

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y Del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA PARA
ELEMENTOS PREFABRICADOS Y/O PRETENSADOS UTILIZANDO
ADICIONES MINERALES Y ADITIVOS EN EDADES TEMPRANAS MEDIANTE
CURADO A VAPOR Y CURADO ADIABÁTICO EN LA CIUDAD DE AREQUIPA**

Tesis presentada por el Bachiller:

Caparó Guevara André

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Asesor de Tesis:

Ing. Diaz Galdós Miguel Renato

AREQUIPA – PERU
2017

AGRADECIMIENTO

- A Dios y a la virgen María, que me dieron la fe y la fuerza para hacer posible este proyecto.
- A mis padres: Benjamín Caparó Gómez y Rossana Guevara Dávila, por todo su apoyo incondicional en cada etapa de mi vida.
- A mi universidad: Universidad Católica de Santa María.
- A mi asesor: Ing. Renato Díaz Galdós, por el tiempo dedicado para hacer posible este proyecto.
- A la Ingeniera: Ing. Patricia Carpio Salazar, por el apoyo, tiempo, dedicación y sus conocimientos brindados en toda esta etapa de investigación.
- A la empresa SUPERMIX S.A. por todo el apoyo brindado, los materiales y equipo de laboratorio de primer nivel, que hicieron posible la amplitud del proyecto.
- A mis amigos que nos apoyamos en toda nuestra formación profesional.

Bach. André Caparó Guevara

INDICE

| | |
|--|----------|
| CAPITULO I: PROYECTO DE TESIS | 1 |
| 1.1 Antecedentes | 1 |
| 1.2 Problemática | 2 |
| 1.3 Hipótesis | 3 |
| 1.4 Objetivo de la tesis | 3 |
| 1.4.1 Objetivo General | 3 |
| 1.4.2 Objetivo Secundarios | 3 |
| 1.5 Justificación del estudio | 4 |
| CAPITULO II: MARCO TEORICO | 5 |
| 2.1 Concreto de alta resistencia a edades tempranas | 5 |
| 2.1.1 Definición. | 5 |
| 2.1.2 Historia del concreto. | 5 |
| 2.1.3 Ventajas y desventajas del concreto de alta resistencia a edades tempranas. | 9 |
| 2.1.4 Aplicaciones del concreto de alta resistencia a edades tempranas. | 10 |
| 2.2 Principios y requerimientos del concreto de alta resistencia a edades tempranas. | 11 |
| 2.2.1 Propiedades en estado fresco | 11 |
| 2.2.2 Propiedades en estado endurecido | 18 |
| 2.3 Materiales para el concreto de alta resistencia a edades tempranas | 36 |
| 2.3.1 Cemento | 36 |
| 2.3.2 Agua | 41 |
| 2.3.3 Adiciones Minerales | 42 |
| 2.3.4 Aditivos | 45 |
| 2.4 Curado del concreto | 50 |
| 2.4.1 Curado a Vapor | 50 |
| 2.4.2 Curado Adiabático | 51 |

| | |
|---|-----------|
| CAPITULO III: PROPIEDADES DE AGREGADOS | 53 |
| 3.1 Peso específico | 53 |
| 3.2 Porcentaje de absorción | 54 |
| 3.3 Peso unitario seco compactado | 55 |
| 3.4 Peso unitario seco suelto | 56 |
| 3.5 Granulometría | 56 |
| 3.6 Porcentaje de finos que pasan la malla #200 | 58 |
| 3.7 Contenido de humedad | 58 |
| 3.8 Agregado Grueso de 1" | 60 |
| 3.8.1 Peso específico | 60 |
| 3.8.2 Porcentaje de absorción | 60 |
| 3.8.3 Peso unitario seco compactado | 61 |
| 3.8.4 Peso unitario seco suelto | 61 |
| 3.8.5 Granulometría | 63 |
| 3.8.6 Porcentaje de finos que pasan la malla #200 | 66 |
| 3.8.7 Contenido de humedad | 67 |
| 3.8.8 Resumen de Propiedades y observaciones | 68 |
| 3.9 Agregado Grueso de ¾" | 69 |
| 3.9.1 Peso específico | 69 |
| 3.9.2 Porcentaje de absorción | 69 |
| 3.9.3 Peso unitario seco compactado | 70 |
| 3.9.4 Peso unitario seco suelto | 70 |
| 3.9.5 Granulometría | 72 |
| 3.9.6 Porcentaje de finos que pasan la malla #200 | 75 |
| 3.9.7 Contenido de humedad | 76 |
| 3.9.8 Resumen de Propiedades y observaciones | 77 |
| 3.10 Agregado Fino | 78 |
| 3.10.1 Peso específico | 78 |
| 3.10.2 Porcentaje de absorción | 78 |

| | | |
|--|--|------------|
| 3.10.3 | Peso unitario seco compactado | 79 |
| 3.10.4 | Peso unitario seco suelto | 79 |
| 3.10.5 | Granulometría | 81 |
| 3.10.6 | Porcentaje de finos que pasan la malla #200 | 84 |
| 3.10.7 | Contenido de humedad | 85 |
| 3.10.8 | Resumen de Propiedades y observaciones | 86 |
| CAPITULO IV: DISEÑO DE MEZCLAS | | 89 |
| 4.1. | Descripción del método de diseño del concreto | 89 |
| 4.1.1 | Método del módulo de fineza de la combinación de los agregados | 89 |
| 4.1 | Cálculos y diseños | 90 |
| 4.1.1 | Método del módulo de fineza de la combinación de los agregados | 91 |
| 4.2 | Dosificaciones de aditivos y correcciones del concreto para los ensayos | 91 |
| 4.2.1 | Reductor de agua | 91 |
| 4.2.2 | Microsílice | 92 |
| CAPITULO V: RESULTADOS | | 93 |
| 5.1. | Ensayos del concreto en estado fresco | 93 |
| 5.1.1 | Temperatura del concreto | 93 |
| 5.1.2 | Asentamiento del Concreto (Slump) | 93 |
| 5.1.3 | Peso Unitario del Concreto | 93 |
| 5.1.4 | Tiempo de Fraguado de Mezclas por medio de la resistencia a la Penetración | 93 |
| 5.2. | Ensayos del concreto en estado endurecido | 94 |
| 5.2.1 | Ensayos no destructivos | 94 |
| 5.2.2 | Ensayos destructivos | 100 |
| CAPITULO VI: ANALISIS DE RESULTADOS | | 109 |
| 6.1. | Datos de vaciado | 109 |
| 6.2. | Análisis de resultados del concreto en estado fresco. | 111 |
| 6.2.1 | Análisis de resultados de la temperatura del concreto | 111 |

| | | |
|-------|--|-----|
| 6.2.2 | Análisis de resultados del asentamiento del concreto | 111 |
| 6.2.3 | Análisis de resultados del peso unitario del concreto | 111 |
| 6.2.4 | Análisis de resultados del tiempo de fraguado | 112 |
| 6.3. | Análisis de resultados no destructivos | 114 |
| 6.3.1 | Análisis de resultados permeabilidad al aire de Torrent | 114 |
| 6.3.2 | Análisis de resultados velocidad de pulso Ultrasónico | 116 |
| 6.3.3 | Análisis de resultados Resistividad Eléctrica | 117 |
| 6.3.4 | Análisis de resultados Numero de rebotes | 118 |
| 6.4. | Análisis de resultados de la resistencia a la compresión | 119 |
| 6.5.1 | Análisis de resultados Relación A/C 0.45 | 119 |
| 6.5.2 | Análisis de resultados Relación A/C 0.40 | 122 |
| 6.5.3 | Análisis de resultados Relación A/C 0.35 | 125 |
| 6.5.4 | Análisis de resultados Relaciones A/C 0.33-0.32 | 128 |
| 6.5.5 | Análisis de resultados Diseños Finales | 131 |
| 6.5. | Análisis de resultados de la resistencia a la flexión o tracción indirecta | 134 |
| 6.6.1 | Análisis de resultados Relación A/C 0.45 | 134 |
| 6.6.2 | Análisis de resultados Relación A/C 0.40 | 135 |
| 6.6.3 | Análisis de resultados Relación A/C 0.35 | 136 |
| 6.6.4 | Análisis de resultados Relación A/C 0.33-0.32 | 137 |
| 6.6.5 | Análisis de resultados Tracción Indirecta – Módulo de rotura | 138 |
| 6.6. | Análisis de resultados del módulo de elasticidad | 139 |
| 6.7.1 | Análisis de resultados Relación A/C 0.45 | 139 |
| 6.7.2 | Análisis de resultados Relación A/C 0.40 | 141 |
| 6.7.3 | Análisis de resultados Relación A/C 0.35 | 143 |
| 6.7.4 | Análisis de resultados Relación A/C 0.33-0.32 | 145 |
| 6.7. | Análisis de resultados de Permeabilidad del agua bajo presión | 147 |
| 6.8.1 | Análisis de resultados relación 0.45 | 147 |
| 6.8.2 | Análisis de resultados relación 0.40 | 149 |
| 6.8.3 | Análisis de resultados relación 0.35 | 151 |
| 6.8.4 | Análisis de resultados relación 0.33-0.32 | 153 |
| 6.8. | Análisis de costos unitarios del Concreto de Alta Resistencia en Edades Tempranas | 155 |

| | |
|---|------------|
| CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 156 |
| 7.1 Conclusiones | 156 |
| 7.2 Recomendaciones | 160 |
| REFERENCIAS | 161 |
| ANEXOS | 163 |



Índice de Ilustraciones

| | |
|--|----|
| Ilustración 1: Asentamiento del Concreto (SLUMP) | 14 |
| Ilustración 2: Preparación de mortero para ensayo de Tiempo de Fraguado | 19 |
| Ilustración 3: Ensayo de tiempo de fraguado por resistencia a la Penetración | 20 |
| Ilustración 4: Ensayo de Permeabilidad al aire de Torrent | 21 |
| Ilustración 5: Ensayo de Velocidad de Pulso Ultrasónico | 22 |
| Ilustración 6: Principio de medición (Resipod) | 23 |
| Ilustración 7: Ensayo de Resistividad | 24 |
| Ilustración 8: Esclerómetro | 25 |
| Ilustración 9: Ensayo de Resistencia a la Compresión | 27 |
| Ilustración 10: Ensayo de resistencia a la flexión | 28 |
| Ilustración 11: Viga de concreto después de realizado el ensayo de flexión | 29 |
| Ilustración 12: Ensayo de resistencia a la tracción indirecta | 30 |
| Ilustración 13: Probeta de concreto ensayada a tracción indirecta | 31 |
| Ilustración 14: Preparación de especímenes para Ensayo de Permeabilidad | 32 |
| Ilustración 15: Ensayo de Permeabilidad al agua bajo presión | 33 |
| Ilustración 16: Preparación de espécimen para ensayo de Módulo de elasticidad. | 35 |
| Ilustración 17: Ensayo de Módulo de Elasticidad | 36 |
| Ilustración 18: Cámara de curado a vapor | 50 |
| Ilustración 19: Especímenes de concreto en Cámara de Curado a Vapor | 51 |
| Ilustración 20: Recubrimiento con Fibra de Lana de Vidrio. | 51 |

| | |
|---|----|
| Ilustración 21: Cámara de curado Adiabática | 52 |
| Ilustración 22: Temperatura alcanzada en la cámara de curado Adiabática | 52 |
| Ilustración 23: Peso específico del agregado fino | 54 |
| Ilustración 24: Curva granulométrica Agregado Grueso de 1" 01 | 63 |
| Ilustración 25: Curva granulométrica Agregado Grueso de 1" 02 | 64 |
| Ilustración 26: Curva granulométrica Agregado Grueso de 1" 03 | 65 |
| Ilustración 27: Contenido de humedad del Agregado grueso de 1" | 67 |
| Ilustración 28: Curva granulométrica Agregado Grueso de ¾" 01 | 72 |
| Ilustración 29: Curva granulométrica Agregado Grueso de ¾" 02 | 73 |
| Ilustración 30: Curva granulométrica Agregado Grueso de ¾" 03 | 74 |
| Ilustración 31: Contenido de humedad del Agregado grueso de ¾" | 76 |
| Ilustración 32: Curva granulométrica Agregado fino 01 | 81 |
| Ilustración 33: Curva granulométrica Agregado fino 02 | 82 |
| Ilustración 34: Curva granulométrica Agregado fino 03 | 83 |
| Ilustración 35: Contenido de humedad del Agregado fino | 85 |
| Ilustración 36: Material fino pasante la malla N°200 | 88 |
| Ilustración 37: Velocidad de pulso ultrasónico con curado Convencional | 94 |
| Ilustración 38: Velocidad de pulso ultrasónico con curado Adiabático | 95 |
| Ilustración 39: Velocidad de pulso ultrasónico con curado a Vapor | 95 |
| Ilustración 40: Resistividad con curado Convencional | 96 |
| Ilustración 41: Resistividad con curado Convencional y Microsílice | 96 |

| | |
|--|-----|
| Ilustración 42: Resistividad con curado Adiabático | 97 |
| Ilustración 43: Resistividad con curado Adiabático y Microsílice | 97 |
| Ilustración 44: Resistividad con curado a Vapor | 98 |
| Ilustración 45: Resistividad con curado a Vapor y Microsílice | 98 |
| Ilustración 46: Numero de Rebotes con curado Convencional | 99 |
| Ilustración 47: Numero de rebotes con curado Adiabático | 99 |
| Ilustración 48: Numero de rebotes con curado a Vapor | 100 |
| Ilustración 49: Tiempo de fraguado inicial | 112 |
| Ilustración 50: Tiempo de fraguado final | 112 |
| Ilustración 51: Permeabilidad al aire de Torrent | 114 |
| Ilustración 52: Velocidad de Pulso ultrasónico en el tiempo | 116 |
| Ilustración 53: Resistividad Eléctrica en el tiempo | 117 |
| Ilustración 54: Número de rebotes en el tiempo | 118 |
| Ilustración 55: Compresión Relación A/C 0.45 Convencional | 119 |
| Ilustración 56: Compresión Relación A/C 0.45 Adiabático | 120 |
| Ilustración 57: Compresión Relación A/C 0.45 Vapor | 121 |
| Ilustración 58: Compresión Relación A/C 0.40 Convencional | 122 |
| Ilustración 59: Compresión Relación A/C 0.40 Adiabático | 123 |
| Ilustración 60: Compresión Relación A/C 0.40 Vapor | 124 |
| Ilustración 61: Compresión Relación A/C 0.35 Convencional | 125 |
| Ilustración 62: Compresión Relación A/C 0.35 Adiabático | 126 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 63: Compresión Relación A/C 0.35 Vapor | 127 |
| Ilustración 64: Compresión Relación A/C 0.33-0.32 Convencional | 128 |
| Ilustración 65: Compresión Relación A/C 0.33-0.32 Adiabático | 129 |
| Ilustración 66: Compresión Relación A/C 0.33-0.32 Vapor | 130 |
| Ilustración 67: Compresión Diseños Finales Convencional | 131 |
| Ilustración 68: Compresión Diseños Finales Adiabático | 132 |
| Ilustración 69: Compresión Diseños Finales Vapor | 133 |
| Ilustración 70: Tracción Indirecta A/C 0.45 | 134 |
| Ilustración 71: Tracción Indirecta A/C 0.40 | 135 |
| Ilustración 72: Tracción Indirecta A/C 0.35 | 136 |
| Ilustración 73: Tracción Indirecta A/C 0.33-0.32 | 137 |
| Ilustración 74: Tracción Indirecta vs Modulo de Rotura | 138 |
| Ilustración 75: Módulo de Elasticidad Relación A/C 0.45 Adiabático | 139 |
| Ilustración 76: Módulo de Elasticidad Relación A/C 0.45 Vapor | 139 |
| Ilustración 77: Módulo de Elasticidad Relación A/C 0.40 Adiabático | 141 |
| Ilustración 78: Módulo de Elasticidad Relación A/C 0.45 Vapor | 141 |
| Ilustración 79: Módulo de Elasticidad Relación A/C 0.35 Adiabático | 143 |
| Ilustración 80: Módulo de Elasticidad Relación A/C 0.35 Vapor | 143 |
| Ilustración 81: Módulo de Elasticidad Relación A/C 0.33-0.32 Adiabático | 145 |
| Ilustración 82: Módulo de Elasticidad Relación A/C 0.33-0.32 Vapor | 145 |
| Ilustración 83: Permeabilidad al agua, relación A/C 0.45 | 147 |

| | |
|---|-----|
| Ilustración 84: Permeabilidad al agua, relación A/C 0.40 | 149 |
| Ilustración 85: Permeabilidad al agua, relación A/C 0.35 | 151 |
| Ilustración 86: Permeabilidad al agua, relación A/C 0.33-0.32 | 153 |
| Ilustración 87: ACU Concreto de alta resistencia a edades tempranas | 155 |



Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Mallas ASTM granulometría agregados de 1” | 57 |
| Tabla 2: Mallas ASTM granulometría agregados de ¾” | 57 |
| Tabla 3: Mallas ASTM granulometría agregado fino. | 57 |
| Tabla 4: Granulometría del agregado grueso de 1” Muestra 01 | 63 |
| Tabla 5: Granulometría del agregado grueso de 1” Muestra 02 | 64 |
| Tabla 6: Granulometría del agregado grueso de 1” Muestra 03 | 65 |
| Tabla 7: Contenido de humedad del Agregado Grueso de 1” | 67 |
| Tabla 8: Resumen Propiedades del Agregado Grueso de 1” | 68 |
| Tabla 9: Granulometría del agregado grueso de ¾” Muestra 01 | 72 |
| Tabla 10: Granulometría del agregado grueso de ¾” Muestra 02 | 73 |
| Tabla 11: Granulometría del agregado grueso de ¾” Muestra 03 | 74 |
| Tabla 12: Contenido de humedad del Agregado Grueso de ¾” | 76 |
| Tabla 13: Resumen Propiedades del Agregado Grueso de ¾” | 77 |
| Tabla 14: Granulometría del agregado fino Muestra 01 | 81 |
| Tabla 15: Granulometría del agregado fino Muestra 02 | 82 |
| Tabla 16: Granulometría del agregado fino Muestra 03 | 83 |
| Tabla 17: Contenido de humedad del Agregado fino | 85 |
| Tabla 18: Resumen Propiedades del Agregado Fino | 86 |
| Tabla 19: Límites permisibles de material más fino que la Malla N°200 | 86 |
| Tabla 20: Resultados Azul de Metileno | 87 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 21: Resultado Índice de plasticidad | 87 |
| Tabla 22: Resumen de propiedades del diseño | 91 |
| Tabla 23: Resultados del tiempo de fraguado | 93 |
| Tabla 24: Permeabilímetro al Aire de Torrent | 94 |
| Tabla 25: Resultados de Resistencia a la Compresión | 101 |
| Tabla 26: Resultados finales de Resistencia a la Compresión | 102 |
| Tabla 27: Resultados de resistencia a la Tracción indirecta | 103 |
| Tabla 28: Resultados finales de tracción indirecta y flexión | 104 |
| Tabla 29: Resultados Permeabilidad al agua bajo presión | 105 |
| Tabla 30: Resultados ensayo de Modulo de Elasticidad | 107 |
| Tabla 31: Datos de vaciado | 109 |
| Tabla 32: Datos de vaciado Diseños Finales | 110 |
| Tabla 33: Clasificación de la calidad del recubrimiento | 114 |

RESUMEN

En la presente investigación se buscó elaborar diseños de mezcla de concreto de resistencia mayor a los 400 kg/cm² a edades tempranas.

Para ello se utilizó diferentes tipos de cemento, relaciones agua-cemento bajas, métodos de curado acelerado (como lo son el curado adiabático y el curado a vapor), así como una adición mineral, para ver su influencia en la realización de un concreto de alta resistencia a edades tempranas.

En la investigación de tipo acción experimental se realizó:

En una primera instancia, 26 diseños de mezcla. En los cuales se utilizaron cuatro tipos de cemento, con relaciones agua-cemento de 0.45, 0.40, 0.35, 0.33-0.32. Se utilizó Microsílice como adición mineral, los cuales fueron evaluados en los distintos métodos de curado. Se realizaron roturas y ensayos a 1, 3 y 28 días con el fin de evaluar sus propiedades en edades jóvenes.

Con los resultados de la primera instancia, se procedió a comparar los resultados con la resistencia requerida y se replicaron los diseños de mayor aproximación, los cuales fueron evaluados otra vez en todos los curados antes mencionados.

Se obtuvieron resultados favorables para cada tipo de cemento, en las relaciones agua-cemento más bajas. El tipo de curado influye en el aumento de resistencia a edades tempranas, principalmente a un día, con respecto al curado convencional.

Si bien el uso de microsílice favorece al desarrollo de resistencia a edades tempranas, el resultado se manifiesta con mayor evidencia a largo plazo.

Palabras claves: Aditivos, Microsílice, Superplastificante, Incorporador de aire, Retardador de fragua, Cemento Portland, Concreto, Trabajabilidad, Resistencia, Curado.

ABSTRACT

In the present investigation I tried to elaborate designs of mixture of concrete of resistance greater than the 400 kg / cm² at early ages.

Different types of cement, low water-cement ratios, accelerated curing methods (such as adiabatic curing and steam curing), as well as mineral addition were used to see their influence on the performance of a concrete high resistance to early ages.

In the experimental action type investigation was carried out:

In the first instance, 26 mix designs. In which four types of cement were used, with water-cement ratios of 0.45, 0.40, 0.35, 0.33-0.32. Microsilica was used as mineral addition, which were evaluated in the different curing methods. Breaks and tests were performed at 1, 3 and 28 days in order to evaluate their properties at young ages.

With the results of the first instance, I proceeded to compare the results with the required strength and replicated the designs of greater approximation, which were evaluated again in all the aforementioned curing.

Favorable results were obtained for each type of cement at the lowest water-cement ratios. The curing type influences the increase in resistance at early ages, mainly at one day, with respect to conventional curing. Although the use of microsilica favors the development of resistance at early ages, the result is more evident in the long term.

Keywords: Additives, Microsilica, Superplasticizer, Air Incorporator, Forge Retarder, Portland Cement, Concrete, Workability, Resistance, Cured.

INTRODUCCIÓN

El concreto de alta resistencia a edades tempranas aplicado en la fabricación de elementos prefabricados, es una variación del concreto de alta resistencia convencional, al utilizar aditivos reductores de agua, acelera el proceso de endurecimiento y de resistencia del concreto, dando resultados en menos de 28 días que normalmente tarda un concreto convencional.

Este concreto no solo se podrá someter a fuerzas mayores que un concreto convencional, sino llegará a la resistencia de diseño en plazos muy cortos de tiempo lo que optimizará tiempos de ejecución de obra, a su vez conduce a mejoras económicas.

El concreto de alta resistencia a edades tempranas puede ser utilizado en la fabricación de elementos prefabricados, pretensado, losas, bloques, entre otros.

CAPITULO I: PROYECTO DE TESIS

1.1 Antecedentes

En la búsqueda del hombre de un espacio para vivir con mayor comodidad, seguridad y protección posible, esta historia data desde la época de las cavernas, aproximadamente en los 4000 A.C. donde debían satisfacer sus necesidades de vivienda y después levantando construcciones con requerimientos específicos.

Después de miles de años y diversas investigaciones de por medio, con la aparición del cemento como material de construcción, empezaron a aparecer construcciones de concreto, la aparición de aditivos que dieron grandiosos resultados, reduciendo los errores en construcción, facilidad de ejecución y garantía de las obras.

En la actualidad emplear concretos de alta resistencia a edades tempranas es común en países como Japón, Canadá, Australia, Francia, Estados Unidos y su incorporación inicio la utilización de concretos presforzados, Aumentando la resistencia a la compresión.

La industria de la fabricación del concreto ha obtenido grandes avances, ya que el concreto es uno de los materiales de construcción más empleados.

1.2 Problemática

Actualmente en el mundo, crece el interés por crear nuevas y mejores tecnologías en el mundo de la construcción, en el Perú también se viene dando este fenómeno, de crear concretos de mayor resistencia del que normalmente se utiliza, basándose en adiciones minerales y aditivos que ayudan para disminuir la cantidad de agua necesaria, ocasionando que el concreto sea de mayor calidad y resistencia.

En nuestra ciudad, la incorporación de aditivos o adiciones en el concreto no es frecuente en el sector de la construcción debido a que existe la creencia de que encarece el producto, pero en realidad a largo plazo trae consigo una mejor calidad de producto y un mayor rendimiento en obra, menos tiempo de espera de encofrado y curado.

Debido a esta problemática es conveniente proponer nuevas tecnologías de concreto de alta resistencia con el objetivo de reducir el tiempo de ejecución de los proyectos.

¿Cómo diseñar mezclas de concreto de alta resistencia que tengan un periodo de tiempo mucho menor a 28 días para poder alcanzar su resistencia de diseño en la ciudad de Arequipa?

1.3 Hipótesis

Es probable obtener un diseño de mezclas para un concreto con resistencias mayores a los 400 kg/cm² a una edad de tres días, utilizando aditivos superplastificantes, adiciones minerales y diferentes métodos de curado.

1.4 Objetivo de la tesis

1.4.1 Objetivo General

Obtener diseños de mezclas de concreto de alta resistencia a edades tempranas para la fabricación de elementos prefabricados con la adición de minerales y aditivos, además de curado adiabático y a vapor.

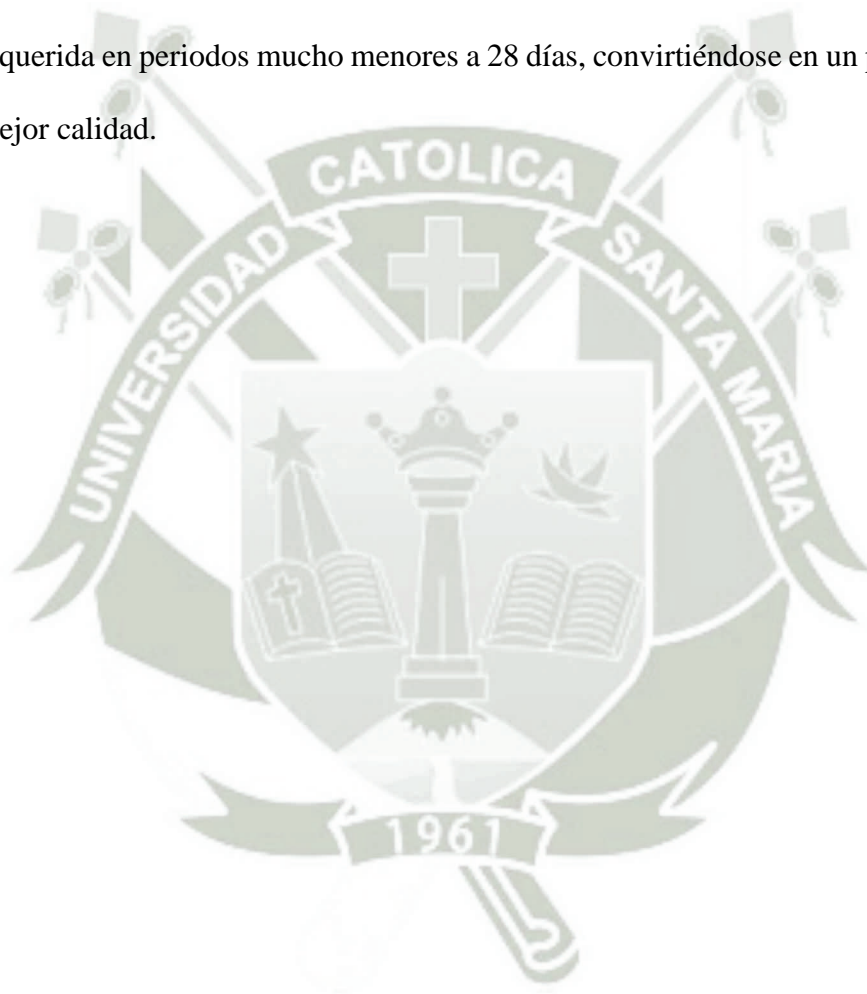
Dar a conocer los alcances de la tecnología del concreto de alta resistencia a edades temprana como una alternativa para la fabricación de elementos prefabricados.

1.4.2 Objetivo Secundarios

- Obtener las características, ventajas, trabajabilidad, costos y resistencias logradas con diseños hechos con materiales de las canteras de la ciudad de Arequipa.
- Ensayo de las propiedades del concreto de alta resistencia a edades tempranas en estado fresco y en estado endurecido.
- Rotura de probetas a 1, 3 y 28 días.

1.5 Justificación del estudio

Debido a la necesidad de obtener concretos de alta resistencia, según el crecimiento de nuestra ciudad, la aparición de edificios cada vez más altos, construcciones de mayor envergadura, con tiempos de ejecución menores; la presente investigación se enfoca en la obtención del diseño de mezclas de concreto de alta resistencia en edades tempranas, el cual según la combinación de aditivos, adiciones minerales y técnicas curado, deberá llegar a la resistencia requerida en periodos mucho menores a 28 días, convirtiéndose en un proyecto de mejor calidad.



CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 Concreto de alta resistencia a edades tempranas

2.1.1 Definición.

Se puede definir como un concreto de alta resistencia o de alto desempeño aquel que comúnmente tiene una resistencia a la compresión especificada de 400 kg/cm² o más. (NRMCA, National Ready Mixed Concrete Association, 2016). Entonces, un concreto de alta resistencia a edades tempranas será un concreto de resistencia de 400 kg/cm² a una edad mucho menor a 28 días. El tiempo en el que el concreto puede obtener una resistencia especificada puede variar desde las 24, 48 o 72 horas. La producción de concreto de alta resistencia requiere un mayor control de calidad y estudio del mismo, en comparación con el concreto convencional.

2.1.2 Historia del concreto.

La historia del hombre en cuanto a la utilización del cemento es desde que se busca un espacio para vivir con la mayor comodidad, seguridad y protección posible, esta historia data a partir de la época de las cavernas, aproximadamente en los años 4000 A.C, en donde debían satisfacer sus necesidades de vivienda y después levantando construcciones con requerimientos específicos.

Templos, palacios, museos son el resultado del esfuerzo de la humanidad. Durante la época egipcia ya se utilizaban morteros hechos de cal o cemento con arena y agua que se maneja para unir bloques o losas de piedra y que servían para sus construcciones, mientras que en las construcciones griegas y romanas descubrieron que ciertos depósitos volcánicos, mezclados con caliza y arena

producían un mortero de gran fuerza, capaz de resistir la acción del agua, dulce o salada.

Un material volcánico muy apropiado para estas aplicaciones lo encontraron los romanos en un lugar llamado Pozzuoli, que se le conoce actualmente como puzolana.

Hacia 1788, C. E. W. Dohering, de Alemania, aseguró una patente para concreto reforzado con metal que tenía aplicado un esfuerzo de tensión antes de que fuera cargada la losa.

Investigaciones y descubrimientos a lo largo de miles de años, nos conducen a 1824, cuando en Inglaterra, James Parker y Joseph Aspedin, patentan el Cemento Portland, material que obtuvieron de la calcinación de alta temperatura de una caliza arcillosa, al agregársele agua, que producía una pasta que de nuevo se calcinaba se molía y batía hasta producir un polvo fino, El nombre del cemento Portland le fue dado por la similitud que esta tenía con la piedra de la isla de Portland.

En 1845, Isaac Johnson obtiene el prototipo del cemento moderno, alta temperatura, de una mezcla de caliza y arcilla hasta la formación del "clinker".

Para 1855, Lambot obtiene una patente en la fabricación de barcas de concreto armado y Monier en 1867, patenta el refuerzo del concreto, metiendo un alambre en el concreto, para aumentar la resistencia del producto final y después extenderla para reforzar pisos, vigas y puentes.

El Ing. P. Jackson, de San Francisco, Ca., en 1886 aplicó el principio de refuerzo para el concreto, obteniendo la patente para varilla de acero en piedra artificial que servía en losas de pisos.

La American Standard For Testing and Materials (ASTM), en el año de 1904 publica por primera vez sus estándares de calidad para el cemento Portland. (Ferreiro Ibarra, 2008)

Historia del concreto en el Perú

No obstante que los antiguos peruanos tuvieron sólidos conocimientos sobre astronomía, trazado y construcción de canales de irrigación, edificaciones de piedra y adobe, no existen evidencias del empleo de ningún material cementantes este periodo que se caracterizó por un desarrollo notable del empleo de la piedra sin elementos ligantes de unión entre piezas”.

Los materiales aglomerantes o cementantes en el Perú datan del siglo XVI, en la Colonia, en la que los españoles implantan los conocimientos técnicos europeos a Lima. Y a medida que el auge y la riqueza del virreinato del Perú crecen también lo hacen en gran medida las edificaciones y el ornato de las ciudades, motivando el empleo de materiales y técnicas más elaboradas, como lo indica el siguiente párrafo:

“...en las construcciones coloniales, generalmente de dos pisos, los cimientos eran de piedra grande de río amarradas y con mezcla de cal y arena lo que se denominaba el calicanto”.

Como se observa el concreto rudimentario de aquella época empleaba el calicanto como aglomerante con inclusión de piedras de diversos tamaños en la que sería una especie de concreto ciclópeo actual. Su uso se limitaba por lo general a cimentaciones. En un afán por mejorar la calidad del concreto, en cuestiones de resistencia, se comenzaron a experimentar con distintas especies orgánicas y hasta de consumo humano, como cuenta el siguiente párrafo.

“...según la tradición limeña cuenta que el puente de piedra sobre el río Rímac Iniciado en el año 1608 y concluido en el año 1610, y que aún existe, se edificó agregando al mortero de cal y arena huevos frescos en gran cantidad para mejorar sus propiedades resistentes, en lo que constituiría unos de los intentos más precoces y pintorescos en el empleo de aditivos en país”.

En este contexto se desarrollaron los gremios, similar a los de Europa, regidos por reglamentos y disposiciones especiales que debían cumplirse con escrupulosidad y rigidez bajo penas de sanción severas. Así estos estaban pasando a ser los antecesores de los colegios profesionales de hoy.

El gremio que agrupaba a los profesionales de la construcción era el de los albañiles, cuyo nombre proviene del árabe albbani (Maestros en el arte de construir) y que incluía a los arquitectos, los maestros mayores, los alarifes, los oficiales y los aprendices.

Gracias a la invención de la maquina a vapor; “...en 1824 Joseph Apsdin patenta un proceso de calcinación de caliza arcillosa que producía un cemento que al hidratar se adquiría según él las mismas propiedades que la piedra la isla Portland”.

Pero no es hasta el año 1915 cuando llega al Perú la compañía constructora norteamericana Foundation Co. Para ejecutar entre muchos proyectos el terminal marítimo del Callao y la pavimentación de Lima. Es esta compañía la que trae los primeros hornos para la fabricación del cemento con lo que se inicia la tecnología del concreto local.

En el año 1916 la compañía peruana de cemento portland compra los hornos a la Foundation e instala en el Rímac la primera fábrica de cemento comercial del Perú (compañía peruana de cemento portland) empleando materia prima de

Atocongo. Entre 1955 y 1975 se crean las fábricas de cemento Chilca, Lima, Andino, Chiclayo, Pacasmayo Sur y Yura, que van desarrollando diferentes tipos de cemento.

En los años 50' se consolidan las grandes empresas constructoras nacionales y se establece en Lima la primera empresa de concreto premezclado.

En la década de los 70' crece la informalidad generalizada en construcciones sedimentando en mucha gente en el campo de la construcción la idea de que “cualquier persona puede hacer un buen concreto” que “el concreto es un material noble que puede absorber nuestros errores” y que “ya todo está investigado en lo que al concreto se refiere”. Es por ello que en la década de los 80' se empiezan a ejecutar tesis de investigación en la tecnología del concreto en universidades.

El Perú en cuestiones de tecnología del concreto es un país que no ha tenido muchos avances y que en gran medida se acoplo a los avances tecnológicos de Europa. (Pasquel Carbajal, 1998)

2.1.3 Ventajas y desventajas del concreto de alta resistencia a edades tempranas.

2.1.3.1 Ventajas

- No hay que esperar a los 28 días para que se alcance la resistencia esperada
- Ahorro en tiempo de ejecución y avance de obra en tiempos muertos.
- Concreto de calidad uniforme, garantizando la medición y dosificación de materiales controlados.
- Mayor tecnología por la utilización de aditivos que incrementan la velocidad de ejecución.
- Se obtienen resistencias a compresión en horas, 1 día, 3 días, etc.

- Garantiza un fraguado rápido, acelerando tiempos en desencofrado.
- Baja permeabilidad, alta durabilidad y excelente trabajabilidad.
- Mayor resistencia a la compresión y flexión. (Ferreiro Ibarra, 2008)

2.1.3.2 Desventajas

- Poca disponibilidad de materia prima en la zona de obra, el clima, restricción de temperatura.
- El precio del concreto de alta resistencia a edades tempranas es mayor al de un concreto convencional. (Ferreiro Ibarra, 2008)

2.1.4 Aplicaciones del concreto de alta resistencia a edades tempranas.

- Para colocar el concreto en servicio a una edad mucho menor, por ejemplo, dar tráfico a pavimentos a 3 días de su colocación.
- Para construir edificios altos reduciendo la sección de las columnas e incrementando el espacio disponible.
- Para construir super estructuras de puentes de mucha luz y para mejorar la durabilidad de sus elementos.
- Para satisfacer necesidades especificada de ciertas aplicaciones como módulo de elasticidad, resistencia a la flexión. (NRMCA, National Ready Mixed Concrete Association, 2016, pág. 1)

2.2 Principios y requerimientos del concreto de alta resistencia a edades tempranas.

Este concreto se puede obtener por medio de una o varias combinaciones de los siguientes puntos, dependiendo de las condiciones y de la resistencia especificada que se quiera alcanzar.

