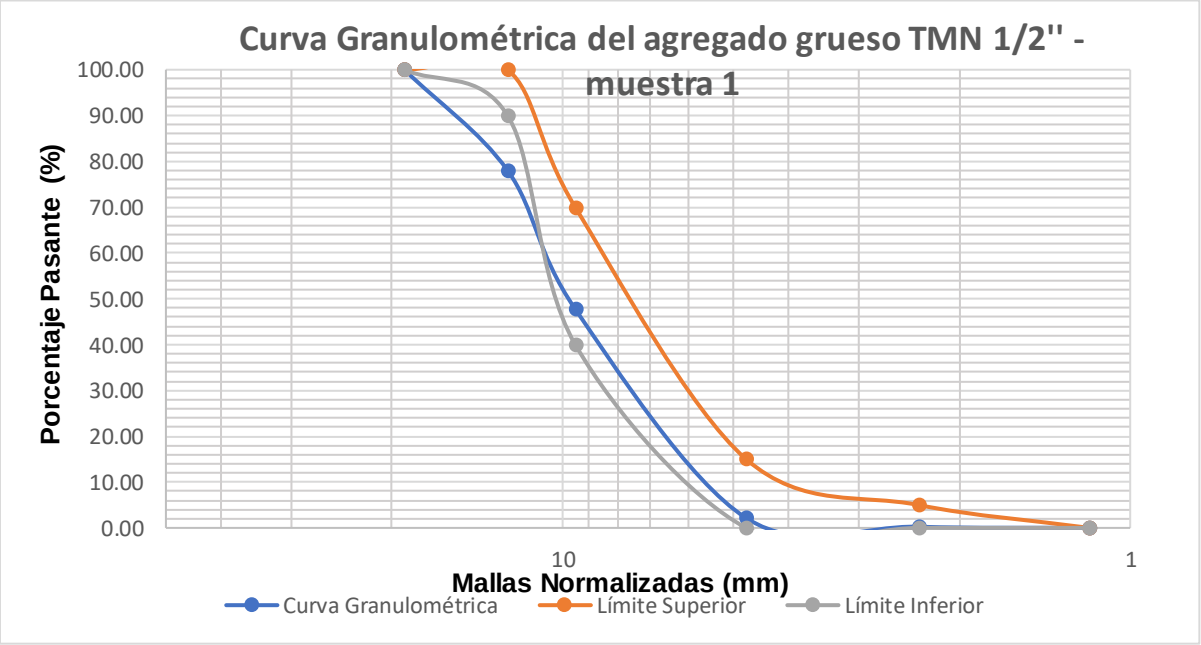


Figura 207: Curva Granulométrica Ag. G. de ½''– muestra 1 "Quillacona 2da producción".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

SEGUNDA PRODUCCIÓN MUESTRA 2: Agregado grueso de ½''.

Tabla 164: Análisis granulométrico Ag. G. de ½''– muestra 2 "Quillacona 2da producción".

AGREGADO GRUESO 1/2" - MUESTRA 2					
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	459.90	20.00	20.00	80.00
3/8"	9.500	780.40	33.95	53.95	46.05
Nro. 4	4.750	1006.60	43.78	97.73	2.27
Nro. 8	2.360	46.00	2.00	99.73	0.27
Fondo	1.180	6.10	0.27	100.00	0.00
Total		2299.00	100.00		
Módulo de Fineza		6.51			
Peso Inicial de muestra		2300.00			
Peso Final de muestra		2299.00			
Error (%)		0.04			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

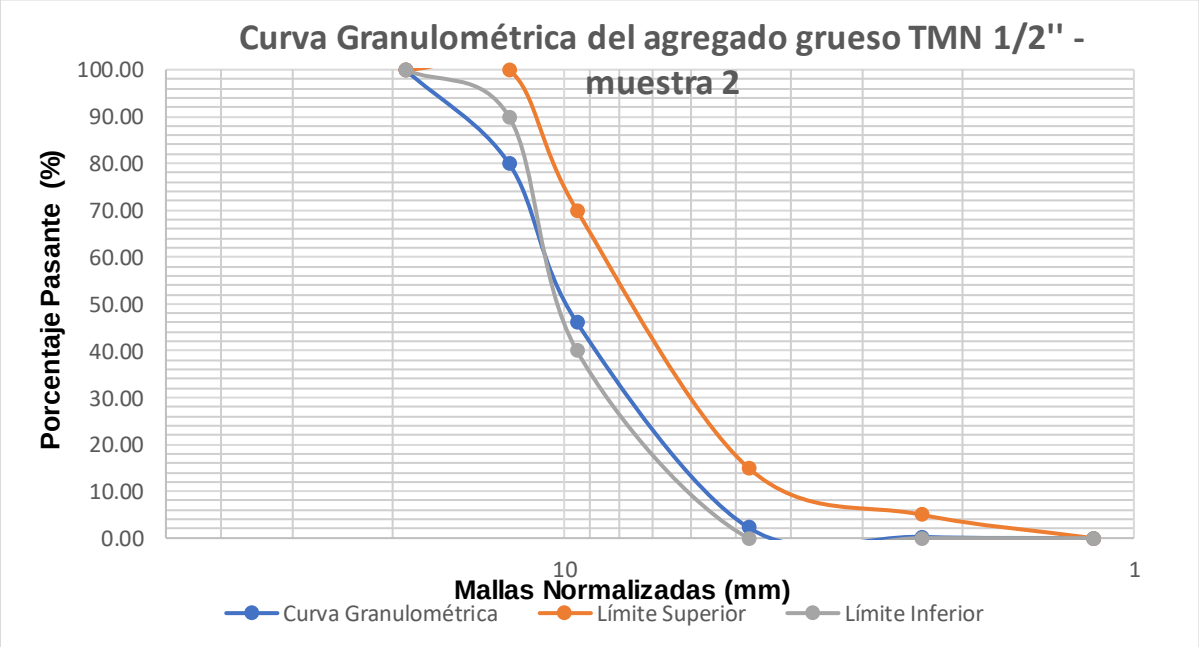


Figura 208: Curva Granulométrica Ag. G. de ½''– muestra 2 "Quillacona 2da producción".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

SEGUNDA PRODUCCIÓN MUESTRA 3: Agregado grueso de ½''.

Tabla 165: Análisis granulométrico Ag. G. de ½''– muestra 3 "Quillacona 2da producción".

AGREGADO GRUESO 1/2" - MUESTRA 3					
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASANTE
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	577.30	25.11	25.11	74.89
3/8"	9.500	730.20	31.76	56.87	43.13
Nro. 4	4.750	963.90	41.92	98.79	1.21
Nro. 8	2.360	25.50	1.11	99.90	0.10
Fondo	1.180	2.40	0.10	100.00	0.00
Total		2299.30	100.00		
Módulo de Fineza			6.56		
Peso Inicial de muestra			2300.00		
Peso Final de muestra			2299.30		
Error (%)			0.03		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

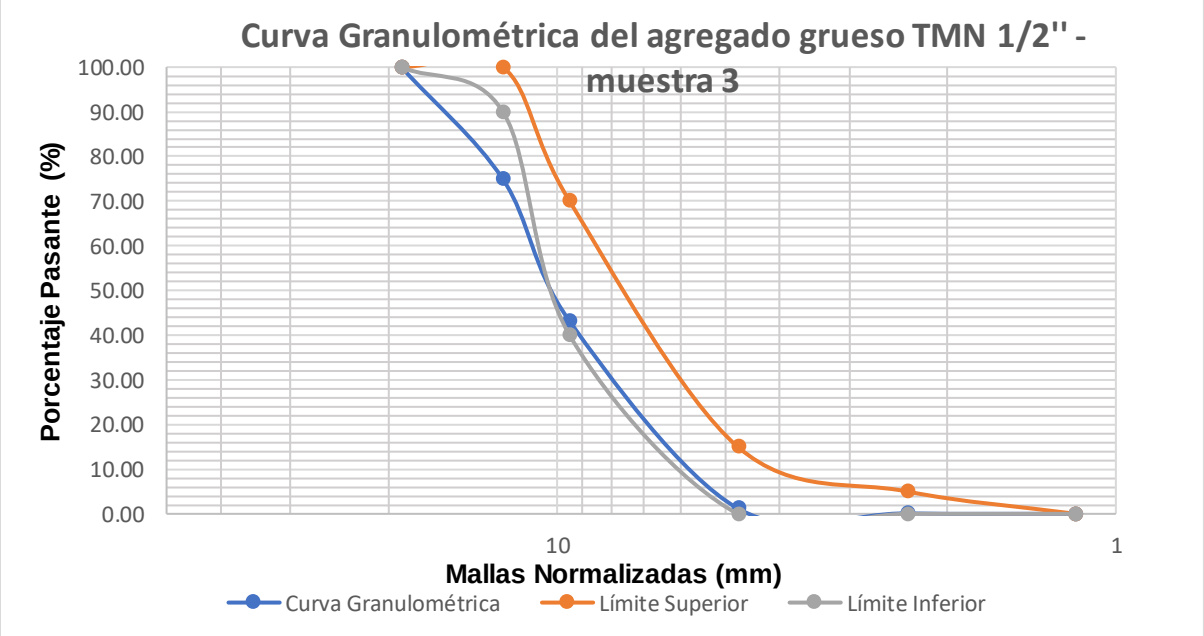


Figura 209: Curva Granulométrica Ag. G. de ½''– muestra 3 "Quillacona 2da producción".

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

ANEXO 3 RESULTADOS DE RESISTENCIAS A 1, 3, 7, 14 Y 28 DÍAS.