- Uso de cemento tipo III de alta resistencia inicial.
 - Un contenido elevado de cemento (390 a 520 kg/m³).
 - Una baja relación agua – cemento (0.20 a 0.45 en peso).
 - Una mayor temperatura del concreto fresco.
 - Una mayor temperatura de curado.
 - El uso de aditivos químicos.
 - E uso de adiciones minerales o humo de sílice.
 - Curado a vapor o en autoclave.
 - Usando un aislamiento para retener el calor de hidratación (curado adiabático).
 - El uso de cementos de fraguado regulado o de otros cementos especiales.
- (Ferreiro Ibarra, 2008, pág. 4)

2.2.1 Propiedades en estado fresco

Se evaluarán distintas propiedades en estado fresco para favorecer la producción del concreto de alta resistencia en edades tempranas: Temperatura del concreto fresco, asentamiento del concreto (SLUMP), peso unitario del concreto en estado fresco, tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración.

2.2.1.1 Temperatura del concreto en estado fresco

Este ensayo será realizado según la norma ASTM C 1064 - NTP 339.14.

Este método permite medir la temperatura de mezclas de concreto recién mezclado. Puede usarse para verificar que el concreto satisfaga requerimientos específicos de temperatura.

Para lo cual se necesitará el siguiente equipo:

- Recipiente: Elaborado de material no absorbente y debe tener dimensiones tales que permitan un recubrimiento de al menos 3 pulgadas de concreto en todas las direcciones alrededor del sensor medidor de temperatura. La cantidad de hormigos que debe cubrir, tiene que ser mínimo tres veces el tamaño máximo del agregado grueso
- Medidor de temperatura: termómetro calibrado para medir la temperatura del concreto recién mezclado con una variación de ± 0.5 °C

Procedimiento:

Se obtendrá una muestra de concreto dentro de un contenedor no absorbente. Se colocará el termómetro dentro de la muestra, y se tomará la lectura después de un tiempo mínimo de 2 minutos o hasta que la temperatura se estabilice.

2.2.1.2 Asentamiento del concreto

Este ensayo será realizado según la norma ASTM C143 – NTP 339.035

Este método cubre la determinación del asentamiento del concreto tanto en laboratorio como en el campo. Consisten en colocar una muestra de concreto recién mezclado dentro de un molde en forma de cono truncado. El molde se levanta y se deja que el concreto se desplome. Se mide la distancia vertical al centro desplazado y se registra el valor del asentamiento del concreto.

Para lo cual se necesitará el siguiente equipo:

- Molde: será metálico, resistente al ataque de la pasta de cemento, deberá tener la forma de la superficie lateral de un cono truncado con una base de 9 pulgadas de diámetro y la parte superior de 4 pulgadas con una altura de 12 pulgadas.
- Varilla: deberá ser una barra recta de acero de sección circular de 5/8" de diámetro y aproximadamente de 24 pulgadas de largo.
- Instrumento de medida: Es una regla de metal rígida de por lo menos 12 pulgadas.
- Placa base: será metálica, no absorbente

Procedimiento:

Se humedece el molde y la placa base, siendo apoyado firmemente el molde contra la base y por ningún motivo debe moverse este durante el llenado.

Llenar el molde en tres capas de concreto, siendo compactada la primera capa en toda su profundidad con 25 penetraciones de la varilla, distribuyendo las penetraciones en toda la superficie de cada capa, la segunda y tercera capa deben penetrar una pulgada la capa anterior. Cuando se compacte la última capa mantener un excedente de concreto sobre el molde antes de comenzar el varillado, si el concreto es insuficiente detener el varillado y colocar una cantidad representativa para mantener un exceso de concreto sobre el molde en todo momento.

Enrasar el concreto rodando la varilla de compactación sobre el borde superior del molde.

Manteniendo firme el molde, remover el concreto alrededor del área circundante para prevenir la interferencia al momento del asentamiento del concreto.

Levantar el molde por encima de las 12 pulgadas de un solo movimiento sin giros.
Medir con una precisión de $\frac{1}{4}$ de pulgada el asentamiento desde la parte superior hasta el centro desplazado de la superficie original del espécimen.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 1: Asentamiento del Concreto (SLUMP)

2.2.1.3 *Peso unitario del concreto*

Este ensayo será realizado según la norma NTP 339.046 - ASTM C138

Este método de prueba cubre la determinación de la densidad del concreto fresco y señala las fórmulas para calcular el rendimiento, contenido de cemento, y contenido de aire del concreto fresco. Rendimiento es definido como el volumen del concreto producido por una mezcla de materiales de características conocidas.

Para dicho ensayo se necesitará el siguiente equipo:

- Balanza: con exactitud de 45 gr
- Varilla: de acero de $\frac{5}{8}$ " de diámetro y de 24 pulgadas aproximadamente de longitud.
- Recipiente: cilíndrico de acero u otro metal.

- Placa para enrasado: placa rectangular llana de metal de por lo menos 1/4” de espesor de por lo menos 2” de longitud superior a la del recipiente.
- Mazo de goma: con una masa de 1000 ± 200 gr

Procedimiento:

Colocar el concreto dentro del recipiente, en tres capas de aproximadamente igual volumen varilladas con 25 golpes cada una; compactar la capa inferior en todo su espesor; la segunda y la tercera capa penetraran 1” la capa anterior. Distribuir las penetraciones uniformemente en toda la sección transversal del recipiente, en cada una de las tres capas.

Golpear firmemente de 10 a 15 veces los lados del recipiente con el mazo, cada una de las tres capas, para así llenar los vacíos y eliminar las burbujas de aire que podrían quedarse atrapadas en el concreto.

Después de consolidar la última capa, enrasar el concreto con una placa de enrase para obtener una superficie lisa. Limpiar todo el exceso de concreto en la parte exterior del recipiente y determinar la masa del concreto del recipiente lleno en kilogramos.

Calcular la masa neta (kg) y calcular la densidad del concreto (kg/m³)

Densidad (Peso Unitario):

$$D = \frac{M_c - M_m}{V_m}$$

Donde:

M_c = Masa del concreto

M_m = Masa del molde

V_m =Volumen del molde

Rendimiento:

$$Y = \frac{M}{D}$$

Donde:

M= Masa Total de los materiales

D= Densidad

2.2.1.4 Tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración

Según la norma ASTM C403 – NTP 339.082

Este método de ensayo trata sobre la determinación del tiempo de fraguado del concreto con un asentamiento mayor de cero por medio de mediciones de resistencia a la penetración de mortero tamizado de la mezcla de concreto.

Se obtiene una muestra de mortero por el tamizado de una muestra representativa de concreto recién mezclado. El mortero se coloca en un recipiente y se almacena a una temperatura ambiente especificada. A intervalos regulares se mide la resistencia a la penetración del mortero por agujas estándar. Se hace una gráfica de la resistencia a la penetración en función del tiempo transcurrido, de la cual se determina los tiempos de fraguado inicial y de fraguado final.

Para dicho ensayo se requerirá el siguiente equipo:

- Contenedores para las especificaciones de mortero: los contenedores deben ser rígidos, herméticos, no absorbentes. Este debe contar con un área de superficie de mortero suficiente para que se puedan hacer 10 lecturas de resistencia a la penetración de acuerdo con los requisitos de distancias libres entre lecturas especificadas. Por lo menos de 6” x 6” de dimensión lateral y altura.

- Agujas de penetración: se deben tener agujas que puedan ser acopladas al aparato de carga y que tengan las siguientes áreas de contacto (1, 1/2, 1/4, 1/10, 1/20 y 1/40 pulg²).
- Aparato de aplicación de carga: Debe proporcionarse un dispositivo para medir la fuerza requerida para causar la penetración de las agujas. Este dispositivo debe ser capaz de medir la fuerza de penetración con una exactitud de $\pm 10\text{N}$ ($\pm 2\text{lb}$) y debe tener una capacidad de por lo menos 600N (130 lb).
- Varilla apisonadora: será una varilla apisonadora de acero redonda y recta de 5/8" de diámetro y 24" de longitud.
- Pipeta: u otro instrumento para extraer el agua excedente de exudación
- Termómetro: capaz de medir la temperatura del mortero recién mezclado con una aproximación de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.
- Termo hidrómetro: capaz de medir la temperatura ambiente y la humedad relativa.

Procedimiento:

Después de mezclado el concreto se obtiene la muestra de mortero por tamizado en húmedo de la porción seleccionada de concreto, a través de un tamiz de 4.75 mm y sobre una superficie no absorbente, se remezcla manualmente el mortero, se coloca el mortero en el contenedor en una sola capa. Se consolida el mortero para eliminar las bolsas de aire en el espécimen y se nivela la superficie, varillando el mortero o colocando e contenedor en una mesa vibratoria.

Se inserta en el aparato de resistencia a la penetración una aguja de tamaño apropiado dependiendo del grado de fraguado del mortero. Luego se aplica gradualmente y uniformemente una fuerza hacia abajo en el aparato hasta que la

aguja penetra el mortero hasta una profundidad de $25 \pm 2\text{mm}$ ($1 \pm 1/16$ pulg), el tiempo requerido para penetrar dicha profundidad debe ser de 10 ± 2 s. se registra la fuerza requerida para producir la penetración.

La distancia libre entre cada impresión de la aguja y el lado del contenedor debe ser por lo menos de 1 pulgada, pero no mayor de 2 pulgadas.

Para mezclas convencionales se hace el ensayo inicial de penetración después de transcurrido un tiempo de 3 a 4 h después del contacto inicial entre el cemento y el agua. Los ensayos subsiguientes se hacen a intervalos de $1/2$ a 1 h.

Para mezclas de concreto que contenga acelerante, el ensayo inicial se recomienda después de transcurrido un tiempo de $1/2$ a 1 h y los ensayos subsiguientes se hacen a intervalos de $1/2$ h. para mezclas de concreto que contenga retardante, el ensayo inicial se recomienda después de transcurrido un tiempo de 4 a 6 h, y los ensayos subsiguientes pueden ajustarse conforme se requiera dependiendo la velocidad de fraguado, hasta obtener el número requerido de penetraciones.

Se procesarán los resultados, se determinan los tiempos de fraguado inicial y de fraguado final como los tiempos a los cuales la resistencia a la penetración es igual a 3.5 MPa (500 lb/ pulg²) y 27.6 MPa (4000 lb/ pulg²), respectivamente.

2.2.2 Propiedades en estado endurecido

Se evaluarán distintas propiedades en estado endurecido para favorecer la producción del concreto de alta resistencia en edades tempranas, las cuales serán subdivididas en dos grupos: Propiedades o ensayos no destructivos las cuales incluyen a los siguientes ensayos, Permeabilímetro al aire de Torrent, Velocidad de Pulso ultrasónico, Resistividad eléctrica, Numero de rebotes; y las propiedades o ensayos destructivos los cuales incluyen los siguientes ensayos, resistencia a la

compresión, resistencia a la flexión o tracción indirecta, permeabilidad al agua bajo presión, módulo de elasticidad.

2.2.2.1 Propiedades no destructivas

Son aquellas pruebas que miden las características del concreto en una estructura.

Su aplicación principal es la de estimar la fuerza compresiva del concreto.

Dichas pruebas se pueden utilizar para estimar la resistencia del concreto durante la construcción o también durante la evaluación de estructuras existentes.

(Universidad de Piura)

Los ensayos de compresión hechos en probetas estándar sólo proporcionan cuando se entrega a la obra, mientras que las pruebas en sitio sí proporcionan las características que tendrá el concreto en lugares específicos de la estructura, por lo cual son importantes. Además, al proporcionarnos la resistencia del concreto a cualquier edad de la estructura, podemos saber con certeza el momento en el cual podemos retirar el encofrado o aplicar el postensado. (ACI-PUCP)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 2: Preparación de mortero para ensayo de Tiempo de Fraguado



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 3: Ensayo de tiempo de fraguado por resistencia a la Penetración

2.2.2.1.1 Permeabilidad al aire de Torrent

La permeabilidad del recubrimiento tiene una influencia decisiva sobre la durabilidad de las estructuras de concreto, siendo la barrera defensiva contra la penetración de agentes agresivos.

Procedimiento:

Se crea un vacío dentro de la doble celda que se sella sobre la superficie de concreto mediante anillos blandos concéntricos, creando dos cámaras separadas. Cuando el vacío alcanza 30 mbar, se cierra la electro-válvula y el sistema neumático de la cámara interna queda aislado de la bomba.

El aire presente en los poros del concreto subyacente fluye, atravesando el concreto de recubrimiento, hacia la cámara interna elevando su presión P_i . La

velocidad con que sube P_i está directamente relacionada con la permeabilidad de recubrimiento.

Un regulador de presión mantiene la presión de la cámara externa permanentemente balanceada con la de la cámara interna ($P_e=P_i$). Así se logra un flujo controlado unidireccional hacia la cámara interna, permitiendo el cálculo del coeficiente de permeabilidad kT (m^2). (Torrent, 1999)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 4: Ensayo de Permeabilidad al aire de Torrent

2.2.2.1.2 Velocidad de pulso ultrasónico

La prueba ultrasónica de la velocidad del pulso determina la velocidad de propagación de un pulso de energía vibratoria a través de un miembro de concreto. En condiciones específicas se relaciona directamente con la resistencia del concreto.

El principio operacional del equipo se define como un transductor que envía una onda de corta duración, señal de alto voltaje a un transductor de recepción,

haciendo el transductor vibrar en su frecuencia resonante. En el comienzo de pulso eléctrico, se enciende un temporizador electrónico, as vibraciones del transductor se transfieren al concreto a través de u liquido viscoso como acoplador.

El pulso vibratorio viaja a través del espécimen y es detectado por un transductor de recepción en la superficie opuesta del espécimen. Cuando se recibe el pulso, el temporizador electrónico se da vuelta y se visualiza el tiempo transcurrido del recorrido.

La longitud de camino directa entre los transductores se divide por el tiempo del recorrido para obtener la velocidad del pulso a través del concreto. (Universidad de Piura)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 5: Ensayo de Velocidad de Pulso Ultrasónico

2.2.2.1.3 Resistividad eléctrica

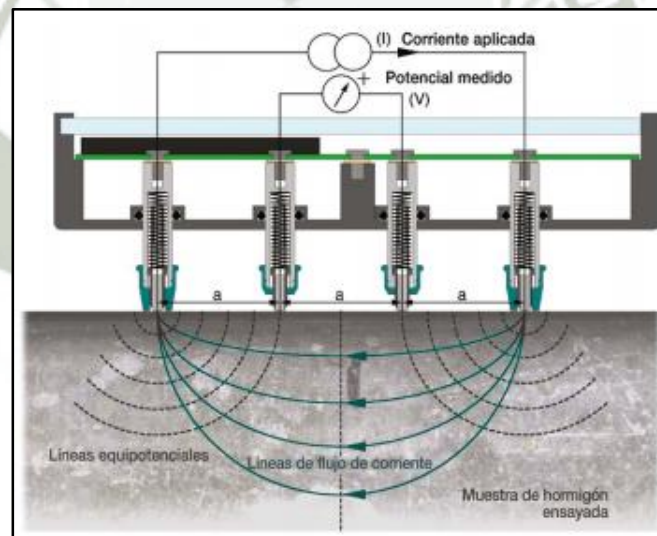
La resistividad del concreto se considera como uno de los factores que afectan la velocidad de corrosión de las armaduras, la resistencia a la penetración de los cloruros y la carbonatación, el endurecimiento en estado fresco y el grado de curado.

Es decir, la resistividad eléctrica, es capaz de informar sobre la microestructura del concreto, de su porosidad y de su contenido de agua. Como indica la Ley de

Ohm, la resistividad es una propiedad volumétrica del material e indica su resistencia al paso de las cargas eléctricas.

Cuanto mayor es la resistividad menor es la porosidad del concreto y mayor su resistencia a la compresión, al tener más fase sólida por volumen, además si el concreto no está saturado en agua, la resistividad crece, por lo que es un indicador de su grado de saturación y puede servir para el control de curado. (Andrade, 2009)

La resistividad se mide mediante una sonda Wenner de cuatro puntos completamente integrada. Se aplica una corriente a dos sondas exteriores y se mide la diferencia de potencial entre las dos sondas interiores. La corriente es transportada por iones en el líquido en los poros. La resistividad calculada depende de la distancia entre las sondas.



Fuente: Google

Ilustración 6: Principio de medición (Resipod)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 7: Ensayo de Resistividad

2.2.2.1.4 *Numero de rebotes*

Un método para el que se ha encontrado aplicación práctica dentro de un campo limitado es la prueba del martillo de rebote también conocido como Esclerómetro. La prueba está basada en el principio de que el rebote de una masa elástica depende de la dureza de la superficie sobre la que golpea la masa. En la prueba del Esclerómetro, una masa impulsada por un resorte tiene una cantidad fija de energía que se le imprime al extender el resorte hasta una posición determinada; esto se logra presionando el embolo contra la superficie del concreto que se quiere probar. Al liberarlo, la masa rebota del émbolo que aún está en contacto con el concreto y la distancia recorrida por la masa, expresada como porcentaje de la extensión inicial del resorte, es lo que se llama número de rebote y es señalado por un indicador que corre sobre una escala graduada. El número de rebote es una medida arbitraria, ya que depende de la energía almacenada en el resorte y del volumen de la masa.

El martillo tiene que utilizarse sobre una superficie completamente plana y lisa. Cuando el concreto no forma parte de una masa mayor debe ser sujetado firmemente. (Universidad de Piura)

El percutor sale del cuerpo del instrumento y se pone en contacto con la superficie del concreto, existe un seguro que impide que el martillo se mueva, se libera el seguro que contenía al martillo y este es jalado por un resorte. El martillo impacta contra el percutor y rebota. La distancia del rebote se registra en una escala numerada del 10 al 100 siendo esta el número de rebote. Cuanto mayor sea el número de rebote, mayor será la resistencia del concreto. (ACI-PUCP)



Fuente: Google

Ilustración 8: Esclerómetro

2.2.2.2 Propiedades destructivas

2.2.2.2.1 Resistencia a la compresión

Según la norma ASTM C39 – NTP 339.034

La resistencia a la compresión del concreto es la medida más común de desempeño que se emplea para el diseño de los edificios. Esta se mide reventando probetas cilíndricas de concreto en una prensa hidráulica de ensayos a compresión, y la resistencia es calculada a partir de la carga de ruptura dividida entre el área de la sección que resiste la carga.

Los resultados se usan fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia

especificada. Además, los resultados se pueden utilizar para fines de control de calidad, aceptación del concreto o para estimar la resistencia del concreto en estructuras. (NRMCA, National Ready Mixed Concrete Association, 2016)

Los cilindros sometidos a ensayo se elaboran y curan de acuerdo a la norma ASTM C31 “Practica estándar para elaborar y curar cilindros de concreto en el campo. Para estimar la resistencia del concreto serán sometidos a ensayo según la norma ASTM C39 “Método estándar de prueba de resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto”

Un resultado de prueba es el promedio de, por lo menos, dos pruebas de resistencia curadas de manera convencional elaboradas con la misma muestra de concreto y sometidas a ensayo a la misma edad, según los requerimientos del concreto.

La mezcla de concreto se diseña para producir una resistencia promedio superior a la resistencia especificada de tal manera que se pueda minimizar el riesgo de no cumplir la especificación de resistencia.

Los cilindros para pruebas de aceptación deben tener un tamaño de 6 x 12 pulgadas (150 x 300 mm) o 4 x 8 pulgadas (100 x 200 mm). Siendo las probetas más pequeñas más fáciles de elaborar y manipular.

Con el fin de conseguir una distribución uniforme de la carga, generalmente las probetas cilíndricas se cabecean con mortero de azufre o con almohadillas de neopreno.

El diámetro del cilindro se debe medir en dos puntos en ángulos rectos entre si a media altura de la probeta y se deben promediar para calcular el área de la sección. Si los dos diámetros medidos difieren en más de 2%, no se debe someter a prueba el cilindro.

Los cilindros se deben centrar en la máquina de ensayo de compresión y cargados hasta completar la ruptura. La resistencia del concreto se calcula dividiendo la carga máxima soportada por la probeta entre el área promedio de la sección.

(IMCYC, Pruebas de resistencia a la compresión, 2006)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 9: Ensayo de Resistencia a la Compresión

2.2.2.2.2 **Resistencia a la flexión y/o Tracción indirecta**

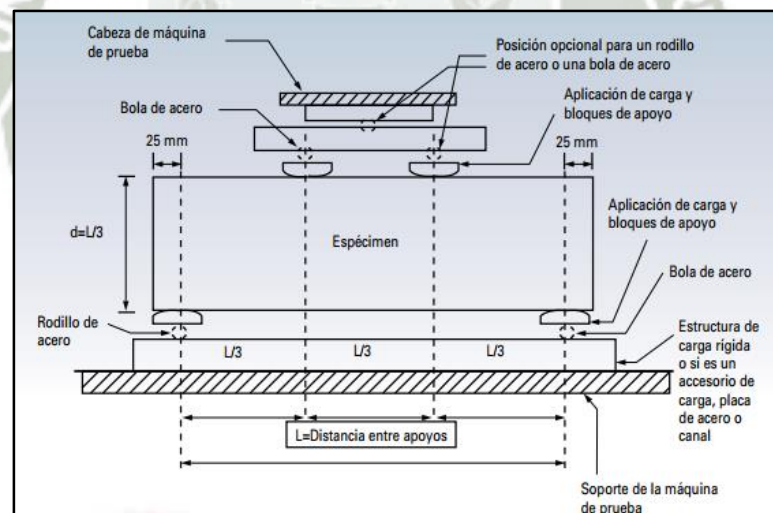
- Resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto. Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor. La resistencia a la flexión se expresa como el módulo de rotura (MR) en libras por pulgada cuadrada (MPa) y es determinada

mediante los métodos de ensayo ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio)

El módulo de Rotura es el valor obtenido mediante el procedimiento indirecto para determinar la resistencia la tracción y es cerca del 10% al 20% de la resistencia a la compresión.

Se debe utilizar un dispositivo capaz de aplicar cargas en los tercios del claro de prueba de tal manera que las fuerzas sean perpendiculares a las caras horizontales de la viga y se distribuyan y apliquen uniformemente en todo lo ancho. Este dispositivo debe ser capaz de mantener fija la distancia entre los puntos de carga y los puntos de apoyo del espécimen con una tolerancia de ± 2 mm. La distancia entre los apoyos debe ser tres veces el peralte de la viga con una tolerancia de 2%. (IMCYC, Determinación de la resistencia a la flexión del concreto, 2008)



Fuente: Google

Ilustración 10: Ensayo de resistencia a la flexión



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 11: Viga de concreto después de realizado el ensayo de flexión

Si la fractura se presenta en el tercio medio del claro el módulo de ruptura se calcula como sigue:

$$R = \frac{PL}{bd^2}$$

Donde:

- R Es el módulo de Ruptura en MPa
- P Es la carga máxima aplicada en N
- L Es la distancia entre apoyo en mm
- b Es el ancho promedio del espécimen en mm
- d es el peralte promedio del espécimen en mm

Si la ruptura se presenta fuera del tercio medio del claro en no más del 5% el módulo de ruptura se calcula como sigue:

$$R = \frac{3Pa}{bd^2}$$

Donde:

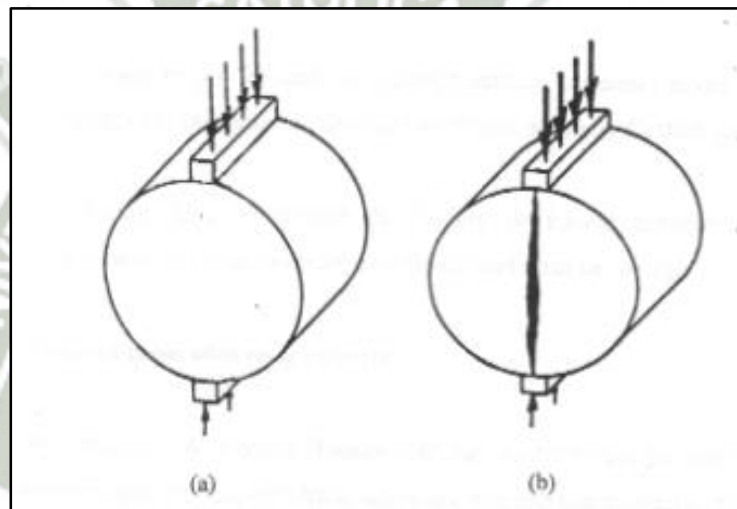
- a Es la distancia promedio entre la línea de fractura y el apoyo más cercano en la superficie de la viga en mm

Si la ruptura ocurre fuera del tercio medio del claro en más del 5% se desecha el resultado de la prueba.

- **Resistencia a la tracción indirecta**

Según la norma ASTM C496

El ensayo de tracción indirecta reproduce el estado de tensiones en la fibra inferior de la zona de tracción. Es un método práctico y sencillo para caracterizar las propiedades de las mezclas de concreto o evaluar el fallo provocado por tensiones o tracción



Fuente: Google

Ilustración 12: Ensayo de resistencia a la tracción indirecta



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 13: Probeta de concreto ensayada a tracción indirecta

El ensayo de tracción indirecta se calcula como sigue:

$$\sigma = \frac{2P}{\pi td}$$

Donde

- σ Es la tracción Indirecta (MPa)
- P Es la carga total aplicada (N)
- t es la altura de la probeta (mm)
- d Es el diámetro de la probeta (mm)

2.2.2.2.3 Permeabilidad al agua bajo presión

Según la norma UNE-EN 12390-8

Método para determinar la profundidad de penetración de agua bajo presión en concreto endurecido que ha sido curado en agua

El agua es aplicada bajo presión a la superficie del concreto. A continuación, se divide la probeta por rotura en dos mitades y se mide la profundidad de penetración del frente de agua

El equipo consiste en que la probeta se pueda situar de tal manera que la presión pueda actuar sobre la zona de ensayo y se visualice la presión aplicada de forma continua.

Para la preparación de la probeta cilíndrica se le da un acabado liso con cualquier método abrasivo que elimine todas las imperfecciones. Se le imprime dos capas de impermeabilizante con excepción de la zona que recibirá el agua a presión.

El ensayo debe comenzar cuando las probetas tengan al menos una edad de 28 días. No aplicar el agua a presión e la cara de acabado de la probeta. Esta se coloca en el aparato de ensayo y se aplica al agua una presión de 500 ± 50 kPa durante 72 ± 2 horas.

Después de aplicar la presión durante el periodo especificado, se retira la probeta del dispositivo de ensayo, se le retira el exceso de agua y se rompe la probeta en dos mitades, marcando en la probeta dicho frente de penetración. Se mide la profundidad máxima de penetración y se redondea al mm más próximo.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 14: Preparación de especímenes para Ensayo de Permeabilidad



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 15: Ensayo de Permeabilidad al agua bajo presión

2.2.2.2.4 **Módulo de elasticidad del concreto**

Según la norma ASTM C469

El concreto no es un material eminentemente elástico, esto se puede observar fácilmente si se somete a un espécimen a esfuerzos de compresión crecientes hasta llevarlo a la falla, si para cada nivel de esfuerzo se registra la deformación unitaria del material se podría dibujar la curva que relaciona estos parámetros.

El módulo de elasticidad es un parámetro muy importante en el análisis de las estructuras de concreto ya que se emplea en el cálculo de la rigidez de los elementos estructurales. (Constructor Civil)

Equipo:

- Máquina de ensayo: una maquina capaz de aplicar una carga a la velocidad y a la magnitud requeridas según el espécimen.
- Deformómetros: capaz de medir la deformación del espécimen en las secciones longitudinal y transversal respectivamente.

Procedimiento:

Preparar cuatro probetas cilíndricas de 6 x 12 pulgadas (150 x 300 mm), los cuales deben someterse a curado normalizado y ser ensayados a la edad para la cual se desea la información del módulo de elasticidad. Los extremos de las probetas deben ser nivelados por medio de mortero de azufre.

Usar una pareja de los especímenes, para determina la resistencia a la compresión, previo a realizar el ensayo del módulo de elasticidad.

Colocar e espécimen de ensayo, con el equipo de medición de deformación instalado y cargar el espécimen por lo menos dos veces, durante la primera carga no registrar resultados y corregir cualquier comportamiento inusual en los deformómetros. Registrar sin interrupción del ensayo, la carga aplicada y la deformación unitaria cuando la carga aplicada es igual al 40% de la carga ultima.

El módulo de elasticidad se calcula de la siguiente manera:

$$E = \frac{S_1 - S_2}{\epsilon_2 - 0.000050}$$

Donde:

E Módulo de elasticidad

S₂ esfuerzo correspondiente al 40% de la carga ultima

S₁ esfuerzo correspondiente a la deformación unitaria longitudinal, ϵ_1 , de 50 millonésimas

ϵ_2 deformación unitaria longitudinal producida por el esfuerzo S₂, en millonésimas

La relación de Poisson es cuando un cuerpo se somete a una fuera, este siempre se deformará en dirección a esta fuerza. Sin embargo, siempre que se producen deformaciones en dirección de la fuerza aplicada, también se producen

deformaciones laterales. Las deformaciones laterales tienen una relación constante con las deformaciones axiales. El coeficiente de Poisson depende directamente del módulo de elasticidad.

La relación de Poisson se calcula de la siguiente manera

$$\mu = \frac{\epsilon_{t2} - \epsilon_{t1}}{\epsilon_2 - 0.000050}$$

Donde:

μ Relación de Poisson

ϵ_{t2} deformación unitaria transversal en la altura media del espécimen producida por S_2 en millonésimas μm

ϵ_{t1} deformación unitaria transversal en la altura media del espécimen producida por el esfuerzo S_1 en millonésimas μm



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 16: Preparación de espécimen para ensayo de Módulo de elasticidad.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 17: Ensayo de Módulo de Elasticidad

2.3 Materiales para el concreto de alta resistencia a edades tempranas

2.3.1 Cemento

2.3.1.1 Definición y usos del cemento en la construcción

Es un aglomerante hidrófilo, resultante de la calcinación de rocas calizas, areniscas y arcillas, obteniendo un polvo fino que con la presencia del agua se endurece adquiriendo propiedades resistentes y adherentes.

Los procesos de fabricación consisten en moler rocas calcáreas con rocas arcillosas en cierta proporción y someterlo a temperatura por encima de los 1300°C produciéndose lo que se denomina Clinker, que finalmente se muele y se le añade yeso.

El cemento es utilizado para diferentes necesidades, dependiendo de sus especificaciones particulares de resistencia, color, rapidez de endurecimiento o de calor de hidratación.

Su gran aplicación es la elaboración de concreto. La industria de la construcción no se puede concebir sin el cemento, siendo irremplazable para muchos trabajos,

tales como: Morteros, cimentaciones de muros, revestimientos, etc. (Pasquel Carbajal, 1998)

2.3.1.2 Composición y compuestos

Los componentes típicos del cemento son los siguientes:

- Oxido de Calcio (CaO) 61%-67%
- Oxido de Sílice (SiO₂) 20%-27%
- Oxido de Aluminio (Al₂O₃) 4%-7%
- Oxido de Hierro (Fe₂O₃) 2%-4%
- Óxidos de Magnesio, Sodio, Potasio, Titanio, Azufre, Fosforo y Manganeseo 5%

Luego del proceso de formación del Clinker y molienda final se obtienen los siguientes compuestos, que son los que definen el comportamiento del cemento hidratado.

- Silicato Tricálcico ($3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \rightarrow \text{C}_3\text{S} \rightarrow \text{Alita}$)

Define la resistencia inicial y tiene mucha importancia en el calor de hidratación.

- Silicato Dicálcico ($2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \rightarrow \text{C}_2\text{S} \rightarrow \text{Belita}$)

Define la resistencia a largo plazo y tiene menor importancia en el calor de hidratación.

- Aluminato Tricálcico ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{C}_3\text{A}$)

Individualmente no tiene importancia en la resistencia, pero con los silicatos condiciona el fraguado ejerciendo como catalizador, siendo necesario añadir yeso para controlarlo. Define la resistencia a los sulfatos.

- Aluminio-Ferrito Tetracálcico ($4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightarrow \text{C}_4\text{AF} \rightarrow \text{Celita}$)

Responsabilidad en la velocidad de hidratación y en el calor de hidratación

- Óxidos de Magnesio

Pese a ser un componente menor, en porcentajes mayores al 5% causa problemas de expansión en la pasta hidratada.

- Óxidos de Potasio y Sodio

Importante para casos especiales de reacciones químicas con ciertos agregados.

- Óxidos de manganeso y Titanio

El primero no tiene significación especial en las propiedades del cemento, salvo en su coloración, la cual tiene a ser marrón en porcentajes mayores al 3%. En porcentajes mayores al 5% reduce la resistencia a largo plazo.

El segundo influye en la resistencia, reduciéndola para contenidos mayores al 5%.

2.3.1.3 Tipos de cemento

En la presente investigación se utilizaron cuatro tipos de cemento.

- Cemento Yura Tipo I:

Cemento elaborado con Clinker de alta calidad y Yeso molidos industrialmente hasta lograr un alto grado de finura. Cumple con la norma NTP 334.0099 y ASTM C150.

Es un cemento de uso general en la construcción, que se emplea en obras que no requieren propiedades especiales.

Entre sus aplicaciones encontramos que puede ser utilizado en estructuras que requieran un rápido desencofrado, concreto en clima frío productos prefabricados y en pavimentos y cimentaciones.

Dentro de sus propiedades son las siguientes:

- Mayores resistencias iniciales
- Menores tiempos de fraguado

- Cemento Yura Tipo HE:

Cemento de alta resistencia inicial, clasificado según la norma NTP 334.082 o ASTM C1157, cemento con las características de un cemento tipo III, pero colaborando en el cuidado ambiental ya que en su producción se genera menor cantidad de CO₂, contribuyendo a una reducción de los gases con efecto invernadero.

La composición de este cemento permite la producción de concretos con requerimientos de altas resistencias iniciales, otorgando propiedades adicionales de alta durabilidad para poder ser utilizado en obras de infraestructura y construcción en general.

Según su ficha técnica proporciona al concreto las siguientes propiedades:

- Alta resistencia inicial
- Aumento de impermeabilidad
- Resistencia a los sulfatos
- Resistencia a los cloruros
- Menor calor de hidratación
- Disminuye la reacción nociva álcali-agregado
- Mayor plasticidad y trabajabilidad en concretos
- Menor consumo energético
- Fabricado con menor emisión de CO₂

- Cemento Yura Tipo IP

Cemento Portland Puzolánico de alta durabilidad, según su ficha técnica es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Sus componentes hacen que este cemento tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades de alta durabilidad, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad, además pueda resistir a la acción del intemperismo, ataques químicos, abrasión, u otros tipos de deterioro.

Dentro de sus propiedades que son las siguientes:

- Mayor resistencia a la compresión a largo plazo
- Resistencia al ataque de sulfatos
- Mayor impermeabilidad
- Disminución de la reacción nociva álcali – agregado: la puzolana remueve los álcalis de la pasta de cemento antes de poder reaccionar con los agregados.
- Menor calor de hidratación
- Menor consumo energético
- Fabricación con menor emisión de CO₂ al ambiente

- Cemento Ultraval

Según su hoja técnica es un cemento Portland de muy altas prestaciones mecánicas, especialmente a cortas edades, permitiendo la inmediata puesta en servicio de las obras.

Permite incrementos de productividad y especialmente en la industria de prefabricados. Indicado para concretos en ambientes fríos y concretos de alta resistencia.

Entre sus principales características encontramos

- Rápido y resistente
- Independiente: no necesita de acelerantes
- Personalizado: dosificaciones adecuadas y rentables.
- Reducción de costes en puntos críticos
- Incremento de ritmos de producción

2.3.2 Agua

Definición y usos del agua en la construcción

El agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, por lo que debe cumplir con ciertos requisitos para poder llevar a cabo su función en su combinación química.

La cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto normalmente es por razones de trabajabilidad, mayor de la necesaria para la hidratación del cemento.

El problema del agua reside en las impurezas que ocasionan reacciones químicas que alteran el comportamiento normal de la pasta de cemento.

En el Perú existen muy pocas “aguas potables” las cuales cumplen con las limitaciones nominales indicadas, en lo que refiere a contenido de sulfatos y carbonatos, sin embargo, sirven para consumo humano y consecuentemente para el concreto, incluso aguas no aptas para consumo humano sirven para preparar concreto, depende mucho del tipo de cemento y las impurezas de los demás ingredientes. (Pasquel Carbajal, 1998)

Los efectos perjudiciales que pueden esperarse de aguas de mezcla con impurezas son: retardo en el endurecimiento, reducción de la resistencia, manchas y eflorescencia en el concreto, corrosión del acero, cambios volumétricos, etc.

La norma NTP 339.088 establece requisitos para el agua de mezcla que son los siguientes:

- Sólidos en suspensión 5000 ppm
- Alcalinidad (NaHCO_3) 1000 ppm
- Sulfato (Ion SO_4) 600 ppm
- Cloruros (Ion Cl) 1000 ppm
- pH 5 a 8

Influencia en el concreto

El agua de mezcla tiene tres funciones

- Reaccionar con el cemento para hidratarlo
- Actuar como lubricante para darle trabajabilidad a la mezcla
- Procurar la estructura de vacíos necesaria en la para para que los productos de hidratación tengan espacio para desarrollarse

2.3.3 Adiciones Minerales

2.3.3.1 Definición

Una adición mineral es un material cementante suplementario, derivada de otros procesos industriales, los cuales logran ahorros de energía importantes, además de eliminar productos de desecho de procesos contaminantes, mejorando la calidad del concreto terminado reduciendo su costo de elaboración.

Estos productos que sustituyen parcialmente el cemento son diferentes de los aditivos químicos, como también de los sustitutos de agregados. Las adiciones reaccionan químicamente en presencia de agua.

Pueden ser utilizados para mejorar el desempeño del concreto en estado fresco y endurecido. Son principalmente utilizados para mejorar la trabajabilidad,

durabilidad y resistencia. Entre algunas de las adiciones minerales podemos encontrar: las cenizas volantes, las escorias molidas de alto horno, el humo de sílice, puzolanas naturales, entre otras. (Blog 360° en concreto, 2015)

En el antiguo Egipto (alrededor del año 2570 a.C.) se utilizaron morteros obtenidos con mezclas de yesos y calizas disueltas en agua, para poder levantar sus prodigiosas construcciones.

Hacia el año 500 a.C., los griegos utilizaron en sus construcciones una mezcla de materiales de depósitos volcánicos, con caliza agua y arena. Ofreciendo para la época lo mejores niveles de resistencia.

Tiempo después los romanos por el año 200 a.C. desarrollaron el cemento romano o Puzolánico a partir de la mezcla calcinada con finas arenas de origen volcánico con el cual construyeron el Coliseo Romano.

2.3.3.2 Tipos de adiciones minerales para concreto

Entre las más comunes adiciones minerales al cemento podemos encontrar las siguientes:

- Cenizas volantes: subproducto de los hornos que emplean carbón mineral, constituyen las partículas no combustibles removidas de las chimeneas de gases.
- Las escorias molidas de alto horno: subproducto no metálico producidos en un alto horno cuando el mineral de hierro es reducido a hierro dulce. La escoria liquida es enfriada para formar gránulos para después molerlos finamente

- Humo de sílice: Material Puzolánico de alta reactividad, es un subproducto de la producción de metal silíceo o ferro-silíceo. Se recolecta de la chimenea de gases de los hornos de arco eléctrico.
- Puzolanas Naturales: generalmente de origen volcánico y tienden a ser reactivos si son enfriados rápidamente. Estos materiales son producidos mediante la calcinación controlada de minerales de origen natural. Algunos ejemplos son los cristales volcánicos, ceniza de cascara de arroz, tierra de diatomeas, entre otros. (NRMCA, CIP 30 - Adiciones al cemento)

En la presente investigación se utilizó como adición mineral la detallada a continuación:

- Master Life SF100:

Según su hoja técnica Master Life SF 100 es un aditivo mineral a base de Microsílice compactada y seca que mejora las características del concreto endurecido en dos formas:

Al incrementar la cantidad de gel de silicatos de calcio, mejora la resistencia del concreto y reduce su permeabilidad, obteniendo un concreto de mayor duración.

Master Life SF 100 produce un concreto con permeabilidad mínima, lo cual resiste la penetración del agua, cloruros, sulfatos y otros agentes químicos que provocan la corrosión del acero de refuerzo, haciendo del concreto un material ideal de condiciones impermeables.

También desarrolla muy altas resistencias debido a sus propiedades puzolánica, permitiendo la construcción con menores dimensiones.

Está formado por millones de esferas menores a 1 mm de diámetro, que una vez en el mezclado se dispersa por todo el concreto, originando la baja permeabilidad y la alta resistencia.

2.3.3.3 *Propiedades de la adición mineral*

Es un componente crítico en la producción de concreto de alto desempeño con las siguientes propiedades mecánicas.

- Alta reducción de la permeabilidad.
- Protección contra la corrosión efectiva del acero de refuerzo.
- Concreto muy durable con resistencia a: Corrosión, Abrasión, Ataque químico, Sulfatos, Daños por hielo/deshielo.
- Concretos de alta resistencia
- Altas resistencias iniciales permitiendo un producción efectiva y eficiente en prefabricados y pretensado.

2.3.4 Aditivos

2.3.4.1 *Definición*

Son materiales orgánicos o inorgánicos que se le añaden a la mezcla durante o luego de formada la pasta de cemento que modifican de forma dirigida alguna característica del proceso de hidratación, endurecimiento o la estructura interna del concreto.

A nivel internacional se consolida el considerar los aditivos como un componente normal dentro de la tecnología del concreto moderna, el uso de aditivos puede minimizar los riesgos que ocasiona no poder controlar ciertas características de la mezcla de concreto original.

2.3.4.2 *Tipos de aditivos*

En la presente investigación se utilizarán 3 tipos de aditivos: Superplastificantes, retardadores de fragua, incorporador de aire.

- Aditivos superplastificantes:
 - Neoplast 8500 HP: Aditivo Reductor de Agua de alto rango y Superplastificante sin retardo

Según su hoja técnica sus principales aplicaciones son: concretos autocompactados, concretos de baja relación agua/cemento, concretos de alta resistencia, concreto fluido de alto asentamiento, concreto reforzado.

Sus beneficios son los siguientes: produce concretos fluidos sin retardo, permite que el concreto sea transportado por largas distancias, reduce en 45% o más el agua de amasado, reduce la segregación y exudación en el concreto, reduce las fisuras y permeabilidad en el concreto endurecido.

- Sika ViscoCrete 1110 PE: Superplastificante de tercera generación para concretos y morteros.

Según su hoja técnica sus principales aplicaciones son: concretos autocompactantes, concretos bajo agua, concretos en climas cálidos o sometidos a trayectos largos antes de su utilización, hasta 30% de reducción de agua, concretos de alta resistencia.

Entre sus características podemos encontrar: reducción del agua y aumento de la cohesión, alta impermeabilidad, mejora de la plasticidad, reduce la carbonatación del concreto, aumento de la durabilidad del concreto, reduce la exudación y segregación.

- Aditivos Retardadores de Fragua:
 - Euco WR-75: Aditivo mantensor de plasticidad, Reductor de agua con retardo controlada.

Según su hoja técnica sus principales aplicaciones son las siguientes: concreto premezclado, concreto en climas cálidos o templados, concreto transportado a largas distancias, concretos especiales.

Entre sus beneficios, se detallan a continuación: permite transportar la mezcla a largas distancias, mejora la cohesión y reduce la segregación, facilita el bombeo y colocación del concreto, reduce la exudación y contracción del concreto, no contiene cloruros ni agentes corrosivos

- Plastiment TM-12: Aditivo plastificante y retardante de fragua, exento de cloruros

Según su hoja técnica sus principales aplicaciones son las siguientes: vaciado de concreto en tiempo caluroso, vaciado de grandes volúmenes de concreto, evita juntas frías en faenas continuas, concreto premezclado, transporte de concreto a largas distancias, concreto bombeado.

- Aditivo Incorporador de aire:
 - MasterAir 920: Aditivo inclusor de aire estabilizado para concreto. Le proporciona al concreto una protección extra creando burbujas de aire estables que son fuertes, pequeñas y con poco espaciamiento.

Según su hoja técnica entre sus principales características y beneficios son los siguientes: mejora considerablemente la estabilidad del aire retenido, mayor resistencia al daño causado por los ciclos de congelamiento y deshielo, superior plasticidad y manejabilidad, mejora la capacidad de retención e inclusión de aire en concreto de bajo asentamiento, menor permeabilidad y reducción de la segregación y sangrado.

2.3.4.3 *Propiedades de los aditivos*

- Aditivos acelerantes: sustancias que reducen el tiempo normal de endurecimiento de la pasta de cemento y aceleran el desarrollo de la resistencia inicial, pero por otro lado por lo genera producen resistencias menores a 28 días, sacrificando la resistencia a largo plazo.
- Aditivos incorporadores de aire: originan una estructura adicional de vacíos dentro del concreto que permite minimizar efectos como el aumento de volumen, el deshielo, entre otros. También le confieren al concreto mayor trabajabilidad, debido a que el aire introducido funciona como un lubricante entre las partículas de cemento, pero por otro lado conlleva una reducción de la resistencia del concreto por los vacíos adicionales en su estructura.
- Aditivos reductores de agua – Plastificantes: son compuestos orgánicos e inorgánicos que permiten emplear menor agua de la que se usaría en condiciones normales en el concreto, produciendo mejores características de trabajabilidad y de resistencia al poder reducir la relación agua/cemento.

- Aditivos Superplastificantes: Son reductores de agua especiales en el que el efecto aniónico se ha multiplicado notablemente. Su dosificación normalmente es del 0.2% al 2%. Las sobredosificaciones pueden producir segregación o retardos en el fraguado.
- Aditivos Impermeabilizantes: Los normalmente usados son los aditivos reductores de agua, que propician disminuir la permeabilidad al bajar la relación agua/cemento disminuyendo así los vacíos capilares. Necesita además de condiciones óptimas donde no exista la fisuración, también las cenizas volátiles, las puzolanas y la microsílíce proporcionan características de incremento de impermeabilidad.
- Aditivos Retardadores: su principal función es la de incrementar el tiempo de fraguado normal del concreto, para disponer de un periodo en estado fresco mayor, facilitando así el proceso constructivo. Principalmente usado para evitar juntas frías, vaciados en climas cálidos, bombeo de concreto a largas distancias, transporte de concreto en mixers a largas distancias.
- Curadores Químicos: Productos añadidos a la superficie del concreto con el fin de evitar la pérdida de agua en el proceso de hidratación
- Aditivos Naturales: son algunos productos de uso o disponibilidad común, tales como el azúcar, la urea, detergentes, las algas, el almidón, el bicarbonato de sodio, entre otros.

2.4 Curado del concreto

En la presente investigación se desarrollaron dos métodos de curado acelerado con el fin de obtener una alta resistencia a edades tempranas. La primera de ellas es un curado a vapor y la segunda un curado adiabático. Ambos métodos de curado serán detallados a continuación.

2.4.1 Curado a Vapor

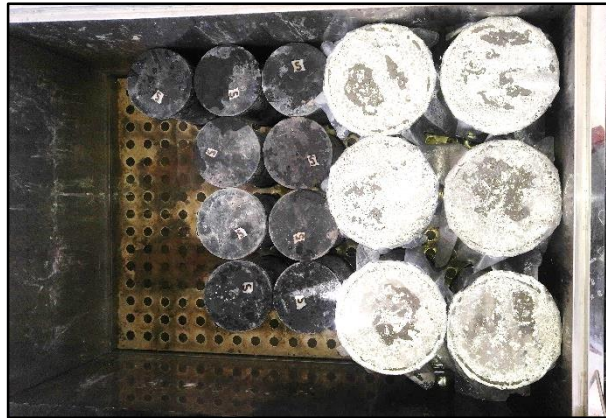
El empleo de vapor de agua es el método más utilizado en la industria de los prefabricados. No solo es una fuente de calor efectiva, sino que pone a disposición la humedad necesaria para la hidratación. Antes de comenzar a aplicar vapor se debe tener lugar la fase de asentamiento, ya que de ser aplicada muy rápido se puede echar a perder el desarrollo de la resistencia.

Durante el proceso de curado los especímenes de concreto se colocan dentro de una cámara en la que se introduce vapor de agua a presión atmosférica a 60°C durante 24 horas, para después ser introducidos en la poza de curado de agua para los demás días especificados. (IMCYC, Posibilidades del concreto, 2009)



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 18: Cámara de curado a vapor



Fuente: Elaboración propia

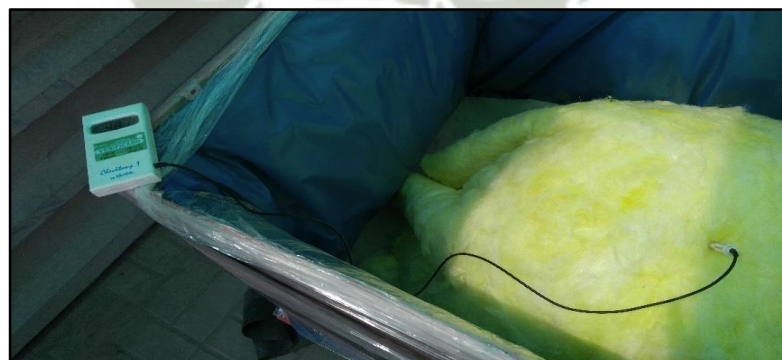
Ilustración 19: Especímenes de concreto en Cámara de Curado a Vapor

2.4.2 Curado Adiabático

Proceso por el cual se garantiza que el proceso de fraguado del concreto se realice de manera uniforme sin variación de la temperatura interna aislándolo de la temperatura ambiente, es decir, no pierde ni gana temperatura.

Este sistema acelera el calor de hidratación del cemento y por consiguiente acelera el proceso de fragua, logrando tener una alta resistencia a edad temprana.

Para este procedimiento se fabricó una cámara de curado adiabático la cual cumplía con los requisitos de mantención de temperatura del concreto. La cámara fue recubierta con lana de fibra de vidrio en todas sus dimensiones.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 20: Recubrimiento con Fibra de Lana de Vidrio.

La cámara adiabática aseguro una temperatura en el calor de hidratación en los moldes de concreto entre 37°C y 48°C para concretos fabricados con cemento IP, I, HE; y para concreto adicionado con cemento Ultraval, la temperatura en la cámara supero los 50°C.

Los especímenes fueron almacenados durante 24 horas en la cámara para luego ser colocados en la poza de curado en agua para los demás días especificados



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 21: Cámara de curado Adiabática



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 22: Temperatura alcanzada en la cámara de curado Adiabática

CAPITULO III: PROPIEDADES DE AGREGADOS

En el presente capítulo se detallarán en un comienzo todos los ensayos para determinar las propiedades de los agregados, además de como determinarlos. Luego se detallarán los resultados de los ensayos de cada agregado utilizado en la investigación.

3.1 Peso específico

Según la norma ASTM C127-2012 y NTP 400.021

El peso específico o densidad relativa es la característica usada para calcular el volumen ocupado por el agregado en diferentes mezclas que contienen agregados incluyendo el concreto o cualquier mezcla analizada sobre una base de volumen absoluto. Además, se utiliza para el cálculo de vacíos en su conjunto.

Para el agregado grueso el método es el siguiente:

Después de sumergir una muestra de ensayo durante 24 ± 4 horas, el agua superficial es secada y se determina la masa, posteriormente el volumen de la muestra se determina por el método de desplazamiento de agua.

$$\text{Densidad relativa (Peso específico)} = \frac{P_1}{P_1 - P_2} \times 1000$$

Donde

P_1 Masa de la muestra saturada superficialmente seca

P_2 Masa de la muestra saturada superficialmente seca sumergida en agua

Para el agregado fino el método es el siguiente:

Después de sumergir una muestra de ensayo durante 24 ± 4 horas, el agua superficial es secada hasta conseguir el estado saturado superficialmente seco por medio del método del cono de arena y se determina la masa de 500 gr,

posteriormente el volumen de la muestra se determina por el método de desplazamiento de agua en el picnómetro.

$$\text{Densidad relativa (Peso específico)} = \frac{500}{500 - (P_1 - P_2 - 500)} \times 1000$$

Donde

P₁ Masa del picnómetro lleno de la muestra saturada superficialmente seca con el agua hasta la marca de calibración

P₂ Masa del picnómetro seco



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 23: Peso específico del agregado fino

3.2 Porcentaje de absorción

Los valores de absorción son utilizados para determinar el cambio en la masa de un agregado debido al agua absorbida en los espacios de los poros dentro de las partículas constituyentes. La absorción se obtiene después de sumergir el agregado seco durante un periodo de tiempo definido.

Después de sumergir una muestra de ensayo durante 24 ± 4 horas, el agua superficial es secada y se determina la masa, luego esta es secada para determinar la masa seca.

$$\text{Absorcion (\%)} = \left[\frac{P_1 - P_2}{P_2} \right] * 100$$

Donde

P_1 Masa de la muestra saturada superficialmente seca

P_2 Masa de la muestra secada al horno en aire

3.3 **Peso unitario seco compactado**

Según la norma ASTM C29 y NTP 400.017

El peso unitario es el peso de la unidad de volumen de material en las condiciones de compactación. Es expresada en kg/m^3 .

Se denomina Peso unitario seco compactado cuando los materiales han sido sometidos a compactación incrementando así el grado de acomodamiento de las partículas de agregado y por lo tanto el valor del peso unitario.

$$P_4 = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$$

$$Pu = \frac{P_6}{P_7} \times 1000$$

Donde

P_1, P_2, P_3 Peso de la muestra de agregado con el recipiente

P_4 Peso promedio de la muestra con el recipiente

P_6 Peso promedio de la muestra sin el recipiente

P_7 Volumen del recipiente

Pu Peso unitario seco compactado

3.4 Peso unitario seco suelto

El peso unitario es el peso de la unidad de volumen de material en las condiciones naturales. Es expresada en kg/m³.

Se denomina Peso unitario seco suelto cuando el material seco se coloca suavemente en el recipiente hasta el punto de derrame y después se enrasa con una varilla.

$$P_4 = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$$

$$Pu = \frac{P_6}{P_7} \times 1000$$

Donde

P_{1,2,3} Peso de la muestra de agregado con el recipiente

P₄ Peso promedio de la muestra con el recipiente

P₆ Peso promedio de la muestra sin el recipiente

P₇ Volumen del recipiente

Pu Peso unitario seco suelto

3.5 Granulometría

Según la norma NTP 400.012

Este ensayo tiene por objeto determinar cuantitativamente la distribución de los tamaños de las partículas de agregados gruesos y finos de un material. Se determinará la granulometría de los materiales que serán utilizados como agregados posteriormente en el diseño.

A continuación, se mostrarán las tablas 1, 2 y 3 con las mallas ASTM utilizadas para determinar la granulometría de los agregados de 1, ¾ y fino respectivamente.

Tabla 1: Mallas ASTM granulometría agregados de 1"

| | |
|-------------|----------|
| 1" | 25.00 mm |
| 3/4" | 19.00 mm |
| 1/2" | 12.50 mm |
| 3/8" | 9.50 mm |
| 1/4" | 6.35 mm |
| N°4 | 4.75 mm |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Mallas ASTM granulometría agregados de 3/4"

| | |
|-------------|----------|
| 3/4" | 19.00 mm |
| 1/2" | 12.50 mm |
| 3/8" | 9.50 mm |
| 1/4" | 6.35 mm |
| N°4 | 4.75 mm |
| N°8 | 2.36 mm |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3: Mallas ASTM granulometría agregado fino.

| | |
|--------------|----------|
| N°4 | 4.75 mm |
| N°8 | 2.36 mm |
| N°16 | 1.00 mm |
| N°30 | 0.60 mm |
| N°50 | 0.30 mm |
| N°100 | 0.15 mm |
| N°200 | 0.074 mm |

Fuente: Elaboración propia

Para determinar el módulo de fineza de los agregados se calculará sumando los porcentajes acumulativos retenidos en la serie de mallas estándar.

$$M. de Fineza = 3" + 1 \frac{1"}{2} + \frac{3"}{4} + \frac{3"}{8} + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100$$

3.6 Porcentaje de finos que pasan la malla #200

Según la norma NTP 400.018

Son sustancias perjudiciales que vienen integradas en el agregado, siendo la más común el polvo, formado por partículas pasantes el tamiz N°200 (0.074 mm). El polvo está constituido por arcillas, limos y el polvo proveniente de la trituración. Cuando este se incorpora al concreto un agregado con determinada cantidad de polvo se hace necesaria una mayor cantidad de agua y si no se modifica la cantidad de cemento la presencia de finos trae como consecuencia una reducción de la resistencia y de la impermeabilidad del concreto.

Para determinar el contenido de finos pasantes la malla N°200 se toma una porción de agregado, se seca a peso constante y se pesa. Luego se le introduce en un recipiente con agua, se le agita y cuela por la malla N°200. Se seca el material restante y se pesa. Se expresa la pérdida de peso en porcentaje.

$$\text{Pasante Malla N}^{\circ}200 = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$$

Donde

P₁ Masa seca de la muestra original

P₂ Masa seca de la muestra luego de ser lavada

3.7 Contenido de humedad

Según la norma ASTM C566 y NTP 339.185

Es la cantidad total de agua que contiene la muestra de agregado al momento de efectuar la determinación de su masa, para dosificar una mezcla de concreto.

Se determina mediante la diferencia entre la masa de una muestra húmeda y la masa de una muestra seca luego de ser homogeneizada y previa al diseño de

mezclas. La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado.

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{P_1 - P_2}{P_2} \times 100$$

Donde

P₁ Masa de la muestra húmeda original

P₂ Masa de la muestra seca



3.8 Agregado Grueso de 1”

3.8.1 Peso específico

$$\text{Densidad relativa (Peso específico)} = \frac{P_1}{P_1 - P_2} \times 1000$$

| | | | |
|--|----|----------|-------------------|
| Peso específico del Agregado Grueso de 1” 01 | | 2,775.23 | kg/m ³ |
| P.s.s.s. | P1 | 2,986.70 | g |
| P.s.s.s. Sumergido | P2 | 1,910.50 | g |
| Peso específico del Agregado Grueso de 1” 02 | | 2,770.33 | kg/m ³ |
| P.s.s.s. | P1 | 2,986.55 | g |
| P.s.s.s Sumergido | P2 | 1,908.50 | g |
| Peso específico del Agregado Grueso de 1” 03 | | 2,761.66 | kg/m ³ |
| P.s.s.s. | P1 | 3,268.70 | g |
| P.s.s.s Sumergido | P2 | 2,085.10 | g |
| Peso específico de la piedra de 1” Promedio | | 2,769.07 | kg/m ³ |

3.8.2 Porcentaje de absorción

$$\text{Absorcion (\%)} = \left[\frac{P_1 - P_2}{P_2} \right] * 100$$

| | | | |
|--|----|----------|---|
| Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso de 1” 01 | | 0.62 | % |
| P.s.s.s. | P1 | 2,986.70 | g |
| P. Muestra Seca | P2 | 2,968.35 | g |
| Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso de 1” 02 | | 0.65 | % |
| P.s.s.s. | P1 | 2,986.55 | g |
| P. Muestra Seca | P2 | 2,967.35 | g |

Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso de 1" 03 0.68 %

P.s.s.s. P1 3,268.70 g

P. Muestra Seca P2 3,246.55 g

Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso de 1" Promedio 0.65%

3.8.3 Peso unitario seco compactado

$$P_4 = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$$

$$Pu = \frac{P_6}{P_7} \times 1000$$

P1 28.65 kg

P2 28.50 kg

P3 28.54 kg

P. Promedio P4 28.56 kg

P. Olla P5 5.62 kg

P. Neto P6 22.94 kg

Vol. Olla P7 14.15 L

Peso Vol. Compactado del Agregado Grueso de 1" 1,621.34 kg/m³

3.8.4 Peso unitario seco suelto

$$P_4 = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$$

$$Pu = \frac{P_6}{P_7} \times 1000$$

P1 26.14 kg

P2 26.15 kg

P3 26.18 kg

| | | | |
|-------------|----|-------|----|
| P. Promedio | P4 | 26.16 | kg |
| P. Olla | P5 | 5.62 | kg |
| P. Neto | P6 | 20.54 | kg |
| Vol. Olla | P7 | 14.15 | L |

Peso Vol. Suelto del Agregado Grueso de 1”

1,451.61 kg/m³



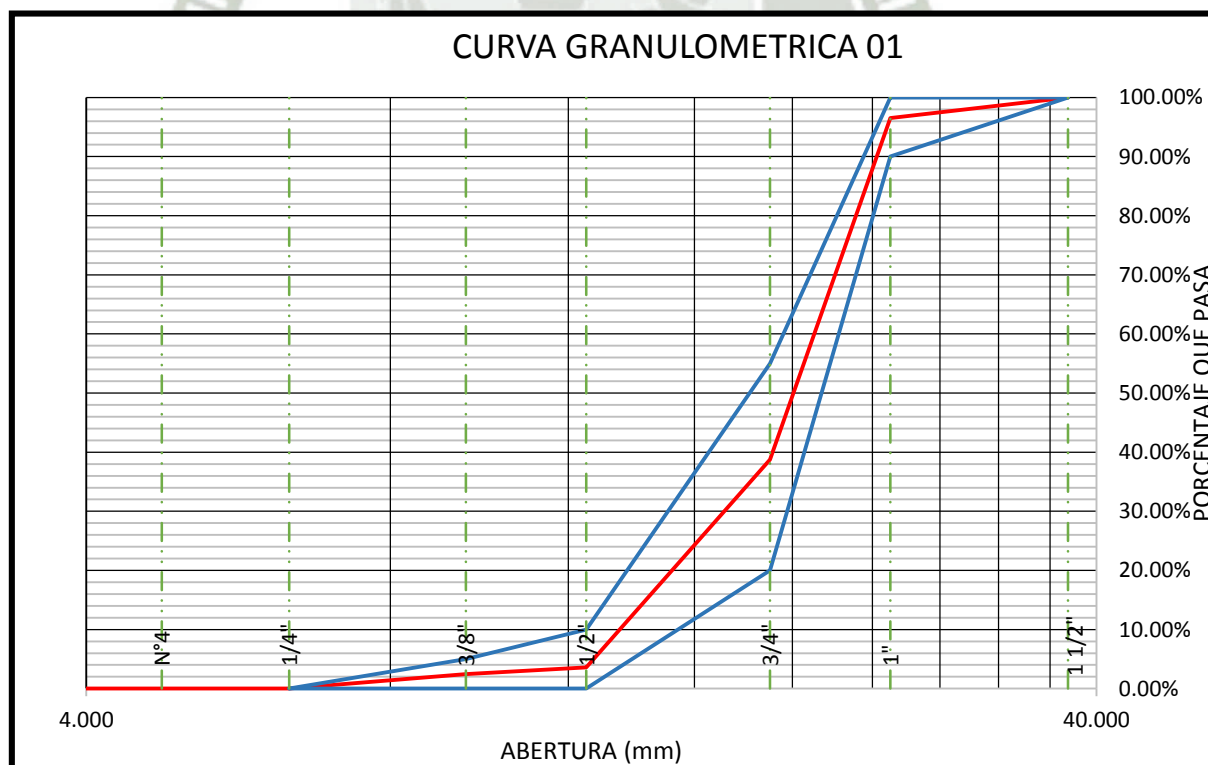
3.8.5 Granulometría

Tabla 4: Granulometría del agregado grueso de 1" Muestra 01

| GRANULOMETRIA 01 | | | | | |
|------------------|------------------|----------------|---------------------|------------|-------------|
| MALLA ASTM | PESO RETENIDO | %RETENIDO | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | NTP 400.037 |
| 1 1/2" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100% |
| 1" | 350.00 | 3.46% | 3.46% | 96.54% | 90%-100% |
| 3/4" | 5,850.00 | 57.78% | 61.24% | 38.76% | 20%-55% |
| 1/2" | 3,562.00 | 35.18% | 96.42% | 3.58% | 0%-10% |
| 3/8" | 116.00 | 1.15% | 97.57% | 2.43% | 0%-5% |
| 1/4" | 246.00 | 2.43% | 100.00% | 0.00% | |
| N°4 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°8 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°16 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°30 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°50 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°100 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°200 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| <N°200 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| TOTAL | 10,124.00 | 100.00% | | | |

Fuente: Elaboración propia

Módulo de fineza de la Agregado Grueso de 1" 01 7.59



Fuente: Elaboración propia

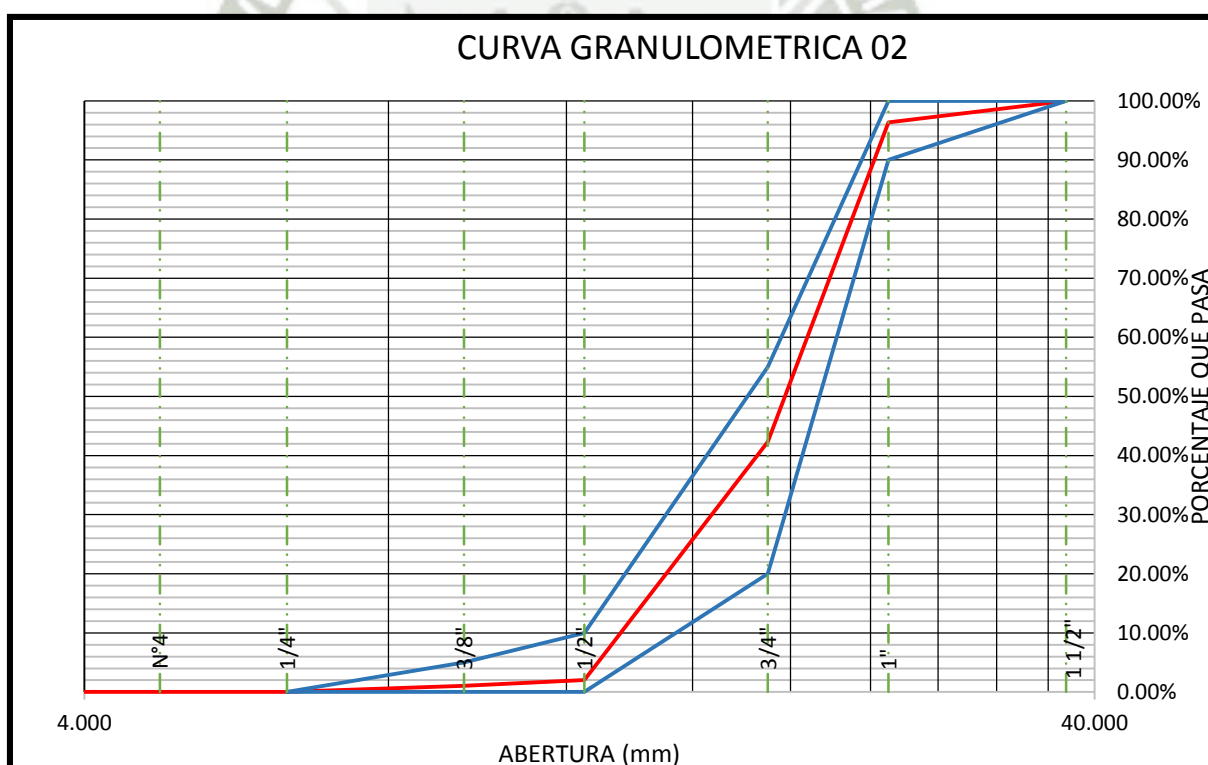
Ilustración 24: Curva granulométrica Agregado Grueso de 1" 01

Tabla 5: Granulometría del agregado grueso de 1" Muestra 02

| GRANULOMETRIA 02 | | | | | |
|------------------|------------------|-----------|------------------------|------------|-------------|
| MALLA ASTM | PESO RETENIDO | %RETENIDO | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | NTP 400.037 |
| 1 1/2" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100% |
| 1" | 446.00 | 3.62% | 3.62% | 96.38% | 90%-100% |
| 3/4" | 6,662.00 | 54.05% | 57.67% | 42.33% | 20%-55% |
| 1/2" | 4,968.00 | 40.31% | 97.97% | 2.03% | 0%-10% |
| 3/8" | 124.00 | 1.01% | 98.98% | 1.02% | 0%-5% |
| 1/4" | 126.00 | 1.02% | 100.00% | 0.00% | |
| N°4 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°8 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°16 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°30 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°50 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°100 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°200 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| <N°200 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| TOTAL | 12,326.00 | 100.00% | | | |

Fuente: Elaboración propia

Módulo de fineza del Agregado Grueso de 1" 02 7.5



Fuente: Elaboración propia

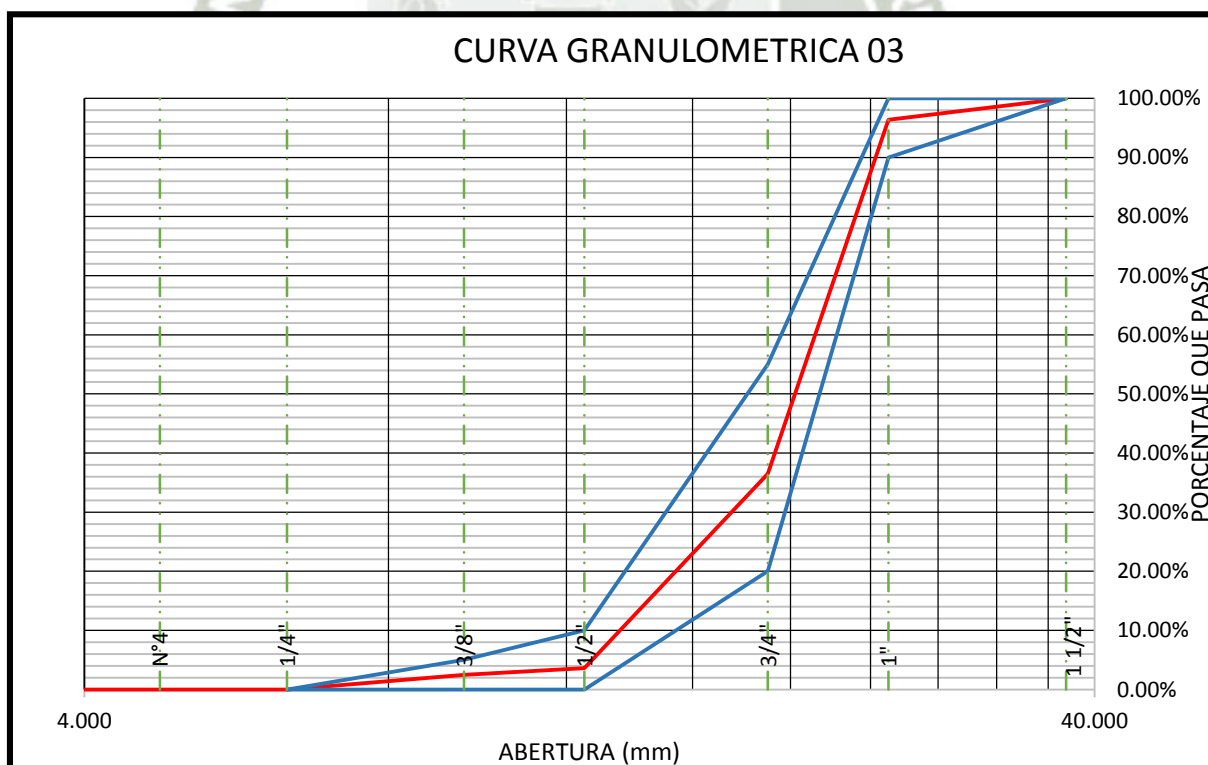
Ilustración 25: Curva granulométrica Agregado Grueso de 1" 02

Tabla 6: Granulometría del agregado grueso de 1" Muestra 03

| GRANULOMETRIA 03 | | | | | |
|------------------|---------------|-----------|---------------------|------------|-------------|
| MALLA ASTM | PESO RETENIDO | %RETENIDO | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | NTP 400.037 |
| 1 1/2" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100% |
| 1" | 365.00 | 3.64% | 3.64% | 96.36% | 90%-100% |
| 3/4" | 5,998.00 | 59.89% | 63.53% | 36.47% | 20%-55% |
| 1/2" | 3,290.00 | 32.85% | 96.39% | 3.61% | 0%-10% |
| 3/8" | 116.00 | 1.16% | 97.54% | 2.46% | 0%-5% |
| 1/4" | 246.00 | 2.46% | 100.00% | 0.00% | |
| N°4 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°8 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°16 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°30 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°50 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°100 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°200 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| <N°200 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| TOTAL | 10,015.00 | 100.00% | | | |

Fuente: Elaboración propia

Módulo de fineza del Agregado Grueso de 1" 03 7.61
 Módulo de fineza de Agregado Grueso de 1" promedio 7.59



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 26: Curva granulométrica Agregado Grueso de 1" 03

3.8.6 Porcentaje de finos que pasan la malla #200

$$Pasante Malla N^{\circ}200 = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$$

| | | | |
|---|----|----------|---|
| Porcentaje de finos que pasan la malla N°200 01 | | 0.39 | % |
| P. Muestra | P1 | 3,614.70 | g |
| P. Muestra Seca | P2 | 3,600.60 | g |
| Porcentaje de finos que pasan la malla N°200 02 | | 0.47 | % |
| P. Muestra | P1 | 3,543.10 | g |
| P. Muestra Seca | P2 | 3,526.35 | g |
| Porcentaje de finos que pasan la malla N°200 03 | | 0.43 | % |
| P. Muestra | P1 | 2,943.30 | g |
| P. Muestra Seca | P2 | 2,930.75 | g |
| Porcentaje de finos que pasan la malla N°200 Promedio | | 0.43 | % |

3.8.7 Contenido de humedad

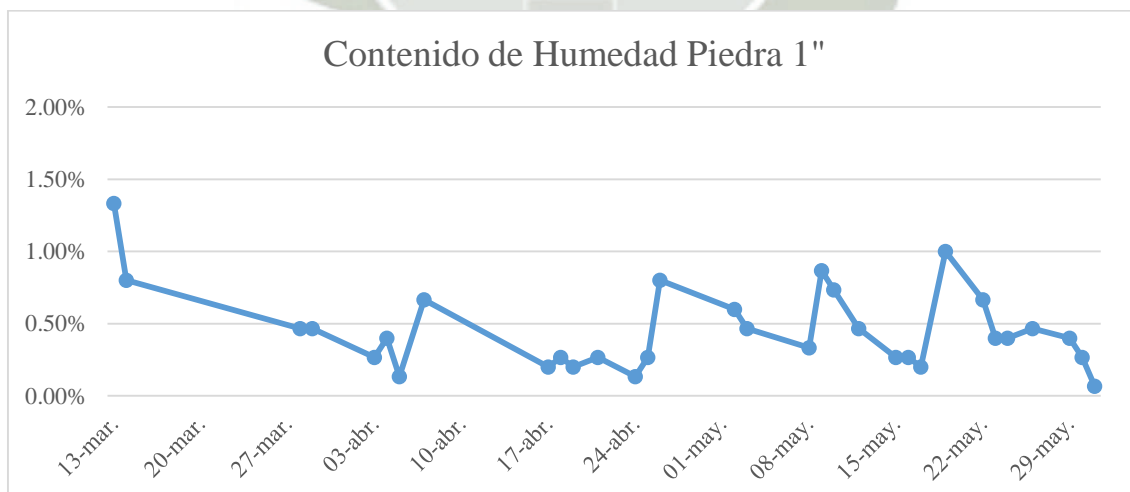
$$\text{Contenido de humedad} = \frac{P_1 - P_2}{P_2} \times 100$$

Se determino el contenido de humedad diariamente antes de realizar un diseño de mezclas, los resultados de la humedad del Agregado Grueso de 1” se detallan a continuación en la siguiente tabla y su consecuente gráfica.