Tabla 166: Resumen de resistencia a la compresión 1 día con cemento Mishky tipo IP.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 1 dia kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 1 día kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
MISHKY Tipo IP	1/2"	FRANED	09/09/2019	F / CF / 1/2" M / 1día	10.164	10.163	10.188	10.156	10.175	3085	37.94	8.30	39.6
					10.174	10.200	10.136	10.169	10.175	3349	41.19		
					10.155	10.169	10.199	10.159	10.175	3105	38.19		
		QUILLACONA	10/09/2019	Q / CF / 1/2" M / 1día	10.238	10.159	10.139	10.219	10.200	3114	38.11	8.92	39.1
					10.230	10.151	10.118	10.238	10.175	3074	37.80		
					10.196	10.166	10.200	10.250	10.200	3374	41.29		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	16/10/2019	Q / CF / 1/2" M / 1día	10.177	10.201	10.207	10.186	10.200	3063	37.48	8.79	39.7
					10.153	10.205	10.200	10.170	10.175	3332	40.98		
					10.187	10.175	10.210	10.202	10.200	3329	40.74		
		LA PODEROSA	11/09/2019	P / CF / 1/2" M / 1día	10.249	10.187	10.112	10.224	10.200	2630	32.19	8.93	32.7
					10.172	10.174	10.160	10.181	10.175	2794	34.36		
					10.173	10.247	10.245	10.214	10.225	2582	31.44		
	3/4"	FRANED	10/09/2019	F / CF / 3/4" M / 1dia	10.178	10.172	10.162	10.184	10.175	3036	37.34	9.43	37.3
					10.184	10.150	10.155	10.180	10.175	2888	35.52		
					10.183	10.180	10.168	10.155	10.175	3174	39.03		
		QUILLACONA	10/09/2019	Q / CF / 3/4" M / 1día	10.240	10.192	10.171	10.249	10.225	3054	37.19	9.63	35.1
					10.181	10.157	10.212	10.196	10.175	2781	34.20		
					10.173	10.123	10.169	10.140	10.150	2736	33.81		
		LA PODEROSA	11/09/2019	P / CF / 3/4" M / 1día	10.107	10.161	10.212	10.186	10.175	3232	39.75	2.76	40.3
					10.166	10.216	10.122	10.215	10.175	3268	40.19		
					10.139	10.200	10.143	10.158	10.150	3306	40.86		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 167: Resumen de resistencia a la compresión 3 días con cemento Mishky tipo IP.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 3 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 3 días kgf/cm²	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm²
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
MISHKY Tipo IP	1/2"	FRANED	02/10/2019	F / CF / 1/2" M / 3días	10.149	10.163	10.151	10.174	10.150	6528	80.68	9.35	82.5
					10.193	10.195	10.172	10.200	10.200	7135	87.32		
					10.122	10.186	10.156	10.171	10.150	6441	79.60		
		QUILLACONA	10/09/2019	Q / CF / 1/2" M / 3días	10.209	10.230	10.217	10.159	10.200	8301	101.59	5.75	99.3
					10.270	10.129	10.255	10.219	10.225	8248	100.45		
					10.178	10.170	10.165	10.200	10.175	7796	95.88		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	16/10/2019	Q / CF / 1/2" M / 3días	10.158	10.211	10.180	10.172	10.175	7514	92.41	8.41	94.4
					10.200	10.194	10.213	10.158	10.200	7471	91.43		
					10.134	10.247	10.199	10.176	10.200	8120	99.37		
		LA PODEROSA	11/09/2019	P / CF / 1/2" M / 3días	10.166	10.156	10.201	10.129	10.175	8133	100.02	3.57	101.0
					10.200	10.169	10.203	10.169	10.175	8110	99.74		
					10.190	10.138	10.160	10.151	10.150	8362	103.34		
	3/4"	FRANED	10/09/2019	F / CF / 3/4" M / 3días	10.161	10.192	10.158	10.187	10.175	7110	87.44	6.95	88.4
					10.162	10.186	10.200	10.174	10.175	6977	85.80		
					10.225	10.206	10.198	10.188	10.200	7513	91.94		
		QUILLACONA	10/09/2019	Q / CF / 3/4" M / 3días	10.195	10.199	10.164	10.211	10.200	7027	86.00	5.85	88.9
					10.228	10.182	10.178	10.185	10.200	7324	89.63		
					10.201	10.198	10.185	10.178	10.200	7452	91.20		
		LA PODEROSA	11/09/2019	P / CF / 3/4" M / 3días	10.157	10.165	10.198	10.188	10.175	10534	129.55	6.72	124.5
					10.193	10.186	10.202	10.130	10.175	9990	122.86		
					10.186	10.159	10.201	10.179	10.175	9854	121.19		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 168: Resumen de resistencia a la compresión 7 días con cemento Mishky tipo IP.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 7 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 7 días kgf/cm²	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm²
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
MISHKY Tipo IP	1/2"	FRANED	02/10/2019	F / CF / 1/2" M / 7días	10.140	10.195	10.182	10.152	10.175	12905	158.71	7.67	164.6
					10.227	10.191	10.175	10.181	10.200	14000	171.33		
					10.195	10.231	10.188	10.216	10.200	13389	163.85		
		QUILLACONA	10/09/2019	Q / CF / 1/2" M / 7días	10.204	10.191	10.134	10.179	10.175	14062	172.94	6.34	168.1
					10.149	10.153	10.197	10.161	10.175	13741	168.99		
					10.201	10.186	10.155	10.186	10.175	13196	162.29		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	16/10/2019	Q / CF / 1/2" M / 7días	10.130	10.212	10.166	10.189	10.175	11933	146.75	4.66	144.2
					10.167	10.201	10.164	10.188	10.175	11863	145.89		
					10.193	10.148	10.186	10.199	10.175	11387	140.04		
		LA PODEROSA	11/09/2019	P / CF / 1/2" M / 7días	10.200	10.176	10.180	10.157	10.175	13141	161.61	6.74	168.5
					10.186	10.229	10.193	10.159	10.200	14133	172.96		
					10.175	10.197	10.189	10.204	10.200	13955	170.78		
	3/4"	FRANED	10/09/2019	F / CF / 3/4" M / 7días	10.192	10.189	10.204	10.186	10.200	13023	159.38	7.90	157.3
					10.188	10.157	10.229	10.156	10.175	13212	162.48		
					10.179	10.134	10.161	10.158	10.150	12142	150.06		
		QUILLACONA	10/09/2019	Q / CF / 3/4" M / 7días	10.207	10.172	10.183	10.204	10.200	11830	144.78	4.29	148.1
					10.162	10.200	10.225	10.192	10.200	12136	148.52		
					10.167	10.196	10.238	10.190	10.200	12349	151.13		
		LA PODEROSA	11/09/2019	P / CF / 3/4" M / 7días	10.201	10.174	10.183	10.200	10.200	15191	185.91	8.14	191.5
					10.205	10.151	10.200	10.185	10.175	15222	187.20		
					10.176	10.181	10.155	10.191	10.175	16385	201.51		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 169: Resumen de resistencia a la compresión 14 días con cemento Mishky tipo IP.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 14 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 14 días kgf/cm²	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm²
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
MISHKY Tipo IP	1/2"	FRANED	02/10/2019	F / CF / 1/2" M / 14días	10.184	10.177	10.155	10.152	10.175	17744	218.22	5.08	224.5
					10.205	10.200	10.184	10.190	10.200	18447	225.75		
					10.194	10.211	10.218	10.189	10.200	18763	229.62		
		QUILLACONA	10/09/2019	Q / CF / 1/2" M / 14días	10.244	10.144	10.169	10.255	10.200	17808	217.93	0.40	217.4
					10.165	10.144	10.169	10.255	10.175	17664	217.24		
					10.174	10.172	10.221	10.245	10.200	17737	217.07		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	16/10/2019	Q / CF / 1/2" M / 14días	10.172	10.160	10.197	10.183	10.175	15633	192.26	6.28	192.3
					10.162	10.154	10.192	10.184	10.175	16133	198.41		
					10.176	10.200	10.196	10.191	10.200	15225	186.32		
		LA PODEROSA	11/09/2019	P / CF / 1/2" M / 14días	10.199	10.225	10.187	10.212	10.200	19476	238.35	9.23	226.2
					10.210	10.201	10.124	10.158	10.175	17683	217.47		
					10.185	10.204	10.221	10.158	10.200	18203	222.77		
	3/4"	FRANED	10/09/2019	F / CF / 3/4" M / 14días	10.141	10.196	10.142	10.215	10.175	17661	217.20	2.02	215.7
					10.197	10.162	10.269	10.215	10.200	17728	216.95		
					10.130	10.167	10.195	10.155	10.150	17222	212.84		
		QUILLACONA	10/09/2019	Q / CF / 3/4" M / 14días	10.188	10.186	10.207	10.192	10.200	16312	199.63	3.34	196.5
					10.196	10.184	10.176	10.206	10.200	15776	193.07		
					10.198	10.243	10.183	10.203	10.200	16075	196.73		
		LA PODEROSA	11/09/2019	P / CF / 3/4" M / 14días	10.143	10.242	10.226	10.183	10.200	21822	267.06	4.74	259.3
					10.196	10.178	10.157	10.203	10.175	20820	256.05		
					10.151	10.200	10.186	10.158	10.175	20716	254.77		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 170: Resumen de resistencia a la compresión 28 días con cemento Mishky tipo IP.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 28 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 28 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	Coeficiente de Variación (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)					
MISHKY Tipo IP	1/2"	FRANED	02/10/2019	F / CF / 1/2" M / 28 días	10.210	10.183	10.169	10.192	10.200	21978	268.97	8.73	5.16	274.1
					10.184	10.201	10.191	10.173	10.175	21519	264.64			
					10.212	10.243	10.183	10.175	10.200	23581	288.58			
		QUILLACONA	10/09/2019	Q / CF / 1/2" M / 28 días	10.156	10.191	10.175	10.142	10.175	21631	266.02	6.87	4.06	275.0
					10.180	10.167	10.197	10.208	10.200	22385	273.95			
					10.204	10.178	10.186	10.219	10.200	23282	284.92			
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	16/10/2019	Q / CF / 1/2" M / 28 días	10.205	10.215	10.188	10.210	10.200	21733	265.97	3.69	2.18	261.0
					10.148	10.179	10.193	10.146	10.175	20844	256.34			
					10.189	10.162	10.148	10.212	10.175	21202	260.75			
		LA PODEROSA	11/09/2019	P / CF / 1/2" M / 28 días	10.203	10.198	10.200	10.175	10.200	23890	292.37	5.55	3.28	286.8
					10.177	10.181	10.205	10.189	10.200	22590	276.46			
					10.227	10.171	10.198	10.188	10.200	23817	291.47			
	3/4"	FRANED	10/09/2019	F / CF / 3/4" M / 28 días	10.185	10.191	10.188	10.196	10.200	20618	252.32	8.63	5.10	265.5
					10.226	10.214	10.189	10.195	10.200	22490	275.23			
					10.236	10.213	10.193	10.172	10.200	21970	268.87			
		QUILLACONA	10/09/2019	Q / CF / 3/4" M / 28 días	10.148	10.230	10.150	10.176	10.175	20662	254.11	1.75	1.04	252.5
					10.167	10.230	10.159	10.169	10.175	20302	249.68			
					10.180	10.151	10.207	10.194	10.175	20628	253.69			
		LA PODEROSA	11/09/2019	P / CF / 3/4" M / 28 días	10.246	10.160	10.151	10.226	10.200	26729	327.11	2.93	1.73	328.8
					10.193	10.170	10.200	10.168	10.175	26409	324.78			
					10.189	10.247	10.208	10.172	10.200	27325	334.40			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 171: Resumen de resistencia a la compresión 1 día con cemento Yura tipo IP.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 1 dia kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 1 día kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
YURA Tipo IP	1/2"	FRANED	19/09/2019	F / CF / 1/2" Y / 1día	10.211	10.189	10.294	10.244	10.225	3190	38.85	6.04	38.0
					10.181	10.147	10.229	10.156	10.175	3128	38.47		
					10.170	10.114	10.161	10.158	10.150	2958	36.56		
		QUILLACONA	20/09/2019	Q / CF / 1/2" Y / 1día	10.141	10.180	10.197	10.154	10.175	3294	40.51	10.08	42.3
					10.191	10.217	10.195	10.210	10.200	3604	44.11		
					10.185	10.152	10.181	10.200	10.175	3246	39.92		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18/10/2019	Q / CF / 1/2" Y / 1día	10.215	10.190	10.204	10.189	10.200	2168	26.53	9.54	27.8
					10.213	10.204	10.193	10.188	10.200	2262	27.68		
					10.204	10.183	10.162	10.191	10.175	2373	29.18		
		LA PODEROSA	26/09/2019	P / CF / 1/2" Y / 1día	10.174	10.124	10.202	10.169	10.175	3691	45.39	6.33	47.0
					10.159	10.182	10.187	10.215	10.175	3933	48.37		
					10.166	10.173	10.204	10.197	10.175	3848	47.32		
	3/4"	FRANED	19/09/2019	F / CF / 3/4" Y / 1día	10.145	10.177	10.151	10.183	10.175	2198	27.03	10.59	28.1
					10.185	10.134	10.191	10.187	10.175	2216	27.25		
					10.190	10.181	10.205	10.210	10.200	2452	30.01		
		QUILLACONA	24/09/2019	Q / CF / 3/4" Y / 1día	10.179	10.180	10.243	10.198	10.200	2358	28.86	10.22	29.1
					10.200	10.163	10.156	10.183	10.175	2250	27.67		
					10.268	10.209	10.183	10.192	10.225	2516	30.64		
		LA PODEROSA	26/09/2019	P / CF / 3/4" Y / 1día	10.193	10.149	10.234	10.190	10.200	2301	28.16	2.80	28.1
					10.137	10.201	10.164	10.220	10.175	2250	27.67		
					10.095	10.220	10.209	10.157	10.175	2314	28.46		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 172: Resumen de resistencia a la compresión 3 días con cemento Yura tipo IP.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 3 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 3 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
YURA Tipo IP	1/2"	FRANED	19/09/2019	F / CF / 1/2" Y / 3días	10.186	10.193	10.199	10.209	10.200	8315	101.76	4.07	103.9
					10.205	10.252	10.189	10.156	10.200	8660	105.98		
					10.176	10.190	10.161	10.193	10.175	8442	103.82		
		QUILLACONA	20/09/2019	Q / CF / 1/2" Y / 3días	10.203	10.158	10.184	10.214	10.200	9456	115.72	2.71	116.1
					10.194	10.136	10.175	10.218	10.175	9475	116.53		
					10.198	10.118	10.163	10.143	10.150	9620	118.89		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18/10/2019	Q / CF / 1/2" Y / 3días	10.197	10.201	10.145	10.198	10.175	8787	108.06	6.71	103.4
					10.188	10.205	10.185	10.190	10.200	8264	101.13		
					10.167	10.161	10.150	10.205	10.175	8223	101.13		
		LA PODEROSA	26/09/2019	P / CF / 1/2" Y / 3días	10.209	10.189	10.290	10.201	10.225	9203	112.08	6.97	112.5
					10.181	10.139	10.210	10.156	10.175	9486	116.66		
					10.200	10.184	10.151	10.178	10.175	8848	108.81		
	3/4"	FRANED	19/09/2019	F / CF / 3/4" Y / 3días	10.158	10.178	10.162	10.198	10.175	7069	86.94	5.12	89.3
					10.207	10.192	10.162	10.153	10.175	7441	91.51		
					10.150	10.205	10.196	10.145	10.175	7276	89.48		
		QUILLACONA	24/09/2019	Q / CF / 3/4" Y / 3días	10.216	10.201	10.164	10.152	10.175	5005	61.55	7.65	58.8
					10.187	10.193	10.209	10.181	10.200	4662	57.05		
					10.195	10.199	10.118	10.145	10.175	4709	57.91		
		LA PODEROSA	26/09/2019	P / CF / 3/4" Y / 3días	10.173	10.159	10.164	10.139	10.150	7970	98.50	7.61	102.8
					10.129	10.227	10.152	10.182	10.175	8431	103.69		
					10.270	10.201	10.185	10.158	10.200	8688	106.32		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 173: Resumen de resistencia a la compresión 7 días con cemento Yura tipo IP.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 7 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 7 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
YURA Tipo IP	1/2"	FRANED	19/09/2019	F / CF / 1/2" Y / 7días	10.181	10.142	10.196	10.202	10.175	14165	174.20	9.92	172.7
					10.227	10.202	10.105	10.213	10.175	14680	180.54		
					10.133	10.164	10.120	10.183	10.150	13221	163.40		
		QUILLACONA	20/09/2019	Q / CF / 1/2" Y / 7días	10.138	10.190	10.157	10.168	10.175	11685	143.70	9.01	146.8
					10.183	10.199	10.145	10.198	10.175	12188	149.89		
					10.214	10.187	10.189	10.225	10.200	12849	157.25		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18/10/2019	Q / CF / 1/2" Y / 7días	10.245	10.177	10.148	10.224	10.200	10951	134.02	8.17	138.7
					10.198	10.174	10.168	10.177	10.175	11114	136.68		
					10.218	10.240	10.180	10.161	10.200	11877	145.35		
		LA PODEROSA	26/09/2019	P / CF / 1/2" Y / 7días	10.162	10.200	10.195	10.175	10.175	14776	181.72	1.15	181.4
					10.186	10.178	10.165	10.198	10.175	14650	180.17		
					10.164	10.225	10.185	10.163	10.175	14819	182.25		
	3/4"	FRANED	19/09/2019	F / CF / 3/4" Y / 7días	10.228	10.114	10.200	10.230	10.200	13755	168.33	5.14	171.6
					10.188	10.192	10.191	10.179	10.200	13838	169.35		
					10.190	10.082	10.261	10.142	10.175	14405	177.16		
		QUILLACONA	24/09/2019	Q / CF / 3/4" Y / 7días	10.211	10.189	10.294	10.244	10.225	11266	137.20	8.03	143.4
					10.181	10.187	10.219	10.156	10.175	12092	148.71		
					10.145	10.195	10.179	10.157	10.175	11737	144.34		
		LA PODEROSA	26/09/2019	P / CF / 3/4" Y / 7días	10.179	10.197	10.135	10.176	10.175	14179	174.38	2.95	177.8
					10.159	10.169	10.217	10.174	10.175	14606	179.63		
					10.192	10.202	10.180	10.208	10.200	14660	179.41		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 174: Resumen de resistencia a la compresión 14 días con cemento Yura tipo IP.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 14 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 14 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
YURA Tipo IP	1/2"	FRANED	19/09/2019	F / CF / 1/2" Y / 14días	10.178	10.199	10.158	10.167	10.175	17810	219.03	7.00	210.5
					10.147	10.153	10.193	10.189	10.175	16934	208.26		
					10.182	10.192	10.191	10.155	10.175	16611	204.29		
		QUILLACONA	20/09/2019	Q / CF / 1/2" Y / 14días	10.201	10.182	10.194	10.183	10.200	15895	194.52	5.51	189.3
					10.186	10.192	10.183	10.159	10.175	14964	184.03		
					10.183	10.158	10.167	10.199	10.175	15703	193.12		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18/10/2019	Q / CF / 1/2" Y / 14días	10.187	10.206	10.154	10.139	10.175	15570	191.48	7.53	183.7
					10.149	10.153	10.197	10.161	10.175	14806	182.09		
					10.207	10.186	10.155	10.186	10.175	14445	177.65		
		LA PODEROSA	26/09/2019	P / CF / 1/2" Y / 14días	10.185	10.154	10.255	10.196	10.200	19155	234.42	6.79	226.9
					10.142	10.203	10.178	10.202	10.175	17808	219.01		
					10.186	10.134	10.174	10.193	10.175	18481	227.28		
	3/4"	FRANED	19/09/2019	F / CF / 3/4" Y / 14días	10.152	10.162	10.209	10.180	10.175	16539	203.40	1.92	204.6
					10.201	10.160	10.142	10.137	10.150	16761	207.15		
					10.170	10.188	10.167	10.143	10.175	16524	203.22		
		QUILLACONA	24/09/2019	Q / CF / 3/4" Y / 14días	10.141	10.158	10.182	10.194	10.175	13378	164.53	9.39	174.7
					10.219	10.205	10.182	10.197	10.200	14599	178.66		
					10.149	10.165	10.158	10.172	10.150	14639	180.92		
		LA PODEROSA	26/09/2019	P / CF / 3/4" Y / 14días	10.177	10.165	10.231	10.175	10.175	18129	222.95	5.69	218.0
					10.194	10.160	10.135	10.203	10.175	17937	220.59		
					10.198	10.176	10.180	10.189	10.175	17121	210.56		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 175: Resumen de resistencia a la compresión 28 días con cemento Yura tipo IP.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 28 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 28 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	Coeficiente de Variación (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)					
YURA Tipo IP	1/2"	FRANED	19/09/2019	F / CF / 1/2" Y / 28 días	10.168	10.232	10.162	10.199	10.200	21494	263.04	4.73	2.80	255.6
					10.208	10.163	10.142	10.241	10.200	20505	250.94			
					10.128	10.216	10.201	10.116	10.175	20564	252.90			
		QUILLACONA	20/09/2019	Q / CF / 1/2" Y / 28 días	10.198	10.156	10.168	10.172	10.175	18338	225.52	3.11	1.84	226.7
					10.191	10.169	10.218	10.189	10.200	18614	227.80			
					10.169	10.143	10.201	10.160	10.175	18917	232.64			
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18/10/2019	Q / CF / 1/2" Y / 28 días	10.160	10.190	10.254	10.168	10.200	18560	227.14	5.06	2.99	219.8
					10.192	10.231	10.206	10.151	10.200	17652	216.02			
					10.223	10.180	10.221	10.196	10.200	17660	216.12			
		LA PODEROSA	26/09/2019	P / CF / 1/2" Y / 28 días	10.178	10.180	10.140	10.190	10.175	21121	259.75	3.07	1.81	262.8
					10.195	10.168	10.210	10.160	10.175	21777	267.82			
					10.186	10.114	10.140	10.198	10.150	21114	260.94			
	3/4"	FRANED	19/09/2019	F / CF / 3/4" Y / 28 días	10.159	10.184	10.203	10.194	10.175	19789	243.37	4.70	2.77	247.8
					10.201	10.182	10.152	10.209	10.175	19912	244.88			
					10.143	10.185	10.201	10.141	10.175	20735	255.00			
		QUILLACONA	24/09/2019	Q / CF / 3/4" Y / 28 días	10.148	10.175	10.173	10.191	10.175	16932	208.23	5.79	3.42	215.2
					10.182	10.219	10.241	10.163	10.200	17716	216.81			
					10.144	10.155	10.197	10.161	10.175	17946	220.70			
		LA PODEROSA	26/09/2019	P / CF / 3/4" Y / 28 días	10.191	10.189	10.224	10.184	10.200	20645	252.65	9.14	5.40	256.6
					10.156	10.176	10.198	10.175	10.175	20077	246.91			
					10.228	10.176	10.209	10.217	10.200	22092	270.36			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 176: Resumen de resistencia a la compresión 1 día con cemento Wari tipo I.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 1 dia kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 1 día kgf/cm²	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm²
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
WARI Tipo I	1/2"	FRANED	13/09/2019	F / CF / 1/2" W / 1día	10.203	10.219	10.184	10.192	10.200	7536	92.23	2.84	91.3
					10.208	10.203	10.182	10.210	10.200	7324	89.63		
					10.197	10.189	10.213	10.182	10.200	7520	92.03		
		QUILLACONA	13/09/2019	Q / CF / 1/2" W / 1día	10.243	10.254	10.160	10.204	10.225	10080	122.76	9.17	118.8
					10.168	10.182	10.195	10.210	10.200	9389	114.90		
					10.204	10.173	10.150	10.182	10.175	10247	126.02		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	16/10/2019	Q / CF / 1/2" W / 1día	10.185	10.211	10.207	10.176	10.200	5663	69.30	6.14	66.6
					10.183	10.220	10.200	10.170	10.200	5332	65.25		
					10.187	10.211	10.241	10.170	10.200	5329	65.22		
		LA PODEROSA	17/09/2019	P / CF / 1/2" W / 1día	10.179	10.135	10.157	10.182	10.175	7139	87.80	5.41	90.2
					10.174	10.209	10.184	10.162	10.175	7536	92.68		
					10.208	10.170	10.182	10.185	10.175	7324	90.07		
	3/4"	FRANED	13/09/2019	F / CF / 3/4" W / 1día	10.187	10.135	10.192	10.185	10.175	5946	73.13	4.35	72.4
					10.200	10.189	10.152	10.167	10.175	5727	70.43		
					10.185	10.197	10.178	10.152	10.175	5983	73.58		
		QUILLACONA	16/09/2019	Q / CF / 3/4" W / 1día	10.097	10.153	10.241	10.164	10.175	7570	93.10	6.52	96.1
					10.195	10.239	10.187	10.173	10.200	8119	99.36		
					10.175	10.168	10.165	10.151	10.175	7796	95.88		
		LA PODEROSA	17/09/2019	P / CF / 3/4" W / 1día	10.181	10.144	10.175	10.124	10.150	6297	77.82	1.84	78.7
					10.153	10.198	10.125	10.175	10.175	6431	79.09		
					10.136	10.178	10.185	10.159	10.175	6446	79.27		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 177: Resumen de resistencia a la compresión 3 días con cemento Wari tipo I.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 3 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 3 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
WARI Tipo I	1/2"	FRANED	13/09/2019	F / CF / 1/2" W / 3días	10.199	10.192	10.174	10.204	10.200	15450	189.08	3.16	192.8
					10.199	10.202	10.171	10.136	10.175	15793	194.23		
					10.185	10.121	10.213	10.203	10.175	15870	195.17		
		QUILLACONA	13/09/2019	Q / CF / 1/2" W / 3días	10.172	10.212	10.176	10.191	10.200	21094	258.15	4.70	252.2
					10.189	10.228	10.159	10.196	10.200	20120	246.23		
					10.185	10.201	10.189	10.195	10.200	20970	256.63		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	16/10/2019	Q / CF / 1/2" W / 3días	10.218	10.178	10.183	10.204	10.200	13097	160.28	4.37	158.9
					10.181	10.191	10.192	10.200	10.200	13215	161.72		
					10.189	10.201	10.194	10.179	10.200	12648	154.79		
		LA PODEROSA	17/09/2019	P / CF / 1/2" W / 3días	10.239	10.180	10.211	10.188	10.200	16896	206.77	3.10	203.4
					10.201	10.149	10.172	10.216	10.175	16301	200.47		
					10.083	10.296	10.175	10.098	10.175	16514	203.09		
	3/4"	FRANED	13/09/2019	F / CF / 3/4" W / 3días	10.195	10.160	10.182	10.165	10.175	13878	170.67	10.28	179.6
					10.188	10.201	10.172	10.215	10.200	14628	179.02		
					10.242	10.203	10.192	10.199	10.200	15455	189.14		
		QUILLACONA	16/09/2019	Q / CF / 3/4" W / 3días	10.190	10.129	10.180	10.219	10.175	18304	225.11	3.57	228.5
					10.181	10.196	10.179	10.201	10.200	18568	227.23		
					10.202	10.144	10.170	10.182	10.175	18968	233.27		
		LA PODEROSA	17/09/2019	P / CF / 3/4" W / 3días	10.160	10.205	10.254	10.129	10.175	16083	197.79	5.14	193.2
					10.260	10.180	10.255	10.181	10.225	15931	194.01		
					10.118	10.202	10.209	10.118	10.150	15201	187.87		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 178: Resumen de resistencia a la compresión 7 días con cemento Wari tipo I.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 7 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 7 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
WARI Tipo I	1/2"	FRANED	13/09/2019	F / CF / 1/2" W / 7días	10.284	10.203	10.152	10.287	10.225	22536	274.45	6.83	284.8
					10.120	10.239	10.123	10.207	10.175	23897	293.89		
					10.137	10.214	10.189	10.186	10.175	23269	286.17		
		QUILLACONA	13/09/2019	Q / CF / 1/2" W / 7días	10.228	10.241	10.225	10.202	10.225	26614	324.11	6.46	333.7
					10.190	10.241	10.139	10.190	10.200	28050	343.28		
					10.264	10.225	10.139	10.240	10.225	26438	321.97		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	16/10/2019	Q / CF / 1/2" W / 7días	10.150	10.174	10.246	10.199	10.200	22174	271.36	1.00	270.1
					10.214	10.159	10.182	10.202	10.200	21954	268.67		
					10.187	10.185	10.205	10.221	10.200	22090	270.34		
		LA PODEROSA	17/09/2019	P / CF / 1/2" W / 7días	10.151	10.139	10.218	10.226	10.175	26357	324.14	3.84	327.6
					10.130	10.219	10.211	10.138	10.175	26269	323.06		
					10.230	10.159	10.177	10.218	10.200	27426	335.64		
	3/4"	FRANED	13/09/2019	F / CF / 3/4" W / 7días	10.163	10.215	10.182	10.153	10.175	23024	283.15	4.89	274.7
					10.217	10.106	10.201	10.186	10.175	22050	271.18		
					10.200	10.163	10.172	10.184	10.175	21931	269.71		
		QUILLACONA	16/09/2019	Q / CF / 3/4" W / 7días	10.206	10.258	10.198	10.151	10.200	25595	313.23	1.73	313.7
					10.228	10.241	10.225	10.202	10.225	25555	311.21		
					10.240	10.117	10.161	10.156	10.175	25747	316.64		
		LA PODEROSA	17/09/2019	P / CF / 3/4" W / 7días	10.194	10.207	10.155	10.163	10.175	25698	316.04	2.13	316.4
					10.127	10.219	10.219	10.151	10.175	25463	313.15		
					10.181	10.141	10.170	10.114	10.150	25882	319.87		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 179: Resumen de resistencia a la compresión 14 días con cemento Wari tipo I.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 14 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 14 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
WARI Tipo I	1/2"	FRANED	13/09/2019	F / CF / 1/2" W / 14días	10.195	10.216	10.189	10.206	10.200	29820	364.94	10.07	350.1
					10.135	10.155	10.190	10.185	10.175	26807	329.68		
					10.197	10.206	10.185	10.179	10.200	29056	355.59		
		QUILLACONA	13/09/2019	Q / CF / 1/2" W / 14días	10.191	10.179	10.187	10.149	10.175	34007	418.22	2.41	422.8
					10.139	10.182	10.222	10.156	10.175	34749	427.35		
					10.170	10.183	10.176	10.167	10.175	34840	428.47		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	16/10/2019	Q / CF / 1/2" W / 14días	10.224	10.203	10.192	10.235	10.225	29591	360.37	2.99	360.9
					10.205	10.202	10.197	10.177	10.200	29065	355.70		
					10.181	10.200	10.207	10.224	10.200	29947	366.49		
		LA PODEROSA	17/09/2019	P / CF / 1/2" W / 14días	10.183	10.206	10.121	10.185	10.175	32806	403.45	3.37	408.7
					10.197	10.236	10.228	10.238	10.225	34260	417.23		
					10.212	10.242	10.226	10.204	10.225	33299	405.52		
	3/4"	FRANED	13/09/2019	F / CF / 3/4" W / 14días	10.174	10.118	10.206	10.210	10.175	26269	323.06	6.78	336.1
					10.206	10.184	10.181	10.176	10.175	27601	339.44		
					10.204	10.180	10.184	10.190	10.200	28260	345.85		
		QUILLACONA	16/09/2019	Q / CF / 3/4" W / 14días	10.175	10.204	10.196	10.154	10.175	29996	368.90	10.17	394.5
					10.193	10.251	10.228	10.208	10.225	33586	409.02		
					10.196	10.187	10.237	10.228	10.200	33148	405.66		
		LA PODEROSA	17/09/2019	P / CF / 3/4" W / 14días	10.227	10.184	10.208	10.230	10.200	31703	387.98	3.59	387.8
					10.208	10.178	10.196	10.173	10.200	32256	394.75		
					10.192	10.160	10.185	10.227	10.200	31117	380.81		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 180: Resumen de resistencia a la compresión 28 días con cemento Wari tipo I.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 28 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 28 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	Coeficiente de Variación (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)					
WARI Tipo I	1/2"	FRANED	13/09/2019	F / CF / 1/2" W / 28 días	10.205	10.226	10.175	10.184	10.200	37220	455.50	9.80	5.79	447.3
					10.161	10.170	10.178	10.190	10.175	37825	465.18			
					10.166	10.157	10.159	10.186	10.175	34261	421.35			
		QUILLACONA	13/09/2019	Q / CF / 1/2" W / 28 días	10.202	10.188	10.168	10.198	10.200	38885	475.87	3.08	1.82	475.7
					10.212	10.171	10.214	10.208	10.200	38853	475.48			
					10.244	10.208	10.180	10.192	10.200	40062	490.28			
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	16/10/2019	Q / CF / 1/2" W / 28 días	10.179	10.211	10.197	10.164	10.200	35520	434.69	2.75	1.62	441.4
					10.206	10.163	10.190	10.164	10.175	35996	442.69			
					10.211	10.160	10.203	10.153	10.175	36332	446.82			
		LA PODEROSA	17/09/2019	P / CF / 1/2" W / 28 días	10.200	10.150	10.187	10.216	10.200	40261	492.71	3.87	2.28	500.2
					10.174	10.201	10.197	10.191	10.200	41841	512.05			
					10.169	10.187	10.171	10.190	10.175	40325	495.92			
	3/4"	FRANED	13/09/2019	F / CF / 3/4" W / 28 días	10.196	10.200	10.236	10.199	10.200	32449	397.11	3.65	2.15	391.7
					10.157	10.185	10.145	10.182	10.175	31129	382.83			
					10.158	10.201	10.161	10.152	10.175	32134	395.19			
		QUILLACONA	16/09/2019	Q / CF / 3/4" W / 28 días	10.158	10.181	10.265	10.203	10.200	37029	453.16	6.31	3.73	445.4
					10.193	10.214	10.237	10.178	10.200	37231	455.63			
					10.174	10.176	10.209	10.168	10.175	34764	427.53			
		LA PODEROSA	17/09/2019	P / CF / 3/4" W / 28 días	10.138	10.176	10.259	10.150	10.175	38874	478.08	8.18	4.83	475.2
					10.177	10.167	10.204	10.157	10.175	36940	454.30			
					10.203	10.243	10.178	10.195	10.200	40299	493.18			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 181: Resumen de resistencia a la compresión 1 día con cemento Yura tipo HE.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 1 dia kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 1 día kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
YURA Tipo HE	1/2"	FRANED	27/09/2019	F / CF / 1/2" HE / 1dia	10.135	10.196	10.147	10.121	10.150	3482	43.03	9.79	45.9
					10.232	10.167	10.170	10.176	10.175	3842	47.25		
					10.136	10.229	10.187	10.139	10.175	3865	47.53		
		QUILLACONA	27/09/2019	Q / CF / 1/2" HE / 1dia	10.151	10.205	10.214	10.176	10.175	3629	44.63	10.03	47.0
					10.182	10.204	10.238	10.197	10.200	4026	49.27		
					10.208	10.181	10.191	10.180	10.200	3662	44.82		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18/10/2019	Q / CF / 1/2" HE / 1dia	10.145	10.201	10.182	10.179	10.175	2864	35.22	5.63	36.0
					10.205	10.200	10.195	10.189	10.200	2915	35.67		
					10.184	10.220	10.189	10.192	10.200	3044	37.25		
		LA PODEROSA	30/09/2019	P / CF / 1/2" HE / 1dia	10.149	10.145	10.231	10.247	10.200	5414	66.26	5.49	66.4
					10.173	10.205	10.193	10.185	10.200	5285	64.68		
					10.208	10.193	10.198	10.215	10.200	5583	68.32		
	3/4"	FRANED	27/09/2019	F / CF / 3/4" HE / 1dia	10.175	10.209	10.152	10.202	10.175	2724	33.50	6.31	32.3
					10.176	10.193	10.183	10.150	10.175	2608	32.07		
					10.144	10.173	10.225	10.147	10.175	2558	31.46		
		QUILLACONA	09/10/2019	Q / CF / 3/4" HE / 1dia	10.207	10.157	10.167	10.198	10.175	3221	39.61	9.55	38.4
					10.178	10.152	10.151	10.201	10.175	3228	39.70		
					10.214	10.217	10.204	10.167	10.200	2944	36.03		
		LA PODEROSA	30/09/2019	P / CF / 3/4" HE / 1dia	10.221	10.209	10.149	10.170	10.175	3706	45.58	3.69	45.4
					10.136	10.201	10.216	10.218	10.200	3638	44.52		
					10.122	10.199	10.121	10.201	10.150	3738	46.20		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 182: Resumen de resistencia a la compresión 3 días con cemento Yura tipo HE.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 3 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 3 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
YURA Tipo HE	1/2"	FRANED	27/09/2019	F / CF / 1/2" HE / 3días	10.212	10.172	10.156	10.204	10.175	15907	195.63	4.32	190.4
					10.199	10.180	10.169	10.145	10.175	15238	187.40		
					10.148	10.170	10.192	10.208	10.175	15300	188.16		
		QUILLACONA	27/09/2019	Q / CF / 1/2" HE / 3días	10.204	10.140	10.142	10.197	10.175	15578	191.58	3.71	188.1
					10.201	10.237	10.187	10.156	10.200	15088	184.65		
					10.189	10.208	10.195	10.208	10.200	15129	185.15		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18/10/2019	Q / CF / 1/2" HE / 3días	10.196	10.170	10.200	10.164	10.175	12873	158.31	3.93	154.6
					10.134	10.174	10.190	10.141	10.150	12318	152.24		
					10.160	10.175	10.131	10.160	10.150	12403	153.29		
		LA PODEROSA	30/09/2019	P / CF / 1/2" HE / 3días	10.178	10.213	10.197	10.225	10.200	16195	198.19	1.30	197.2
					10.189	10.201	10.195	10.161	10.175	16088	197.85		
					10.200	10.184	10.158	10.188	10.175	15908	195.64		
	3/4"	FRANED	27/09/2019	F / CF / 3/4" HE / 3días	10.210	10.181	10.179	10.168	10.175	13798	169.69	8.14	178.5
					10.167	10.208	10.225	10.168	10.200	14828	181.46		
					10.208	10.200	10.199	10.205	10.200	15053	184.22		
		QUILLACONA	09/10/2019	Q / CF / 3/4" HE / 3días	10.150	10.223	10.245	10.150	10.200	15402	188.49	9.92	180.9
					10.144	10.193	10.134	10.180	10.175	14927	183.58		
					10.157	10.165	10.150	10.182	10.175	13868	170.55		
		LA PODEROSA	30/09/2019	P / CF / 3/4" HE / 3días	10.200	10.172	10.203	10.182	10.200	15491	189.58	1.72	191.6
					10.154	10.177	10.203	10.214	10.175	15683	192.87		
					10.230	10.172	10.144	10.172	10.175	15638	192.32		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 183: Resumen de resistencia a la compresión 7 días con cemento Yura tipo HE.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 7 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 7 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
YURA Tipo HE	1/2"	FRANED	27/09/2019	F / CF / 1/2" HE / 7días	10.102	10.196	10.205	10.183	10.175	20335	250.08	6.16	248.7
					10.170	10.139	10.180	10.193	10.175	19539	240.29		
					10.176	10.228	10.185	10.178	10.200	20887	255.61		
		QUILLACONA	27/09/2019	Q / CF / 1/2" HE / 7días	10.162	10.092	10.163	10.229	10.150	22174	274.05	3.27	272.9
					10.161	10.190	10.202	10.134	10.175	22104	271.84		
					10.195	10.164	10.157	10.205	10.175	21564	265.20		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18/10/2019	Q / CF / 1/2" HE / 7días	10.173	10.205	10.216	10.156	10.200	18609	227.74	7.36	231.4
					10.170	10.131	10.199	10.200	10.175	18275	224.75		
					10.156	10.193	10.207	10.162	10.175	19660	241.78		
		LA PODEROSA	30/09/2019	P / CF / 1/2" HE / 7días	10.152	10.189	10.222	10.244	10.200	22708	277.90	4.87	275.1
					10.165	10.147	10.225	10.156	10.175	21708	266.97		
					10.190	10.139	10.161	10.158	10.150	22685	280.36		
	3/4"	FRANED	27/09/2019	F / CF / 3/4" HE / 7días	10.204	10.228	10.144	10.223	10.200	19337	236.65	4.62	240.4
					10.200	10.245	10.194	10.133	10.200	19342	236.71		
					10.184	10.177	10.167	10.203	10.175	20146	247.76		
		QUILLACONA	09/10/2019	Q / CF / 3/4" HE / 7días	10.233	10.123	10.175	10.211	10.175	17328	213.10	8.28	217.4
					10.132	10.148	10.191	10.151	10.150	17038	210.57		
					10.208	10.158	10.153	10.193	10.175	18585	228.56		
		LA PODEROSA	30/09/2019	P / CF / 3/4" HE / 7días	10.125	10.187	10.176	10.224	10.175	21719	267.10	0.48	267.5
					10.194	10.167	10.209	10.165	10.175	21710	266.99		
					10.186	10.149	10.163	10.161	10.175	21815	268.29		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 184: Resumen de resistencia a la compresión 14 días con cemento Yura tipo HE.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 14 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 14 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
YURA Tipo HE	1/2"	FRANED	27/09/2019	F / CF / 1/2" HE / 14días	10.137	10.184	10.165	10.172	10.175	22815	280.58	1.48	282.6
					10.159	10.151	10.199	10.203	10.175	22962	282.39		
					10.204	10.180	10.221	10.194	10.200	23269	284.77		
		QUILLACONA	27/09/2019	Q / CF / 1/2" HE / 14días	10.206	10.154	10.168	10.197	10.175	25153	309.34	1.29	310.3
					10.153	10.181	10.213	10.188	10.175	25311	311.28		
					10.192	10.164	10.152	10.129	10.150	24864	307.29		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18/10/2019	Q / CF / 1/2" HE / 14días	10.208	10.221	10.180	10.207	10.200	22603	276.62	3.21	281.7
					10.172	10.229	10.241	10.159	10.200	23115	282.88		
					10.231	10.197	10.189	10.209	10.200	23343	285.67		
		LA PODEROSA	30/09/2019	P / CF / 1/2" HE / 14días	10.182	10.181	10.202	10.191	10.200	25507	312.15	0.87	313.6
					10.197	10.175	10.196	10.209	10.200	25635	313.72		
					10.170	10.184	10.161	10.173	10.175	25604	314.88		
	3/4"	FRANED	27/09/2019	F / CF / 3/4" HE / 14días	10.149	10.159	10.165	10.218	10.175	22108	271.89	5.31	278.0
					10.173	10.198	10.172	10.155	10.175	23309	286.66		
					10.170	10.112	10.176	10.158	10.150	22297	275.57		
		QUILLACONA	09/10/2019	Q / CF / 3/4" HE / 14días	10.195	10.177	10.163	10.207	10.175	20314	249.83	0.63	250.5
					10.192	10.180	10.208	10.200	10.200	20543	251.40		
					10.131	10.244	10.176	10.159	10.175	20354	250.32		
		LA PODEROSA	30/09/2019	P / CF / 3/4" HE / 14días	10.180	10.194	10.189	10.179	10.175	24331	299.23	7.24	301.1
					10.172	10.191	10.204	10.169	10.175	25452	313.01		
					10.195	10.173	10.152	10.148	10.175	23679	291.21		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 185: Resumen de resistencia a la compresión 28 días con cemento Yura tipo HE.