Tabla 7: Contenido de humedad del Agregado Grueso de 1”

| Fecha | Humedad | Fecha | Humedad |
|--------|---------|--------|---------|
| 13-Mar | 1.33% | 3-May | 0.47% |
| 14-Mar | 0.80% | 8-May | 0.33% |
| 28-Mar | 0.47% | 9-May | 0.87% |
| 29-Mar | 0.47% | 10-May | 0.73% |
| 3-Abr | 0.27% | 12-May | 0.47% |
| 4-Abr | 0.40% | 15-May | 0.27% |
| 5-Abr | 0.13% | 16-May | 0.27% |
| 7-Abr | 0.67% | 17-May | 0.20% |
| 17-Abr | 0.20% | 19-May | 1.00% |
| 18-Abr | 0.27% | 22-May | 0.67% |
| 19-Abr | 0.20% | 23-May | 0.40% |
| 21-Abr | 0.27% | 24-May | 0.40% |
| 24-Abr | 0.13% | 26-May | 0.47% |
| 25-Abr | 0.27% | 29-May | 0.40% |
| 26-Abr | 0.80% | 30-May | 0.27% |
| 2-May | 0.60% | 31-May | 0.07% |

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 27: Contenido de humedad del Agregado grueso de 1”

3.8.8 Resumen de Propiedades y observaciones

Material Proveniente de la cantera de La Poderosa en la ciudad de Arequipa con tamaño máximo nominal de 1”.

Tabla 8: Resumen Propiedades del Agregado Grueso de 1”

| Agregado Grueso de 1" | | |
|------------------------------|----------|-------------------|
| Peso Especifico | 2,769.07 | kg/m ³ |
| Absorción | 0.65 | % |
| P.U. Compactado | 1,621.34 | kg/m ³ |
| P.U. Suelto | 1,451.61 | kg/m ³ |
| Módulo de Fineza | 7.59 | |
| Malla N°200 | 0.43 | % |

Fuente: Elaboración propia

Observaciones:

Este material cumple con las especificaciones dadas en las normas ASTM – NTP.

Por lo tanto, se utilizará en el diseño de mezclas para concreto de alta resistencia a edades tempranas.

3.9 Agregado Grueso de ¾”

3.9.1 Peso específico

$$\text{Densidad relativa (Peso específico)} = \frac{P_1}{P_1 - P_2} \times 1000$$

| | | |
|--|----------|-------|
| Peso específico del Agregado Grueso de ¾” 01 | 2,756.99 | kg/m3 |
| P.s.s.s. P1 | 3,709.80 | g |
| P.s.s.s Sumergido P2 | 2,364.20 | g |
| Peso específico del Agregado Grueso de ¾” 02 | 2,753.56 | kg/m3 |
| P.s.s.s. P1 | 2,593.30 | g |
| P.s.s.s Sumergido P2 | 1,651.50 | g |
| Peso específico del Agregado Grueso de ¾” 03 | 2,760.57 | kg/m3 |
| P.s.s.s. P1 | 3,160.30 | g |
| P.s.s.s Sumergido P2 | 2,015.50 | g |
| P. Especifico del Agregado Grueso de ¾” Promedio | 2,757.04 | kg/m3 |

3.9.2 Porcentaje de absorción

$$\text{Absorcion (\%)} = \left[\frac{P_1 - P_2}{P_2} \right] * 100$$

| | | |
|--|----------|---|
| Porcentaje de absorción del Agregado Grueso de ¾” 01 | 0.73 | % |
| P.s.s.s. P1 | 3,709.80 | g |
| P. Muestra Seca P2 | 3,683.00 | g |
| Porcentaje de absorción del Agregado Grueso de ¾” 02 | 0.71 | % |
| P.s.s.s. P1 | 2,593.30 | g |
| P. Muestra Seca P2 | 2,575.00 | g |

Porcentaje de absorción del Agregado Grueso de ¾" 03 0.73 %

P.s.s.s. P1 3,160.30 g

P. Muestra Seca P2 3,137.40 g

Porcentaje de absorción del Agregado Grueso de ¾" 01 Promedio 0.72 %

3.9.3 Peso unitario seco compactado

$$P_4 = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$$

$$Pu = \frac{P_6}{P_7} \times 1000$$

P1 20.32 kg

P2 20.44 kg

P3 20.29 kg

P. Promedio P4 20.35 kg

P. Olla P5 4.52 kg

P. Neto P6 15.83 kg

Vol. Olla P7 9.73 L

Peso Vol. Compactado del Agregado Grueso de ¾" 1,626.93 kg/m³

3.9.4 Peso unitario seco suelto

$$P_4 = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$$

$$Pu = \frac{P_6}{P_7} \times 1000$$

P1 18.77 kg

P2 18.63 kg

P3 18.70 kg

| | | |
|-------------|----|----------|
| P. Promedio | P4 | 18.70 kg |
| P. Olla | P5 | 4.52 kg |
| P. Neto | P6 | 14.18 kg |
| Vol. Olla | P7 | 9.73 L |

Peso Vol. Suelto del Agregado Grueso de $\frac{3}{4}$ " 1,457.35 kg/m³



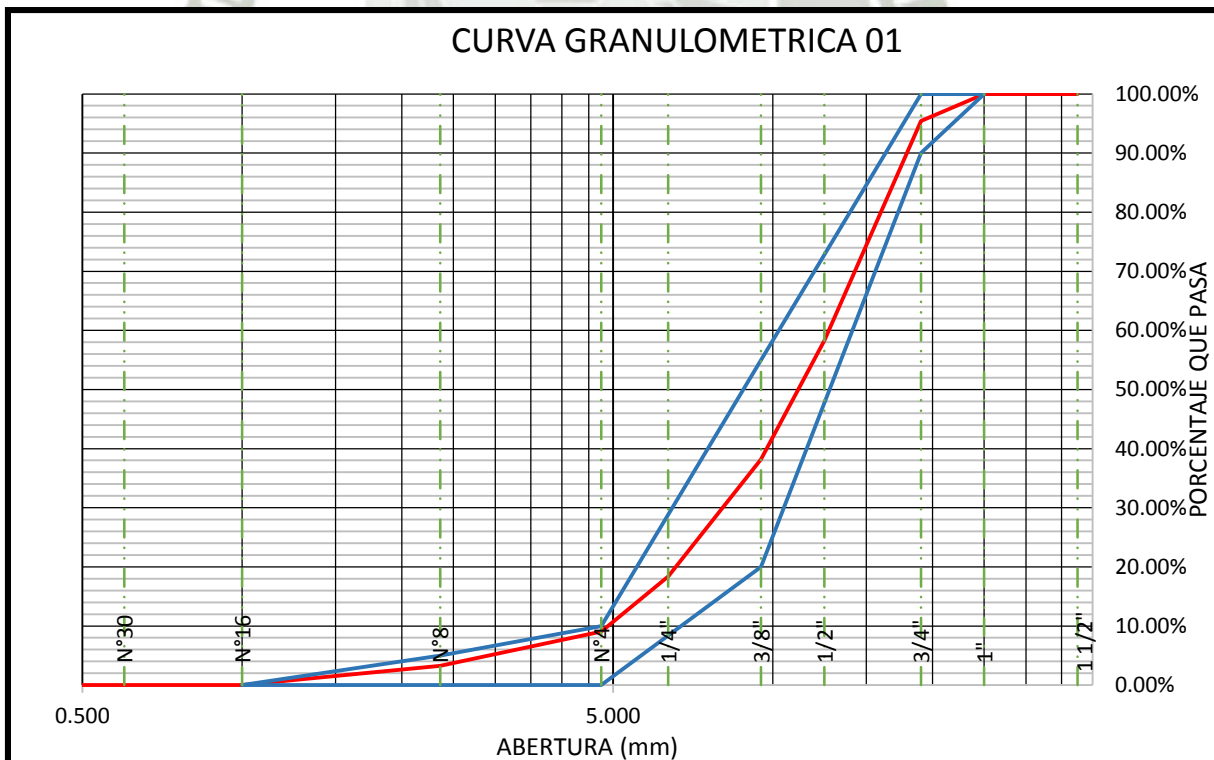
3.9.5 Granulometría

Tabla 9: Granulometría del agregado grueso de ¾" Muestra 01

| GRANULOMETRIA 01 | | | | | |
|------------------|------------------|----------------|------------------------|------------|----------------|
| MALLA ASTM | PESO RETENIDO | %RETENIDO | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | NTP 400.037 |
| 1 1/2" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | |
| 1" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100% |
| 3/4" | 548.00 | 4.59% | 4.59% | 95.41% | 90%-100% |
| 1/2" | 4,432.00 | 37.14% | 41.74% | 58.26% | |
| 3/8" | 2,396.00 | 20.08% | 61.82% | 38.18% | 20%-55% |
| 1/4" | 2,366.00 | 19.83% | 81.65% | 18.35% | |
| N°4 | 1,110.00 | 9.30% | 90.95% | 9.05% | 0%-10% |
| N°8 | 690.00 | 5.78% | 96.73% | 3.27% | 0%-5% |
| N°16 | 390.00 | 3.27% | 100.00% | 0.00% | |
| N°30 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°50 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°100 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°200 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| <N°200 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| TOTAL | 11,932.00 | 100.00% | | | |

Fuente: Elaboración propia

Módulo de fineza del Agregado Grueso de ¾" 01 6.54



Fuente: Elaboración propia

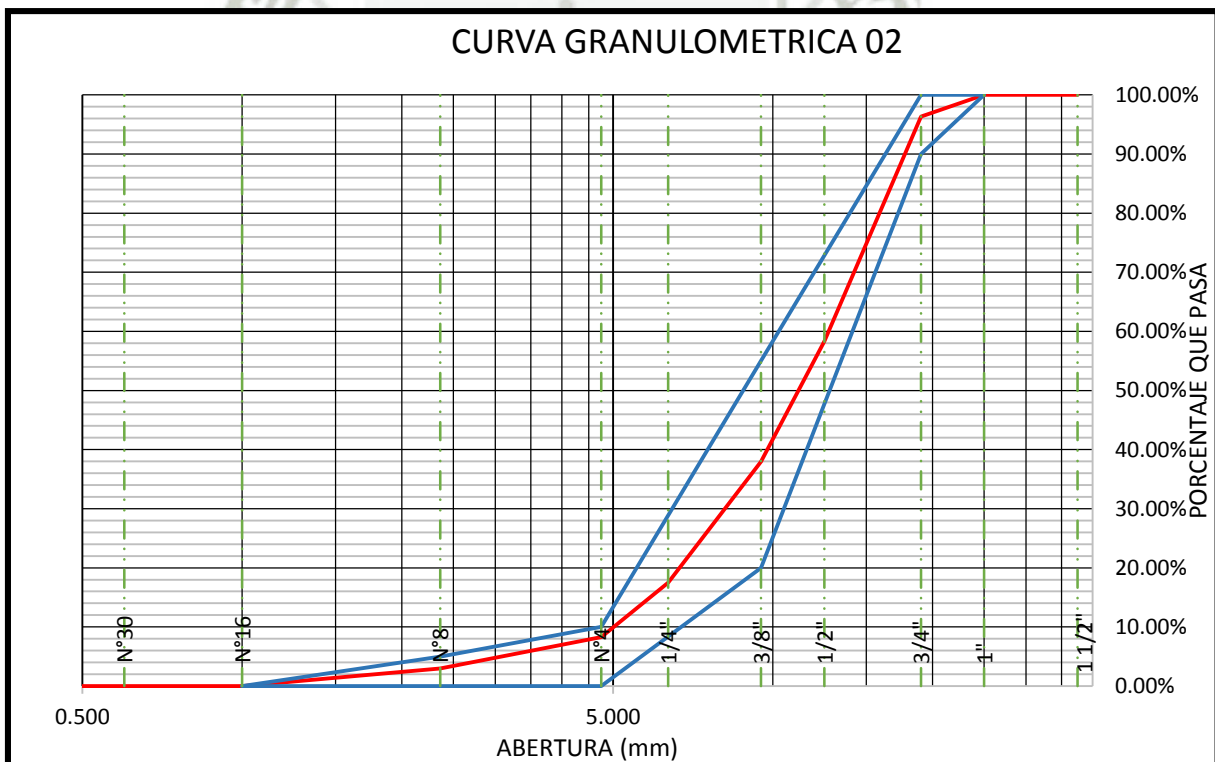
Ilustración 28: Curva granulométrica Agregado Grueso de ¾" 01

Tabla 10: Granulometría del agregado grueso de ¾" Muestra 02

| GRANULOMETRIA 02 | | | | | |
|------------------|------------------|----------------|------------------------|------------|----------------|
| MALLA ASTM | PESO RETENIDO | %RETENIDO | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | NTP 400.037 |
| 1 1/2" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | |
| 1" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100% |
| 3/4" | 484.00 | 3.64% | 3.64% | 96.36% | 90%-100% |
| 1/2" | 5,054.00 | 38.05% | 41.69% | 58.31% | |
| 3/8" | 2,704.00 | 20.36% | 62.04% | 37.96% | 20%-55% |
| 1/4" | 2,716.00 | 20.45% | 82.49% | 17.51% | |
| N°4 | 1,228.00 | 9.24% | 91.73% | 8.27% | 0%-10% |
| N°8 | 700.00 | 5.27% | 97.00% | 3.00% | 0%-5% |
| N°16 | 398.00 | 3.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°30 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°50 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°100 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°200 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| <N°200 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| TOTAL | 13,284.00 | 100.00% | | | |

Fuente: Elaboración propia

Módulo de fineza del Agregado Grueso de ¾" 6.54



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 29: Curva granulométrica Agregado Grueso de ¾" 02

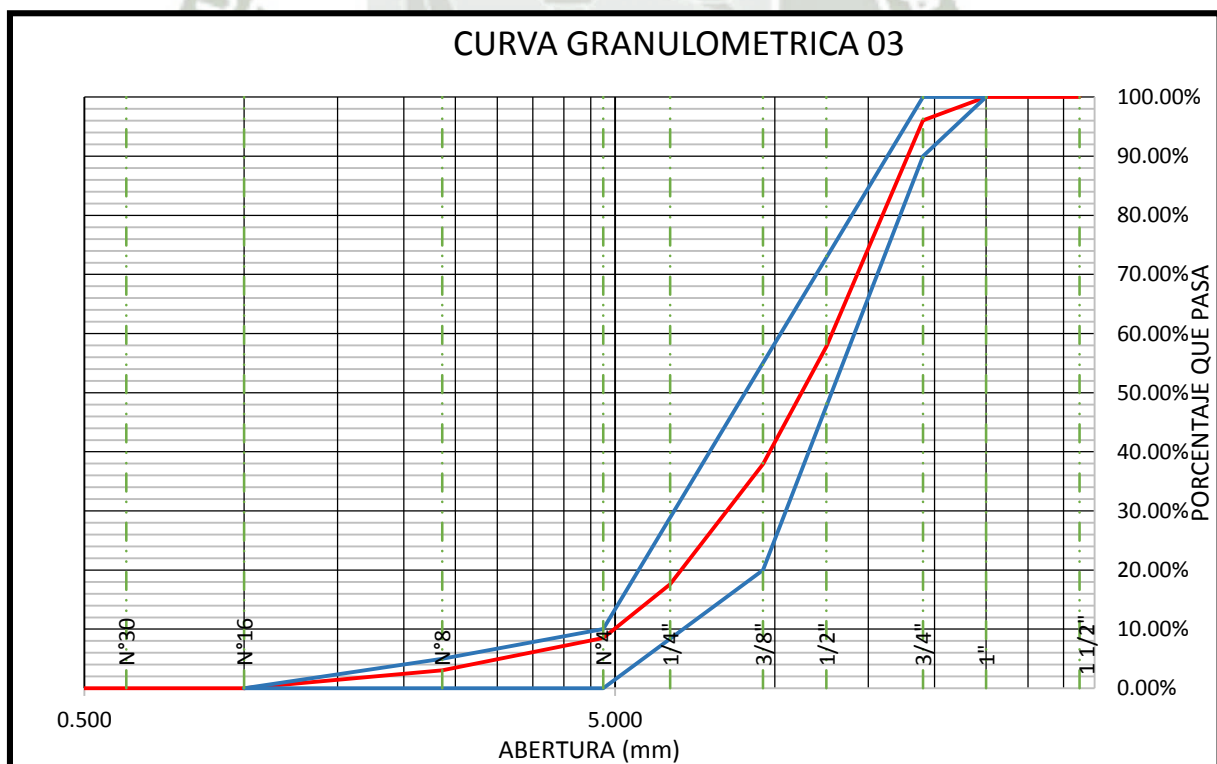
Tabla 11: Granulometría del agregado grueso de ¾" Muestra 03

| GRANULOMETRIA 03 | | | | | |
|------------------|------------------|----------------|------------------------|------------|----------------|
| MALLA ASTM | PESO RETENIDO | %RETENIDO | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | NTP 400.037 |
| 1 1/2" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | |
| 1" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100% |
| 3/4" | 505.00 | 3.92% | 3.92% | 96.08% | 90%-100% |
| 1/2" | 4,936.00 | 38.31% | 42.23% | 57.77% | |
| 3/8" | 2,555.00 | 19.83% | 62.06% | 37.94% | 20%-55% |
| 1/4" | 2,620.00 | 20.34% | 82.40% | 17.60% | |
| N°4 | 1,170.00 | 9.08% | 91.48% | 8.52% | 0%-10% |
| N°8 | 710.00 | 5.51% | 96.99% | 3.01% | 0%-5% |
| N°16 | 388.00 | 3.01% | 100.00% | 0.00% | |
| N°30 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°50 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°100 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| N°200 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| <N°200 | | 0.00% | 100.00% | 0.00% | |
| TOTAL | 12,884.00 | 100.00% | | | |

Fuente: Elaboración propia

Módulo de Fineza del Agregado Grueso de ¾" 03 6.54

Módulo de Fineza del Agregado Grueso de ¾" promedio 6.54



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 30: Curva granulométrica Agregado Grueso de ¾" 03

3.9.6 Porcentaje de finos que pasan la malla #200

$$Pasante Malla N^{\circ}200 = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$$

| | | | | |
|---|----|----------|------|---|
| Porcentaje de finos que pasan la malla N°200 01 | | | 0.74 | % |
| P. Muestra | P1 | 2,756.20 | | g |
| P. Muestra Seca | P2 | 2,735.80 | | g |
| Porcentaje de finos que pasan la malla N°200 02 | | | 0.78 | % |
| P. Muestra | P1 | 2,563.30 | | g |
| P. Muestra Seca | P2 | 2,543.30 | | g |
| Porcentaje de finos que pasan la malla N°200 03 | | | 0.71 | % |
| P. Muestra | P1 | 2,136.70 | | g |
| P. Muestra Seca | P2 | 2,121.60 | | g |
| Porcentaje de finos que pasan la malla N°200 Promedio | | | 0.74 | % |

3.9.7 Contenido de humedad

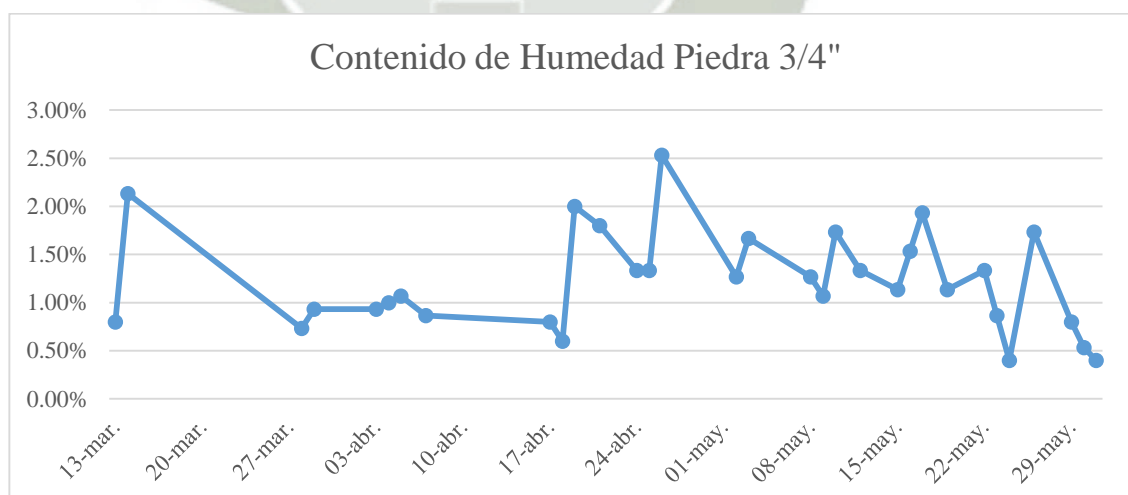
$$\text{Contenido de humedad} = \frac{P_1 - P_2}{P_2} \times 100$$

Se determino el contenido de humedad diariamente antes de realizar un diseño de mezclas, los resultados de la humedad del Agregado Grueso de ¾” se detallan a continuación en la siguiente tabla y su consecuente gráfica.

Tabla 12: Contenido de humedad del Agregado Grueso de ¾”

| Fecha | Humedad | Fecha | Humedad |
|--------|---------|--------|---------|
| 13-Mar | 0.80% | 3-May | 1.67% |
| 14-Mar | 2.13% | 8-May | 1.27% |
| 28-Mar | 0.73% | 9-May | 1.07% |
| 29-Mar | 0.93% | 10-May | 1.73% |
| 3-Abr | 0.93% | 12-May | 1.33% |
| 4-Abr | 1.00% | 15-May | 1.13% |
| 5-Abr | 1.07% | 16-May | 1.53% |
| 7-Abr | 0.87% | 17-May | 1.93% |
| 17-Abr | 0.80% | 19-May | 1.13% |
| 18-Abr | 0.60% | 22-May | 1.33% |
| 19-Abr | 2.00% | 23-May | 0.87% |
| 21-Abr | 1.80% | 24-May | 0.40% |
| 24-Abr | 1.33% | 26-May | 1.73% |
| 25-Abr | 1.33% | 29-May | 0.80% |
| 26-Abr | 2.53% | 30-May | 0.53% |
| 2-May | 1.27% | 31-May | 0.40% |

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 31: Contenido de humedad del Agregado grueso de ¾”

3.9.8 Resumen de Propiedades y observaciones

Material Proveniente de la cantera de La Poderosa en la ciudad de Arequipa con tamaño máximo nominal de $\frac{3}{4}$ ".

Tabla 13: Resumen Propiedades del Agregado Grueso de $\frac{3}{4}$ "

| Agregado Grueso de $\frac{3}{4}$ " | |
|------------------------------------|----------------------------|
| Peso Específico | 2,757.04 kg/m ³ |
| Absorción | 0.72 % |
| P.U. Compactado | 1,626.93 kg/m ³ |
| P.U. Suelto | 1,457.35 kg/m ³ |
| Módulo de Fineza | 6.54 |
| Malla N°200 | 0.74 % |

Fuente: Elaboración propia

Observaciones:

Este material cumple con las especificaciones dadas en las normas ASTM – NTP.

Por lo tanto, se utilizará en el diseño de mezclas para concreto de alta resistencia a edades tempranas.

3.10 Agregado Fino

3.10.1 Peso específico

$$\text{Densidad relativa (Peso específico)} = \frac{500}{500 - (P_1 - P_2 - 500)} \times 1000$$

| | | | | |
|--|----|--------|----------|-------------------|
| Peso específico del Agregado Fino 01 | | | 2,612.33 | kg/m ³ |
| P. Total | P1 | 964.90 | g | |
| Tara | P2 | 156.30 | g | |
| Peso específico del Agregado Fino 02 | | | 2,615.06 | kg/m ³ |
| P. Total | P1 | 963.30 | g | |
| Tara | P2 | 154.50 | g | |
| Peso específico del Agregado Fino 02 | | | 2,616.43 | kg/m ³ |
| P. Total | P1 | 968.00 | g | |
| Tara | P2 | 159.10 | g | |
| Peso específico del Agregado Fino promedio | | | 2614.61 | kg/m ³ |

3.10.2 Porcentaje de absorción

$$\text{Absorcion (\%)} = \left[\frac{P_1 - P_2}{P_2} \right] * 100$$

| | | | | |
|--|----|--------|------|---|
| Porcentaje de Absorción del Agregado Fino 01 | | | 2.00 | % |
| P.s.s.s. | P1 | 500.00 | g | |
| P. Muestra Seca | P2 | 490.20 | g | |
| Porcentaje de Absorción del Agregado Fino 02 | | | 2.19 | % |
| P.s.s.s. | P1 | 500.00 | g | |
| P. Muestra Seca | P2 | 489.30 | g | |

| | | |
|---|-------|----------|
| Porcentaje de Absorción del Agregado Fino | 2.40 | % |
| P.s.s.s. | P1 | 500.00 g |
| P. Muestra Seca | P2 | 488.30 g |
| Porcentaje de Absorción Promedio | 2.19% | |

3.10.3 Peso unitario seco compactado

$$P_4 = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$$

$$Pu = \frac{P_6}{P_7} \times 1000$$

| | | |
|----------------|------|----|
| P1 | 6.79 | kg |
| P2 | 6.80 | kg |
| P3 | 6.81 | kg |
| P. Promedio P4 | 6.80 | kg |
| P. Olla P5 | 1.64 | kg |
| P. Neto P6 | 5.16 | kg |
| Vol. Olla P7 | 2.81 | L |

Peso Vol. Compactado del Agregado Fino 1,836.30 kg/m³

3.10.4 Peso unitario seco suelto

$$P_4 = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3}$$

$$Pu = \frac{P_6}{P_7} \times 1000$$

| | | |
|----|------|----|
| P1 | 6.24 | kg |
| P2 | 6.32 | kg |
| P3 | 6.25 | kg |

P. Promedio P4 6.27 kg

P. Olla P5 1.64 kg

P. Neto P6 4.63 kg

Vol. Olla P7 2.81 L

Peso Vol. Suelto del Agregado Fino 1,647.69 kg/m³



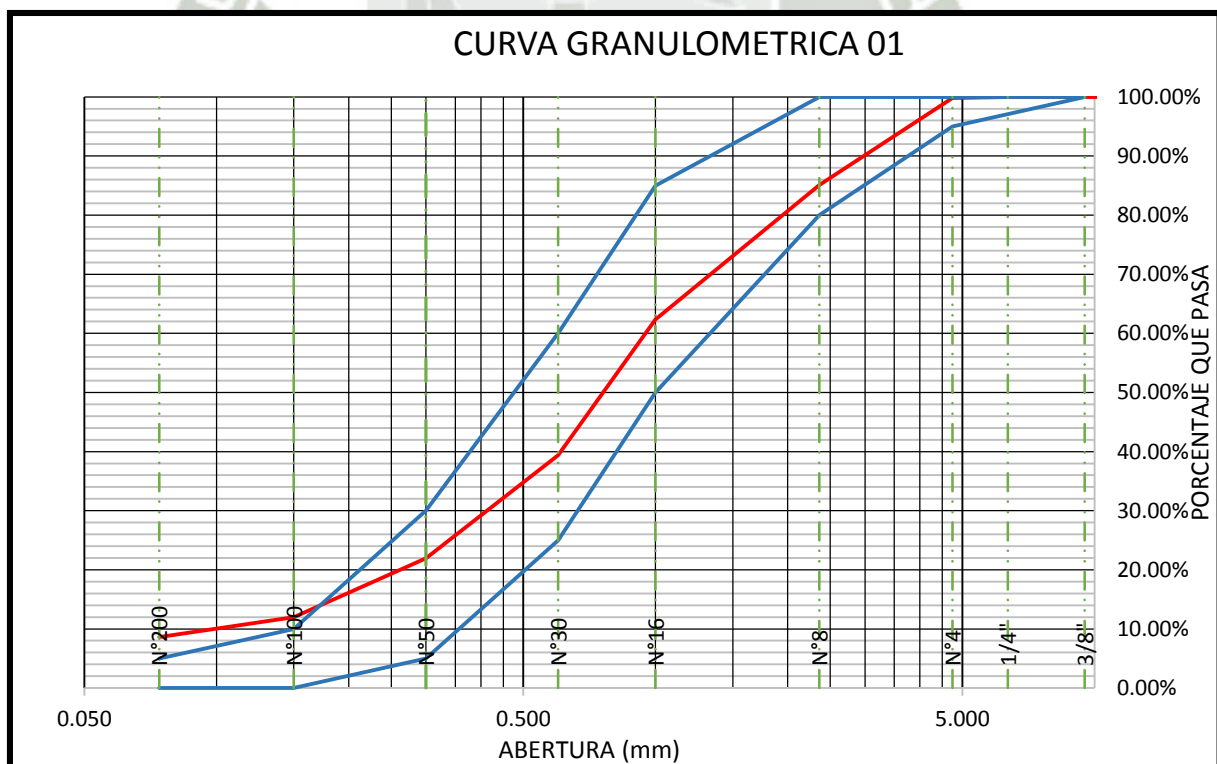
3.10.5 Granulometría

Tabla 14: Granulometría del agregado fino Muestra 01

| GRANULOMETRIA 01 | | | | | |
|------------------|------------------|----------------|------------------------|------------|----------------|
| MALLA ASTM | PESO RETENIDO | %RETENIDO | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | NTP 400.037 |
| 1 1/2" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | |
| 1" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | |
| 3/4" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | |
| 1/2" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | |
| 3/8" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100% |
| 1/4" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | |
| N°4 | 1.80 | 0.18% | 0.18% | 99.82% | 95%-100% |
| N°8 | 145.10 | 14.74% | 14.93% | 85.07% | 80%-100% |
| N°16 | 223.50 | 22.71% | 37.64% | 62.36% | 50%-85% |
| N°30 | 226.30 | 23.00% | 60.63% | 39.37% | 25%-60% |
| N°50 | 171.40 | 17.42% | 78.05% | 21.95% | 5%-30% |
| N°100 | 98.10 | 9.97% | 88.02% | 11.98% | 0%-10% |
| N°200 | 32.90 | 3.34% | 91.36% | 8.64% | 0%-5% |
| <N°200 | 85.00 | 8.64% | 100.00% | 0.00% | |
| TOTAL | 984.10 | 100.00% | | | |

Fuente: Elaboración propia

Módulo de fineza del Agregado Fino 01 2.79



Fuente: Elaboración propia

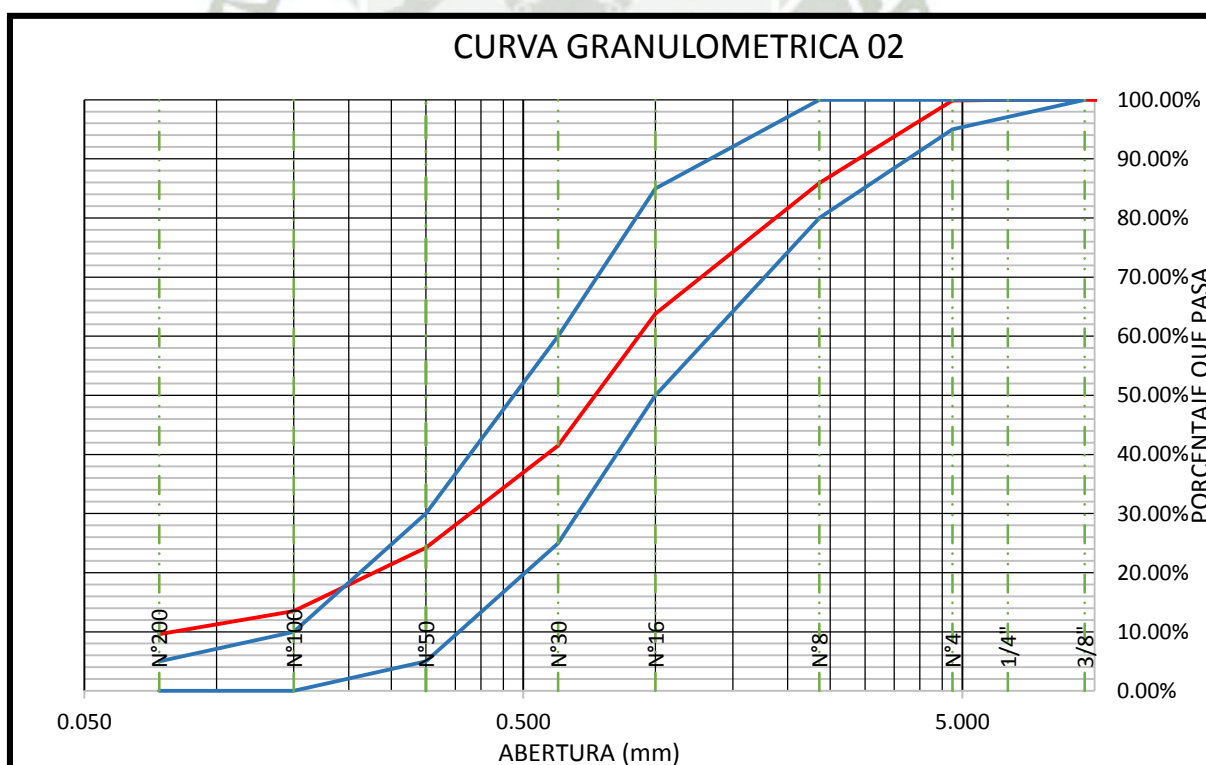
Ilustración 32: Curva granulométrica Agregado fino 01

Tabla 15: Granulometría del agregado fino Muestra 02

| GRANULOMETRIA 02 | | | | | |
|------------------|------------------|----------------|----------------------------|------------|----------------|
| MALLA ASTM | PESO RETENIDO | %RETENIDO | %RETENIDO ACUMULAD O | % QUE PASA | NTP 400.037 |
| 1 1/2" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | |
| 1" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | |
| 3/4" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | |
| 1/2" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | |
| 3/8" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100% |
| 1/4" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | |
| N°4 | 1.10 | 0.12% | 0.12% | 99.88% | 95%-100% |
| N°8 | 125.30 | 13.97% | 14.09% | 85.91% | 80%-100% |
| N°16 | 198.40 | 22.12% | 36.21% | 63.79% | 50%-85% |
| N°30 | 200.00 | 22.29% | 58.50% | 41.50% | 25%-60% |
| N°50 | 154.80 | 17.26% | 75.76% | 24.24% | 5%-30% |
| N°100 | 96.20 | 10.72% | 86.48% | 13.52% | 0%-10% |
| N°200 | 35.00 | 3.90% | 90.38% | 9.62% | 0%-5% |
| <N°200 | 86.30 | 9.62% | 100.00% | 0.00% | |
| TOTAL | 897.10 | 100.00% | | | |

Fuente: Elaboración propia

Módulo de fineza del Agregado Fino 02 2.71



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 33: Curva granulométrica Agregado fino 02

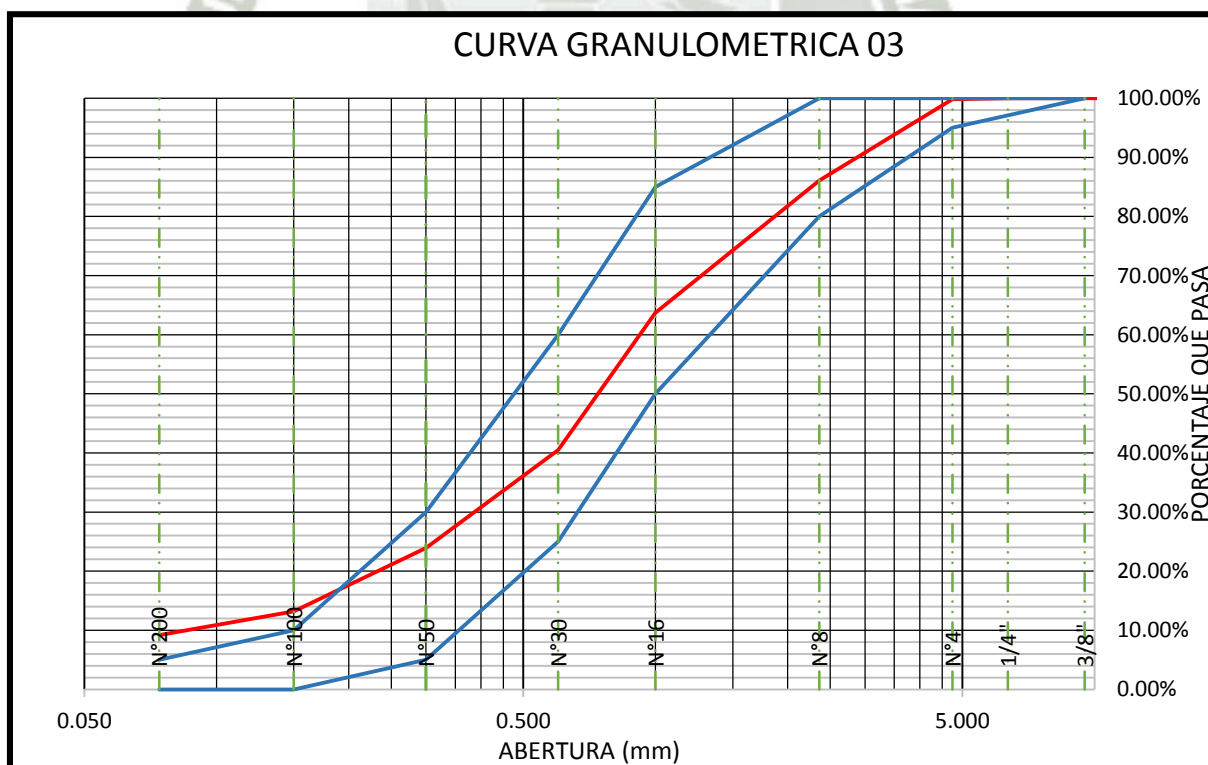
Tabla 16: Granulometría del agregado fino Muestra 03

| GRANULOMETRIA 03 | | | | | |
|------------------|------------------|----------------|------------------------|------------|----------------|
| MALLA ASTM | PESO RETENIDO | %RETENIDO | %RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA | NTP 400.037 |
| 1 1/2" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | |
| 1" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | |
| 3/4" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | |
| 1/2" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | |
| 3/8" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | 100% |
| 1/4" | | 0.00% | 0.00% | 100.00% | |
| N°4 | 1.50 | 0.15% | 0.15% | 99.85% | 95%-100% |
| N°8 | 135.50 | 13.76% | 13.91% | 86.09% | 80%-100% |
| N°16 | 220.50 | 22.39% | 36.31% | 63.69% | 50%-85% |
| N°30 | 228.60 | 23.22% | 59.53% | 40.47% | 25%-60% |
| N°50 | 163.20 | 16.58% | 76.10% | 23.90% | 5%-30% |
| N°100 | 105.40 | 10.70% | 86.81% | 13.19% | 0%-10% |
| N°200 | 39.40 | 4.00% | 90.81% | 9.19% | 0%-5% |
| <N°200 | 90.50 | 9.19% | 100.00% | 0.00% | |
| TOTAL | 984.60 | 100.00% | | | |

Fuente: Elaboración propia

Módulo de fineza del Agregado Fino 03 2.73

Módulo de fineza del Agregado Fino Promedio 2.74



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 34: Curva granulométrica Agregado fino 03

3.10.6 Porcentaje de finos que pasan la malla #200

$$Pasante\ Malla\ N^{\circ}200 = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100$$

| | | | | | |
|---|----|----------|---|------|---|
| Porcentaje de finos que pasan la malla N°200 | | | | 9.44 | % |
| P. Muestra | P1 | 1,816.40 | g | | |
| P. Muestra Seca | P2 | 1,645.00 | g | | |
| Porcentaje de finos que pasan la malla N°200 | | | | 9.40 | % |
| P. Muestra | P1 | 1,534.60 | g | | |
| P. Muestra Seca | P2 | 1,390.30 | g | | |
| Porcentaje de finos que pasan la malla N°200 | | | | 9.45 | % |
| P. Muestra | P1 | 1,955.00 | g | | |
| P. Muestra Seca | P2 | 1,770.30 | g | | |
| Porcentaje de finos que pasan la malla N°200 Promedio | | | | 9.43 | % |

3.10.7 Contenido de humedad

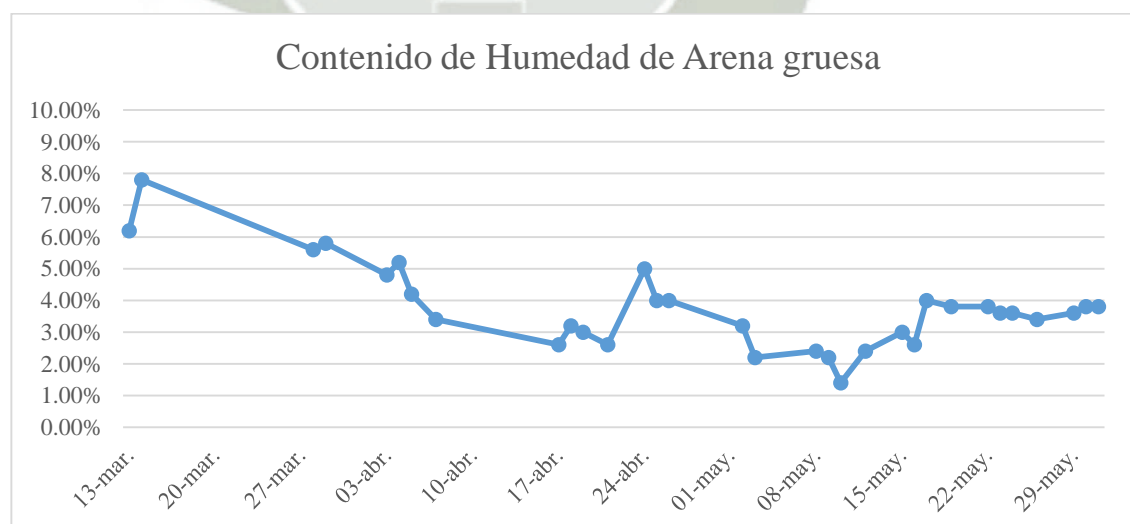
$$\text{Contenido de humedad} = \frac{P_1 - P_2}{P_2} \times 100$$

Se determino el contenido de humedad diariamente antes de realizar un diseño de mezclas, los resultados de la humedad del Agregado Fino se detallan a continuación en la siguiente tabla y su consecuente gráfica.

Tabla 17: Contenido de humedad del Agregado fino

| Fecha | Humedad | Fecha | Humedad |
|--------|---------|--------|---------|
| 13-Mar | 6.20% | 3-May | 2.20% |
| 14-Mar | 7.80% | 8-May | 2.40% |
| 28-Mar | 5.60% | 9-May | 2.20% |
| 29-Mar | 5.80% | 10-May | 1.40% |
| 3-Abr | 4.80% | 12-May | 2.40% |
| 4-Abr | 5.20% | 15-May | 3.00% |
| 5-Abr | 4.20% | 16-May | 2.60% |
| 7-Abr | 3.40% | 17-May | 4.00% |
| 17-Abr | 2.60% | 19-May | 3.80% |
| 18-Abr | 3.20% | 22-May | 3.80% |
| 19-Abr | 3.00% | 23-May | 3.60% |
| 21-Abr | 2.60% | 24-May | 3.60% |
| 24-Abr | 5.00% | 26-May | 3.40% |
| 25-Abr | 4.00% | 29-May | 3.60% |
| 26-Abr | 4.00% | 30-May | 3.80% |
| 2-May | 3.20% | 31-May | 3.80% |

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 35: Contenido de humedad del Agregado fino

3.10.8 Resumen de Propiedades y observaciones

Material Proveniente de la cantera de La Poderosa en la ciudad de Arequipa.

Tabla 18: Resumen Propiedades del Agregado Fino

| Agregado Fino | | |
|-------------------------|----------|-------------------|
| Peso Especifico | 2,614.61 | kg/m ³ |
| Absorción | 2.19 | % |
| P.U. Compactado | 1,836.30 | kg/m ³ |
| P.U. Suelto | 1,647.69 | kg/m ³ |
| Módulo de Fineza | 2.74 | |
| Malla N°200 | 9.43 | % |

Fuente: Elaboración propia

Observaciones:

Según su módulo de fineza este material cumple con la denominación de arena gruesa. Este material no cumple con las especificaciones dadas en las normas ASTM – NTP en el apartado de porcentaje de finos que pasan la malla N°200.

Tabla 19: Límites permisibles de material más fino que la Malla N°200

| Ítem | Porcentaje Máximo | |
|---|-------------------|---------------------|
| | Arena Natural | Arena Manufacturada |
| Terrones de Arcilla y Partículas Friables de arcilla | 3% | 3% |
| Material más fino que el tamiz N°200 | | |
| Concreto Sujeto a Abrasión | 3% ¹ | 5% ² |
| Cualquier Otro Concreto | 5% ¹ | 7% ² |

Fuente: Norma ASTM - NTP

¹ Estos límites podrán elevarse a 5% y 7% siempre que el valor de azul de metileno sea igual o inferior a 6 mg de azul por cada g de finos.

² Estos límites podrán elevarse a 8% y 15% respectivamente siempre que el valor de azul de metileno sea igual o inferior a 6 mg de azul por cada g de finos y la estructura no esté sometida a abrasión severa

El Agregado fino utilizado tiene 9.43% de material pasante de la malla N°200, porcentaje que sobrepasa el parámetro indicado por la norma.

Levantamiento de observaciones:

Para levantar esta observación se realizó el análisis de azul de metileno. El cual nos ayuda a identificas si la muestra contiene arcilla.

Tabla 20: Resultados Azul de Metileno

| Descripción | Resultado |
|--------------------------------------|------------------|
| Azul de metileno – ASTM C 837 | 5 mg/g |

Fuente: Elaboración propia

El valor de azul de metileno de la muestra está dentro del rango permitido en la norma, valor que indica que la muestra no presenta arcillas.

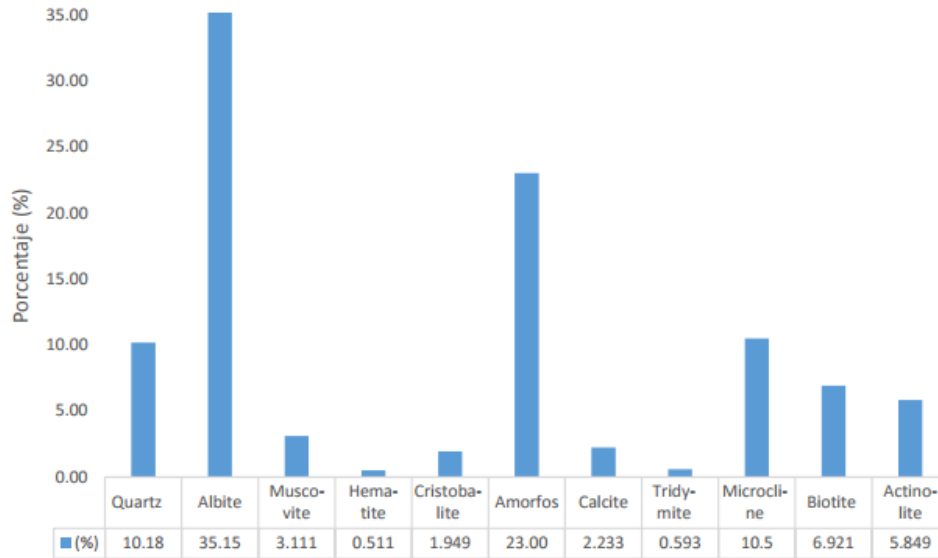
Además, para poder descartar la presencia de arcillas en el Agregado Fino, se realizó el ensayo de Índice de plasticidad (Límites de Atterberg), y así determinar si límite plástico

Tabla 21: Resultado Índice de plasticidad

| Descripción | Resultado |
|------------------------------|------------------|
| Índice de plasticidad | No presenta |

Fuente: Elaboración propia

Entonces, después de realizar su composición mineralógica como un indicador de su comportamiento y reacción al cemento.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 36: Material fino pasante la malla N°200

Según la gráfica muestra que los finos pasantes la malla N°200, tiene un alto contenido de Amorfos lo cual indica que el material podría tener actividad puzolánica.

Conclusión:

Se utilizará el Agregado Fino para el diseño de mezclas para concreto de alta resistencia a edades tempranas, debido a que la cantidad de finos no afectaran en el desempeño del concreto.

CAPITULO IV: DISEÑO DE MEZCLAS

4.1. Descripción del método de diseño del concreto

El diseño de mezclas de concreto, es conceptualmente la aplicación técnica y practica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, para lograr un material resultante que satisfaga de manera más eficiente, para lograr un material que satisfaga de la manera más eficiente los requerimientos particulares del proyecto.

Existen una serie de métodos de diseño de mezclas que con mayor o menor refinamiento establecen tablas y/o gráficos para estimar cantidades de agua de amasado en función del tamaño máximo, geometría del agregado y el asentamiento.

No existe ningún método perfecto, que solucione todos los casos prácticos, por lo que las bondades de un método sobre otro residen finalmente en el criterio personal de quien los aplique. (Pasquel Carbajal, 1998)

4.1.1 Método del módulo de fineza de la combinación de los agregados

Toma el Módulo de fineza total de la mezcla de agregados como elemento fundamental para evaluar su habilidad en satisfacer determinado diseño de mezcla. De manera que manteniendo el módulo de fineza total constante independientemente de la granulometría se mantienen también constantes la trabajabilidad y la resistencia.

Está confirmado científicamente que las mezclas con el mayor tamaño máximo de agregado grueso producían los diseños más resistentes, por este motivo en la presente investigación se decidió usar una combinación de agregados entre el Agregado Grueso de $\frac{3}{4}$ " y el Agregado Grueso de 1".

La trabajabilidad constituye el parámetro más manejado por los que diseñan, producen y colocan concreto, sin embargo, es el más difícil de definir, evaluar y cuantificar en términos absolutos. Usualmente se recurre al asentamiento como evaluación de esta característica, la cual se definió en un rango entre 7" – 9", aspecto sumamente limitado para la presente investigación, debido que por ser un concreto de alta resistencia, incluso con el uso de aditivos y debido a la cantidad de cemento utilizada en algunos diseños se produjo un concreto pesado de relativamente complicada trabajabilidad.

4.1 Cálculos y diseños

Una vez conocidas todas las características de los materiales como lo son el tipo de Cemento y las Propiedades de los Agregados y los aditivos, se aplicaron los siguientes pasos:

- Se establecieron relaciones Agua/Cemento constantes de 0.45, 0.40, 0.35, 0.32; de las cuales solo se modificó a 0.33 en el cemento tipo IP adicionado con microsílíce en la relación 0.32 debido a la trabajabilidad. Al reducir la relación Agua/Cemento en 0.05 se añadió 30 kg de cemento, al reducir la relación Agua/Cemento en 0.03 se añadió 20 kg de cemento. Se modificó la relación de finos conforme se añadía cemento para así mantener la apariencia óptima del concreto.
- Se definieron la cantidad de cemento para cada tipo con diferencia de 30 kg entre Tipo I y Tipo HE a favor del Tipo HE, y con diferencia de 60 kg entre el Tipo I y el Tipo IP a favor del Tipo IP, esto debido que se realizaron pruebas previas al vaciado las cuales indicaron que el cemento Tipo I y el Tipo HE obtuvieron mejores resultados que el Cemento IP.

Tabla 22: Resumen de propiedades del diseño

| | Diseño | Tipo de Cemento | Cementante | A/C | Rf | Módulo de Combinación | Cemento | Microsilíce |
|----|---------------|---------------------------------|------------|------|------|-----------------------|---------|-------------|
| 1 | I 0.32 SM | TIPO I | 470.00 | 0.32 | 0.42 | 5.07 | 470.00 | - |
| 2 | I 0.32 CM | TIPO I | 470.00 | 0.32 | 0.42 | 5.07 | 446.50 | 23.50 |
| 3 | I 0.35 SM | TIPO I | 450.00 | 0.35 | 0.44 | 4.99 | 450.00 | - |
| 4 | I 0.35 CM | TIPO I | 450.00 | 0.35 | 0.44 | 4.99 | 427.50 | 22.50 |
| 5 | I 0.40 SM | TIPO I | 420.00 | 0.40 | 0.46 | 4.91 | 420.00 | - |
| 6 | I 0.40 CM | TIPO I | 420.00 | 0.40 | 0.46 | 4.91 | 399.00 | 21.00 |
| 7 | I 0.45 SM | TIPO I | 390.00 | 0.45 | 0.48 | 4.83 | 390.00 | - |
| 8 | I 0.45 CM | TIPO I | 390.00 | 0.45 | 0.48 | 4.83 | 370.50 | 19.50 |
| 9 | HE 0.32 SM | TIPO HE | 500.00 | 0.32 | 0.41 | 5.11 | 500.00 | - |
| 10 | HE 0.32 CM | TIPO HE | 500.00 | 0.32 | 0.41 | 5.11 | 475.00 | 25.00 |
| 11 | HE 0.35 SM | TIPO HE | 480.00 | 0.35 | 0.43 | 5.03 | 480.00 | - |
| 12 | HE 0.35 CM | TIPO HE | 480.00 | 0.35 | 0.43 | 5.03 | 456.00 | 24.00 |
| 13 | HE 0.40 SM | TIPO HE | 450.00 | 0.40 | 0.45 | 4.95 | 450.00 | - |
| 14 | HE 0.40 CM | TIPO HE | 450.00 | 0.40 | 0.45 | 4.95 | 427.50 | 22.50 |
| 15 | HE 0.45 SM | TIPO HE | 420.00 | 0.45 | 0.47 | 4.87 | 420.00 | - |
| 16 | HE 0.45 CM | TIPO HE | 420.00 | 0.45 | 0.47 | 4.87 | 399.00 | 21.00 |
| 17 | IP 0.32 SM | TIPO IP | 530.00 | 0.32 | 0.40 | 5.15 | 530.00 | - |
| 18 | IP 0.33 CM | TIPO IP | 520.00 | 0.33 | 0.40 | 5.15 | 494.00 | 26.00 |
| 19 | IP 0.35 SM | TIPO IP | 510.00 | 0.35 | 0.42 | 5.07 | 510.00 | - |
| 20 | IP 0.35 CM | TIPO IP | 510.00 | 0.35 | 0.42 | 5.07 | 484.50 | 25.50 |
| 21 | IP 0.40 SM | TIPO IP | 480.00 | 0.40 | 0.43 | 5.03 | 480.00 | - |
| 22 | IP 0.40 CM | TIPO IP | 480.00 | 0.40 | 0.43 | 5.03 | 456.00 | 24.00 |
| 23 | IP 0.45 SM | TIPO IP | 450.00 | 0.45 | 0.45 | 4.95 | 450.00 | - |
| 24 | IP 0.45 CM | TIPO IP | 450.00 | 0.45 | 0.45 | 4.95 | 427.50 | 22.50 |
| 25 | HE UT 0.45 SM | TIPO HE; CEMENTO ULTRAVAL | 420.00 | 0.45 | 0.47 | 4.87 | 294.00 | - |
| 26 | IP UT 0.45 SM | TIPO IP; CEMENTO ULTRAVAL | 450.00 | 0.45 | 0.45 | 4.95 | 270.00 | - |

Fuente: Elaboración propia

4.1.1 Método del módulo de fineza de la combinación de los agregados

Los diseños serán presentados en el Anexo C.

4.2 Dosificaciones de aditivos y correcciones del concreto para los ensayos

4.2.1 Reductor de agua

Se realizaron pruebas para encontrar el punto óptimo de cantidad de aditivo

Superplastificante, retardador de fragua e incorporador de aire a fin de mantener

el asentamiento y la trabajabilidad en los diseños.

4.2.2 Microsílice

Se optó por utilizar una cantidad constante de 5% de microsílice en los diseños reemplazando la cantidad de cemento a fin de no encarecer demasiado el costo de cada diseño.



CAPITULO V: RESULTADOS

5.1. Ensayos del concreto en estado fresco

5.1.1 Temperatura del concreto

Los resultados serán presentados en el Anexo D.

5.1.2 Asentamiento del Concreto (Slump)

Los resultados serán presentados en el Anexo D.

5.1.3 Peso Unitario del Concreto

Los resultados serán presentados en el Anexo D.

5.1.4 Tiempo de Fraguado de Mezclas por medio de la resistencia a la Penetración

Los resultados serán presentados en el Anexo E. A continuación, se presenta una tabla resumen con los resultados del ensayo.

Tabla 23: Resultados del tiempo de fraguado

| Ítem | Código | Tipo de cemento | Relación A/C | Tipo de Curado | Tiempo de Fraguado Inicial | Tiempo de Fraguado Final |
|------|---------------|----------------------|--------------|----------------|----------------------------|--------------------------|
| 1 | I 0.35 SM | TIPO I | 0.35 | Convencional | 7:58 | 9:23 |
| | | | | Adiabático | 7:50 | 8:59 |
| | | | | Vapor | 7:22 | 8:03 |
| 2 | I 0.40 CM | TIPO I | 0.40 | Convencional | 7:27 | 9:47 |
| | | | | Adiabático | 7:00 | 8:00 |
| | | | | Vapor | 4:04 | 4:35 |
| 3 | HE 0.35 SM | TIPO HE | 0.35 | Convencional | 10:31 | 12:56 |
| | | | | Adiabático | 9:22 | 11:17 |
| | | | | Vapor | 6:49 | 7:43 |
| 4 | HE 0.40 CM | TIPO HE | 0.40 | Convencional | 6:43 | 8:49 |
| | | | | Adiabático | 5:33 | 7:09 |
| | | | | Vapor | 3:33 | 3:58 |
| 5 | IP 0.32 SM | TIPO IP | 0.32 | Convencional | 13:23 | 15:27 |
| | | | | Adiabático | 12:32 | 13:57 |
| | | | | Vapor | 6:33 | 7:46 |
| 6 | IP 0.35 CM | TIPO IP | 0.35 | Convencional | 12:05 | 13:59 |
| | | | | Adiabático | 11:25 | 12:55 |
| | | | | Vapor | 5:43 | 7:05 |
| 7 | HE UT 0.45 SM | TIPO HE; ULTRAVAL | 0.45 | Convencional | 4:35 | 5:57 |
| | | | | Adiabático | 4:13 | 5:14 |
| | | | | Vapor | 2:41 | 2:57 |

Fuente: Elaboración propia

5.2. Ensayos del concreto en estado endurecido

5.2.1 Ensayos no destructivos

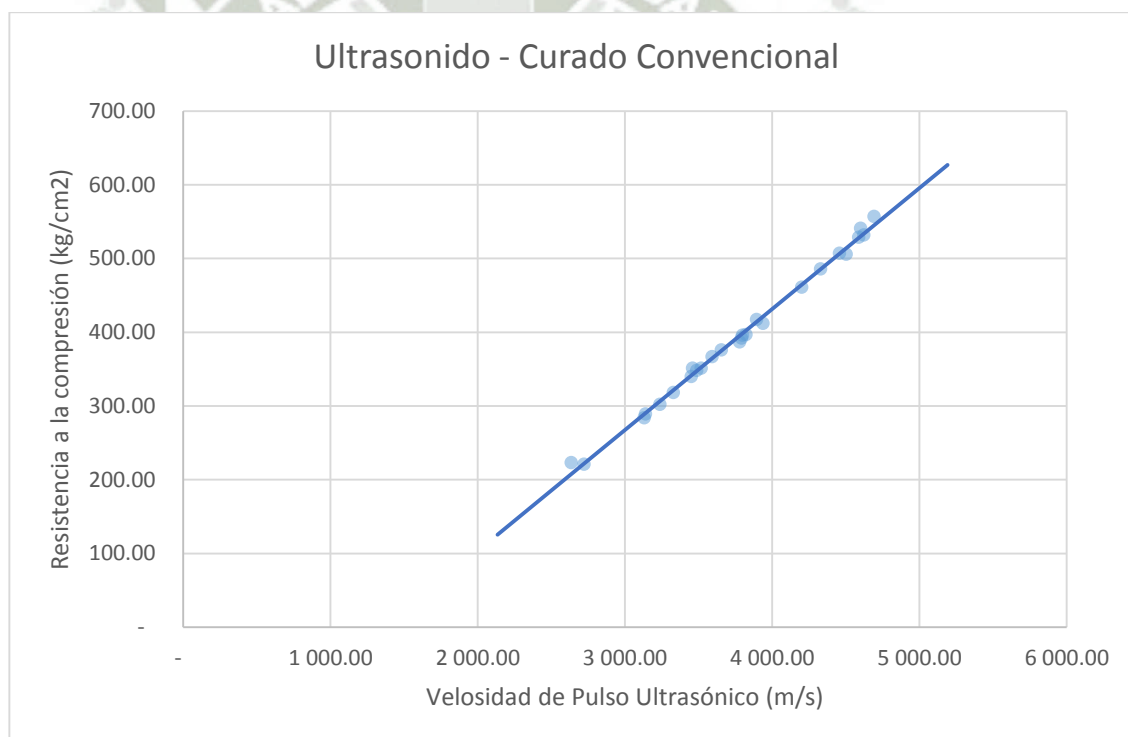
5.2.1.1 *Permeabilímetro al Aire de Torrent*

Tabla 24: *Permeabilímetro al Aire de Torrent*

| Ítem | Código | Tipo de Cemento | Relación A/C | kT Prom (E-6) m ² |
|------|---------------|-------------------|-----------------|---------------------------------|
| 1 | I 0.35 SM | TIPO I | 0.35 | 0.0110 |
| 2 | I 0.40 CM | TIPO I | 0.4 | 0.0138 |
| 3 | HE 0.35 SM | TIPO HE | 0.35 | 0.0255 |
| 4 | HE 0.40 CM | TIPO HE | 0.4 | 0.0223 |
| 5 | IP 0.32 SM | TIPO IP | 0.32 | 0.1350 |
| 6 | IP 0.35 CM | TIPO IP | 0.35 | 0.0083 |
| 7 | HE UT 0.45 SM | TIPO HE; ULTRAVAL | 0.45 | 0.1125 |

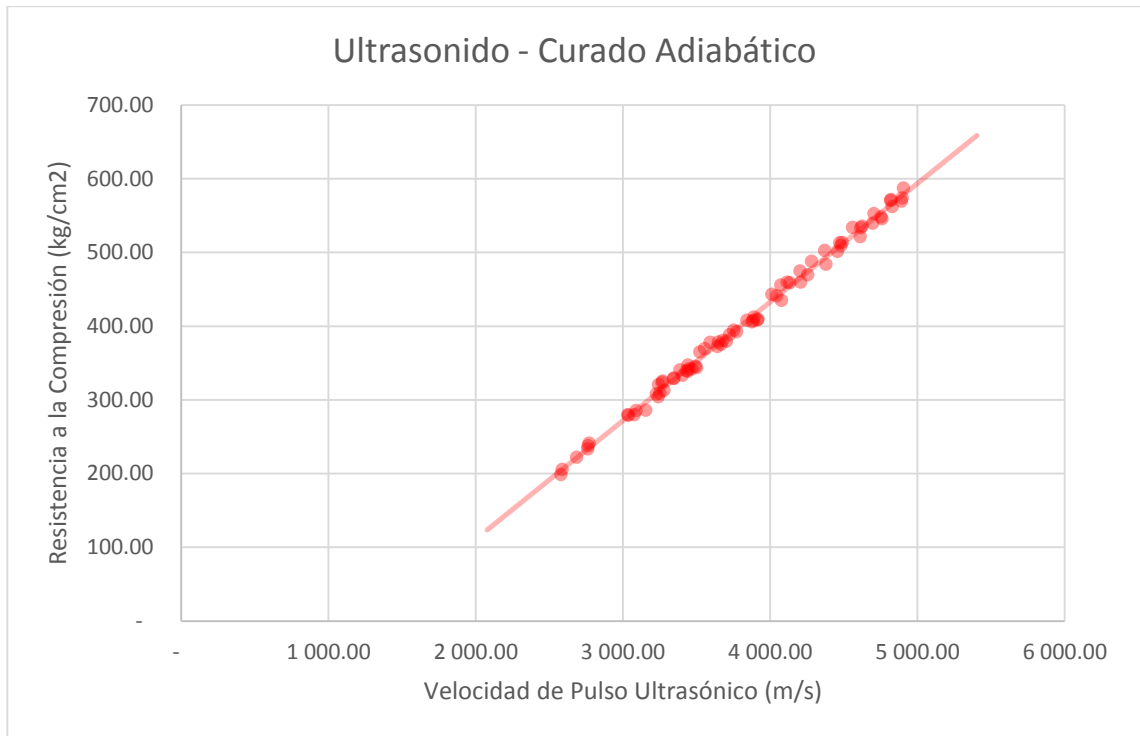
Fuente: Elaboración propia

5.2.1.2 *Velocidad de pulso ultrasónico*



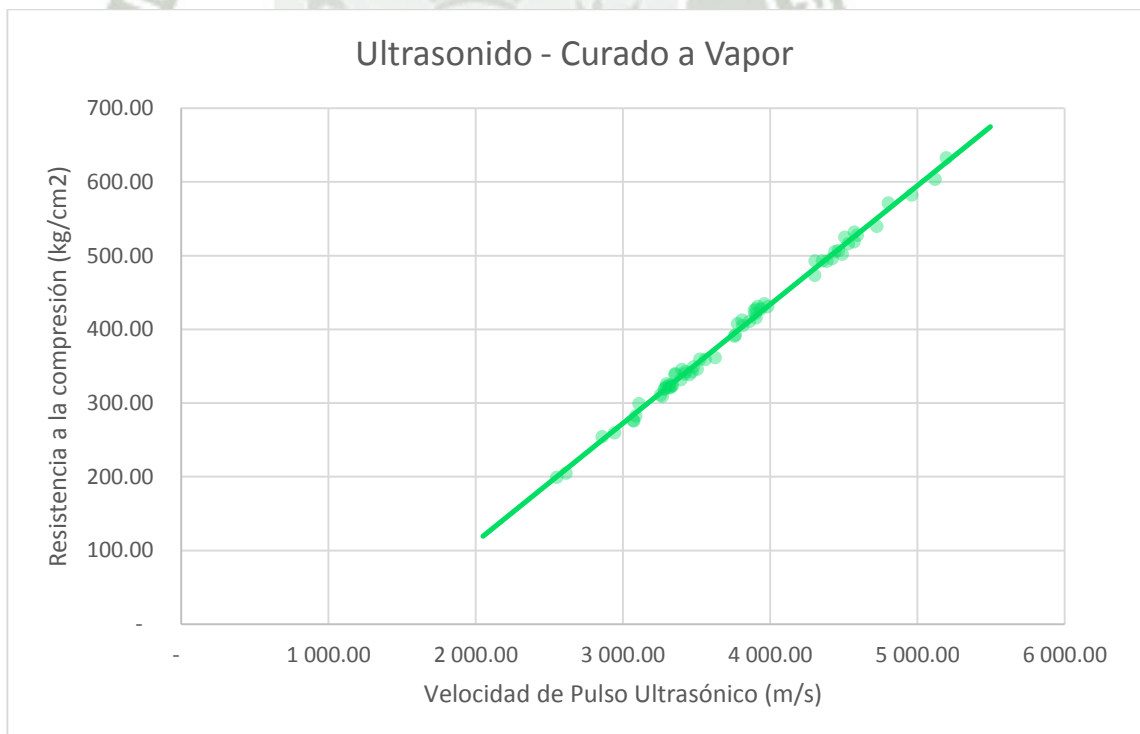
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 37: Velocidad de pulso ultrasónico con curado Convencional



Fuente: Elaboración propia

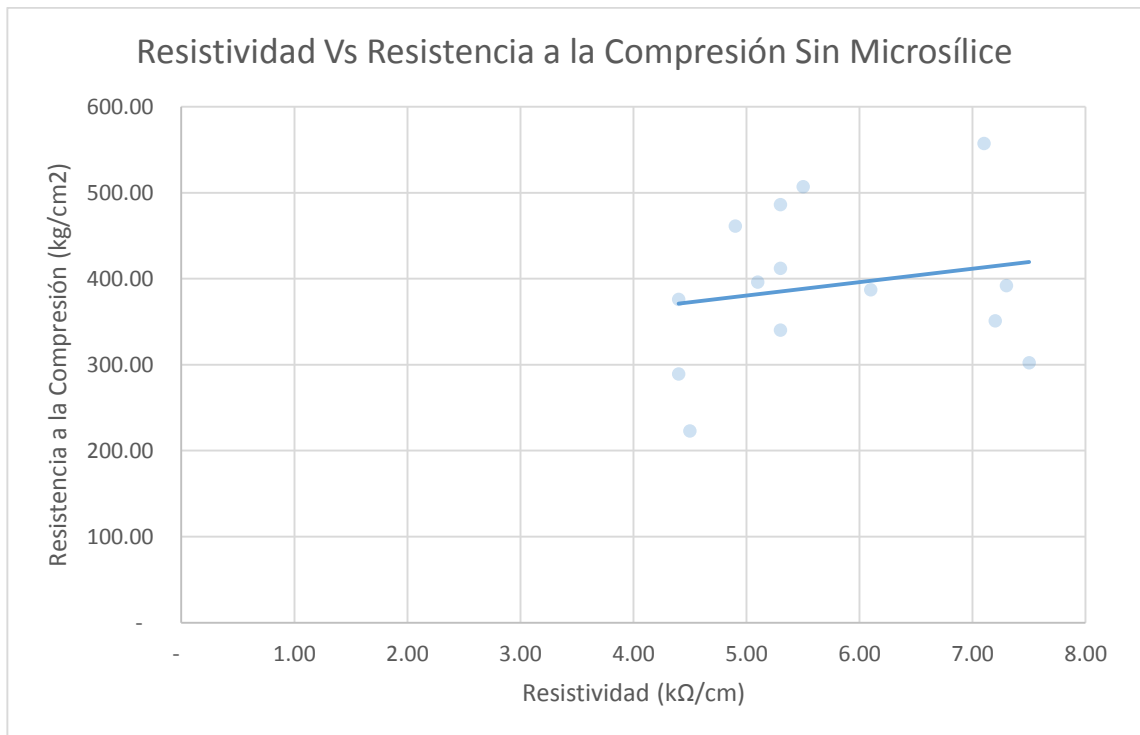
Ilustración 38: Velocidad de pulso ultrasónico con curado Adiabático



Fuente: Elaboración propia

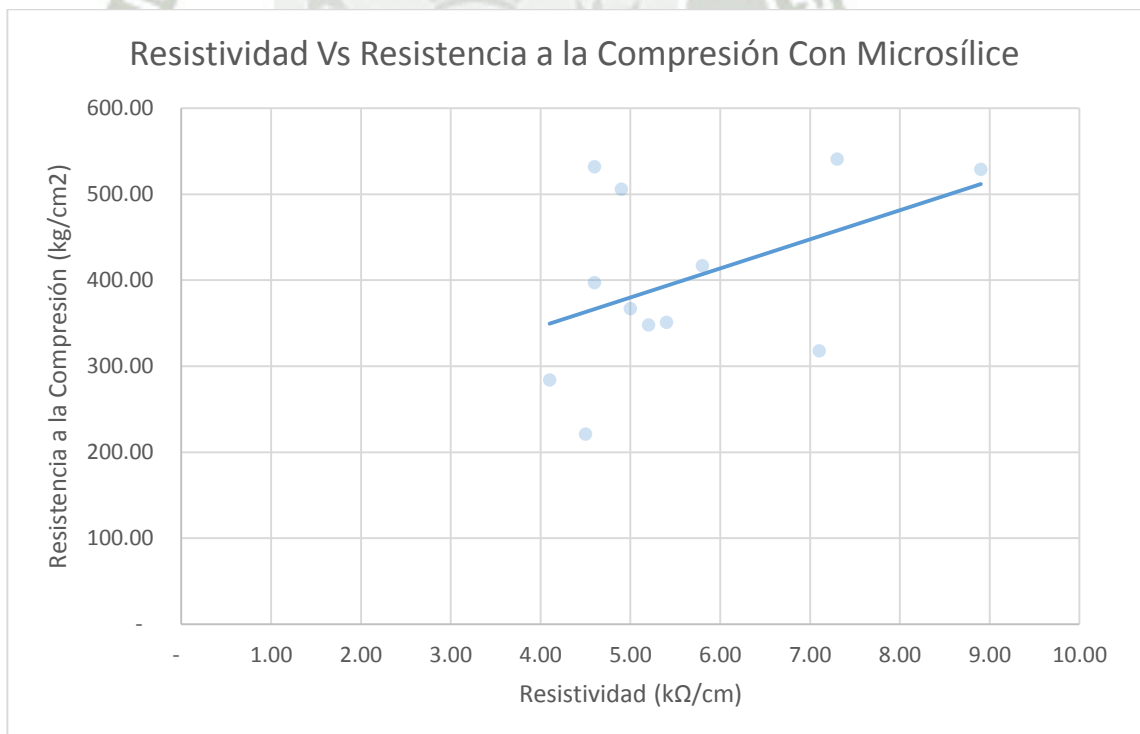
Ilustración 39: Velocidad de pulso ultrasónico con curado a Vapor