Diseño comité ACI 211 - CON factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 28 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 28 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	Coeficiente de Variación (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)					
YURA Tipo HE	1/2"	FRANED	27/09/2019	F / CF / 1/2" HE / 28 días	10.216	10.118	10.157	10.179	10.175	26673	328.03	2.40	1.41	327.8
					10.155	10.179	10.163	10.173	10.175	26968	331.66			
					10.202	10.198	10.179	10.199	10.200	26459	323.80			
		QUILLACONA	27/09/2019	Q / CF / 1/2" HE / 28 días	10.155	10.172	10.189	10.179	10.175	28966	356.23	1.13	0.67	355.0
					10.165	10.210	10.192	10.182	10.175	28759	353.68			
					10.181	10.215	10.163	10.189	10.175	28640	352.22			
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18/10/2019	Q / CF / 1/2" HE / 28 días	10.134	10.138	10.146	10.157	10.150	26261	324.56	2.55	1.51	325.8
					10.163	10.179	10.166	10.202	10.175	26201	322.22			
					10.121	10.191	10.205	10.137	10.175	26876	330.53			
		LA PODEROSA	30/09/2019	P / CF / 1/2" HE / 28 días	10.206	10.201	10.152	10.169	10.175	28633	352.13	0.93	0.55	350.6
					10.208	10.180	10.160	10.156	10.175	28518	350.72			
					10.158	10.152	10.173	10.231	10.175	28368	348.88			
	3/4"	FRANED	27/09/2019	F / CF / 3/4" HE / 28 días	10.211	10.200	10.154	10.207	10.200	26578	325.26	2.54	1.50	323.3
					10.151	10.200	10.204	10.151	10.175	25875	318.22			
					10.232	10.180	10.200	10.250	10.225	26804	326.42			
		QUILLACONA	09/10/2019	Q / CF / 3/4" HE / 28 días	10.196	10.189	10.179	10.214	10.200	21670	265.20	4.07	2.41	272.0
					10.181	10.197	10.182	10.206	10.200	22431	274.51			
					10.191	10.194	10.161	10.158	10.175	22465	276.28			
		LA PODEROSA	30/09/2019	P / CF / 3/4" HE / 28 días	10.203	10.177	10.152	10.212	10.175	28014	344.52	0.83	0.49	342.8
					10.156	10.215	10.204	10.185	10.200	27918	341.66			
					10.207	10.172	10.198	10.209	10.200	27968	342.27			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 186: Resumen de resistencia a la compresión 1 día con cemento Mishky tipo IP.

Diseño comité ACI 211 - SIN factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 1 dia kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 1 día kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
MISHKY Tipo IP	1/2"	FRANED	09/09/2019	F / SF / 1/2" M / 1día	10.193	10.200	10.189	10.180	10.200	1794	21.95	9.91	23.0
					10.163	10.141	10.190	10.178	10.175	1866	22.95		
					10.163	10.188	10.194	10.191	10.175	1971	24.24		
		QUILLACONA	10/09/2019	Q / SF / 1/2" M / 1día	10.185	10.181	10.190	10.170	10.175	2015	24.78	10.09	26.0
					10.204	10.174	10.211	10.169	10.200	2239	27.40		
					10.148	10.190	10.152	10.130	10.150	2080	25.71		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	16/10/2019	Q / SF / 1/2" M / 1día	10.188	10.219	10.184	10.182	10.200	1926	23.57	3.12	23.8
					10.205	10.150	10.195	10.204	10.200	1983	24.27		
					10.146	10.180	10.228	10.194	10.175	1913	23.53		
		LA PODEROSA	14/09/2019	P / SF / 1/2" M / 1día	10.185	10.112	10.133	10.208	10.150	2439	30.14	9.20	29.7
					10.148	10.122	10.143	10.197	10.150	2272	28.08		
					10.214	10.114	10.129	10.167	10.150	2493	30.81		
	3/4"	FRANED	10/09/2019	F / SF / 3/4" M / 1día	10.107	10.115	10.244	10.188	10.175	1948	23.96	5.20	23.2
					10.151	10.179	10.196	10.160	10.175	1858	22.85		
					10.186	10.120	10.201	10.236	10.175	1850	22.75		
		QUILLACONA	11/09/2019	Q / SF / 3/4" M / 1día	10.131	10.202	10.170	10.120	10.150	1643	20.31	8.41	21.2
					10.234	10.154	10.187	10.260	10.200	1773	21.70		
					10.202	10.196	10.195	10.184	10.200	1806	22.10		
		LA PODEROSA	14/09/2019	P / SF / 3/4" M / 1día	10.168	10.156	10.204	10.188	10.175	2705	33.27	9.14	32.4
					10.189	10.195	10.207	10.215	10.200	2730	33.41		
					10.127	10.178	10.167	10.181	10.175	2476	30.45		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 187: Resumen de resistencia a la compresión 3 días con cemento Mishky tipo IP.

Diseño comité ACI 211 - SIN factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 3 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 3 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
MISHKY Tipo IP	1/2"	FRANED	02/10/2019	F / SF / 1/2" M / 3días	10.195	10.180	10.144	10.185	10.175	4941	60.77	8.68	63.7
					10.181	10.201	10.158	10.193	10.175	5203	63.99		
					10.182	10.198	10.187	10.211	10.200	5417	66.29		
		QUILLACONA	10/09/2019	Q / SF / 1/2" M / 3días	10.198	10.180	10.188	10.175	10.175	5460	67.15	3.43	66.3
					10.175	10.191	10.181	10.205	10.200	5301	64.87		
					10.169	10.155	10.194	10.176	10.175	5448	67.00		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	16/10/2019	Q / SF / 1/2" M / 3días	10.191	10.224	10.198	10.181	10.200	5025	61.50	1.18	61.8
					10.174	10.177	10.192	10.168	10.175	5004	61.54		
					10.127	10.127	10.206	10.158	10.150	5035	62.23		
		LA PODEROSA	14/09/2019	P / SF / 1/2" M / 3días	10.156	10.121	10.225	10.246	10.175	5326	65.50	3.59	64.0
					10.241	10.187	10.199	10.196	10.200	5167	63.23		
					10.189	10.200	10.153	10.178	10.175	5139	63.20		
	3/4"	FRANED	10/09/2019	F / SF / 3/4" M / 3días	10.185	10.097	10.149	10.215	10.150	3965	49.00	0.88	48.9
					10.172	10.207	10.186	10.168	10.175	3959	48.69		
					10.159	10.198	10.201	10.144	10.175	3994	49.12		
		QUILLACONA	11/09/2019	Q / SF / 3/4" M / 3días	10.132	10.192	10.186	10.155	10.175	4842	59.55	5.23	58.3
					10.174	10.187	10.192	10.143	10.175	4594	56.50		
					10.185	10.153	10.180	10.140	10.175	4788	58.88		
		LA PODEROSA	14/09/2019	P / SF / 3/4" M / 3días	10.209	10.177	10.179	10.203	10.200	7183	87.91	6.29	85.2
					10.180	10.192	10.195	10.199	10.200	6949	85.04		
					10.178	10.172	10.139	10.208	10.175	6712	82.55		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 188: Resumen de resistencia a la compresión 7 días con cemento Mishky tipo IP.

Diseño comité ACI 211 - SIN factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 7 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 7 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
MISHKY Tipo IP	1/2"	FRANED	02/10/2019	F / SF / 1/2" M / 7días	10.175	10.191	10.226	10.188	10.200	9689	118.57	2.11	117.6
					10.173	10.220	10.185	10.180	10.200	9659	118.21		
					10.176	10.171	10.212	10.192	10.200	9486	116.09		
		QUILLACONA	10/09/2019	Q / SF / 1/2" M / 7días	10.205	10.215	10.159	10.192	10.200	9414	115.21	4.41	115.0
					10.177	10.154	10.213	10.162	10.175	9132	112.31		
					10.169	10.203	10.211	10.182	10.200	9591	117.37		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	16/10/2019	Q / SF / 1/2" M / 7días	10.232	10.185	10.158	10.219	10.200	8421	103.06	9.02	98.3
					10.215	10.139	10.200	10.151	10.175	7939	97.64		
					10.202	10.163	10.195	10.151	10.175	7659	94.19		
		LA PODEROSA	14/09/2019	P / SF / 1/2" M / 7días	10.264	10.255	10.165	10.160	10.200	10291	125.94	2.57	124.6
					10.141	10.247	10.270	10.146	10.200	10226	125.15		
					10.228	10.202	10.163	10.185	10.200	10029	122.73		
	3/4"	FRANED	10/09/2019	F / SF / 3/4" M / 7días	10.133	10.198	10.186	10.161	10.175	7802	95.95	8.24	100.1
					10.132	10.193	10.187	10.143	10.175	8473	104.20		
					10.182	10.155	10.179	10.193	10.175	8145	100.17		
		QUILLACONA	11/09/2019	Q / SF / 3/4" M / 7días	10.201	10.205	10.167	10.198	10.200	7974	97.59	8.98	98.2
					10.223	10.187	10.224	10.198	10.200	8406	102.87		
					10.203	10.181	10.159	10.218	10.200	7686	94.06		
		LA PODEROSA	14/09/2019	P / SF / 3/4" M / 7días	10.145	10.250	10.261	10.169	10.200	11828	144.75	4.97	140.4
					10.200	10.133	10.235	10.252	10.200	11258	137.78		
					10.203	10.169	10.126	10.187	10.175	11276	138.67		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 189: Resumen de resistencia a la compresión 14 días con cemento Mishky tipo IP.

Diseño comité ACI 211 - SIN factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 14 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 14 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
MISHKY Tipo IP	1/2"	FRANED	02/10/2019	F / SF / 1/2" M / 14días	10.185	10.193	10.192	10.172	10.175	12307	151.35	5.45	154.7
					10.197	10.210	10.202	10.154	10.200	12502	153.00		
					10.204	10.229	10.197	10.183	10.200	13056	159.78		
		QUILLACONA	10/09/2019	Q / SF / 1/2" M / 14días	10.189	10.219	10.221	10.195	10.200	13402	164.01	10.54	153.8
					10.196	10.152	10.179	10.170	10.175	12158	149.52		
					10.190	10.152	10.176	10.133	10.175	12019	147.81		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	16/10/2019	Q / SF / 1/2" M / 14días	10.172	10.204	10.195	10.139	10.175	10820	133.07	7.11	133.0
					10.193	10.182	10.167	10.190	10.175	10429	128.26		
					10.180	10.198	10.197	10.207	10.200	11253	137.71		
		LA PODEROSA	14/09/2019	P / SF / 1/2" M / 14días	10.184	10.171	10.225	10.185	10.200	13610	166.56	8.95	160.3
					10.207	10.173	10.163	10.139	10.175	12377	152.21		
					10.191	10.143	10.156	10.214	10.175	13182	162.11		
	3/4"	FRANED	10/09/2019	F / SF / 3/4" M / 14días	10.170	10.179	10.182	10.201	10.175	12146	149.37	8.52	146.0
					10.199	10.185	10.171	10.145	10.175	11225	138.05		
					10.192	10.205	10.189	10.181	10.200	12297	150.49		
		QUILLACONA	11/09/2019	Q / SF / 3/4" M / 14días	10.205	10.195	10.185	10.193	10.200	11375	139.21	6.34	137.8
					10.176	10.202	10.184	10.153	10.175	10792	132.72		
					10.173	10.183	10.215	10.193	10.200	11559	141.46		
		LA PODEROSA	14/09/2019	P / SF / 3/4" M / 14días	10.190	10.184	10.151	10.169	10.175	15028	184.82	0.60	185.2
					10.190	10.159	10.197	10.224	10.200	15192	185.92		
					10.197	10.211	10.154	10.177	10.175	15036	184.92		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 190: Resumen de resistencia a la compresión 28 días con cemento Mishky tipo IP .

Diseño comité ACI 211 - SIN factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 28 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 28 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	Coeficiente de Variación (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)					
	1/2"	FRANED	02/10/2019	F / SF / 1/2" M / 28días	10.202	10.199	10.188	10.184	10.200	16317	199.69	6.52	3.85	199.7
					10.211	10.170	10.178	10.192	10.200	15784	193.16			
					10.229	10.196	10.189	10.178	10.200	16847	206.17			
		QUILLACONA	10/09/2019	Q / SF / 1/2" M / 28días	10.186	10.165	10.157	10.190	10.175	16900	207.84	2.78	1.64	211.4
					10.201	10.227	10.194	10.188	10.200	17464	213.72			
					10.203	10.185	10.192	10.223	10.200	17364	212.50			
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	16/10/2019	Q / SF / 1/2" M / 28días	10.136	10.195	10.161	10.202	10.175	15608	191.95	3.88	2.29	194.6
					10.119	10.150	10.208	10.115	10.150	15574	192.48			
					10.122	10.137	10.200	10.149	10.150	16143	199.51			
		LA PODEROSA	14/09/2019	P / SF / 1/2" M / 28días	10.213	10.176	10.183	10.197	10.200	16076	196.74	1.96	1.15	198.6
					10.226	10.209	10.181	10.203	10.200	16207	198.34			
					10.192	10.175	10.205	10.171	10.175	16313	200.62			
	3/4"	FRANED	10/09/2019	F / SF / 3/4" M / 28días	10.174	10.169	10.200	10.194	10.175	14804	182.06	6.29	3.72	189.2
					10.243	10.238	10.190	10.183	10.225	15928	193.97			
					10.225	10.255	10.178	10.186	10.200	15663	191.68			
		QUILLACONA	11/09/2019	Q / SF / 3/4" M / 28días	10.146	10.198	10.185	10.170	10.175	14860	182.75	7.29	4.30	189.4
					10.190	10.204	10.193	10.200	10.200	15447	189.04			
					10.209	10.200	10.182	10.202	10.200	16061	196.55			
		LA PODEROSA	14/09/2019	P / SF / 3/4" M / 28días	10.180	10.123	10.214	10.204	10.175	18638	229.21	6.40	3.78	224.9
					10.205	10.220	10.190	10.232	10.200	18790	229.95			
					10.194	10.120	10.154	10.186	10.175	17527	215.55			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 191: Resumen de resistencia a la compresión 1 día con cemento Yura tipo IP.

Diseño comité ACI 211 - SIN factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 1 dia kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 1 día kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
YURA Tipo IP	1/2"	FRANED	19/09/2019	F / SF / 1/2" Y / 1día	10.167	10.145	10.200	10.188	10.175	1811	22.27	3.89	21.8
					10.193	10.202	10.186	10.130	10.175	1742	21.42		
					10.186	10.120	10.201	10.236	10.175	1770	21.77		
		QUILLACONA	20/09/2019	Q / SF / 1/2" Y / 1día	10.182	10.127	10.195	10.171	10.175	1851	22.76	6.59	23.0
					10.119	10.133	10.230	10.168	10.150	1885	23.30		
					10.156	10.140	10.202	10.204	10.175	1773	21.80		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18/10/2019	Q / SF / 1/2" Y / 1día	10.190	10.149	10.159	10.176	10.175	1371	16.86	9.89	17.8
					10.200	10.175	10.183	10.192	10.200	1522	18.63		
					10.133	10.146	10.188	10.152	10.150	1461	18.06		
		LA PODEROSA	26/09/2019	P / SF / 1/2" Y / 1día	10.155	10.152	10.121	10.189	10.150	1944	24.03	10.02	23.7
					10.253	10.230	10.196	10.174	10.225	2033	24.76		
					10.184	10.141	10.162	10.145	10.150	1811	22.38		
	3/4"	FRANED	19/09/2019	F / SF / 3/4" Y / 1día	10.148	10.158	10.215	10.196	10.175	1321	16.25	1.10	16.2
					10.248	10.214	10.123	10.167	10.200	1320	16.15		
					10.173	10.218	10.194	10.193	10.200	1313	16.07		
		QUILLACONA	24/09/2019	Q / SF / 3/4" Y / 1día	10.185	10.134	10.195	10.200	10.175	1492	18.35	10.07	17.2
					10.162	10.176	10.192	10.181	10.175	1351	16.61		
					10.196	10.178	10.131	10.204	10.175	1359	16.71		
		LA PODEROSA	26/09/2019	P / SF / 3/4" Y / 1día	10.128	10.122	10.134	10.112	10.125	1568	19.47	9.05	20.2
					10.196	10.141	10.174	10.162	10.175	1622	19.95		
					10.203	10.192	10.185	10.216	10.200	1741	21.31		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 192: Resumen de resistencia a la compresión 3 días con cemento Yura tipo IP.