5.2.1.3 *Resistividad eléctrica*



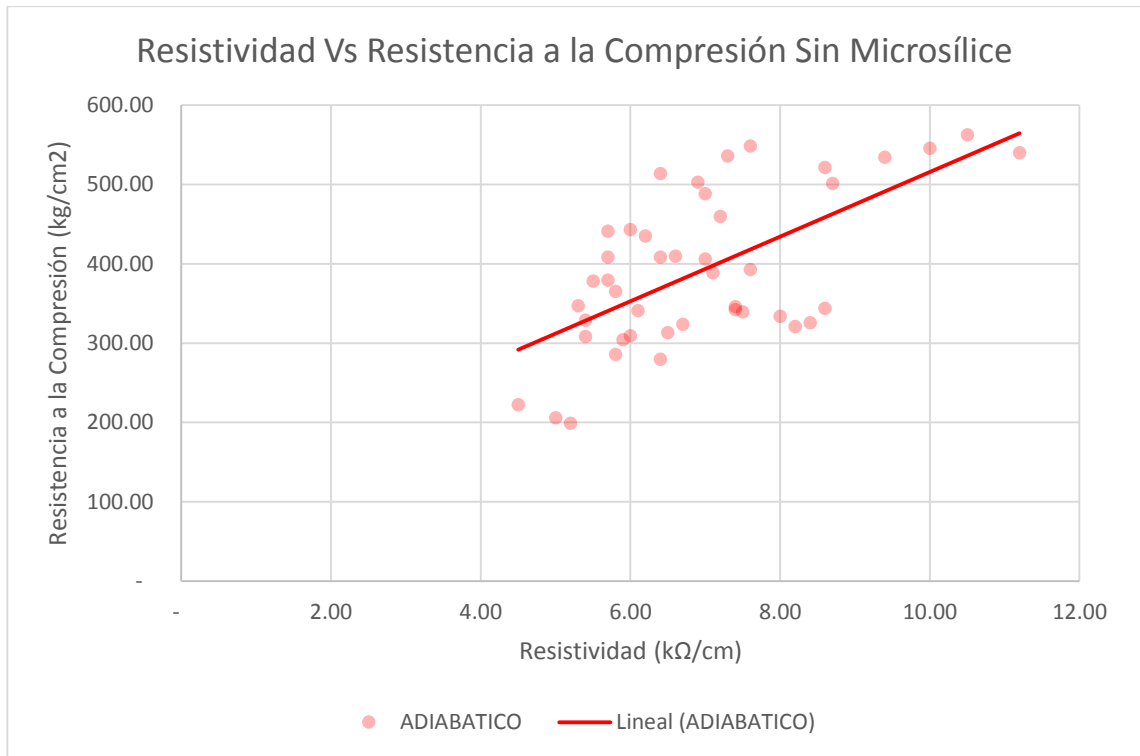
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 40: Resistividad con curado Convencional



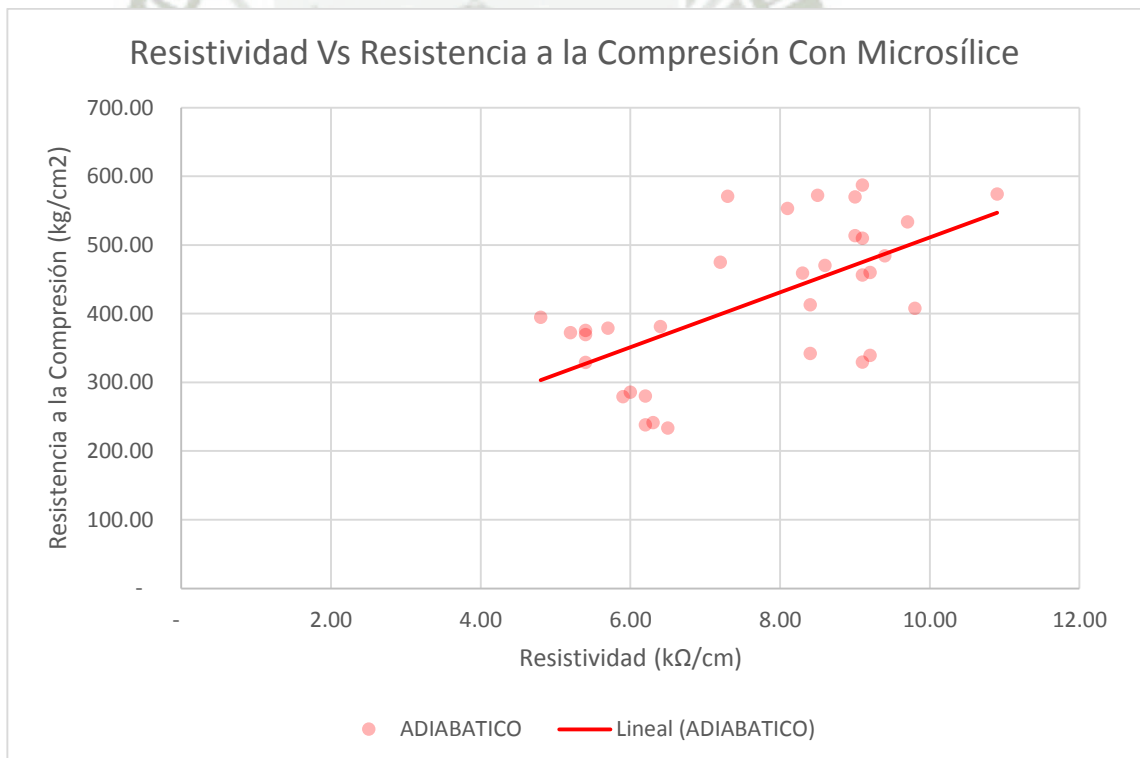
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 41: Resistividad con curado Convencional y Microsílice



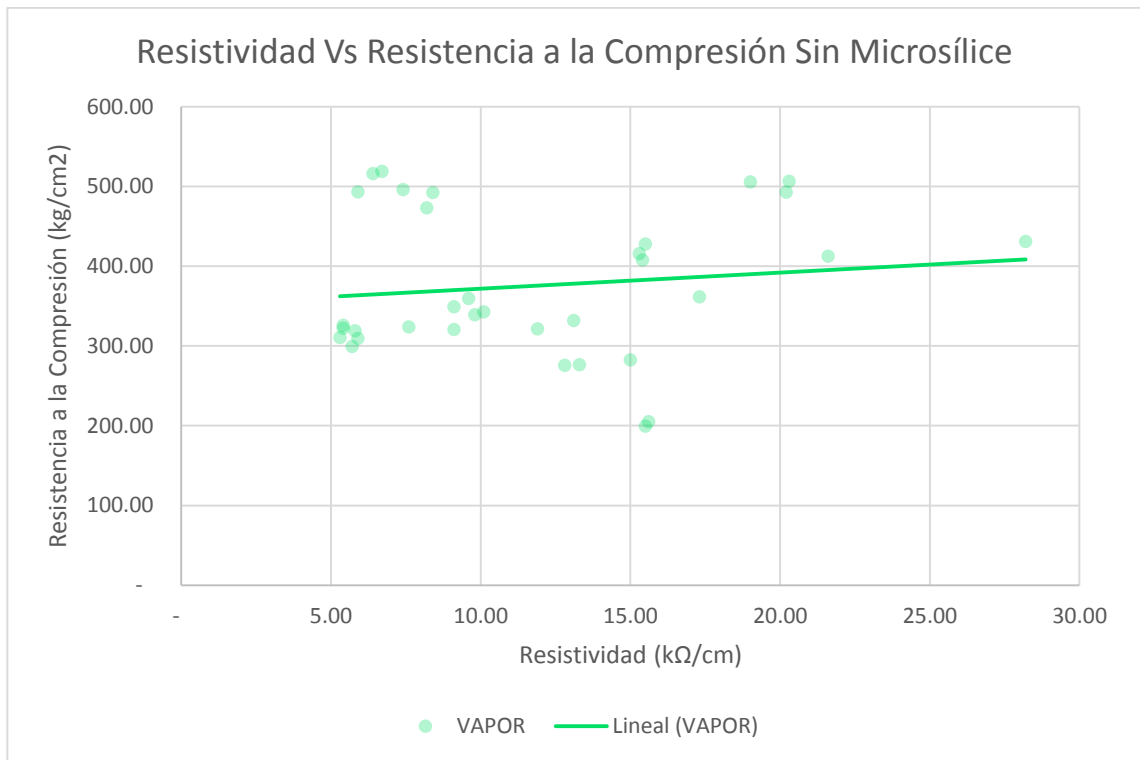
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 42: Resistividad con curado Adiabático



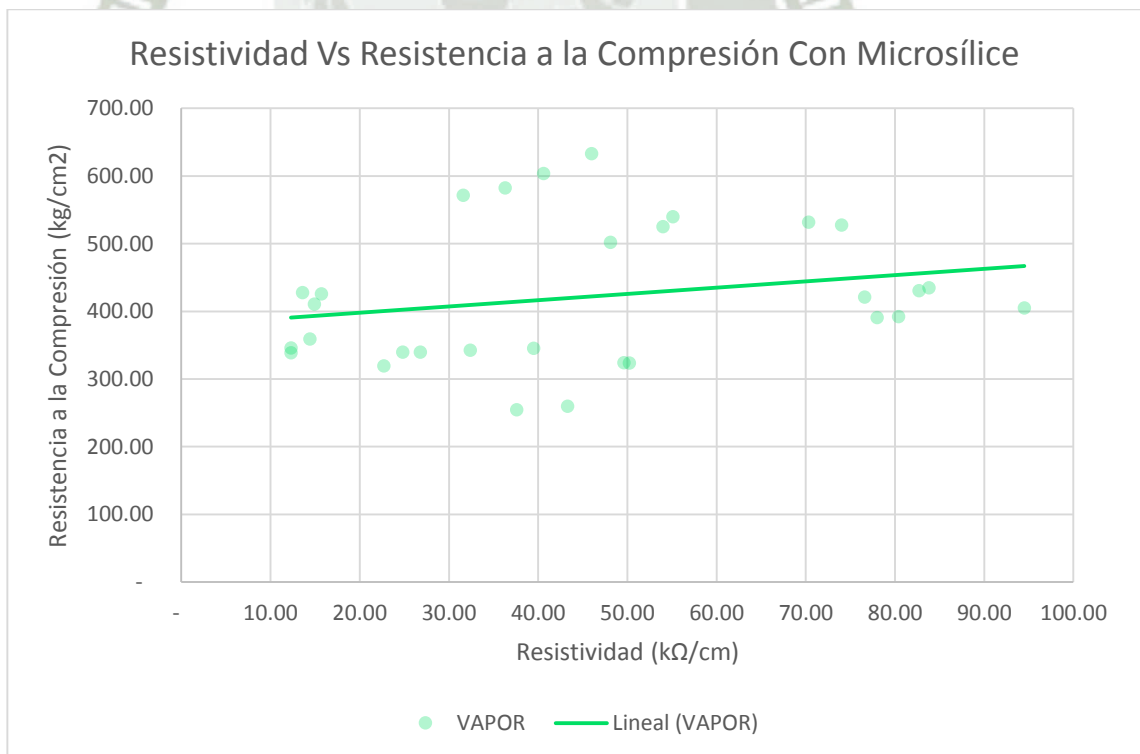
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 43: Resistividad con curado Adiabático y Microsílice



Fuente: Elaboración propia

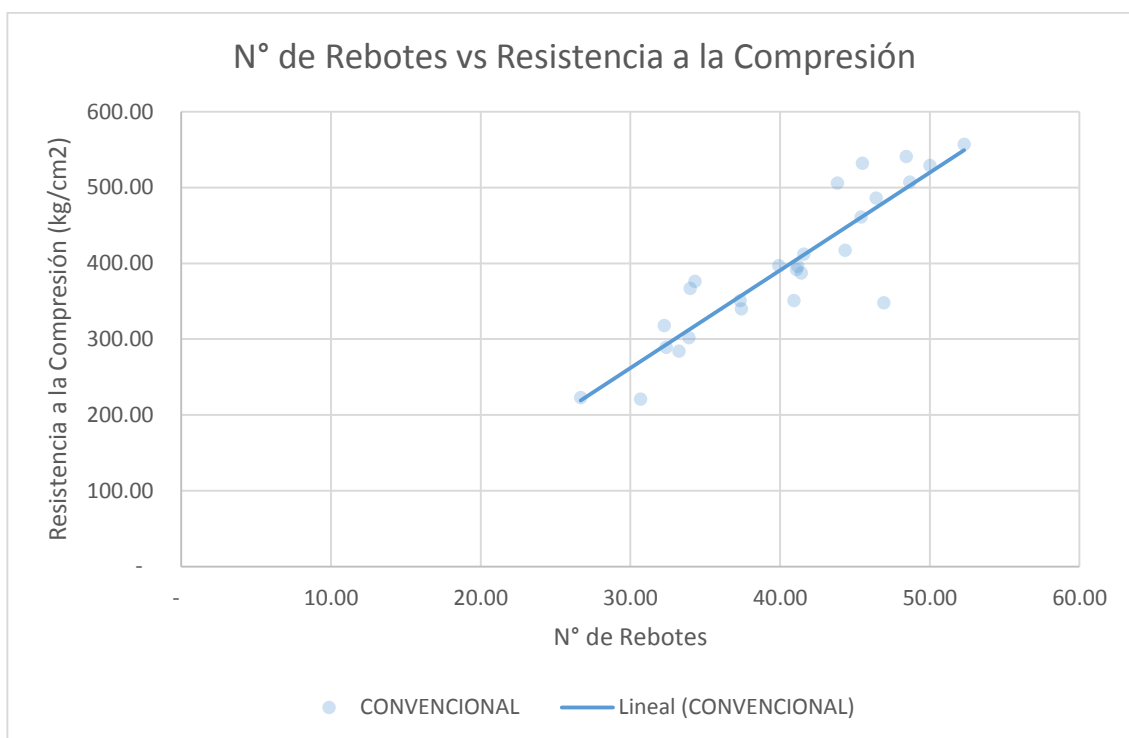
Ilustración 44: Resistividad con curado a Vapor



Fuente: Elaboración propia

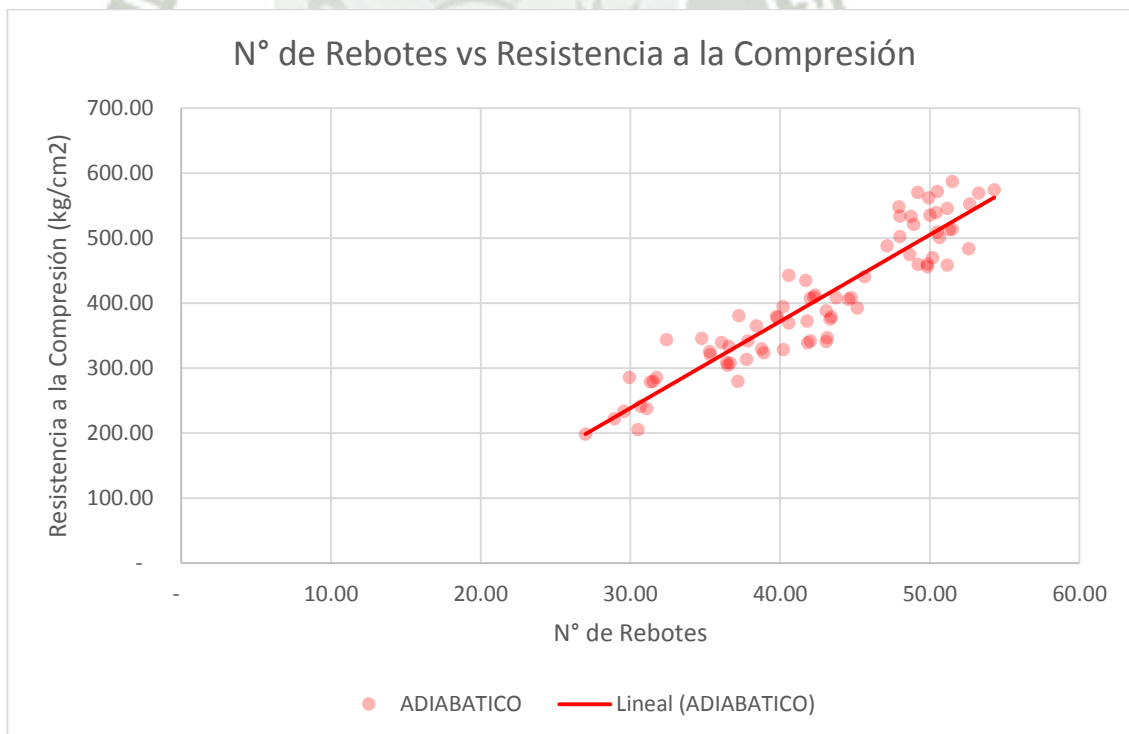
Ilustración 45: Resistividad con curado a Vapor y Microsílice

5.2.1.4 *Numero de rebotes*



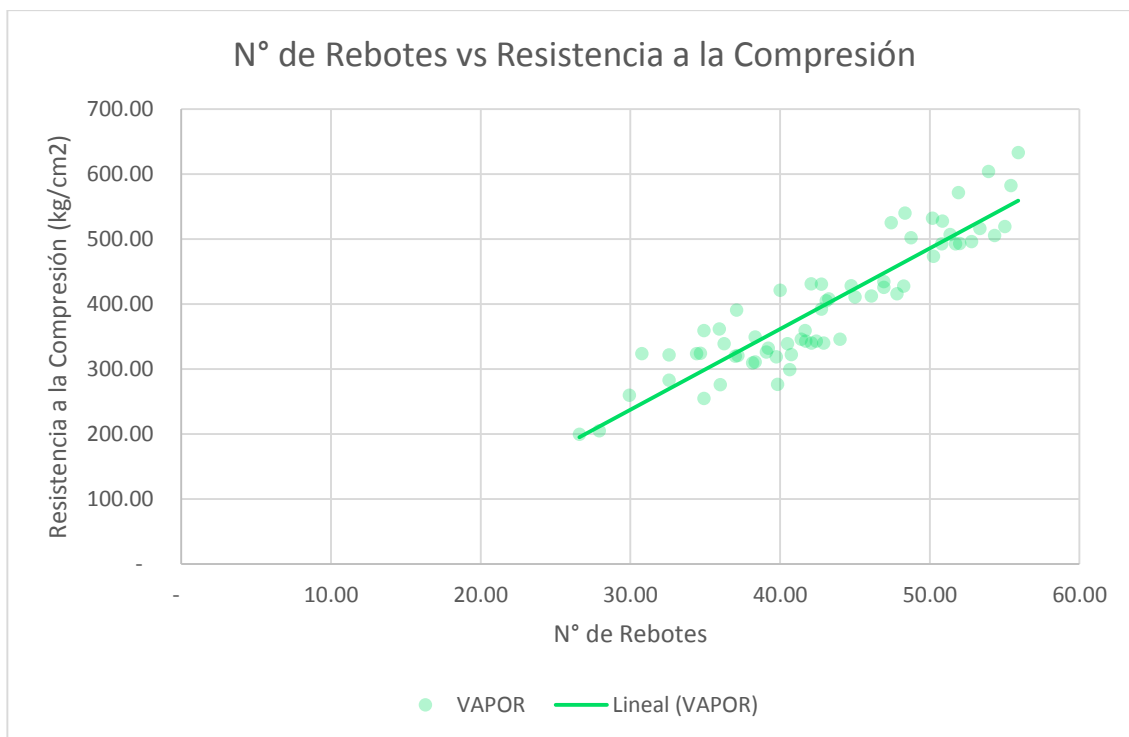
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 46: Numero de Rebotes con curado Convencional



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 47: Numero de rebotes con curado Adiabático



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 48: Numero de rebotes con curado a Vapor

5.2.2 Ensayos destructivos

5.2.2.1 Resistencia a la Compresión

Los resultados serán presentados en el Anexo G. A continuación, se presenta una tabla resumen de los resultados obtenidos en el ensayo de resistencia a la compresión.

Tabla 25: Resultados de Resistencia a la Compresión

| Ítem | DISEÑO | CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO | | CONVENCIONAL | | | ADIABATICO | | | VAPOR | | |
|------|---------------|---------------------------|--------------|--------------|------------|-------------|--------------|------------|-------------|--------------|------------|-------------|
| | | Tipo de Cemento | Relación A/C | f'c 24 Horas | f'c 3 Días | f'c 28 Días | f'c 24 Horas | f'c 3 Días | f'c 28 Días | f'c 24 Horas | f'c 3 Días | f'c 28 Días |
| 1 | I 0.32 SM | TIPO I | 0.32 | 308 | 557 | 758 | 446 | 549 | 665 | 455 | 487 | 594 |
| 2 | I 0.32 CM | TIPO I | 0.32 | 314 | 541 | 802 | 470 | 577 | 763 | 618 | 618 | 660 |
| 3 | I 0.35 SM | TIPO I | 0.35 | 292 | 486 | 710 | 400 | 519 | 643 | 478 | 509 | 561 |
| 4 | I 0.35 CM | TIPO I | 0.35 | 319 | 529 | 745 | 352 | 473 | 706 | 542 | 577 | 618 |
| 5 | I 0.40 SM | TIPO I | 0.4 | 185 | 351 | 566 | 298 | 334 | 420 | 284 | 315 | 371 |
| 6 | I 0.40 CM | TIPO I | 0.4 | 202 | 417 | 620 | 386 | 462 | 659 | 363 | 421 | 464 |
| 7 | I 0.45 SM | TIPO I | 0.45 | 165 | 302 | 483 | 241 | 319 | 422 | 287 | 313 | 378 |
| 8 | I 0.45 CM | TIPO I | 0.45 | 220 | 351 | 590 | 248 | 337 | 451 | 351 | 348 | 428 |
| 9 | HE 0.32 SM | TIPO HE | 0.32 | 302 | 507 | 672 | 451 | 533 | 670 | 476 | 502 | 538 |
| 10 | HE 0.32 CM | TIPO HE | 0.32 | 315 | 532 | 668 | 472 | 565 | 713 | 515 | 530 | 565 |
| 11 | HE 0.35 SM | TIPO HE | 0.35 | 210 | 461 | 672 | 400 | 484 | 568 | 421 | 419 | 503 |
| 12 | HE 0.35 CM | TIPO HE | 0.35 | 277 | 506 | 690 | 427 | 519 | 664 | 487 | 522 | 542 |
| 13 | HE 0.40 SM | TIPO HE | 0.4 | 206 | 396 | 538 | 340 | 396 | 479 | 332 | 327 | 391 |
| 14 | HE 0.40 CM | TIPO HE | 0.4 | 218 | 397 | 624 | 347 | 410 | 573 | 328 | 344 | 418 |
| 15 | HE 0.45 SM | TIPO HE | 0.45 | 172 | 340 | 465 | 236 | 307 | 423 | 333 | 344 | 406 |
| 16 | HE 0.45 CM | TIPO HE | 0.45 | 179 | 318 | 429 | 252 | 342 | 420 | 307 | 333 | 349 |
| 17 | IP 0.32 SM | TIPO IP | 0.32 | 138 | 412 | 575 | 334 | 440 | 535 | 416 | 419 | 496 |
| 18 | IP 0.33 CM | TIPO IP | 0.33 | 207 | 367 | 567 | 222 | 382 | 606 | 394 | 401 | 406 |
| 19 | IP 0.35 SM | TIPO IP | 0.35 | 167 | 376 | 509 | 288 | 374 | 504 | 328 | 345 | 406 |
| 20 | IP 0.35 CM | TIPO IP | 0.35 | 205 | 348 | 494 | 298 | 376 | 551 | 411 | 423 | 493 |
| 21 | IP 0.40 SM | TIPO IP | 0.4 | 116 | 289 | 430 | 181 | 283 | 428 | 278 | 278 | 317 |
| 22 | IP 0.40 CM | TIPO IP | 0.4 | 138 | 284 | 472 | 207 | 282 | 396 | 320 | 324 | 390 |
| 23 | IP 0.45 SM | TIPO IP | 0.45 | 97 | 223 | 344 | 156 | 209 | 336 | 216 | 202 | 235 |
| 24 | IP 0.45 CM | TIPO IP | 0.45 | 123 | 221 | 276 | 190 | 238 | 337 | 211 | 257 | 282 |
| 25 | HE UT 0.45 SM | TIPO HE; ULTRAVAL | 0.45 | 254 | 392 | 522 | 361 | 409 | 465 | | | |
| 26 | IP UT 0.45 SM | TIPO IP; ULTRAVAL | 0.45 | 241 | 387 | 483 | 306 | 339 | 401 | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 26: Resultados finales de Resistencia a la Compresión

| Ítem | DISEÑO | CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO | | | | | | | | | | |
|------|---------------|---------------------------|--------------|--------------|------------|-------------|--------------|------------|-------------|--------------|------------|-------------|
| | | CONVENCIONAL | | | ADIABATICO | | | | VAPOR | | | |
| | | Tipo de Cemento | Relación A/C | f'c 24 Horas | f'c 3 Días | f'c 28 Días | f'c 24 Horas | f'c 3 Días | f'c 28 Días | f'c 24 Horas | f'c 3 Días | f'c 28 Días |
| 1 | I 0.35 SM | TIPO I | 0.35 | 231 | 459 | 685 | 391 | 483 | 630 | 429 | 435 | 520 |
| 2 | I 0.40 CM | TIPO I | 0.4 | 196 | 387 | 671 | 332 | 406 | 632 | 375 | 361 | 424 |
| 3 | HE 0.35 SM | TIPO HE | 0.35 | 283 | 474 | 709 | 442 | 490 | 614 | 442 | 408 | 487 |
| 4 | HE 0.40 CM | TIPO HE | 0.4 | 235 | 383 | 567 | 332 | 396 | 529 | 355 | 350 | 397 |
| 5 | IP 0.32 SM | TIPO IP | 0.32 | 144 | 420 | 619 | 352 | 429 | 535 | 421 | 409 | 479 |
| 6 | IP 0.35 CM | TIPO IP | 0.35 | 144 | 343 | 600 | 305 | 369 | 552 | 396 | 404 | 428 |
| 7 | HE UT 0.45 SM | TIPO HE; ULTRAVAL | 0.45 | 297 | 385 | 461 | 318 | 366 | 421 | 262 | 285 | 340 |

Fuente: Elaboración propia

5.2.2.2 Resistencia a la flexión y Tracción Indirecta

Los resultados serán presentados en el Anexo 8. A continuación, se presentan unas tablas resumen de la resistencia a la tracción indirecta y resistencia a la flexión.

Tabla 27: Resultados de resistencia a la Tracción indirecta

| Código | Cemento | Relación A/C | f'c | Tracción Indirecta | | σ /f'c |
|------------------|---------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------|
| | | | kg/cm ² | Mpa | kg/cm ² | (%) |
| 1 I 0.32 SM CV | Tipo I | 0.32 | 487 | 2.88 | 28.21 | 6% |
| 2 I 0.32 SM CA | Tipo I | 0.32 | 549 | 3.15 | 30.88 | 6% |
| 3 I 0.32 CM CV | Tipo I | 0.32 | 618 | 4.67 | 45.79 | 7% |
| 4 I 0.32 CM CA | Tipo I | 0.32 | 577 | 3.26 | 31.90 | 6% |
| 5 I 0.35 SM CV | Tipo I | 0.35 | 509 | 2.94 | 28.80 | 6% |
| 6 I 0.35 SM CA | Tipo I | 0.35 | 519 | 3.05 | 29.84 | 6% |
| 7 I 0.35 CM CV | Tipo I | 0.35 | 577 | 3.80 | 37.23 | 6% |
| 8 I 0.35 CM CA | Tipo I | 0.35 | 473 | 3.18 | 31.17 | 7% |
| 9 I 0.40 SM CV | Tipo I | 0.40 | 315 | 2.31 | 22.65 | 7% |
| 10 I 0.40 SM CA | Tipo I | 0.40 | 334 | 2.90 | 28.43 | 9% |
| 11 I 0.40 CM CV | Tipo I | 0.40 | 421 | 2.74 | 26.89 | 6% |
| 12 I 0.40 CM CA | Tipo I | 0.40 | 462 | 3.12 | 30.59 | 7% |
| 13 I 0.45 SM CV | Tipo I | 0.45 | 313 | 2.24 | 21.98 | 7% |
| 14 I 0.45 SM CA | Tipo I | 0.45 | 319 | 2.46 | 24.10 | 8% |
| 15 I 0.45 CM CV | Tipo I | 0.45 | 348 | 2.41 | 23.60 | 7% |
| 16 I 0.45 CM CA | Tipo I | 0.45 | 337 | 2.44 | 23.88 | 7% |
| 17 HE 0.32 SM CV | Tipo HE | 0.32 | 502 | 3.43 | 33.65 | 7% |
| 18 HE 0.32 SM CA | Tipo HE | 0.32 | 533 | 3.11 | 30.46 | 6% |
| 19 HE 0.32 CM CV | Tipo HE | 0.32 | 530 | 3.47 | 33.97 | 6% |
| 20 HE 0.32 CM CA | Tipo HE | 0.32 | 565 | 3.34 | 32.76 | 6% |
| 21 HE 0.35 SM CV | Tipo HE | 0.35 | 419 | 2.59 | 25.37 | 6% |
| 22 HE 0.35 SM CA | Tipo HE | 0.35 | 484 | 3.16 | 30.93 | 6% |
| 23 HE 0.35 CM CV | Tipo HE | 0.35 | 522 | 3.22 | 31.54 | 6% |
| 24 HE 0.35 CM CA | Tipo HE | 0.35 | 519 | 3.20 | 31.35 | 6% |
| 25 HE 0.40 SM CV | Tipo HE | 0.40 | 327 | 2.05 | 20.09 | 6% |
| 26 HE 0.40 SM CA | Tipo HE | 0.40 | 396 | 2.79 | 27.37 | 7% |
| 27 HE 0.40 CM CV | Tipo HE | 0.40 | 344 | 2.51 | 24.58 | 7% |
| 28 HE 0.40 CM CA | Tipo HE | 0.40 | 410 | 2.59 | 25.37 | 6% |
| 29 HE 0.45 SM CV | Tipo HE | 0.45 | 344 | 2.01 | 19.68 | 6% |
| 30 HE 0.45 SM CA | Tipo HE | 0.45 | 307 | 2.42 | 23.75 | 8% |
| 31 HE 0.45 CM CV | Tipo HE | 0.45 | 333 | 2.41 | 23.58 | 7% |
| 32 HE 0.45 CM CA | Tipo HE | 0.45 | 342 | 2.71 | 26.51 | 8% |
| 33 IP 0.32 SM CV | Tipo IP | 0.32 | 419 | 2.85 | 27.89 | 7% |
| 34 IP 0.32 SM CA | Tipo IP | 0.32 | 440 | 2.89 | 28.34 | 6% |
| 35 IP 0.33 CM CV | Tipo IP | 0.33 | 401 | 4.06 | 39.82 | 10% |

| | | | | | | |
|----------------------------|--------------------|------|-----|------|-------|-----|
| 36 IP 0.33 CM CA | Tipo IP | 0.33 | 382 | 2.51 | 24.58 | 6% |
| 37 IP 0.35 SM CV | Tipo IP | 0.35 | 345 | 2.33 | 22.83 | 7% |
| 38 IP 0.35 SM CA | Tipo IP | 0.35 | 374 | 2.47 | 24.25 | 6% |
| 39 IP 0.35 CM CV | Tipo IP | 0.35 | 423 | 3.36 | 32.92 | 8% |
| 40 IP 0.35 CM CA | Tipo IP | 0.35 | 376 | 2.90 | 28.39 | 8% |
| 41 IP 0.40 SM CV | Tipo IP | 0.40 | 278 | 2.56 | 25.13 | 9% |
| 42 IP 0.40 SM CA | Tipo IP | 0.40 | 283 | 2.21 | 21.65 | 8% |
| 43 IP 0.40 CM CV | Tipo IP | 0.40 | 324 | 2.43 | 23.85 | 7% |
| 44 IP 0.40 CM CA | Tipo IP | 0.40 | 282 | 2.01 | 19.65 | 7% |
| 45 IP 0.45 SM CV | Tipo IP | 0.45 | 202 | 1.73 | 16.99 | 8% |
| 46 IP 0.45 SM CA | Tipo IP | 0.45 | 209 | 2.30 | 22.57 | 11% |
| 47 IP 0.45 CM CV | Tipo IP | 0.45 | 257 | 1.83 | 17.94 | 7% |
| 48 IP 0.45 CM CA | Tipo IP | 0.45 | 238 | 1.66 | 16.25 | 7% |
| 49 HE UT 0.45 SM CA | Tipo HE + Ultraval | 0.45 | 409 | 2.98 | 29.24 | 7% |
| 50 IP UT 0.45 SM CA | Tipo IP + Ultraval | 0.45 | 339 | 2.54 | 24.88 | 7% |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Resultados finales de tracción indirecta y flexión

| Ítem | Código | $f'c$ (kg/cm ²) | σ (Mpa) | σ (kg/cm ²) | R(Mpa) | R(kg/cm ²) | R/ σ |
|------|---------------|-----------------------------|----------------|--------------------------------|--------|------------------------|-------------|
| 1 | I 0.35 SM | 685 | 4.71 | 48.00 | 6.02 | 61.37 | 1.28 |
| 2 | I 0.40 CM | 671 | 4.65 | 47.38 | 5.98 | 60.94 | 1.29 |
| 3 | HE 0.35 SM | 709 | 3.98 | 40.63 | 5.83 | 59.47 | 1.46 |
| 4 | HE 0.40 CM | 567 | 4.09 | 41.69 | 5.34 | 54.42 | 1.31 |
| 5 | IP 0.32 SM | 619 | 3.94 | 40.18 | 5.66 | 57.74 | 1.44 |
| 6 | IP 0.35 CM | 600 | 4.17 | 42.54 | 6.39 | 65.19 | 1.53 |
| 7 | HE UT 0.45 SM | 461 | 2.60 | 26.48 | 3.69 | 37.60 | 1.42 |

Fuente: Elaboración propia

5.2.2.3 *Permeabilidad al agua bajo presión*

Los resultados serán presentados en el Anexo 9. A continuación, se presenta una tabla resumen con los resultados de la permeabilidad al agua bajo presión.

Tabla 29: Resultados Permeabilidad al agua bajo presión

| CODIGO | FECHA COLOCADA | HORA | H Max | Clasificación |
|------------------|-----------------------|-------------|--------------|----------------------|
| 1 I 0.32 SM CV | 12-Jun | 12:10 | 22.00 | Baja |
| 2 I 0.32 SM CA | 9-Jun | 11:10 | 15.50 | Baja |
| 3 I 0.32 CM CV | 30-Jun | 10:06 | 7.10 | Baja |
| 4 I 0.32 CM CA | 30-Jun | 10:06 | 10.70 | Baja |
| 5 I 0.35 SM CV | 9-Jun | 11:10 | 19.00 | Baja |
| 6 I 0.35 SM CA | 9-Jun | 11:10 | 34.20 | Media |
| 7 I 0.35 CM CV | 30-Jun | 10:06 | 31.40 | Media |
| 8 I 0.35 CM CA | 27-Jun | 8:10 | 9.90 | Baja |
| 9 I 0.40 SM CV | 5-Jun | 15:50 | 28.00 | Baja |
| 10 I 0.40 SM CA | 5-Jun | 15:50 | 25.00 | Baja |
| 11 I 0.40 CM CV | 27-Jun | 8:10 | 56.80 | Media |
| 12 I 0.40 CM CA | 23-Jun | 8:10 | 18.90 | Baja |
| 13 I 0.45 SM CV | 9-Jun | 11:10 | 39.60 | Media |
| 14 I 0.45 SM CA | 5-Jun | 15:50 | 36.00 | Media |
| 15 I 0.45 CM CV | 19-Jun | 14:34 | 99.00 | Alta |
| 16 I 0.45 CM CA | 19-Jun | 14:34 | 29.00 | Baja |
| 17 HE 0.32 SM CV | 16-Jun | 10:00 | 20.80 | Baja |
| 18 HE 0.32 SM CA | 12-Jun | 12:10 | 13.00 | Baja |
| 19 HE 0.32 CM CV | 30-Jun | 10:06 | 16.90 | Baja |
| 20 HE 0.32 CM CA | 27-Jun | 8:10 | 20.60 | Baja |
| 21 HE 0.35 SM CV | 16-Jun | 10:00 | 31.30 | Media |
| 22 HE 0.35 SM CA | 12-Jun | 12:10 | 17.00 | Baja |
| 23 HE 0.35 CM CV | 27-Jun | 8:10 | 16.50 | Baja |
| 24 HE 0.35 CM CA | 23-Jun | 8:10 | 18.80 | Baja |
| 25 HE 0.40 SM CV | 16-Jun | 10:00 | 83.70 | Alta |
| 26 HE 0.40 SM CA | 12-Jun | 12:10 | 26.00 | Baja |
| 27 HE 0.40 CM CV | 23-Jun | 8:10 | 62.20 | Alta |
| 28 HE 0.40 CM CA | 23-Jun | 8:10 | 24.10 | Baja |
| 29 HE 0.45 SM CV | 12-Jun | 12:10 | 56.00 | Media |
| 30 HE 0.45 SM CA | 9-Jun | 11:10 | 34.20 | Media |
| 31 HE 0.45 CM CV | 19-Jun | 14:34 | 98.00 | Alta |
| 32 HE 0.45 CM CA | 19-Jun | 14:34 | 23.00 | Baja |
| 33 IP 0.32 SM CV | 5-Jun | 15:50 | 122.00 | Alta |
| 34 IP 0.32 SM CA | 5-Jun | 15:50 | 25.00 | Baja |
| 35 IP 0.33 CM CV | 30-Jun | 10:06 | 39.20 | Media |
| 36 IP 0.33 CM CA | 27-Jun | 8:10 | 10.80 | Baja |
| 37 IP 0.35 SM CV | 9-May | 8:30 | 68.00 | Alta |
| 38 IP 0.35 SM CA | 9-May | 8:30 | 22.00 | Baja |
| 39 IP 0.35 CM CV | 27-Jun | 8:10 | 20.30 | Baja |
| 40 IP 0.35 CM CA | 23-Jun | 8:10 | 24.50 | Baja |
| 41 IP 0.40 SM CV | 9-May | 8:30 | 49.00 | Media |

| | | | | |
|----------------------------|--------|-------|-------|-------|
| 42 IP 0.40 SM CA | 9-May | 8:30 | 27.00 | Baja |
| 43 IP 0.40 CM CV | 23-Jun | 8:10 | 92.60 | Alta |
| 44 IP 0.40 CM CA | 19-Jun | 14:34 | 20.00 | Baja |
| 45 IP 0.45 SM CV | 9-May | 8:30 | 62.00 | Alta |
| 46 IP 0.45 SM CA | 9-May | 8:30 | 23.00 | Baja |
| 47 IP 0.45 CM CV | 19-Jun | 14:34 | 94.00 | Alta |
| 48 IP 0.45 CM CA | 16-Jun | 10:00 | 29.80 | Baja |
| 49 HE UT 0.45 SM CA | 16-Jun | 10:00 | 35.20 | Media |
| 50 IP UT 0.45 SM CA | 16-Jun | 10:00 | 39.30 | Media |

Fuente: Elaboración propia



5.2.2.4 *Módulo de elasticidad.*

Los resultados serán presentados en el Anexo 10. A continuación, se presenta una tabla resumen del ensayo de módulo de elasticidad.