Diseño comité ACI 211 - SIN factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 3 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 3 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
YURA Tipo IP	1/2"	FRANED	19/09/2019	F / SF / 1/2" Y / 3días	10.148	10.199	10.172	10.150	10.175	4977	61.21	2.47	62.2
					10.199	10.230	10.186	10.134	10.175	5102	62.75		
					10.192	10.156	10.165	10.195	10.175	5101	62.73		
		QUILLACONA	20/09/2019	Q / SF / 1/2" Y / 3días	10.207	10.181	10.178	10.169	10.175	6476	79.64	1.30	79.1
					10.189	10.250	10.176	10.155	10.200	6424	78.62		
					10.201	10.160	10.153	10.198	10.175	6401	78.72		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18/10/2019	Q / SF / 1/2" Y / 3días	10.172	10.161	10.201	10.174	10.175	5538	68.11	5.01	66.8
					10.201	10.172	10.137	10.115	10.150	5240	64.76		
					10.198	10.155	10.205	10.141	10.175	5501	67.65		
		LA PODEROSA	26/09/2019	P / SF / 1/2" Y / 3días	10.107	10.115	10.182	10.191	10.150	6031	74.54	1.05	74.5
					10.213	10.215	10.194	10.153	10.200	6058	74.14		
					10.178	10.152	10.201	10.198	10.175	6092	74.92		
	3/4"	FRANED	19/09/2019	F / SF / 3/4" Y / 3días	10.160	10.140	10.209	10.189	10.175	4251	52.28	10.74	55.7
					10.170	10.230	10.212	10.184	10.200	4632	56.69		
					10.186	10.120	10.201	10.236	10.175	4738	58.27		
		QUILLACONA	24/09/2019	Q / SF / 3/4" Y / 3días	10.216	10.201	10.164	10.152	10.175	5005	61.55	7.65	58.8
					10.187	10.193	10.209	10.181	10.200	4662	57.05		
					10.195	10.199	10.118	10.145	10.175	4709	57.91		
		LA PODEROSA	26/09/2019	P / SF / 3/4" Y / 3días	10.187	10.211	10.228	10.189	10.200	5290	64.74	7.32	61.8
					10.185	10.214	10.162	10.138	10.175	4896	60.21		
					10.174	10.120	10.201	10.155	10.150	4900	60.56		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 193: Resumen de resistencia a la compresión 7 días con cemento Yura tipo IP.

Diseño comité ACI 211 - SIN factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 7 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 7 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
YURA Tipo IP	1/2"	FRANED	19/09/2019	F / SF / 1/2" Y / 7días	10.115	10.199	10.214	10.102	10.150	8087	99.95	5.65	101.3
					10.141	10.210	10.123	10.128	10.150	8019	99.11		
					10.228	10.197	10.186	10.194	10.200	8566	104.83		
		QUILLACONA	20/09/2019	Q / SF / 1/2" Y / 7días	10.175	10.208	10.116	10.156	10.175	8770	107.86	6.72	111.6
					10.175	10.164	10.212	10.225	10.200	9427	115.37		
					10.178	10.137	10.204	10.197	10.175	9387	115.44		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18/10/2019	Q / SF / 1/2" Y / 7días	10.178	10.155	10.184	10.212	10.175	8209	100.96	8.97	102.6
					10.190	10.144	10.157	10.201	10.175	8784	108.03		
					10.141	10.167	10.194	10.190	10.175	8036	98.83		
		LA PODEROSA	26/09/2019	P / SF / 1/2" Y / 7días	10.174	10.206	10.185	10.138	10.175	9463	116.38	2.36	116.7
					10.130	10.155	10.160	10.133	10.150	9350	115.56		
					10.213	10.145	10.185	10.127	10.175	9620	118.31		
	3/4"	FRANED	19/09/2019	F / SF / 3/4" Y / 1día	10.150	10.175	10.143	10.182	10.175	7717	94.91	1.73	95.8
					10.166	10.148	10.203	10.221	10.175	7810	96.05		
					10.215	10.142	10.166	10.186	10.175	7852	96.57		
		QUILLACONA	24/09/2019	Q / SF / 3/4" Y / 7días	10.197	10.144	10.235	10.188	10.200	7976	97.61	6.56	95.4
					10.193	10.198	10.202	10.130	10.175	7428	91.35		
					10.186	10.120	10.201	10.236	10.175	7901	97.17		
		LA PODEROSA	26/09/2019	P / SF / 3/4" Y / 7días	10.206	10.182	10.166	10.161	10.175	9298	114.35	6.59	111.1
					10.200	10.173	10.183	10.194	10.200	8745	107.02		
					10.198	10.195	10.160	10.182	10.175	9108	112.01		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 194: Resumen de resistencia a la compresión 14 días con cemento Yura tipo IP.

Diseño comité ACI 211 - SIN factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 14 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 14 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
YURA Tipo IP	1/2"	FRANED	19/09/2019	F / SF / 1/2" Y / 14días	10.202	10.171	10.196	10.184	10.200	11762	143.94	2.13	142.7
					10.181	10.195	10.148	10.204	10.175	11654	143.32		
					10.177	10.172	10.193	10.188	10.175	11457	140.90		
		QUILLACONA	20/09/2019	Q / SF / 1/2" Y / 14días	10.203	10.254	10.189	10.192	10.200	10978	134.35	7.61	139.6
					10.235	10.147	10.179	10.204	10.200	11842	144.92		
					10.149	10.185	10.209	10.168	10.175	11177	137.46		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18/10/2019	Q / SF / 1/2" Y / 14días	10.225	10.240	10.159	10.232	10.225	10329	125.79	4.23	122.6
					10.117	10.154	10.263	10.162	10.175	9807	120.61		
					10.119	10.203	10.211	10.122	10.175	9865	121.32		
		LA PODEROSA	26/09/2019	P / SF / 1/2" Y / 14días	10.160	10.173	10.204	10.188	10.175	11636	143.10	2.18	143.9
					10.192	10.194	10.201	10.139	10.175	11864	145.91		
					10.201	10.172	10.158	10.198	10.175	11609	142.77		
	3/4"	FRANED	19/09/2019	F / SF / 3/4" Y / 14días	10.142	10.189	10.211	10.197	10.175	9996	122.93	6.91	128.0
					10.177	10.149	10.155	10.157	10.150	10464	129.32		
					10.158	10.182	10.189	10.184	10.175	10715	131.78		
		QUILLACONA	24/09/2019	Q / SF / 3/4" Y / 14días	10.204	10.182	10.195	10.212	10.200	9958	121.87	9.19	124.0
					10.189	10.193	10.171	10.167	10.175	9707	119.38		
					10.183	10.204	10.216	10.199	10.200	10686	130.78		
		LA PODEROSA	26/09/2019	P / SF / 3/4" Y / 14días	10.135	10.187	10.198	10.160	10.175	10812	132.97	4.31	135.0
					10.194	10.170	10.185	10.213	10.200	11341	138.79		
					10.175	10.136	10.180	10.183	10.175	10837	133.28		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 195: Resumen de resistencia a la compresión 28 días con cemento Yura tipo IP.

Diseño comité ACI 211 - SIN factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 28 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 28 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	Coeficiente de Variación (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)					
YURA Tipo IP	1/2"	FRANED	19/09/2019	F / SF / 1/2" Y / 28días	10.170	10.169	10.201	10.153	10.175	13784	169.52	7.36	4.35	167.4
					10.159	10.188	10.195	10.179	10.175	14022	172.45			
					10.194	10.158	10.143	10.201	10.175	13020	160.12			
		QUILLACONA	20/09/2019	Q / SF / 1/2" Y / 28días	10.155	10.159	10.189	10.196	10.175	12912	158.79	6.25	3.69	163.7
					10.169	10.185	10.158	10.163	10.175	13713	168.65			
					10.189	10.174	10.168	10.200	10.175	13753	169.14			
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18/10/2019	Q / SF / 1/2" Y / 28días	10.131	10.205	10.219	10.149	10.175	12698	156.16	2.58	1.52	156.0
					10.215	10.162	10.133	10.201	10.175	12840	157.91			
					10.219	10.157	10.149	10.202	10.175	12513	153.89			
		LA PODEROSA	26/09/2019	P / SF / 1/2" Y / 28días	10.121	10.175	10.180	10.207	10.175	14590	179.43	3.99	2.36	182.3
					10.144	10.157	10.207	10.188	10.175	15181	186.70			
					10.162	10.193	10.180	10.130	10.175	14697	180.75			
	3/4"	FRANED	19/09/2019	F / SF / 3/4" Y / 28días	10.151	10.196	10.183	10.186	10.175	12654	155.62	1.47	0.87	157.1
					10.208	10.184	10.171	10.217	10.200	12895	157.81			
					10.148	10.193	10.182	10.157	10.175	12842	157.93			
		QUILLACONA	24/09/2019	Q / SF / 3/4" Y / 28días	10.145	10.181	10.131	10.189	10.150	12561	155.24	3.59	2.12	153.9
					10.149	10.231	10.215	10.138	10.175	12680	155.94			
					10.222	10.150	10.203	10.211	10.200	12291	150.42			
		LA PODEROSA	26/09/2019	P / SF / 3/4" Y / 28días	10.201	10.158	10.179	10.181	10.175	13993	172.09	4.93	2.91	167.9
					10.130	10.152	10.206	10.172	10.175	13320	163.81			
					10.178	10.168	10.151	10.180	10.175	13647	167.83			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 196: Resumen de resistencia a la compresión 1 día con cemento Wari tipo I.

Diseño comité ACI 211 - SIN factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 1 dia kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 1 día kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
WARI Tipo I	1/2"	FRANED	13/09/2019	F / SF / 1/2" W / 1día	10.192	10.181	10.195	10.232	10.200	3449	42.21	9.56	44.3
					10.165	10.143	10.200	10.194	10.175	3595	44.21		
					10.191	10.198	10.167	10.217	10.200	3795	46.44		
		QUILLACONA	16/09/2019	Q / SF / 1/2" W / 1día	10.211	10.194	10.178	10.186	10.200	7333	89.74	8.08	88.3
					10.228	10.192	10.153	10.193	10.200	7092	86.79		
					10.217	10.133	10.221	10.133	10.175	6729	82.75		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18/10/2019	Q / SF / 1/2" W / 1día	10.180	10.183	10.168	10.199	10.175	3399	41.80	6.10	41.9
					10.187	10.201	10.180	10.192	10.200	3528	43.18		
					10.214	10.191	10.168	10.171	10.175	3303	40.62		
		LA PODEROSA	17/09/2019	P / SF / 1/2" W / 1día	10.148	10.157	10.200	10.186	10.175	3293	40.50	10.23	42.8
					10.171	10.219	10.186	10.215	10.200	3512	42.98		
					10.144	10.183	10.203	10.191	10.175	3649	44.88		
	3/4"	FRANED	13/09/2019	F / SF / 3/4" W / 1día	10.202	10.320	10.204	10.165	10.225	2898	35.29	5.09	36.1
					10.190	10.215	10.175	10.244	10.200	3034	37.13		
					10.165	10.125	10.156	10.208	10.175	2926	35.98		
		QUILLACONA	16/09/2019	Q / SF / 3/4" W / 1día	10.109	10.184	10.201	10.169	10.175	5291	65.07	8.94	64.3
					10.203	10.197	10.150	10.165	10.175	5434	66.83		
					10.231	10.186	10.171	10.191	10.200	4991	61.08		
		LA PODEROSA	17/09/2019	P / SF / 3/4" W / 1día	10.147	10.125	10.204	10.188	10.175	2541	31.25	0.53	31.3
					10.193	10.197	10.180	10.138	10.175	2554	31.41		
					10.186	10.181	10.201	10.236	10.200	2553	31.24		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 197: Resumen de resistencia a la compresión 3 días con cemento Wari tipo I.

Diseño comité ACI 211 - SIN factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 3 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 3 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
WARI Tipo I	1/2"	FRANED	13/09/2019	F / SF / 1/2" W / 3días	10.191	10.170	10.143	10.189	10.175	10853	133.47	10.04	138.5
					10.162	10.159	10.179	10.131	10.150	10900	134.71		
					10.171	10.211	10.231	10.180	10.200	12043	147.38		
		QUILLACONA	16/09/2019	Q / SF / 1/2" W / 3días	10.169	10.135	10.167	10.227	10.175	13532	166.42	7.97	166.0
					10.206	10.227	10.258	10.193	10.225	13602	165.65		
					10.188	10.140	10.261	10.217	10.200	14645	179.23		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18/10/2019	Q / SF / 1/2" W / 3días	10.208	10.161	10.176	10.156	10.175	10254	126.11	9.64	134.4
					10.189	10.196	10.200	10.184	10.200	11363	139.06		
					10.170	10.184	10.206	10.204	10.200	11286	138.12		
		LA PODEROSA	17/09/2019	P / SF / 1/2" W / 3días	10.170	10.255	10.230	10.145	10.200	10861	132.92	6.10	129.8
					10.183	10.155	10.188	10.171	10.175	10164	125.00		
					10.215	10.138	10.201	10.221	10.200	10732	131.34		
	3/4"	FRANED	13/09/2019	F / SF / 3/4" W / 3días	10.247	10.162	10.204	10.174	10.200	8941	109.42	2.44	108.0
					10.168	10.194	10.175	10.231	10.200	8811	107.83		
					10.187	10.139	10.191	10.142	10.175	8683	106.79		
		QUILLACONA	16/09/2019	Q / SF / 3/4" W / 3días	10.146	10.186	10.247	10.158	10.175	13491	165.91	3.61	163.6
					10.191	10.146	10.202	10.222	10.200	13483	165.00		
					10.173	10.156	10.193	10.207	10.175	13010	160.00		
		LA PODEROSA	17/09/2019	P / SF / 3/4" W / 3días	10.161	10.183	10.200	10.158	10.175	9065	111.48	6.92	110.7
					10.165	10.166	10.201	10.225	10.200	8696	106.42		
					10.206	10.171	10.127	10.148	10.175	9276	114.08		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 198: Resumen de resistencia a la compresión 7 días con cemento Wari tipo I.

Diseño comité ACI 211 - SIN factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 7 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 7 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
WARI Tipo I	1/2"	FRANED	13/09/2019	F / SF / 1/2" W / 7días	10.205	10.168	10.203	10.153	10.175	17279	212.50	3.14	212.3
					10.190	10.196	10.202	10.185	10.200	17063	208.82		
					10.171	10.206	10.112	10.212	10.175	17522	215.49		
		QUILLACONA	16/09/2019	Q / SF / 1/2" W / 7días	10.236	10.226	10.200	10.196	10.225	20786	253.14	8.19	247.8
					10.203	10.172	10.158	10.134	10.175	19717	242.48		
					10.224	10.226	10.184	10.132	10.200	19058	233.23		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18/10/2019	Q / SF / 1/2" W / 7días	10.210	10.230	10.203	10.175	10.200	16355	200.15	4.54	194.9
					10.207	10.184	10.201	10.183	10.200	15632	191.30		
					10.167	10.196	10.223	10.162	10.175	15711	193.22		
		LA PODEROSA	17/09/2019	P / SF / 1/2" W / 7días	10.196	10.190	10.241	10.173	10.200	18988	232.37	6.60	227.5
					10.222	10.178	10.135	10.205	10.175	18912	232.58		
					10.155	10.205	10.145	10.180	10.175	17691	217.57		
	3/4"	FRANED	13/09/2019	F / SF / 3/4" W / 7días	10.205	10.096	10.217	10.193	10.175	15774	193.99	1.76	194.5
					10.171	10.209	10.177	10.206	10.200	16050	196.42		
					10.173	10.181	10.185	10.190	10.175	15693	193.00		
		QUILLACONA	16/09/2019	Q / SF / 3/4" W / 7días	10.152	10.145	10.223	10.221	10.175	18999	233.65	9.36	224.1
					10.193	10.218	10.125	10.117	10.175	17293	212.67		
					10.234	10.241	10.177	10.159	10.200	18468	226.01		
		LA PODEROSA	17/09/2019	P / SF / 3/4" W / 7días	10.193	10.179	10.146	10.171	10.175	16354	201.12	6.91	203.2
					10.211	10.204	10.169	10.178	10.200	17266	211.30		
					10.216	10.149	10.179	10.185	10.175	16039	197.25		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 199: Resumen de resistencia a la compresión 14 días con cemento Wari tipo I.

Diseño comité ACI 211 - SIN factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 14 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 14 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
WARI Tipo I	1/2"	FRANED	13/09/2019	F / SF / 1/2" W / 14días	10.192	10.175	10.164	10.185	10.175	23763	292.24	5.96	281.3
					10.196	10.191	10.184	10.251	10.200	22559	276.08		
					10.222	10.162	10.226	10.128	10.175	22399	275.47		
		QUILLACONA	16/09/2019	Q / SF / 1/2" W / 14días	10.206	10.180	10.170	10.148	10.175	26360	324.18	0.70	323.1
					10.223	10.202	10.187	10.193	10.200	26316	322.05		
					10.219	10.216	10.198	10.188	10.200	26502	324.33		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18/10/2019	Q / SF / 1/2" W / 14días	10.264	10.255	10.165	10.160	10.200	22481	275.12	8.40	276.6
					10.141	10.247	10.270	10.146	10.200	21715	265.75		
					10.228	10.202	10.163	10.185	10.200	23614	288.99		
		LA PODEROSA	17/09/2019	P / SF / 1/2" W / 14días	10.150	10.165	10.208	10.199	10.175	24467	300.90	7.86	311.8
					10.157	10.199	10.253	10.171	10.200	25254	309.06		
					10.137	10.167	10.134	10.201	10.150	26331	325.42		
	3/4"	FRANED	13/09/2019	F / SF / 3/4" W / 14días	10.204	10.193	10.191	10.200	10.200	19229	235.32	7.26	239.4
					10.180	10.185	10.173	10.142	10.175	18931	232.82		
					10.162	10.193	10.201	10.203	10.200	20445	250.21		
		QUILLACONA	16/09/2019	Q / SF / 3/4" W / 14días	10.140	10.179	10.240	10.176	10.175	24320	299.09	3.74	305.9
					10.261	10.148	10.148	10.235	10.200	25375	310.54		
					10.191	10.172	10.218	10.176	10.200	25168	308.01		
		LA PODEROSA	17/09/2019	P / SF / 3/4" W / 14días	10.176	10.212	10.224	10.185	10.200	23363	285.92	2.84	288.9
					10.125	10.128	10.204	10.216	10.175	23915	294.11		
					10.181	10.150	10.159	10.191	10.175	23313	286.71		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 200: Resumen de resistencia a la compresión 28 días con cemento Wari tipo I.

Diseño comité ACI 211 - SIN factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 28 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 28 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	Coeficiente de Variación (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)					
WARI Tipo I	1/2"	FRANED	13/09/2019	F / SF / 1/2" W / 28días	10.190	10.157	10.193	10.206	10.175	28968	356.25	4.92	2.90	350.2
					10.144	10.201	10.169	10.193	10.175	28900	355.42			
					10.188	10.153	10.139	10.173	10.175	27568	339.04			
		QUILLACONA	16/09/2019	Q / SF / 1/2" W / 28días	10.230	10.200	10.241	10.196	10.225	32119	391.15	6.80	4.01	378.2
					10.158	10.165	10.261	10.195	10.200	29850	365.30			
					10.194	10.204	10.241	10.215	10.225	31566	384.42			
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	18/10/2019	Q / SF / 1/2" W / 28días	10.144	10.200	10.196	10.164	10.175	27513	338.36	1.95	1.15	339.7
					10.197	10.213	10.177	10.191	10.200	27541	337.05			
					10.211	10.171	10.163	10.201	10.175	27946	343.69			
		LA PODEROSA	17/09/2019	P / SF / 1/2" W / 28días	10.172	10.208	10.189	10.236	10.200	33674	412.10	8.75	5.17	390.5
					10.177	10.181	10.235	10.209	10.200	31177	381.54			
					10.210	10.196	10.159	10.199	10.200	30881	377.92			
	3/4"	FRANED	13/09/2019	F / SF / 3/4" W / 28días	10.206	10.201	10.180	10.170	10.200	25052	306.59	7.67	4.53	304.5
					10.168	10.159	10.186	10.186	10.175	25618	315.06			
					10.201	10.151	10.186	10.146	10.175	23720	291.71			
		QUILLACONA	16/09/2019	Q / SF / 3/4" W / 28días	10.143	10.159	10.195	10.173	10.175	26882	330.60	9.65	5.70	350.8
					10.210	10.188	10.203	10.186	10.200	29781	364.46			
					10.190	10.148	10.201	10.215	10.200	29193	357.26			
		LA PODEROSA	17/09/2019	P / SF / 3/4" W / 28días	10.170	10.196	10.200	10.193	10.200	31238	382.29	5.57	3.29	373.5
					10.230	10.145	10.114	10.196	10.175	29394	361.49			
					10.214	10.170	10.164	10.194	10.175	30624	376.62			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 201: Resumen de resistencia a la compresión 1 día con cemento Yura tipo HE.

Diseño comité ACI 211 - SIN factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 1 dia kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 1 día kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
YURA Tipo HE	1/2"	FRANED	27/09/2019	F / CF / 1/2" HE / 1dia	10.119	10.126	10.217	10.187	10.150	2508	31.00	5.19	30.8
					10.224	10.188	10.163	10.144	10.175	2560	31.48		
					10.160	10.161	10.186	10.196	10.175	2430	29.88		
		QUILLACONA	09/10/2019	Q / CF / 1/2" HE / 1dia	10.187	10.220	10.198	10.189	10.200	2614	31.99	9.69	31.8
					10.194	10.190	10.172	10.210	10.200	2586	31.65		
					10.194	10.171	10.180	10.154	10.175	2358	29.00		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	21/10/2019	Q / CF / 1/2" HE / 1dia	10.153	10.225	10.135	10.223	10.175	2382	29.29	5.55	29.8
					10.140	10.199	10.220	10.174	10.175	2382	29.29		
					10.230	10.187	10.175	10.203	10.200	2529	30.95		
		LA PODEROSA	30/09/2019	P / CF / 1/2" HE / 1dia	10.178	10.158	10.221	10.204	10.200	3515	43.02	5.74	41.9
					10.131	10.165	10.175	10.180	10.175	3302	40.61		
					10.175	10.141	10.168	10.182	10.175	3432	42.21		
	3/4"	FRANED	27/09/2019	F / CF / 3/4" HE / 1dia	10.156	10.165	10.141	10.120	10.150	1865	23.05	8.07	22.9
					10.187	10.143	10.196	10.169	10.175	1784	21.94		
					10.204	10.210	10.190	10.198	10.200	1944	23.79		
		QUILLACONA	11/10/2019	Q / CF / 3/4" HE / 1dia	10.180	10.181	10.200	10.170	10.175	2295	28.22	7.13	28.0
					10.204	10.174	10.159	10.169	10.175	2347	28.86		
					10.148	10.190	10.132	10.132	10.150	2174	26.87		
		LA PODEROSA	30/09/2019	P / CF / 3/4" HE / 1dia	10.185	10.176	10.180	10.182	10.175	1717	21.12	1.28	21.1
					10.204	10.209	10.166	10.154	10.175	1703	20.94		
					10.216	10.211	10.168	10.112	10.175	1725	21.21		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 202: Resumen de resistencia a la compresión 3 días con cemento Yura tipo HE.

Diseño comité ACI 211 - SIN factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 3 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 3 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
YURA Tipo HE	1/2"	FRANED	27/09/2019	F / CF / 1/2" HE / 3días	10.121	10.112	10.143	10.139	10.125	9876	122.66	4.69	122.2
					10.179	10.146	10.139	10.116	10.150	9632	119.04		
					10.200	10.226	10.208	10.197	10.200	10195	124.77		
		QUILLACONA	09/10/2019	Q / CF / 1/2" HE / 3días	10.193	10.162	10.176	10.183	10.175	11197	137.70	2.07	137.1
					10.154	10.167	10.208	10.154	10.175	11092	136.41		
					10.197	10.136	10.196	10.153	10.175	10968	134.89		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	21/10/2019	Q / CF / 1/2" HE / 3días	10.221	10.189	10.196	10.176	10.200	8618	105.47	9.10	101.5
					10.160	10.188	10.159	10.123	10.150	7786	96.23		
					10.162	10.152	10.188	10.226	10.175	8367	102.90		
		LA PODEROSA	30/09/2019	P / CF / 1/2" HE / 3días	10.150	10.194	10.215	10.198	10.200	9727	119.04	10.21	117.3
					10.170	10.209	10.115	10.164	10.175	8986	110.51		
					10.187	10.208	10.183	10.228	10.200	10009	122.49		
	3/4"	FRANED	27/09/2019	F / CF / 3/4" HE / 3días	10.183	10.231	10.188	10.247	10.200	9506	116.33	3.44	113.8
					10.196	10.199	10.157	10.162	10.175	9162	112.68		
					10.209	10.144	10.169	10.221	10.175	9141	112.42		
		QUILLACONA	11/10/2019	Q / CF / 3/4" HE / 3días	10.215	10.169	10.175	10.214	10.200	9450	115.65	5.44	118.7
					10.162	10.159	10.206	10.200	10.175	9929	122.11		
					10.164	10.193	10.165	10.209	10.175	9624	118.36		
		LA PODEROSA	30/09/2019	P / CF / 3/4" HE / 3días	10.153	10.208	10.143	10.154	10.175	8960	110.19	8.82	113.1
					10.139	10.130	10.169	10.231	10.175	8907	109.54		
					10.203	10.185	10.189	10.230	10.200	9766	119.52		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 203: Resumen de resistencia a la compresión 7 días con cemento Yura tipo HE.

Diseño comité ACI 211 - SIN factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 7 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 7 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
YURA Tipo HE	1/2"	FRANED	27/09/2019	F / CF / 1/2" HE / 7días	10.161	10.113	10.196	10.148	10.150	13978	172.75	10.20	181.6
					10.221	10.122	10.167	10.156	10.175	14704	180.83		
					10.239	10.193	10.196	10.250	10.225	15706	191.27		
		QUILLACONA	09/10/2019	Q / CF / 1/2" HE / 7días	10.162	10.203	10.127	10.151	10.150	15676	193.74	7.06	199.8
					10.197	10.234	10.174	10.188	10.200	16825	205.90		
					10.122	10.165	10.194	10.173	10.175	15611	191.99		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	21/10/2019	Q / CF / 1/2" HE / 7días	10.185	10.170	10.211	10.175	10.175	11696	143.84	8.10	149.8
					10.172	10.200	10.209	10.224	10.200	12227	149.63		
					10.253	10.210	10.232	10.188	10.225	12808	155.98		
		LA PODEROSA	30/09/2019	P / CF / 1/2" HE / 7días	10.179	10.220	10.212	10.175	10.200	15327	187.57	2.19	187.3
					10.152	10.230	10.200	10.130	10.175	15056	185.16		
					10.182	10.135	10.211	10.194	10.175	15390	189.27		
	3/4"	FRANED	27/09/2019	F / CF / 3/4" HE / 7días	10.178	10.086	10.125	10.201	10.150	14083	174.05	4.58	174.5
					10.144	10.154	10.200	10.220	10.175	13883	170.74		
					10.163	10.167	10.170	10.194	10.175	14533	178.73		
		QUILLACONA	11/10/2019	Q / CF / 3/4" HE / 7días	10.114	10.224	10.221	10.126	10.175	12652	155.60	2.00	157.1
					10.122	10.188	10.230	10.250	10.200	12837	157.10		
					10.162	10.189	10.210	10.214	10.200	12971	158.74		
		LA PODEROSA	30/09/2019	P / CF / 3/4" HE / 7días	10.164	10.195	10.213	10.178	10.200	13939	170.59	2.74	173.0
					10.191	10.256	10.222	10.124	10.200	14145	173.11		
					10.242	10.231	10.201	10.198	10.225	14396	175.32		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 204: Resumen de resistencia a la compresión 14 días con cemento Yura tipo HE.

Diseño comité ACI 211 - SIN factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 14 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 14 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)				
YURA Tipo HE	1/2"	FRANED	27/09/2019	F / CF / 1/2" HE / 14días	10.186	10.150	10.135	10.187	10.175	17092	210.20	4.83	214.7
					10.212	10.194	10.166	10.220	10.200	18023	220.57		
					10.158	10.120	10.188	10.168	10.150	17272	213.46		
		QUILLACONA	09/10/2019	Q / CF / 1/2" HE / 14días	10.192	10.183	10.194	10.197	10.200	17829	218.19	5.17	224.0
					10.219	10.230	10.213	10.197	10.225	18868	229.78		
					10.187	10.192	10.231	10.174	10.200	18346	224.52		
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	21/10/2019	Q / CF / 1/2" HE / 14días	10.204	10.215	10.165	10.160	10.175	15450	190.01	5.53	183.8
					10.141	10.217	10.202	10.176	10.175	14772	181.67		
					10.178	10.202	10.163	10.185	10.175	14623	179.84		
		LA PODEROSA	30/09/2019	P / CF / 1/2" HE / 14días	10.215	10.196	10.192	10.210	10.200	18794	230.00	10.54	220.5
					10.151	10.171	10.196	10.182	10.175	16813	206.77		
					10.158	10.182	10.192	10.198	10.175	18271	224.70		
	3/4"	FRANED	27/09/2019	F / CF / 3/4" HE / 14días	10.192	10.170	10.201	10.182	10.175	15696	193.03	1.82	195.3
					10.181	10.164	10.200	10.166	10.175	15961	196.29		
					10.193	10.181	10.186	10.168	10.175	15985	196.59		
		QUILLACONA	11/10/2019	Q / CF / 3/4" HE / 14días	10.175	10.198	10.178	10.183	10.175	17589	216.31	7.52	209.6
					10.179	10.205	10.184	10.165	10.175	16307	200.55		
					10.182	10.201	10.190	10.198	10.200	17320	211.96		
		LA PODEROSA	30/09/2019	P / CF / 3/4" HE / 14días	10.174	10.191	10.245	10.161	10.200	16901	206.83	3.56	203.4
					10.181	10.160	10.191	10.137	10.175	16229	199.59		
					10.197	10.148	10.175	10.150	10.175	16579	203.89		

Fuente: Elaboración propia, (2019).

Tabla 205: Resumen de resistencia a la compresión 28 días con cemento Yura tipo HE.

Diseño comité ACI 211 - SIN factor de seguridad										FUERZA DE COMPRESIÓN 28 dias kgf	RESISTENCIA COMPRESIÓN 28 días kgf/cm^2	Dispersión entre Probetas (%)	Coeficiente de Variación (%)	RESISTENCIA COMPRESIÓN PROMEDIO kgf/cm^2
Cemento	TMN	Cantera	Fecha de diseño	Código	D1 (cm)	D2 (cm)	D3 (cm)	D4 (cm)	Diámetro Promedio (cm)					
YURA Tipo HE	1/2"	FRANED	27/09/2019	F / CF / 1/2" HE / 28días	10.195	10.148	10.156	10.187	10.175	19768	243.11	6.27	3.71	251.5
					10.185	10.193	10.205	10.178	10.200	21155	258.89			
					10.172	10.170	10.197	10.193	10.175	20543	252.64			
		QUILLACONA	09/10/2019	Q / CF / 1/2" HE / 28días	10.118	10.156	10.195	10.188	10.175	20794	255.73	5.48	3.24	257.6
					10.225	10.224	10.202	10.179	10.200	21210	259.57			
					10.222	10.150	10.201	10.244	10.200	22069	270.08			
		QUILLACONA 2DA PRODUCCIÓN	21/10/2019	Q / CF / 1/2" HE / 28días	10.215	10.160	10.230	10.175	10.200	18491	226.29	6.13	3.62	227.0
					10.140	10.145	10.195	10.200	10.175	19055	234.34			
					10.165	10.175	10.190	10.200	10.175	17923	220.42			
		LA PODEROSA	30/09/2019	P / CF / 1/2" HE / 28días	10.221	10.176	10.145	10.208	10.200	21837	267.24	0.63	0.37	267.4
					10.165	10.192	10.149	10.176	10.175	21816	268.30			
					10.183	10.194	10.184	10.139	10.175	21678	266.60			
	3/4"	FRANED	27/09/2019	F / CF / 3/4" HE / 28días	10.177	10.196	10.178	10.150	10.175	18660	229.48	7.94	4.69	238.0
					10.165	10.179	10.192	10.235	10.200	19288	236.05			
					10.233	10.196	10.178	10.215	10.200	20295	248.37			
		QUILLACONA	11/10/2019	Q / CF / 3/4" HE / 28días	10.186	10.182	10.165	10.190	10.175	18712	230.12	2.38	1.40	232.2
					10.193	10.178	10.202	10.195	10.200	18867	230.89			
					10.186	10.178	10.203	10.236	10.200	19255	235.64			
		LA PODEROSA	30/09/2019	P / CF / 3/4" HE / 28días	10.204	10.207	10.147	10.153	10.175	19665	241.84	1.63	0.96	239.8
					10.207	10.171	10.157	10.212	10.175	19348	237.95			
					10.160	10.200	10.145	10.174	10.175	19494	239.74			

Fuente: Elaboración propia, (2019).

ANEXO 4 CERTIFICADO DE LABORATORIO DE ENSAYOS REALIZADOS.

Arequipa - Perú

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 los Señores Bachilleres en Ingeniería Civil:

JHORDAN DAVID VARGAS URUCHI **(COD – 2013204451)**
CARLOS RUBEN ROLANDO PERALTA ILLANES **(COD - 2013701241)**

Han realizado ensayos en el Laboratorio de Suelos y Concreto correspondiente a su trabajo de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, con la tesis denominada:

"ANÁLISIS COMPARATIVO DE NUEVAS CANTERAS EN PROCESO INICIAL DE EXPLOTACIÓN ELABORANDO CONCRETOS CON CEMENTO TIPO IP, TIPO I Y TIPO HE PARA f'c 210 kgf/cm2, PARA TMN 1/2" Y 3/4" EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

Los ensayos efectuados por los Bachilleres fueron los siguientes:

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
TTI-02	Análisis Granulométrico de Agregado Fino	4	S/13.00	S/52.00
TTI-08	Peso Unitario Suelto A°F°	12	S/6.00	S/72.00
TTI-09	Peso Unitario Varillado A°F°	12	S/9.00	S/108.00
TTI-07	Peso Específico y Absorción de Agregado Fino	8	S/11.00	S/88.00
TTI-01	Contenido de Humedad de Agregados	14	S/5.00	S/70.00
TTI-22	Contenido de Impurezas Orgánicas	6	S/11.00	S/66.00
TTI-02	Análisis Granulométrico de Agregado Grueso	7	S/13.00	S/91.00
TTI-08	Peso Unitario Suelto	21	S/6.00	S/126.00
TTI-09	Peso Unitario Varillado	21	S/9.00	S/189.00
TTI-06	Peso Específico y Absorción de Agregado Grueso	14	S/11.00	S/154.00
TTI-10	Abrasión Los Angeles (L.A.) al Desgaste de los Agregados de Tamaños Menores a 1 1/2"	3	S/28.00	S/84.00
	Temperatura de Concreto en Estado Fresco **	56	S/0.00	S/0.00
	Slump de Concreto en Estado Fresco **	56	S/0.00	S/0.00
	Contenido de Aire de Concreto en Estado Fresco **	56	S/0.00	S/0.00
TTI-24	Compresión de Probetas de Concreto de 4" y 6 "	894	S/3.00	S/2,682.00

Cayetano Arenas N°152 - Parque Industrial - Arequipa – Perú Telf : 054 382038 anexo 1465 email: labcivil@ucs

TTI-24	Compresión de Probetas de Concreto de 4" y 6 " (Tracción)	168	S/3.00	S/504.00
TTI-10	Abrasión Los Angeles (L.A.) al Desgaste de los Agregados de Tamaños Menores a 1 1/2"	56	S/28.00	S/1,568.00
			TOTAL:	**S/5,854.00**

El costo cancelado por dichos ensayos es de: **S/ 2 049.00*** (Comprobante BO17-00002814)

* Según descuento opción "C" por derecho de uso de laboratorio por tesis, de acuerdo a tarifario 2019 aprobado por el Consejo de Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y del Ambiente.