Tabla 30: Resultados ensayo de Modulo de Elasticidad

| CODIGO | EXPERIMEN TAL | TEORICO | CONST. | FACTOR | C. POISSON |
|-------------------------|--------------------------|----------------|---------------|---------------|-------------------|
| 1 I 0.32 SM CV | 330,985.32 | 313,213.70 | 14,794.35 | 0.99 | 0.22 |
| 2 I 0.32 SM CA | 333,082.07 | 343,851.12 | 13,561.54 | 0.90 | 0.13 |
| 3 I 0.32 CM CV | 394,419.17 | 364,062.37 | 15,167.37 | 1.01 | 0.24 |
| 4 I 0.32 CM CA | 386,963.56 | 331,985.78 | 16,318.44 | 1.09 | 0.24 |
| 5 I 0.35 SM CV | 316,032.76 | 328,796.60 | 13,456.52 | 0.90 | 0.24 |
| 6 I 0.35 SM CA | 364,008.25 | 329,377.98 | 15,471.94 | 1.03 | 0.17 |
| 7 I 0.35 CM CV | 386,506.93 | 325,150.07 | 16,641.84 | 1.11 | 0.30 |
| 8 I 0.35 CM CA | 371,638.82 | 302,623.73 | 17,192.78 | 1.15 | 0.31 |
| 9 I 0.40 SM CV | 278,155.78 | 263,246.34 | 14,792.92 | 0.99 | 0.15 |
| 10 I 0.40 SM CA | 293,946.36 | 255,972.73 | 16,076.90 | 1.07 | 0.24 |
| 11 I 0.40 CM CV | 348,190.62 | 285,994.79 | 17,044.61 | 1.14 | 0.40 |
| 12 I 0.40 CM CA | 341,032.08 | 299,269.94 | 15,953.65 | 1.06 | 0.19 |
| 13 I 0.45 SM CV | 310,823.11 | 269,049.39 | 16,173.70 | 1.08 | 0.28 |
| 14 I 0.45 SM CA | 322,005.43 | 255,994.39 | 17,610.06 | 1.17 | 0.23 |
| 15 I 0.45 CM CV | 291,208.44 | 260,706.11 | 15,637.98 | 1.04 | 0.37 |
| 16 I 0.45 CM CA | 296,658.16 | 252,767.90 | 16,430.94 | 1.10 | 0.18 |
| 17 HE 0.32 SM CV | 351,174.11 | 312,806.21 | 15,717.20 | 1.05 | 0.20 |
| 18 HE 0.32 SM CA | 342,618.61 | 330,546.07 | 14,511.32 | 0.97 | -0.54 |
| 19 HE 0.32 CM CV | 359,491.64 | 334,166.91 | 15,060.99 | 1.00 | 0.25 |
| 20 HE 0.32 CM CA | 360,258.35 | 330,780.87 | 15,247.61 | 1.02 | 0.55 |
| 21 HE 0.35 SM CV | 313,847.72 | 290,191.20 | 15,141.29 | 1.01 | 0.20 |
| 22 HE 0.35 SM CA | 351,885.98 | 312,708.68 | 15,753.97 | 1.05 | 0.17 |
| 23 HE 0.35 CM CV | 334,060.02 | 323,234.19 | 14,468.89 | 0.96 | 0.25 |
| 24 HE 0.35 CM CA | 322,290.63 | 310,332.13 | 14,539.48 | 0.97 | 0.22 |
| 25 HE 0.40 SM CV | 250,327.92 | 255,799.35 | 13,700.55 | 0.91 | 0.19 |
| 26 HE 0.40 SM CA | 301,687.73 | 289,003.93 | 14,614.43 | 0.97 | 0.26 |
| 27 HE 0.40 CM CV | 293,535.22 | 262,866.87 | 15,633.36 | 1.04 | 0.26 |
| 28 HE 0.40 CM CA | 324,704.48 | 279,036.10 | 16,291.31 | 1.09 | 0.26 |
| 29 HE 0.45 SM CV | 265,771.68 | 250,730.26 | 14,839.87 | 0.99 | 0.12 |
| 30 HE 0.45 SM CA | 294,869.77 | 262,296.64 | 15,738.58 | 1.05 | 0.21 |
| 31 HE 0.45 CM CV | 306,162.22 | 257,796.93 | 16,626.54 | 1.11 | 0.40 |
| 32 HE 0.45 CM CA | 294,533.45 | 247,121.16 | 16,686.02 | 1.11 | 0.21 |
| 33 IP 0.32 SM CV | 290,697.25 | 298,611.38 | 13,628.96 | 0.91 | 0.21 |
| 34 IP 0.32 SM CA | 285,475.05 | 323,979.65 | 12,336.12 | 0.82 | 0.26 |
| 35 IP 0.33 CM CV | 329,492.39 | 281,144.75 | 16,407.54 | 1.09 | -0.02 |
| 36 IP 0.33 CM CA | 343,713.04 | 270,734.30 | 17,773.82 | 1.18 | 1.32 |
| 37 IP 0.35 SM CV | 331,689.73 | 266,491.64 | 17,425.15 | 1.16 | 0.03 |
| 38 IP 0.35 SM CA | 289,191.26 | 304,769.34 | 13,284.40 | 0.89 | 0.22 |

| | | | | | |
|----------------------------|------------|------------|-----------|------|------|
| 39 IP 0.35 CM CV | 339,305.51 | 291,183.24 | 16,313.70 | 1.09 | 0.18 |
| 40 IP 0.35 CM CA | 349,332.14 | 263,698.88 | 18,546.34 | 1.24 | 0.23 |
| 41 IP 0.40 SM CV | 256,431.28 | 238,836.17 | 15,031.38 | 1.00 | 0.24 |
| 42 IP 0.40 SM CA | 293,389.36 | 230,132.80 | 17,848.18 | 1.19 | 0.20 |
| 43 IP 0.40 CM CV | 352,517.01 | 244,685.52 | 20,169.72 | 1.34 | 0.33 |
| 44 IP 0.40 CM CA | 352,392.57 | 228,864.18 | 21,556.44 | 1.44 | 0.22 |
| 45 IP 0.45 SM CV | 258,540.66 | 223,544.16 | 16,191.74 | 1.08 | 0.17 |
| 46 IP 0.45 SM CA | 271,529.56 | 211,890.79 | 17,940.44 | 1.20 | 0.28 |
| 47 IP 0.45 CM CV | 243,342.23 | 219,374.76 | 15,529.55 | 1.04 | 0.18 |
| 48 IP 0.45 CM CA | 277,475.75 | 201,356.30 | 19,292.47 | 1.29 | 0.14 |
| 49 HE UT 0.45 SM CA | 275,721.33 | 263,003.97 | 14,676.96 | 0.98 | 0.19 |
| 50 IP UT 0.45 SM CA | 277,168.49 | 256,513.79 | 15,127.29 | 1.01 | 0.18 |

Fuente: Elaboración propia



CAPITULO VI: ANALISIS DE RESULTADOS

6.1. Datos de vaciado

Tabla 31: Datos de vaciado

| N° | CODIGO | FECHA | HORA | HUMEDAD | T. AMBIENTE | T. CONCRETO | SLUMP | P. VOLUMETRICO |
|----|------------------|--------|-------------|---------|-------------|-------------|---------|----------------|
| 1 | 1 I 0.32 SM CV | 24-Abr | 10:40 a. m. | 35% | 33.9 °C | 25.2 °C | 8 1/4 " | 2,330 |
| 2 | 2 I 0.32 SM CA | 18-Abr | 9:40 a. m. | 22% | 21.8 °C | 24.3 °C | 8 " | 2,328 |
| 3 | 3 I 0.32 CM CV | 26-May | 8:46 a. m. | 21% | 25.1 °C | 24.4 °C | 9 " | 2,470 |
| 4 | 4 I 0.32 CM CA | 22-May | 9:49 a. m. | 25% | 26.7 °C | 22.9 °C | 8 1/2 " | 2,346 |
| 5 | 5 I 0.35 SM CV | 21-Abr | 7:56 a. m. | 29% | 19.2 °C | 21.3 °C | 6 3/4 " | 2,326 |
| 6 | 6 I 0.35 SM CA | 17-Abr | 11:03 a. m. | 10% | 29.4 °C | 26.4 °C | 7 1/2 " | 2,310 |
| 7 | 7 I 0.35 CM CV | 22-May | 8:16 a. m. | 31% | 22.1 °C | 21.7 °C | 7 1/2 " | 2,303 |
| 8 | 8 I 0.35 CM CA | 15-May | 10:20 a. m. | 20% | 24.9 °C | 23.2 °C | 9 3/4 " | 2,326 |
| 9 | 9 I 0.40 SM CV | 19-Abr | 8:01 a. m. | 28% | 22.9 °C | 22.4 °C | 9 " | 2,203 |
| 10 | 10 I 0.40 SM CA | 5-Abr | 10:35 a. m. | 10% | 30.8 °C | 29.4 °C | 9 " | 2,325 |
| 11 | 11 I 0.40 CM CV | 16-May | 8:08 a. m. | 55% | 16.3 °C | 16.2 °C | 8 3/4 " | 2,241 |
| 12 | 12 I 0.40 CM CA | 10-May | 10:53 a. m. | 39% | 23.7 °C | 21.3 °C | 8 1/2 " | 2,299 |
| 13 | 13 I 0.45 SM CV | 18-Abr | 7:42 a. m. | 42% | 16.4 °C | 18.0 °C | 7 3/4 " | 2,254 |
| 14 | 14 I 0.45 SM CA | 4-Abr | 10:11 a. m. | 20% | 29.1 °C | 25.5 °C | 6 " | 2,332 |
| 15 | 15 I 0.45 CM CV | 10-May | 8:23 a. m. | 53% | 15.9 °C | 17.9 °C | 9 " | 2,218 |
| 16 | 16 I 0.45 CM CA | 9-May | 9:44 a. m. | 10% | 26.4 °C | 22.4 °C | 8 " | 2,255 |
| 17 | 17 HE 0.32 SM CV | 3-May | 8:45 a. m. | 22% | 29.9 °C | 22.5 °C | 8 " | 2,307 |
| 18 | 18 HE 0.32 SM CA | 25-Abr | 10:56 a. m. | 21% | 22.6 °C | 24.4 °C | 8 1/2 " | 2,285 |
| 19 | 19 HE 0.32 CM CV | 24-May | 8:20 a. m. | 30% | 21.7 °C | 23.0 °C | 9 " | 2,246 |
| 20 | 20 HE 0.32 CM CA | 19-May | 9:44 a. m. | 20% | 24.8 °C | 21.0 °C | 7 1/2 " | 2,295 |
| 21 | 21 HE 0.35 SM CV | 2-May | 9:57 a. m. | 10% | 31.0 °C | 23.2 °C | 9 " | 2,264 |
| 22 | 22 HE 0.35 SM CA | 24-Abr | 12:56 p. m. | 36% | 29.1 °C | 24.7 °C | 9 1/4 " | 2,280 |
| 23 | 23 HE 0.35 CM CV | 19-May | 8:11 a. m. | 30% | 19.8 °C | 18.8 °C | 8 " | 2,273 |
| 24 | 24 HE 0.35 CM CA | 12-May | 11:33 a. m. | 22% | 26.5 °C | 22.7 °C | 8 " | 2,282 |
| 25 | 25 HE 0.40 SM CV | 26-Abr | 8:03 a. m. | 23% | 18.0 °C | 19.0 °C | 7 3/4 " | 2,212 |
| 26 | 26 HE 0.40 SM CA | 21-Abr | 10:02 a. m. | 20% | 23.9 °C | 22.7 °C | 7 " | 2,220 |
| 27 | 27 HE 0.40 CM CV | 15-May | 9:02 a. m. | 20% | 22.9 °C | 20.8 °C | 8 1/2 " | 2,224 |
| 28 | 28 HE 0.40 CM CA | 10-May | 9:25 a. m. | 40% | 20.8 °C | 19.1 °C | 8 1/2 " | 2,235 |
| 29 | 29 HE 0.45 SM CV | 25-Abr | 8:05 a. m. | 23% | 17.9 °C | 20.3 °C | 8 " | 2,208 |
| 30 | 30 HE 0.45 SM CA | 19-Abr | 10:17 a. m. | 26% | 23.5 °C | 23.0 °C | 7 1/4 " | 2,194 |
| 31 | 31 HE 0.45 CM CV | 9-May | 8:35 a. m. | 21% | 23.3 °C | 20.9 °C | 8 1/2 " | 2,200 |
| 32 | 32 HE 0.45 CM CA | 8-May | 11:07 a. m. | 10% | 25.9 °C | 22.2 °C | 7 1/2 " | 2,233 |
| 33 | 33 IP 0.32 SM CV | 17-Abr | 8:22 a. m. | 20% | 24.8 °C | 22.1 °C | 8 1/2 " | 2,285 |
| 34 | 34 IP 0.32 SM CA | 7-Abr | 9:40 a. m. | 21% | 27.7 °C | 24.0 °C | 8 1/4 " | 2,420 |
| 35 | 35 IP 0.33 CM CV | 23-May | 8:38 a. m. | 39% | 17.0 °C | 18.0 °C | 8 " | 2,203 |
| 36 | 36 IP 0.33 CM CA | 17-May | 10:31 a. m. | 10% | 27.0 °C | 23.4 °C | 9 1/2 " | 2,223 |
| 37 | 37 IP 0.35 SM CV | 4-Abr | 7:43 a. m. | 24% | 25.4 °C | 20.4 °C | 8 1/4 " | 2,419 |
| 38 | 38 IP 0.35 SM CA | 28-Mar | 8:55 a. m. | 29% | 27.0 °C | 23.5 °C | 8 " | 2,388 |

| | | | | | | | | |
|----|---------------------|--------|-------------|-----|---------|---------|---------|-------|
| 39 | 39 IP 0.35 CM CV | 17-May | 8:09 a. m. | 32% | 19.7 °C | 18.5 °C | 9 3/4 " | 2,397 |
| 40 | 40 IP 0.35 CM CA | 12-May | 9:47 a. m. | 10% | 25.5 °C | 22.4 °C | 8 3/4 " | 2,229 |
| 41 | 41 IP 0.40 SM CV | 3-Abr | 7:43 a. m. | 37% | 28.8 °C | 25.0 °C | 9 " | 2,326 |
| 42 | 42 IP 0.40 SM CA | 14-Mar | 11:30 a. m. | 35% | 25.0 °C | 24.7 °C | 9 " | 2,318 |
| 43 | 43 IP 0.40 CM CV | 12-May | 8:32 a. m. | 30% | 21.1 °C | 20.4 °C | 8 1/2 " | 2,187 |
| 44 | 44 IP 0.40 CM CA | 9-May | 10:59 a. m. | 20% | 26.4 °C | 22.0 °C | 8 " | 2,155 |
| 45 | 45 IP 0.45 SM CV | 29-Mar | 7:43 a. m. | 54% | 20.0 °C | 19.3 °C | 8 " | 2,352 |
| 46 | 46 IP 0.45 SM CA | 13-Mar | 9:43 a. m. | 22% | 27.8 °C | 23.0 °C | 8 1/4 " | 2,308 |
| 47 | 47 IP 0.45 CM CV | 8-May | 8:25 a. m. | 22% | 23.9 °C | 20.0 °C | 7 " | 2,214 |
| 48 | 48 IP 0.45 CM CA | 8-May | 9:45 a. m. | 20% | 25.0 °C | 20.9 °C | 8 " | 2,185 |
| 49 | 49 HE UT 0.45 SM CA | 3-May | 10:42 a. m. | 20% | 24.9 °C | 24.7 °C | 8 1/4 " | 2,259 |
| 50 | 50 IP UT 0.45 SM CA | 3-May | 12:17 p. m. | 21% | 26.1 °C | 24.6 °C | 8 " | 2,223 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Datos de vaciado Diseños Finales

| Nº | CODIGO | FECHA | HORA | HUMEDAD | T. AMBIENTE | T. CONCRETO | SLUMP | P. VOLUMETRICO |
|----|---------------|--------|-------------|---------|-------------|-------------|---------|----------------|
| 1 | I 0.35 SM | 30-May | 8:18 a. m. | 27% | 19.7 °C | 18.5 °C | 7 " | 2,473 |
| 2 | I 0.40 CM | 30-May | 9:54 a. m. | 22% | 22.1 °C | 21.2 °C | 8 " | 2,375 |
| 3 | HE 0.35 SM | 31-May | 10:14 a. m. | 10% | 27.0 °C | 23.7 °C | 8 " | 2,445 |
| 4 | HE 0.40 CM | 31-May | 8:41 a. m. | 22% | 21.9 °C | 20.5 °C | 8 1/2 " | 2,355 |
| 5 | IP 0.32 SM | 29-May | 8:45 a. m. | 28% | 20.7 °C | 20.0 °C | 9 1/2 " | 2,411 |
| 6 | IP 0.35 CM | 29-May | 10:17 a. m. | 10% | 25.6 °C | 22.2 °C | 8 1/2 " | 2,368 |
| 7 | HE UT 0.45 SM | 2-Jun | 8:03 a. m. | 10% | 25.6 °C | 18.3 °C | 7 3/4 " | 2,363 |

Fuente: Elaboración propia

6.2. Análisis de resultados del concreto en estado fresco.

6.2.1 Análisis de resultados de la temperatura del concreto

- La temperatura del concreto vario entre 16.2°C y 29.4°C.
- La temperatura ambiente vario entre 15.9°C y 33.9°C, dependiendo de las condiciones climáticas de la región.
- La humedad relativa vario entre 10% y 55%, dependiendo de las condiciones climáticas de la región.

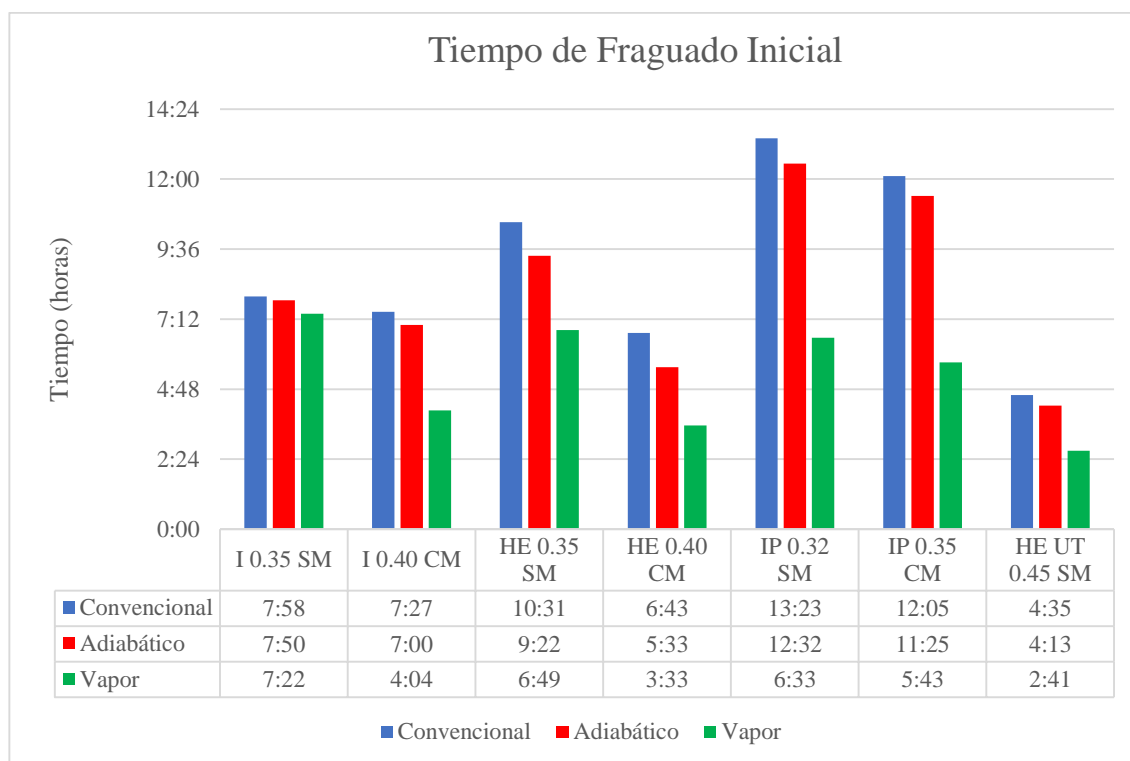
6.2.2 Análisis de resultados del asentamiento del concreto

- Se procuro obtener un asentamiento del concreto entre 7” y 9”, para mantener la trabajabilidad de la mezcla.
- En promedio se logró obtener este asentamiento, aproximadamente de 8”
- El asentamiento mínimo fue de 6”, si bien se redujo la fluidez de la mezcla en este diseño, la relación A/C no fue modificada y se mantuvo la resistencia.
- El asentamiento máximo fue de 9 3/4”, si bien se redujo la fluidez de la mezcla en este diseño, la relación A/C no fue modificada y se mantuvo la resistencia.

6.2.3 Análisis de resultados del peso unitario del concreto

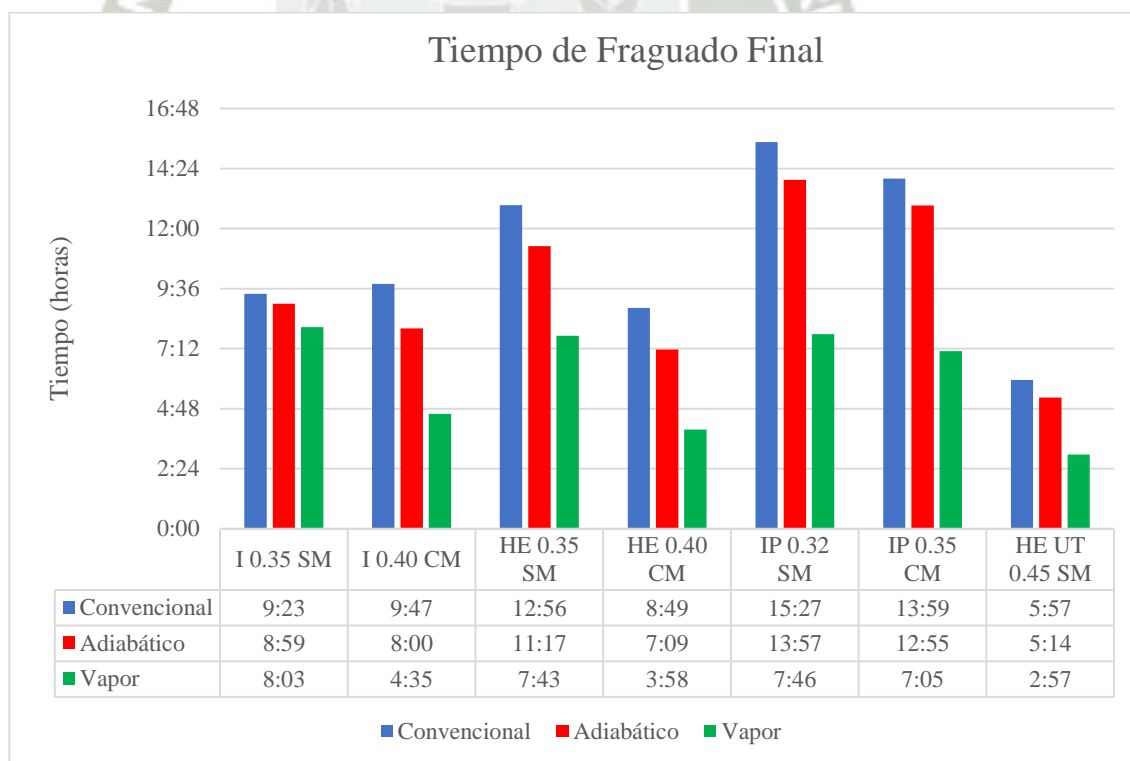
- En promedio, el peso volumétrico del concreto diseñado fue de 2293 kg/m³.
- El concreto de mayor peso unitario fue el diseñado con cemento tipo I de relación A/C 0.35.
- El concreto de menor peso unitario fue el diseñado con cemento IP de relación A/C 0.45.

6.2.4 Análisis de resultados del tiempo de fraguado



Fuente: Elaboración propia

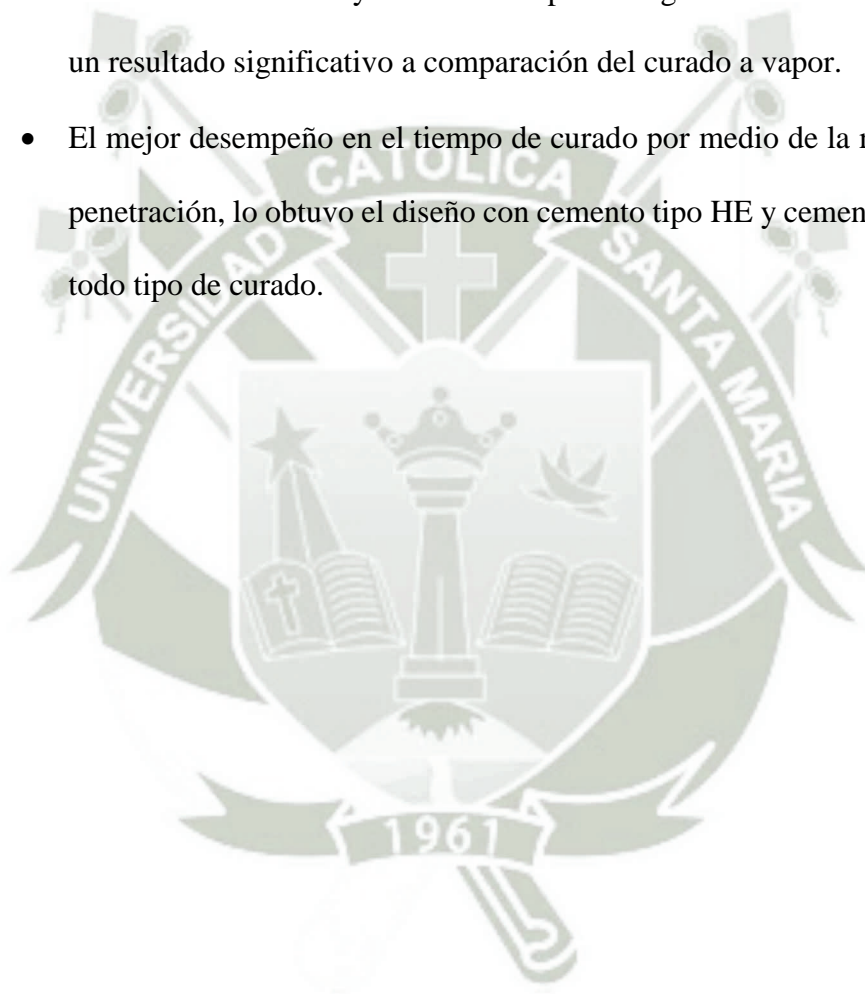
Ilustración 49: Tiempo de fraguado inicial



Fuente: Elaboración propia

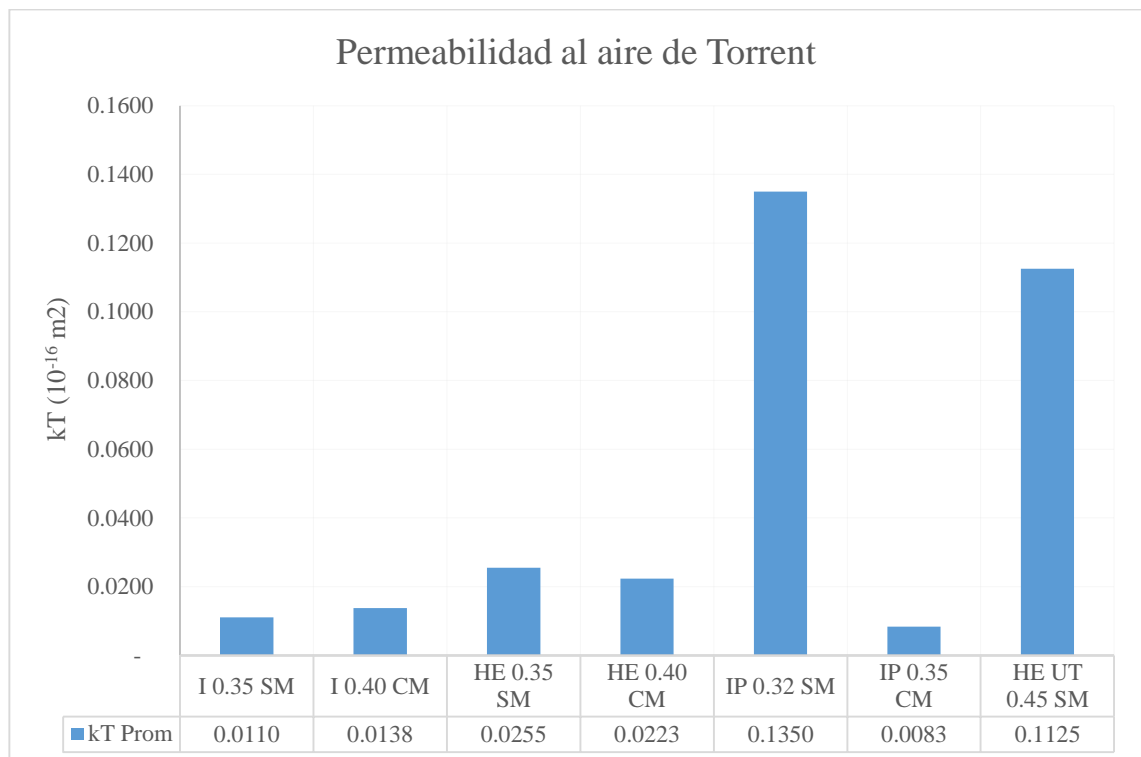
Ilustración 50: Tiempo de fraguado final

- El fraguado más rápido se dio en el curado a vapor en todos los diseños, siendo el más rápido en 16 minutos desde que inicia hasta que termina, el diseño de cemento tipo HE y cemento Ultraval. En 2:53 horas terminó todo el proceso de fraguado.
- El inicio de fraguado más lento se dio en los diseños con cemento IP, empezando su fraguado incluso después de las 12 horas.
- El curado adiabático ayuda en el tiempo de fraguado del concreto, pero no es un resultado significativo a comparación del curado a vapor.
- El mejor desempeño en el tiempo de curado por medio de la resistencia a la penetración, lo obtuvo el diseño con cemento tipo HE y cemento Ultraval, en todo tipo de curado.



6.3. Análisis de resultados no destructivos

6.3.1 Análisis de resultados permeabilidad al aire de Torrent



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 51: Permeabilidad al aire de Torrent

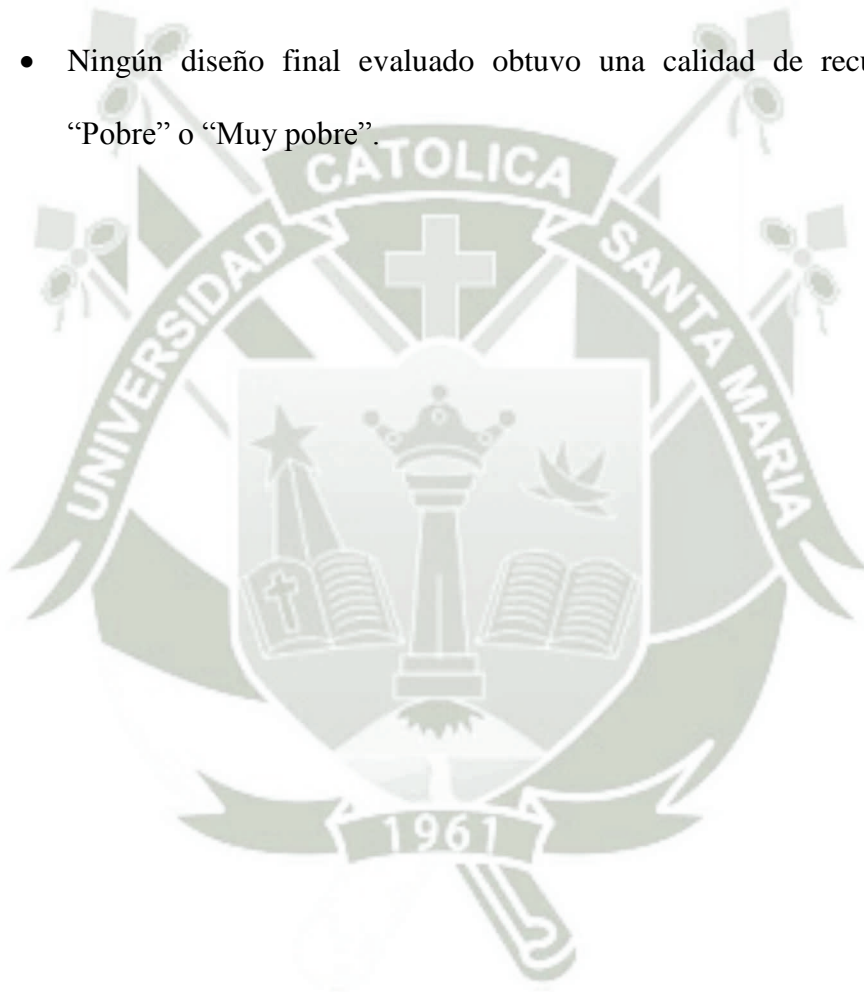
Tabla 33: Clasificación de la calidad del recubrimiento

| Calidad del recubrimiento | kT (E-16 m2) |
|---------------------------|--------------|
| Muy bueno | kT<0.01 |
| Bueno | 0.01<kT<0.1 |
| Normal | 0.1<kT<1.0 |
| Pobre | 1.0<kT<10 |
| Muy pobre | kT>10 |

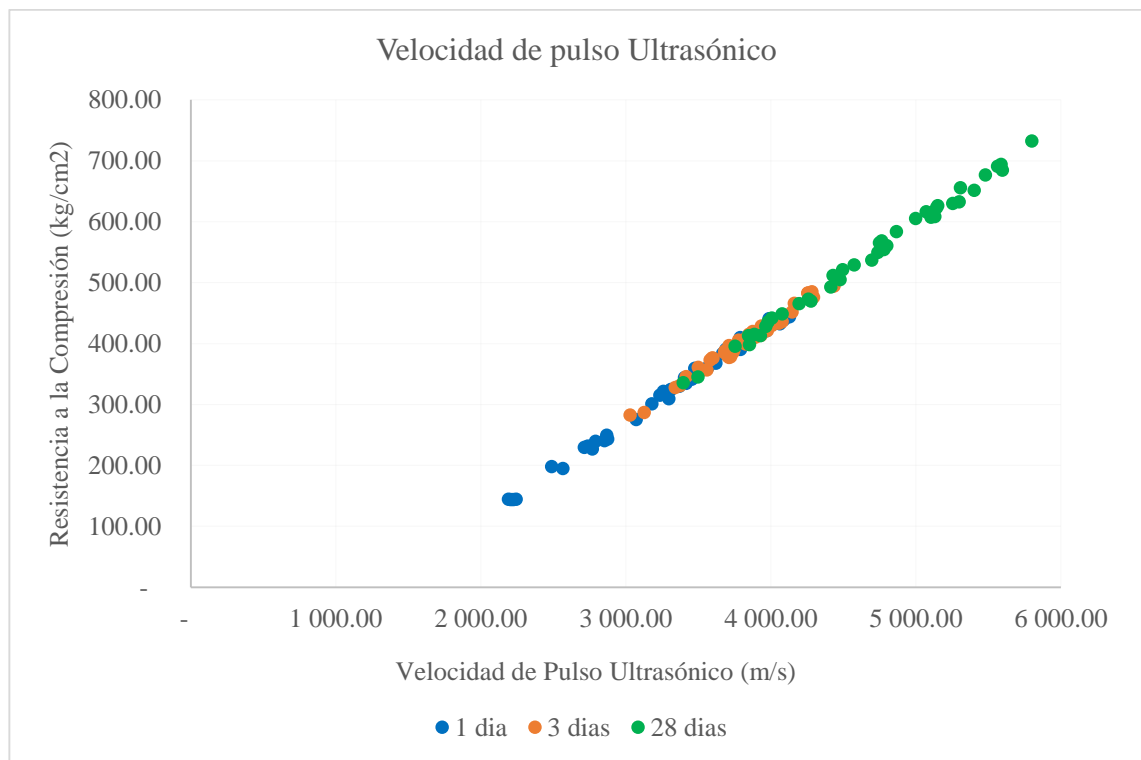
Fuente: Norma DIN

- Según la tabla, la calidad del recubrimiento de la mayoría de diseños es “Buena”.
- El diseño con la mejor calidad de recubrimiento es el diseño de cemento tipo IP, con microsílce, esto quiere decir que la microsílce y la puzolana contribuyeron en el acabado de este concreto. Dicho concreto es el único con la clasificación de “Muy buena”.