** El ensayo no se encuentra en el tarifario de tesis, por ello el costo unitario de S/ 0.00

Los trabajos realizados en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Concreto, se llevaron a cabo entre **el 13/08/2019 y el 15/11/2019**

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para continuidad en el trámite de titulación.

Arequipa, 06 de Diciembre del 2019

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Dr. Ing. ALEJANDRO VICTOR HIDALGO VALDIVIA
COORDINADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERIA CIVIL
EPIC- FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

Laboratorios Analíticos del Sur
Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa - Perú
Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdel sur.com

INFORME DE ENSAYO LAS01-CC-19-00215

Fecha de emisión: 28/11/2019
Pág.: 1/3

Señores: VARGAS URUCHI JHORDAN DAVID
Dirección: LANIFICIO MZ. J LT. 8 - JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO - AREQUIPA
Atención: VARGAS URUCHI JHORDAN DAVID
Recepción: 26/11/2019
Realización: 26/11/2019

Método de ensayo aplicado

*4501 Método de Ensayo para Sílice Soluble en Álcalis - Gravimetría (agregados)
*4507 Método de ensayo para sales solubles - Gravimetría Measurements of Soluble Salt Content of Soils from Arid and Semi-Arid Regions

Muestra #	Nombre de muestra	Proyecto	Descrip. de muestra	Procedencia de la muestra	4501 SiO2 ppm	4507 Sales Sol ppm
CC19000344	**MUESTRA FRANED**	TESIS	AGREGADO	CANTERA FRANED	70,00	2675

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Sixto Vicento Juárez Neira
Gerente General
Ing. Químico C.I.P 19474

Laboratorios Analíticos del Sur
Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa - Perú
Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdel sur.com

INFORME DE ENSAYO LAS01-CC-19-00217

Fecha de emisión: 28/11/2019
Pág.: 1/3

Señores: VARGAS URUCHI JHORDAN DAVID
Dirección: LANIFICIO MZ. J LT. 8 - JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO - AREQUIPA
Atención: VARGAS URUCHI JHORDAN DAVID
Recepción: 26/11/2019
Realización: 26/11/2019

Método de ensayo aplicado
*4501 Método de Ensayo para Sílice Soluble en Álcalis - Gravimetría (agregados)
*4507 Método de ensayo para sales solubles - Gravimetría Measurements of Soluble Salt Content of Soils from Arid and Semi-Arid Regions

Muestra #	Nombre de muestra	Proyecto	Descrip. de muestra	Procedencia de la muestra	4501 SiO2 ppm	4507 Sales Sol ppm
CC19000346	**MUESTRA QUILLACONA**	TESIS	AGREGADO	CANTERA QUILLACONA	61,68	963

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Sixto Vicento Juárez Neira
Gerente General
Ing. Químico C.I.P. 19474

Laboratorios Analíticos del Sur
Parque Industrial Río Seco C-1 Cerro Colorado
Arequipa - Perú
Telf: (054) 443294 Fax: (054) 444582 www.laboratoriosanaliticosdel sur.com

INFORME DE ENSAYO LAS01-CC-19-00216

Fecha de emisión: 28/11/2019
Pág.: 1/3

Señores: VARGAS URUCHI JHORDAN DAVID
Dirección: LANIFICIO MZ. J LT. 8 - JOSE LUIS BUSTAMANTE Y RIVERO - AREQUIPA
Atención: VARGAS URUCHI JHORDAN DAVID
Recepción: 26/11/2019
Realización: 26/11/2019

Método de ensayo aplicado

*4501 Método de Ensayo para Sílice Soluble en Álcalis - Gravimetría (agregados)
*4507 Método de ensayo para sales solubles - Gravimetría Measurements of Soluble Salt Content of Soils from Arid and Semi-Arid Regions

Muestra #	Nombre de muestra	Proyecto	Descrip. de muestra	Procedencia de la muestra	4501 SiO2 ppm	4507 Sales Sol ppm
CC19000345	**MUESTRA LA PODEROSA**	TESIS	AGREGADO	CANTERA LA PODEROSA	60,88	925

Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.L.
Sixto Vicento Juárez Neira
Gerente General
Ing. Químico C.I.P. 19474

ANEXO 5 FICHAS TÉCNICAS DE LOS CEMENTOS

FICHA TÉCNICA

CEMENTO MISHKY ROCATECH SAC

Cemento Portland Puzolanico Tipo IP
ALTA RESISTENCIA EN EL TIEMPO- DURABILIDAAD

CEMENTO MISHKY PORTLAND TIPO IP
ALTA RESISTENCIA EN EL TIEMPO - DURABILIDAD

CEMENTO PORTLAND PUZOLANICO Tipo IP según norma (NTP 334.090 / ASTMC-595)
Cemento especializado, diseñado para todo tipo de estructuras y construcciones en general que requieran una ALTA RESISTENCIA EN EL TIEMPO

COMPONENTES

Descripción del Producto	Molienda Conjunta de Clinker + Yeso + Adiciones activas
Componentes Riesgosos	No posee

USOS Y APLICACIONES

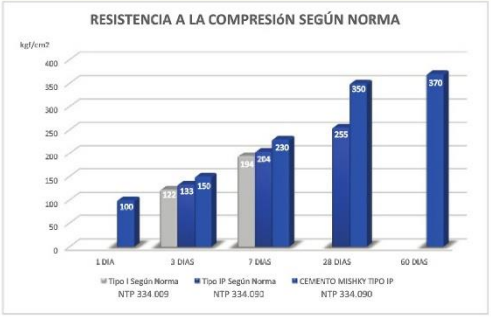
- Obras de construcción en general.
- Excelente desempeño en construcciones de concreto con alta exposición a la humedad - salitrosos.
- Recomendado para construcciones en la playa o zonas costeras, obras portuarias, plantas industriales, obras hidráulicas y canales.
- Elaboración de materiales pre-fabricados , adoquines , tubos para acueductos y ladrillos de alta resistencia.
- Cuando no se especifique un tipo de cemento especial.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

DESCRIPCIÓN	CEMENTO MISHKY TIPO IP	CEMENTO TIPO IP SEGÚN NORMA (NTP 334.090 / ASTM C-595)	CEMENTO TIPO - I SEGÚN NORMA NTP 334.009 / ASTM C - 150
Contenido de aire, % Superficie específica - Blaine (cm2/g) Densidad (gr / cm3) Expansión en autoclave %	4 4300 2.85 0.05	12 Max NE NE 0.80 Max	12 Max 2600 Min NE 0.80 Max
Resistencia a la Compresión Kgf/cm2 1 Día 3 Días 7 Días 28 Días	 100 150 230 350	 NE 133 Min 204 Min 255 Min	 NE 122 Min 194 Min NE
Tiempo de Fraguado Vicat, Minutos	150 260	45 Min 420 Max	45 Min 375 Max
Calor de hidratación, Cal/g (7 días) Resistencia a los sulfatos, % (14 días)	70 0.030	NE NE	NE NE

El Cemento Mishky , de ALTA RESISTENCIA EN EL TIEMPO- DURABILIDAD presenta una extrema resistencia a la agentes externos, de acuerdo a lo señalado.
Nota: Los resultados corresponden al 1er trimestre del 2017.

CUADRO COMPARATIVO DE RESISTENCIAS



Planta: Variante de Uchumayo Km 6 - Arequipa
Telf: 054-666332

FICHA TÉCNICA

CEMENTO MISHKY ROCATECH SAC

Cemento Portland Tipo IP
ALTA RESISTENCIA EN EL TIEMPO - DURABILIDAD

CEMENTO MISHKY PORTLAND TIPO IP
ALTA RESISTENCIA EN EL TIEMPO - DURABILIDAD

PRINCIPALES VENTAJAS

Reacción química de la Resistencia a los Sulfatos (salitre), debido a la presencia de una adición activa, incremento de resistencias en el tiempo- DURABILIDAD

MAYOR RESISTENCIA AL ATAQUE DE SULFATOS	ALTA RESISTENCIA DURABILIDAD	MENOR CALOR DE HIDRATACIÓN	MAYOR IMPERMEABILIDAD RESISTENCIA A LOS CLORUROS
La presencia de adiciones activas disminuye la fase de C3A y aportan Extrema Resistencia a los sulfatos, suelos húmedos y al agua de mar. Excelente para casas de playa y zonas costeras.	Se obtiene mayor resistencia con el tiempo, debido a la reacción de la adición activa; incremento de resistencia que prosigue hasta después de los 6 meses. Esto asegura una larga vida útil de las obras.	Los beneficios que brinda la adición activa permiten que el uso de Cemento Mishky Portland Tipo IP minimice la presencia de fisuras en vaciados de gran volumen de concreto; así como también en obras de climas calurosos.	El Cemento Mishky Portland tipo IP genera la formación de una matriz de cemento más densa, dando como resultado un incremento de la impermeabilidad del concreto; esto evita el ingreso de agentes externos (sulfatos, salitres, cloruros, disminución de la reacción álcali - agregado ,etc.)

ALMACENAMIENTO Y MANIPULACIÓN

- Para garantizar una buena conservación del cemento se recomienda almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos (10 cm) y protegidos del aire húmedo.
- Apiladas (10 bolsas como máximo) para evitar del aire húmedo.
- Almacenamiento máximo de 45 días aproximadamente , considerando condiciones óptimas de almacenamiento
- Utilizar la cantidad de agua estrictamente necesario para obtener la trabajabilidad requerida de la mezcla con el fin de evitar la reducción de resistencia y el agrietamiento del concreto (respetar la Relación agua-cemento Rac).
- Utilizar los métodos de curado disponible o recomendados por las buenas prácticas de construcción para garantizar el desarrollo de resistencia y reducir el agrietamiento.
- Proteger la superficie del concreto de pisos y losas de las condiciones ambientales extremas (calor, viento o frío), para evitar la pérdida de humedad favoreciendo la ganancia de resistencia y la reducción de agrietamiento.

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

- El contacto con el producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en la piel y las mucosas.
- En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón.
- En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua.
- Manténgase fuera del alcance de los niños.
- Para su manipulación es obligatorio el uso de los siguientes elementos de protección:

Planta: Variante de Uchumayo Km 6 - Arequipa
Telf: 054-666332

DESCRIPCIÓN

EL CEMENTO MULTI-PROPÓSITO DE ALTA DURABILIDAD YURA IP 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_2, 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 MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO 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.

DURABILIDAD

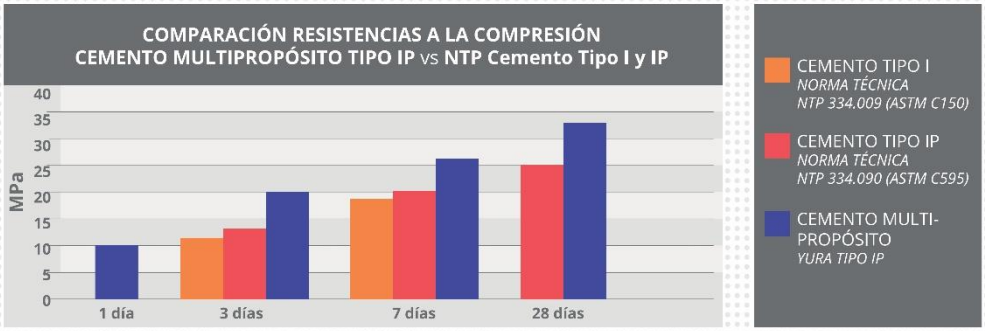
"Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción agresiva del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil".

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS	CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP		REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595		REQUISITOS NORMA NTP 334.009 ASTM C-150 (CEMENTO TIPO I)	
REQUISITOS QUÍMICOS						
MgO (%)	1.5 a 2.4		6.00 Máx.			
SO_3 (%)	1.5 a 2.3		4.00 Máx.			
Pérdida por ignición (%)	1.5 a 3.8		5.00 Máx.			
REQUISITOS FÍSICOS						
Peso específico (gr/cm3)	2.77 a 2.85		-			
Expansión en autoclave (%)	-0.05 a 0.03		-0.20 a 0.80			
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170 a 270		45 a 420			
Contenido de aire	2.5 a 8.0		12 Máx			
Resistencia a la compresión	Kgf/cm2	MPa	Kgf/cm2	MPa	Kgf/cm²	MPa
1 día	80 a 104	7.8 a 10.2	-	-	-	-
3 días	175 a 200	17.1 a 19.6	133 Mín.	13	122 Mín.	12
7 días	225 a 260	22.0 a 25.4	204 Mín.	20	194 Mín.	19
28 días	306 a 350	30.0 a 34.3	255 Mín.	25	-	-
Resistencia a los sulfatos	%		%			
% Expansión a los 6 meses	< 0.021%		0.05 Máx			
% Expansión a 1 año	< 0.023%		0.10 Máx			

YURA

COMPARATIVO CON REQUISITOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NORMAS TÉCNICAS



PROPIEDADES

1 ALTA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

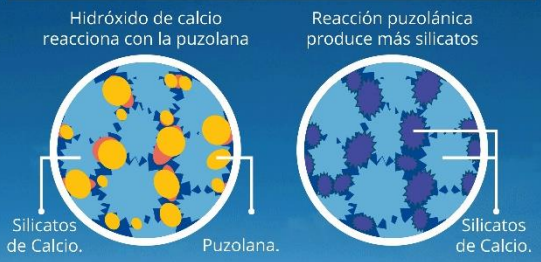
Debido a su contenido de puzolana natural de origen volcánico, la cual tiene mayor superficie específica interna en comparación con otros tipos de puzolanas, hacen que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP desarrolle con el tiempo resistencias a la compresión superiores a las que ofrecen otros tipos de cemento.

Los aluminosilicatos de la puzolana reaccionan con el hidróxido de calcio liberado de la reacción de hidratación del cemento formando silicatos cálcicos que son compuestos hidráulicos que le dan una resistencia adicional al cemento, superando a otros tipos de cemento que no contienen puzolana.

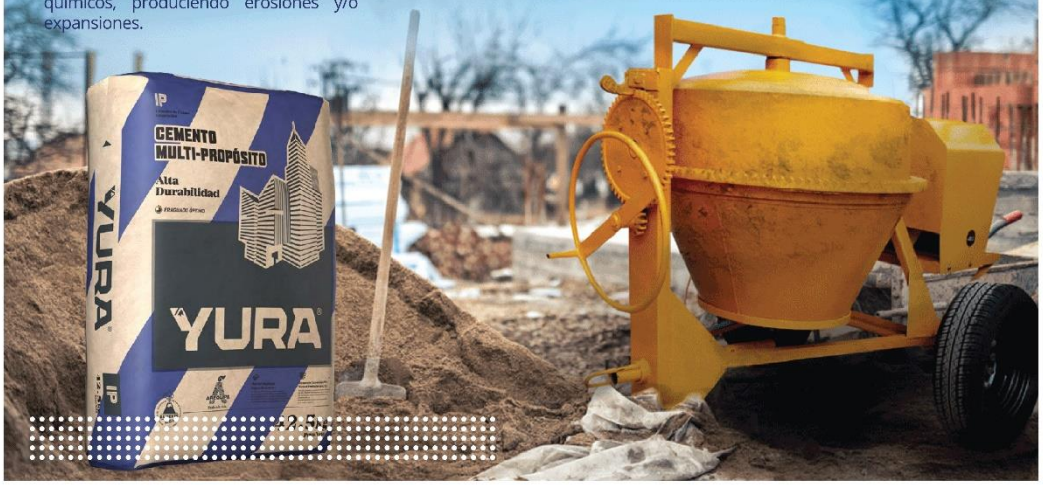
CON CEMENTO TIPO I

El cemento Tipo I produce un 75% de silicatos de calcio (resistencia), el otro 25 % es hidróxido de calcio que no ofrece resistencia y es susceptible a los ataques químicos, produciendo erosiones y/o expansiones.

CON CEMENTO MULTI-PROPÓSITO DE ALTA DURABILIDAD YURA IP



La puzolana que contiene el cemento MULTI-PROPÓSITO YURA IP, reacciona con el hidróxido de calcio, produciendo más silicatos de calcio, lo que otorga mayor resistencia, sellando los poros haciendo un concreto más impermeable.



2 RESISTENCIA AL ATAQUE DE SULFATOS Y CLORUROS

El hidróxido de calcio, liberado en la hidratación del cemento, reacciona con los sulfatos produciendo sulfato de calcio deshidratado que genera una expansión del 18% del sólido y produce también etringita que es el compuesto causante de la fisuración del concreto.

Debido a la capacidad de la puzolana de Yura para fijar este hidróxido de calcio liberado y a su mayor impermeabilidad, el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP es resistente a los sulfatos, cloruros y al ataque químico de otros iones agresivos.

Resultados de laboratorio demuestran que el CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP, tiene mayor resistencia a los sulfatos que el cemento Tipo V.

3 MAYOR IMPERMEABILIDAD

El CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP, produce mayor cantidad de silicatos cálcicos, debido a la reacción de los aluminosilicatos de la puzolana con los hidróxidos de calcio producidos en la hidratación del cemento, disminuyendo la porosidad capilar, así el concreto se hace más impermeable y protege a la estructura metálica de la corrosión.

4 REDUCE LA REACCIÓN NOCIVA ÁLCALI - AGREGADO

La puzolana de Yura remueve los álcalis de la pasta de cemento antes que estos puedan reaccionar con los agregados evitando así la fisuración del concreto debido a la reacción expansiva álcali – agregado, ante la presencia de agregados álcali reactivos.

El ensayo de expansión del mortero es un requisito opcional de los cementos portland puzolánicos y se solicita cuando el cemento es utilizado con agregados álcali reactivos.

El CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA IP cumple con este requisito opcional demostrado en ensayos de laboratorio. Así se demuestra la efectividad de su puzolana en controlar la expansión causada por la reacción entre los agregados reactivos y los álcalis del cemento.

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD

El contacto con este producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en piel y mucosas.

En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.

En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón.

Para su manipulación es obligatorio el uso de los siguientes elementos de protección:

BENEFICIOS AMBIENTALES

- Menor consumo energético.

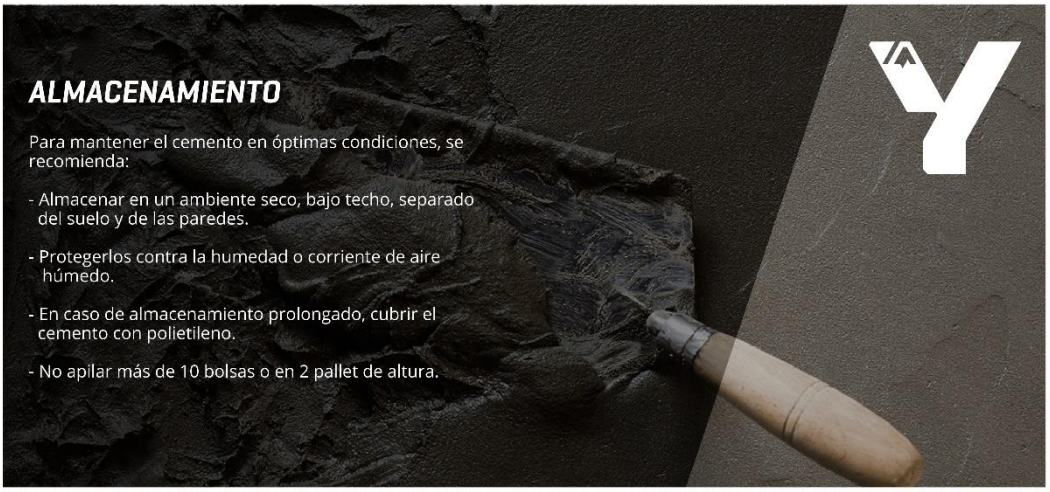
- Cemento fabricado con menor emisión de CO_2.

Botas Impermeables

Protección Respiratoria

Guantes Impermeables

Protección Ocular



ALMACENAMIENTO

Para mantener el cemento en óptimas condiciones, se recomienda:

- Almacenar en un ambiente seco, bajo techo, separado del suelo y de las paredes.
- Protegerlos contra la humedad o corriente de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.
- No apilar más de 10 bolsas o en 2 pallet de altura.

PRESENTACIONES DISPONIBLES

Bolsas 25 Kg	Ergonómico. Ideal para proyectos pequeños y pocas áreas de almacenamiento.
Bolsas 42.5 Kg	Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.
Big Bag 1.0 TM	Para proyectos de constructoras que tienen planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes.
Big Bag 1.5 TM	Para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga.
Granel	Abastecido en bombonas para descargar en silos contenedores.

NORMAS TÉCNICAS

NORMA DE PAIS	NORMA	DENOMINACIÓN	
NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 334.090	Cemento Portland Puzolánico	TIPO IP
NORMA CHILENA	NCh 148 0f.68	Cemento Puzolánico	GRADO CORRIENTE
NORMA AMERICANA	ASTM C595	Portland Pozzolan Cement	TYPE IP
NORMA BOLIVIANA	NB-011	Cemento Puzolánico	TIPO P 30
NORMA ECUATORIANA	NTE INEN 490	Cemento Portland Puzolánico	TIPO IP
NORMA BRASILEÑA	NBR 5736	Cimento Portland pozolânico	TIPO CP IV 32
NORMA COLOMBIANA	NTC 121 - 321	Cemento Portland	TIPO 1

DURACIÓN

Almacenar y consumir de acuerdo a la fecha de producción utilizando el más antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 60 días de la fecha de envasado indicada en la bolsa, luego de esa fecha, verifique la calidad del mismo.

YURA

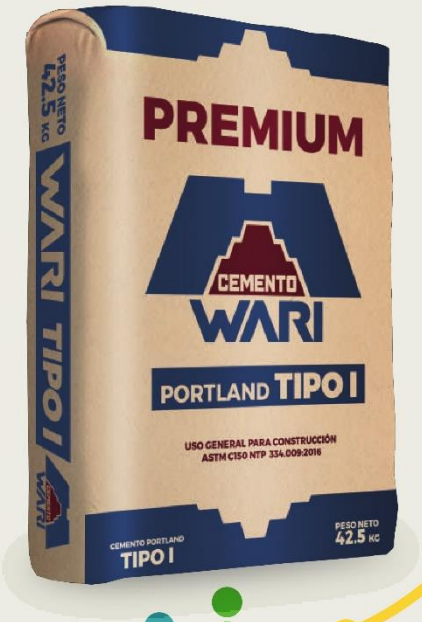
Cuidemos juntos el medio ambiente.
Big Bag: Se sugiere desechar como basura común.
Bolsas: Se sugiere reciclar el envase.

CEMENTO
PORTLAND
USO GENERAL
TIPO I

CEMENTO WARI

FICHA TÉCNICA

BENEFICIOS



12% MAYOR RENDIMIENTO

Nuestra mejor presentación es ofrecer a nuestros clientes un cemento de alta calidad. Garantizando un ahorro para tu bolsillo en el consumo del cemento.

MAYOR RESISTENCIA

Por la alta calidad del Clinker (sub productos de piedras calizas y arcillas). Cemento Wari tipo I ofrece altas resistencias a compresión de acuerdo a la Norma Técnica Peruana e Internacional ASTM.

49% MENOR TIEMPO DE DESENCOFRADO

El acelerado desarrollo de resistencias iniciales y finales. Permite un menor tiempo en el desencofrado. Generando ahorro, reduciendo la mano de obra y optimizando tiempos en el avance de la construcción.

BAJO ÁLCALI - AGREGADO

Frente a la presencia de agregados reactivos, su bajo contenido de álcalis presente en el cemento, combate la fisuración del concreto.

CEMENTO DE USO GENERAL

El cemento Wari Tipo I para uso general es un cemento ideal para todo tipo de estructuras en edificaciones y obras de infraestructura, que demanden altas resistencias iniciales y finales logrando construcciones solidas de calidad sismo-resistente.

USO DEL CEMENTO

- Obras de construcción en general cuando no se especifica un tipo de cemento especial.
- Preparación de concretos para elementos estructurales.
- En la producción de elementos pre-fabricados de todo tipo.
- Ideal para diseñar concretos de alta resistencia.

CONFORME A LAS NORMAS TÉCNICAS: NTP 334.009:2016 / ASTM C-150

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	CEMENTO WARI TIPO I	TIPO I NTP:334. 009 ASTM C150
Contenido de Aire, máx.%	5%	Máximo 12
Superficie Especifica(cm_2/g)	3300 Cm2/gr	No Especifica
Expansión de autoclave, máx.%	0.08%	Máximo 1.5
Peso Específico	3.14 g/ml	No Especifica
Resistencia a la compresión		
3 días Mpa	26.5	Mínimo 12.0
7 días Mpa	33.1	Mínimo 19.0
28 días Mpa	45.7	No Especifica
Tiempo de fraguado vicat, minutos		
Inicial	130	Mínimo 45
Final	215	Máximo 375

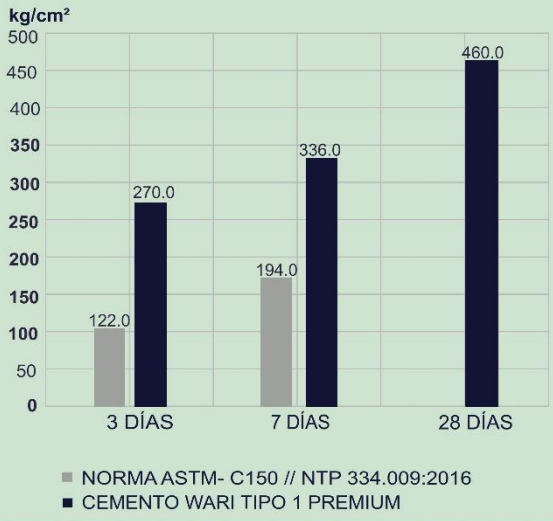
COMPOSICIÓN QUÍMICA	CEMENTO WARI TIPO I	TIPO I NTP:334. 009 ASTM C150
MgO (%)	1.78%	Máximo 6.0
So_3 (%)	2.74%	Máximo 3.0
Perdida de ignición (%)	2.5%	Máximo 3.5
Residuo Insóluble (%)	0.64%	Máximo 1.5

ALMACENAMIENTO

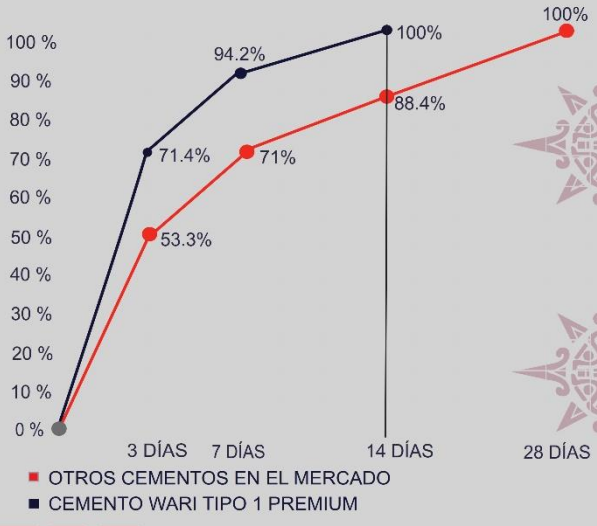
Para mantener el cemento en optimas condiciones se recomienda:

- Almacenar en un ambiente seco, separado del suelo y de las paredes.
- Proteger contra la humedad o corriente de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.
- No apilar mas de 10 bolsas o en 2 pallet de altura.

RESISTENCIA CEMENTO WARI TIPO 1 VS NORMA TÉCNICA ASTM // NTP



MENOR TIEMPO EN EL DESENCOFRADO



OFICINA CENTRAL: Calle Jacinto Ibáñez Nro. 509 Tercer Piso- Of. 301 Parque Industrial
PLANTA: Mz.A Lt. 2 – Zona – Especial de Desarrollo (ZED), Matarani (ExCeticos), Islay - Arequipa - Perú
Teléfono: (054) 282921 Cel.: 987108958 Contactos: facturacion@cementowari.com
Página web: www.cementowari.com

WARI

CONFORME A LAS NORMAS TÉCNICAS: NTP 334.009:2016 / ASTM C-150

DESCRIPCIÓN

EL CEMENTO INDUSTRIAL DE ULTRA RESISTENCIA INICIAL YURA HE es un cemento portland de última generación, elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce la emisión de CO_2, 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.

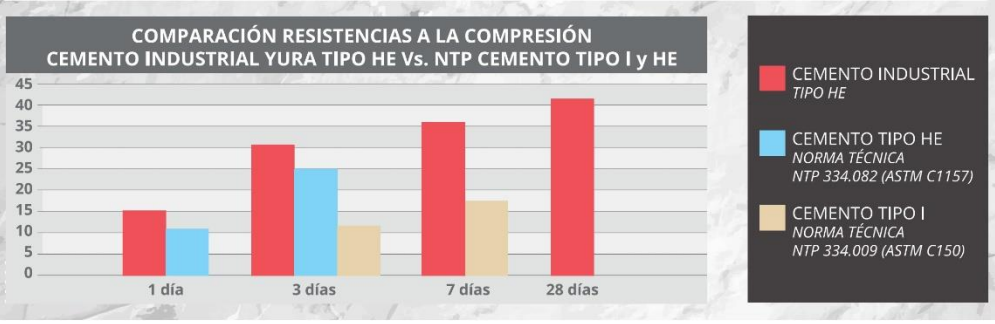
La fabricación en controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

La composición de este producto permite la producción de concretos con requerimientos de altas resistencias iniciales, otorgando propiedades adicionales para lograr alta durabilidad por lo que puede ser utilizado en obras de infraestructura y construcción en general.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

REQUISITOS FÍSICOS	Requisitos Norma Técnica NTP 334.082 ASTM C 1157	CEMENTO INDUSTRIAL YURA TIPO HE	REQUISITOS NORMA TÉCNICA CEMENTOTIPO I NTP 334.009 / ASTM C 150
Peso específico (gr/cm³)	-	290 - 298	375 Máximo
Superficie específica Blaine (cm²/gr)	-	4400 - 5100	2600 Mínimo
Expansión en autoclave (%)	0.80 Máximo	-0.03 - 0.04	0.80 Máximo
Fraguado Vitcat inicial (minutos)	45 a 420 Mínimo	140 - 190	45 a 375 Mínimo
Contenido aire Mortero (%)	12 Máximo	3.0 a 5.5	12.00 Máximo

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Kg-f/cm²	MPa	Kg-f/cm²	MPa	Kg-f/cm²	MPa
1 día	122	12	130 a 160	12.7 a 15.7	-	-
3 días	245	24	250 a 290	24.5 a 28.4	122	12
7 días	-	-	310 a 380	30.4 a 37.2	194	19
28 días	-	-	400 a 430	39.2 a 42.1	-	-



YURA

PROPIEDADES

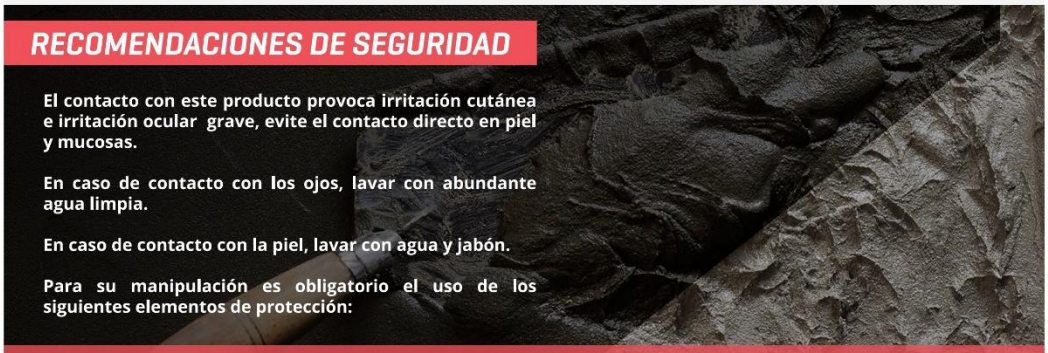
EL CEMENTO INDUSTRIAL YURA TIPO HE - ULTRA RESISTENCIA INICIAL, por su formulación especial, proporciona al concreto las siguientes propiedades:

- Alta resistencia inicial.
- Aumento de impermeabilidad.
- Moderada resistencia a los sulfatos.
- Menor calor de hidratación.
- Disminuye la reacción nociva alcali-agregado (según grado de reactividad del agregado).
- Mayor plasticidad y trabajabilidad en concretos.

BENEFICIOS AMBIENTALES

- Menor consumo energético.
- Cemento fabricado con menor emisión de CO_2.

RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD



El contacto con este producto provoca irritación cutánea e irritación ocular grave, evite el contacto directo en piel y mucosas.

En caso de contacto con los ojos, lavar con abundante agua limpia.

En caso de contacto con la piel, lavar con agua y jabón.

Para su manipulación es obligatorio el uso de los siguientes elementos de protección:

Botas Impermeables

Protección Respiratoria

Guantes Impermeables

Protección Ocular

ALMACENAMIENTO

Para mantener el cemento en óptimas condiciones, se recomienda:

- Almacenar en un ambiente seco, separado del suelo y de las paredes.
- Protegerlos contra la humedad o corriente de aire húmedo.
- En caso de almacenamiento prolongado, cubrir el cemento con polietileno.
- No apilar más de 10 bolsas o en 2 pallet de altura.

PRESENTACIONES DISPONIBLES

Bolsas 42.5 Kg	Ideal para proyectos medianos y pequeños, o con accesos complicados y pocas áreas de almacenamiento.
Big Bag 1.0 TM	Para proyectos de constructoras que tienen planta de concreto. Facilita la manipulación de grandes volúmenes.
Big Bag 1.5 TM	Para proyectos mineros y de gran construcción, requiere la utilización de equipos de carga.
Granel	Abastecido en bombonas para descargar en silos contenedores.

NORMAS TÉCNICAS

PAIS	NORMA	DENOMINACIÓN	
NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 334.082	Cemento Portland	TIPO HE
NOTMA CHILENA OFICIAL	NCH 148 0F68	Cemento Portland Puzolánico	GRADO ALTA RESISTENCIA
NORMA AMERICANA	ASTM C1157	Portland Cement	TIPO HE
NORMA BOLIVIANA	NB-011	Cemento Portlanda Con Puzolana	TIPO IP 40
NORMA ECUATORIANA	NTE INEN 2380	Cemento Hidráulico	TIPO HE
NORMA COLOMBIANA	NTC 121 - 321	Cemento Portland	TIPO 1

DURACIÓN

Almacenar y consumir de acuerdo a la fecha de producción utilizando el más antiguo. Se recomienda que el cemento sea utilizado antes de 60 días de la fecha de envasado indicada en la bolsa, luego de esa fecha, verifique la calidad del mismo.