- La relación A/C 0.45 del diseño con cemento tipo HE y cemento Ultraval disminuyeron considerablemente la calidad del recubrimiento. Este diseño obtuvo la clasificación del recubrimiento como “Normal”.
- La peor calidad de recubrimiento la obtuvo el diseño de cemento tipo IP, esto pudo ocurrir por la cantidad de incorporador de aire en la mezcla, la cantidad de poros creados aumentaron la permeabilidad del aire. Este diseño obtuvo la clasificación del recubrimiento como “Normal”.
- Ningún diseño final evaluado obtuvo una calidad de recubrimiento de “Pobre” o “Muy pobre”.



6.3.2 Análisis de resultados velocidad de pulso Ultrasónico

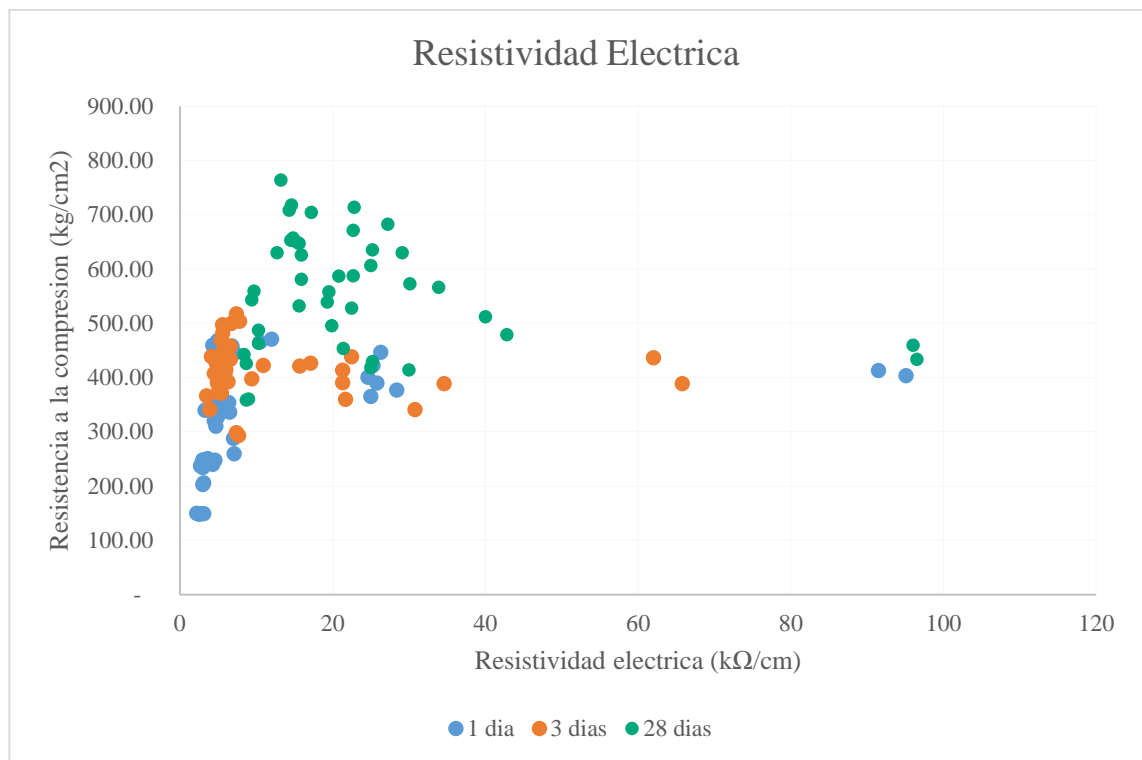


Fuente: Elaboración propia

Ilustración 52: Velocidad de Pulso ultrasónico en el tiempo

- La grafica anterior muestra el resultado de todos los diseños en la presente investigación, sin distinción del tipo de curado o la adición de microsíllice.
- Se observa que la velocidad de pulso es directamente proporcional a la resistencia a la compresión. A mayor resistencia a la compresión, mayor velocidad de pulso.
- Debido a que la resistencia a la compresión aumenta su valor con el tiempo, la velocidad de pulso ultrasónico también aumenta su valor.
- El ensayo de velocidad de pulso ultrasónico, es un método no destructivo aproximado para determinar la resistencia a la compresión sin necesidad de la rotura.

6.3.3 Análisis de resultados Resistividad Eléctrica

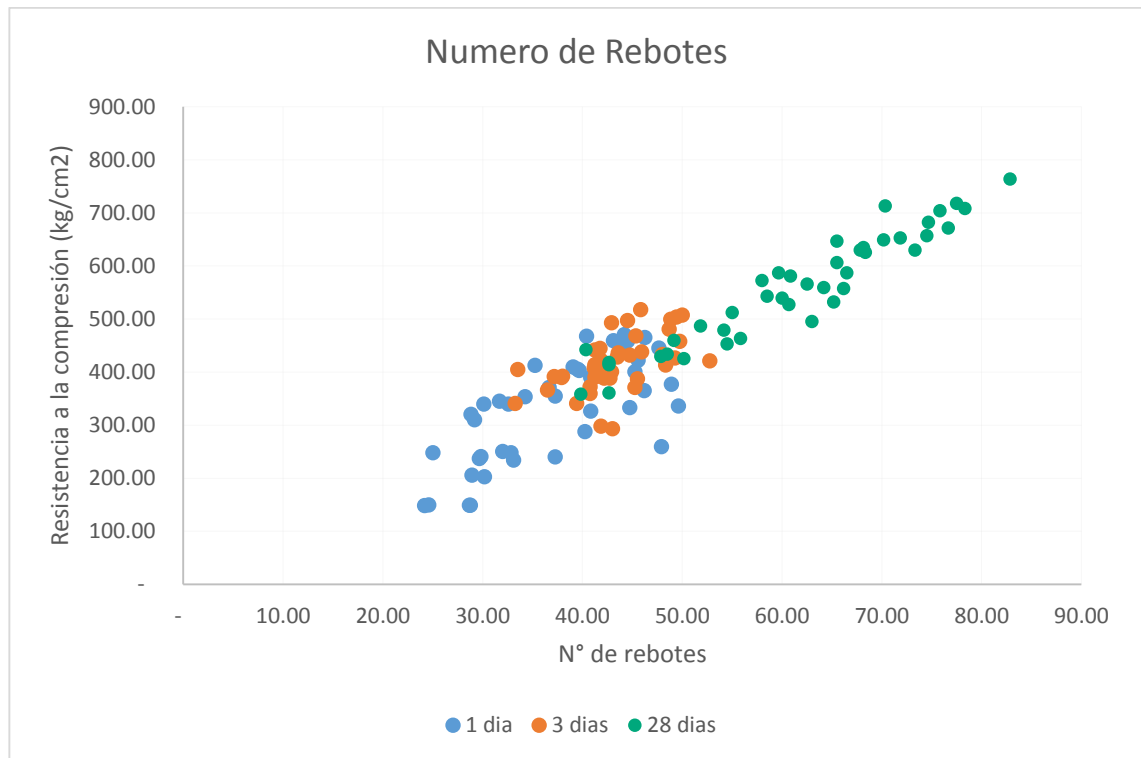


Fuente: Elaboración propia

Ilustración 53: Resistividad Eléctrica en el tiempo

- La resistividad eléctrica no tiene una correlación directa con la resistencia a la compresión.
- Se obtuvieron datos dispersos, tanto en el tiempo, como según el tipo de curado y el tipo de adición.
- No se puede utilizar la resistividad eléctrica del concreto como un método no destructivo para determinar la resistencia del concreto.
- La resistividad eléctrica puede intervenir en otros parámetros como la durabilidad, velocidad de corrosión, resistencia a la penetración de cloruros y carbonatación, etc.

6.3.4 Análisis de resultados Numero de rebotes



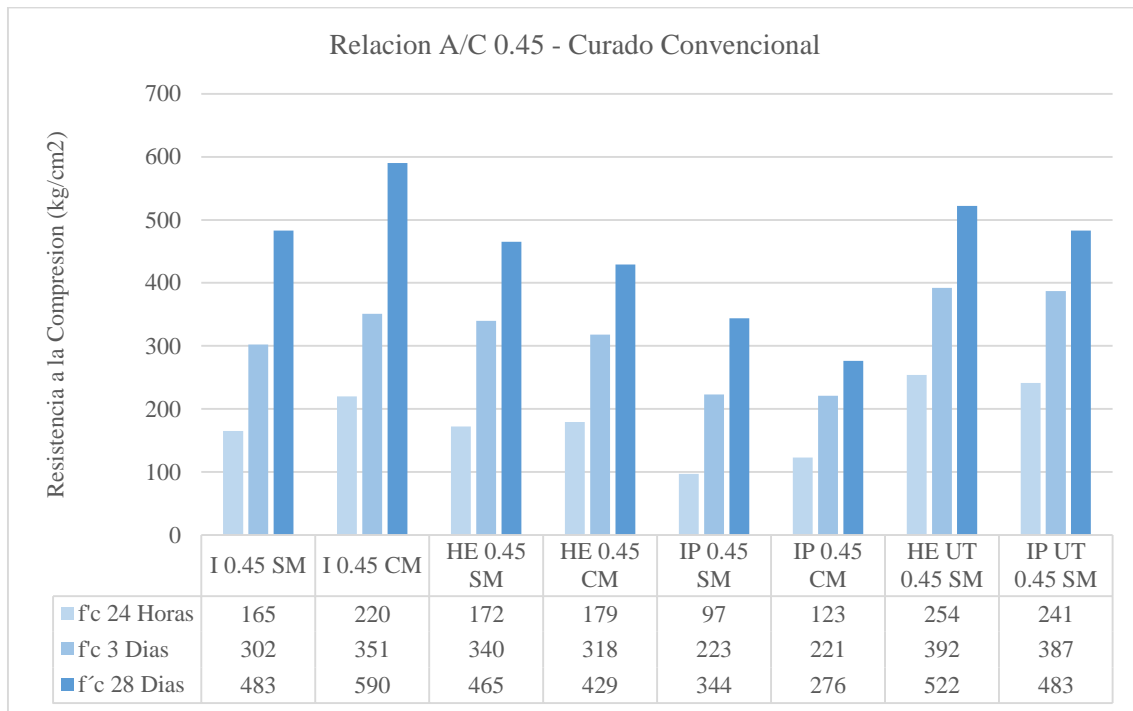
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 54: Número de rebotes en el tiempo

- La grafica anterior muestra el resultado de todos los diseños en la presente investigación, sin distinción del tipo de curado o la adición de microsílíce.
- Se observa que el número de rebotes es directamente proporcional a la resistencia a la compresión. A mayor resistencia a la compresión, mayor número de rebotes.
- Debido a que la resistencia a la compresión aumenta su valor con el tiempo, el número de rebotes también aumenta su valor.
- El ensayo de número de rebotes, es un método no destructivo aproximado para determinar la resistencia a la compresión sin necesidad de la rotura.

6.4. Análisis de resultados de la resistencia a la compresión

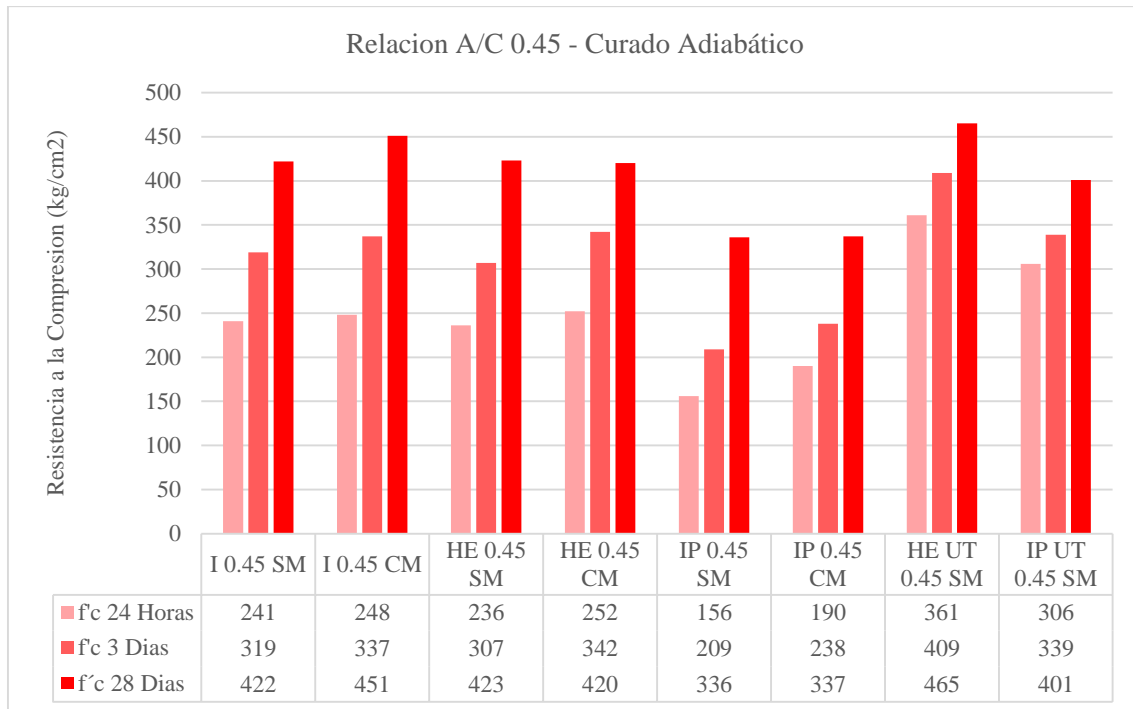
6.5.1 Análisis de resultados Relación A/C 0.45



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 55: Compresión Relación A/C 0.45 Convencional

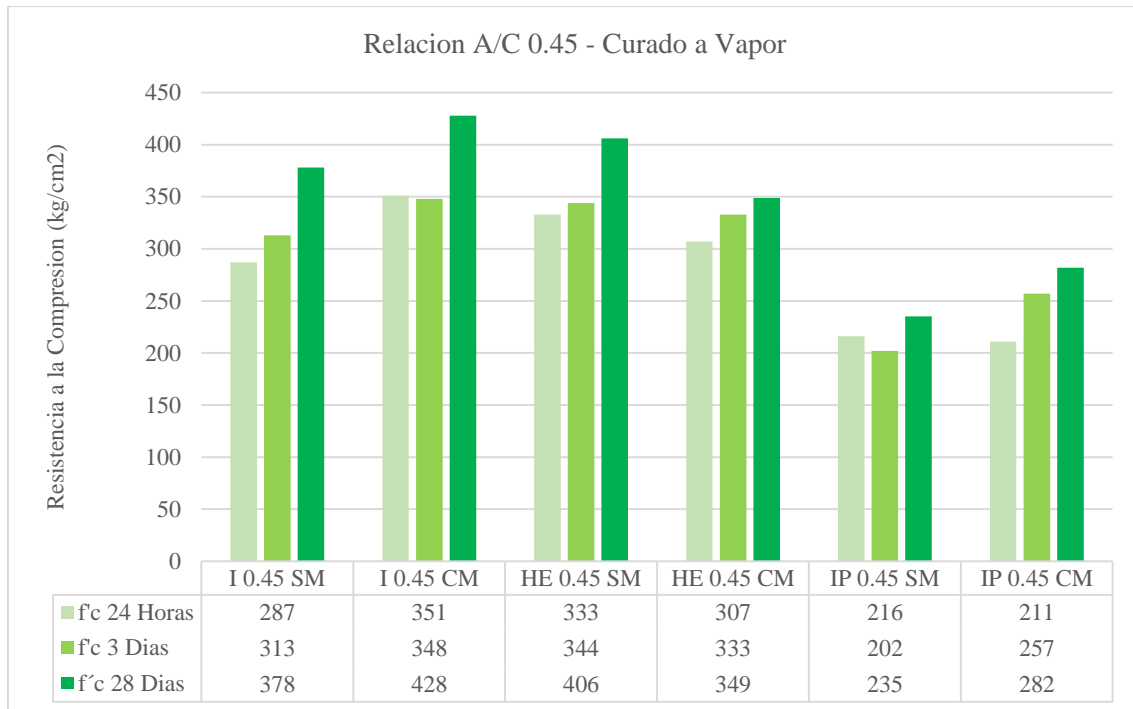
- Los diseños realizados con relación A/C 0.45 de curado convencional no superaron la resistencia a la compresión de 400 kg/cm² a edades tempranas, pero su gran mayoría supero esta resistencia a 28 días.
- No fue posible obtener un concreto de alta resistencia a edades tempranas con la relación A/C y el tipo de curado en los diseños presentados.
- El mejor desempeño a edades tempranas se obtuvo con el diseño de cemento IP y HE con cemento Ultraval.
- El mejor desarrollo de resistencia a 28 días se dio con el diseño de cemento tipo I con Microsílice.
- El más bajo desempeño a todas las edades lo obtuvo el diseño de cemento tipo IP.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 56: Compresión Relación A/C 0.45 Adiabático

- Los diseños realizados con relación A/C 0.45 de curado adiabático no superaron la resistencia a la compresión de 400 kg/cm² a edades tempranas, con excepción del diseño con cemento tipo HE y cemento Ultraval. Pero la gran mayoría supero esta resistencia a 28 días.
- Si fue posible obtener un concreto de alta resistencia a edades tempranas con la relación A/C y el tipo de curado propuesto en los diseños presentados.
- El mejor desempeño a edades tempranas se obtuvo con el diseño de cemento tipo IP y HE adicionado con cemento Ultraval.
- El mejor desarrollo de resistencia a 28 días se dio con el diseño de cemento tipo HE con cemento Ultraval; y con el diseño de cemento tipo I con Microsílice.
- El más bajo desempeño a todas las edades lo obtuvo el Cemento tipo IP.

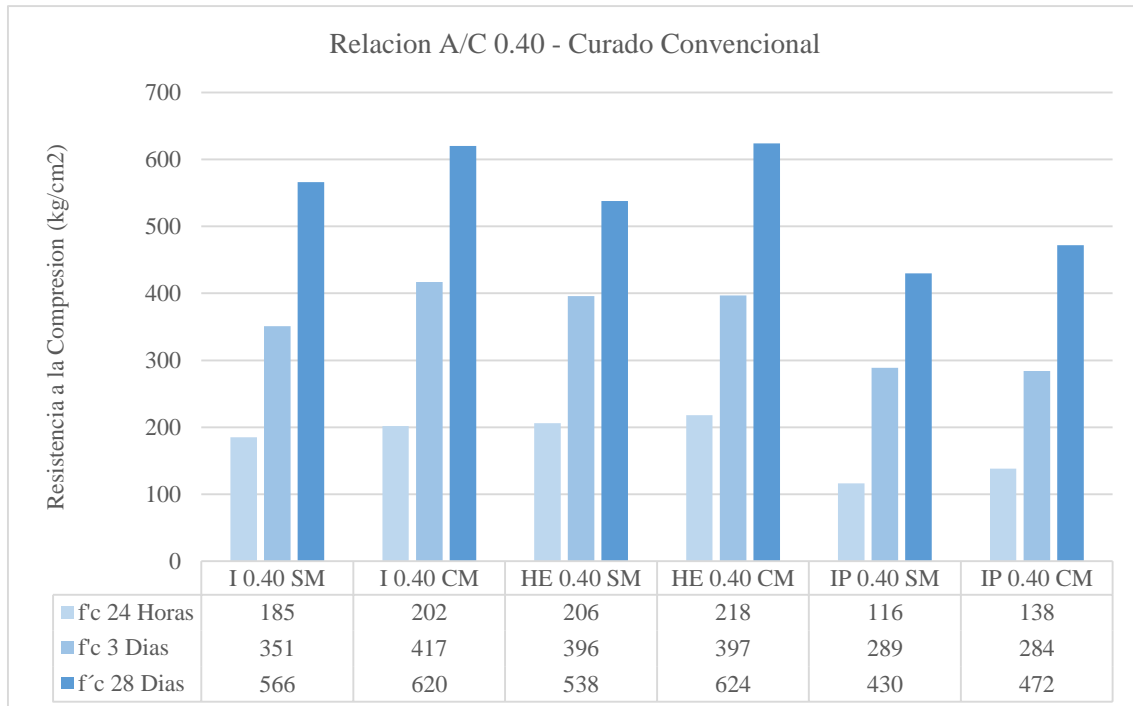


Fuente: Elaboración propia

Ilustración 57: Compresión Relación A/C 0.45 Vapor

- Los diseños realizados con relación A/C 0.45 de curado a vapor no superaron la resistencia a la compresión de 400 kg/cm² a edades tempranas.
- El calor inducido en el tipo de curado freno el desarrollo de resistencia, y solo los diseños de cemento tipo I con Microsilíce y cemento tipo HE lograron superar la resistencia establecida.
- No fue posible obtener un concreto de alta resistencia a edades tempranas con la relación A/C y el tipo de curado propuesto en los diseños presentados.
- El mejor desempeño a edades tempranas se obtuvo con el diseño de cemento tipo I con microsilíce, sin superar la resistencia establecida.
- El mejor desarrollo de resistencia a 28 días se dio con el diseño de cemento tipo I con Microsilíce.
- El más bajo desempeño a todas las edades lo obtuvo el Cemento tipo IP.

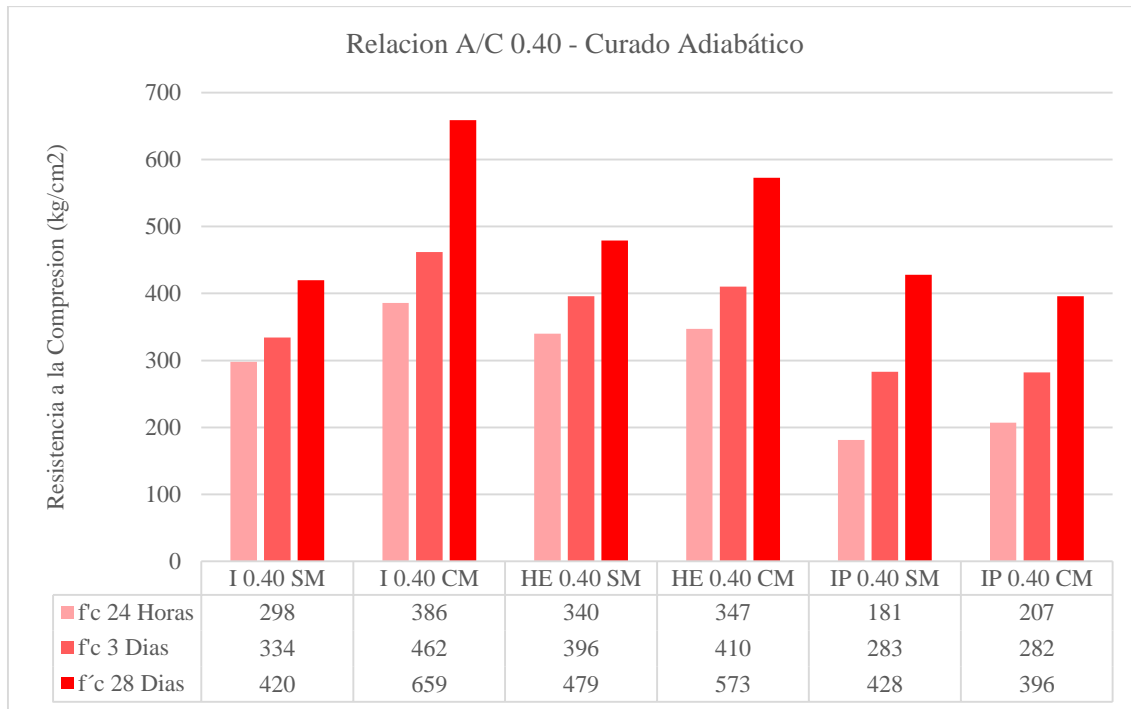
6.5.2 Análisis de resultados Relación A/C 0.40



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 58: Compresión Relación A/C 0.40 Convencional

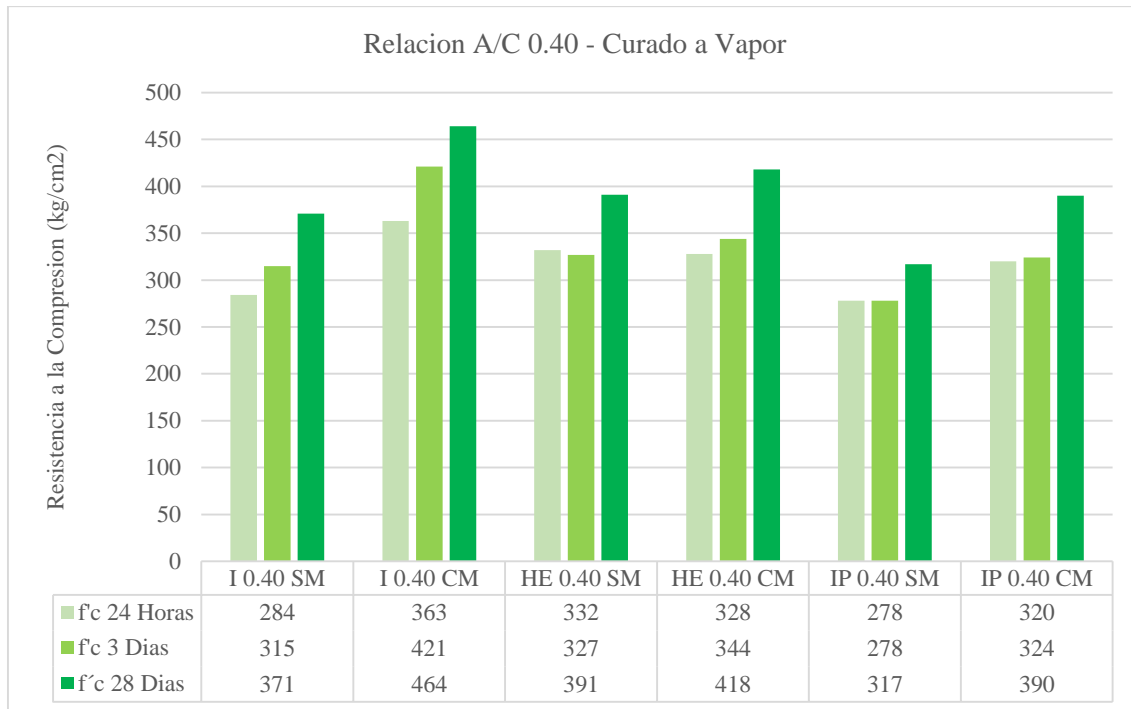
- Los diseños realizados con relación A/C 0.40 de curado convencional no superaron la resistencia a la compresión de 400 kg/cm² a edades tempranas, con excepción del diseño de cemento tipo I con Microsílice.
- Todos los diseños presentados superaron esta resistencia a 28 días.
- Si fue posible obtener un concreto de alta resistencia a edades tempranas con la relación A/C y el tipo de curado en los diseños presentados.
- El mejor desempeño a edades tempranas se obtuvo con el diseño de cemento tipo I con Microsílice.
- El mejor desarrollo de resistencia a 28 días se dio con el diseño de cemento tipo HE con Microsílice.
- El más bajo desempeño a todas las edades lo obtuvo el diseño de cemento tipo IP.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 59: Compresión Relación A/C 0.40 Adiabático

- Los diseños realizados con relación A/C 0.40 de curado adiabático no superaron la resistencia a la compresión de 400 kg/cm² a edades tempranas, con excepción de los diseños con cemento tipo I y tipo HE con Microsílice.
- Todos los diseños presentados superaron la resistencia a 28 días, con excepción del diseño con cemento tipo IP con Microsílice.
- Si fue posible obtener un concreto de alta resistencia a edades tempranas con la relación A/C y el tipo de curado propuesto en los diseños presentados.
- El mejor desempeño a todas las edades se obtuvo con el diseño de cemento I con cemento Microsílice.
- El más bajo desempeño a todas las edades lo obtuvo el Cemento tipo IP.

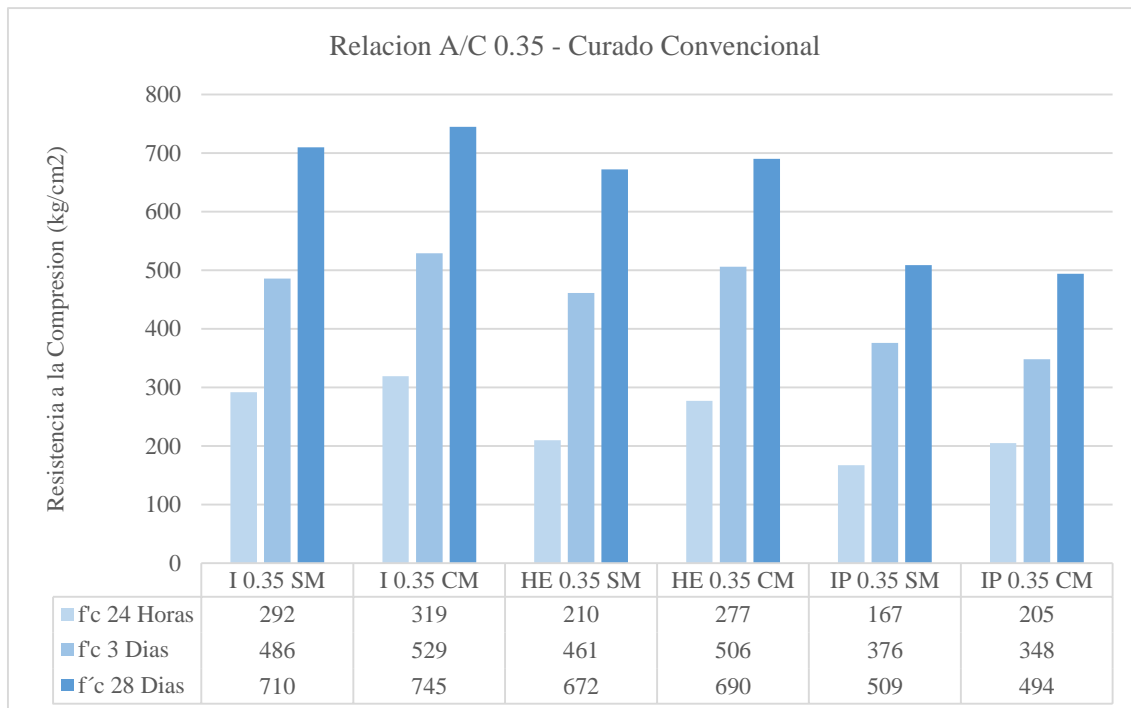


Fuente: Elaboración propia

Ilustración 60: Compresión Relación A/C 0.40 Vapor

- Los diseños realizados con relación A/C 0.40 de curado a vapor no superaron la resistencia a la compresión de 400 kg/cm² a edades tempranas, excepto el diseño de cemento tipo I con Microsílice.
- El calor inducido en el tipo de curado freno el desarrollo de resistencia, y solo los diseños de cemento tipo I y tipo HE con Microsílice lograron superar la resistencia establecida.
- Si fue posible obtener un concreto de alta resistencia a edades tempranas con la relación A/C y el tipo de curado propuesto en los diseños presentados.
- El mejor desempeño a edades tempranas se obtuvo con el diseño de cemento tipo I con microsílice.
- El mejor desarrollo de resistencia a 28 días se dio con el diseño de cemento tipo I con Microsílice.
- El más bajo desempeño a todas las edades lo obtuvo el Cemento tipo IP.

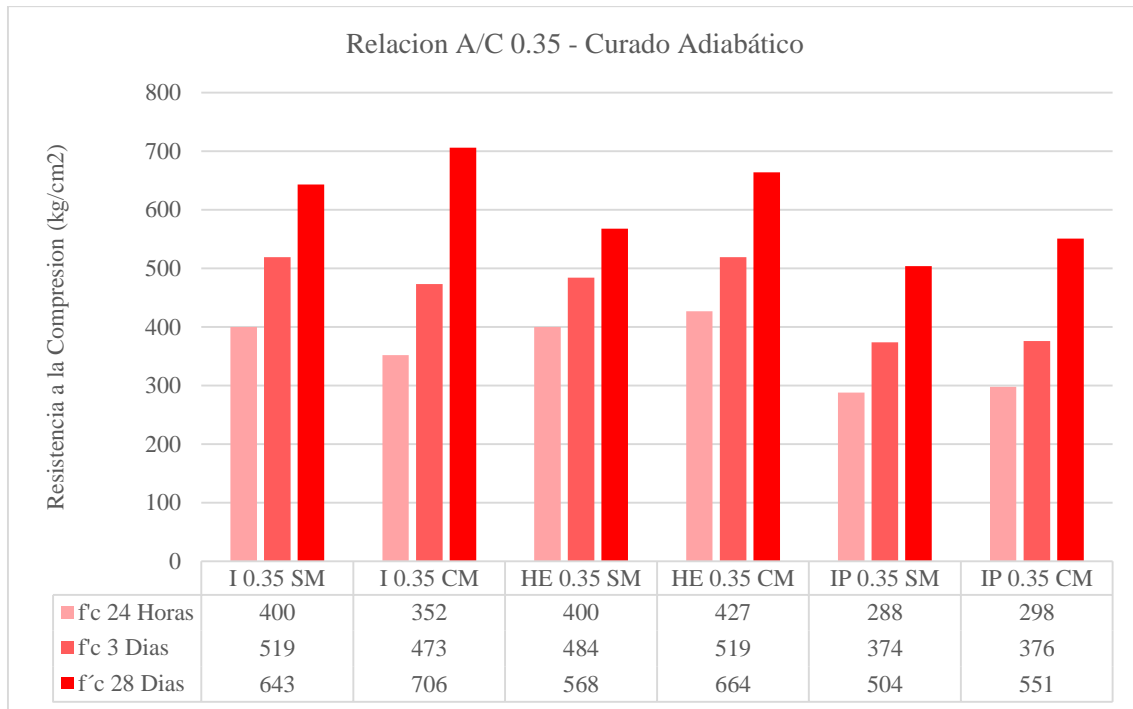
6.5.3 Análisis de resultados Relación A/C 0.35



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 61: Compresión Relación A/C 0.35 Convencional

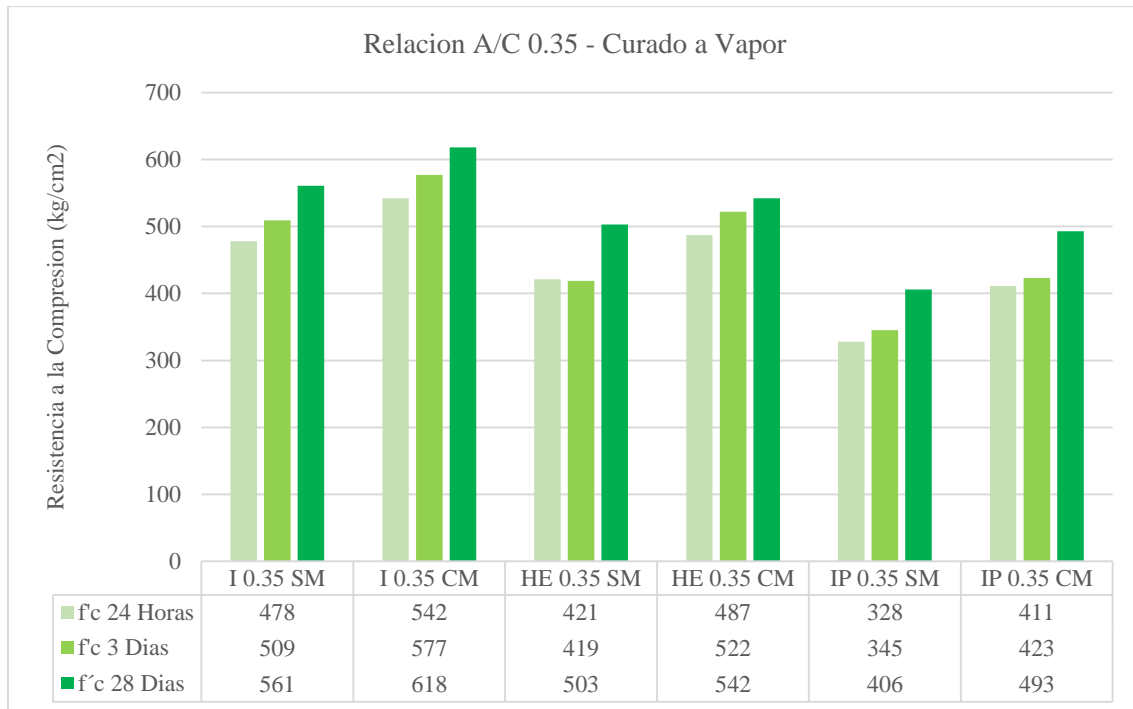
- Los diseños realizados con relación A/C 0.35 de curado convencional superaron en su gran mayoría la resistencia a la compresión de 400 kg/cm² a edades tempranas, con excepción de los diseños de cemento tipo IP.
- Todos los diseños presentados superaron esta resistencia a 28 días.
- Si fue posible obtener un concreto de alta resistencia a edades tempranas con la relación A/C y el tipo de curado en los diseños presentados.
- El mejor desempeño a todas las edades se obtuvo con el diseño de cemento tipo I con Microsílice.
- El más bajo desempeño a todas las edades lo obtuvo el diseño de cemento tipo IP.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 62: Compresión Relación A/C 0.35 Adiabático

- Los diseños realizados con relación A/C 0.35 de curado adiabático superaron la resistencia a la compresión de 400 kg/cm² a edades tempranas, con excepción de los diseños con cemento tipo IP.
- Todos los diseños presentaron superaron la resistencia a 28 días.
- Si fue posible obtener un concreto de alta resistencia a edades tempranas con la relación A/C y el tipo de curado propuesto en los diseños presentados.
- El mejor desempeño a todas las edades se obtuvo con el diseño de cemento tipo I con cemento Microsilice.
- El más bajo desempeño a todas las edades lo obtuvo el Cemento tipo IP.

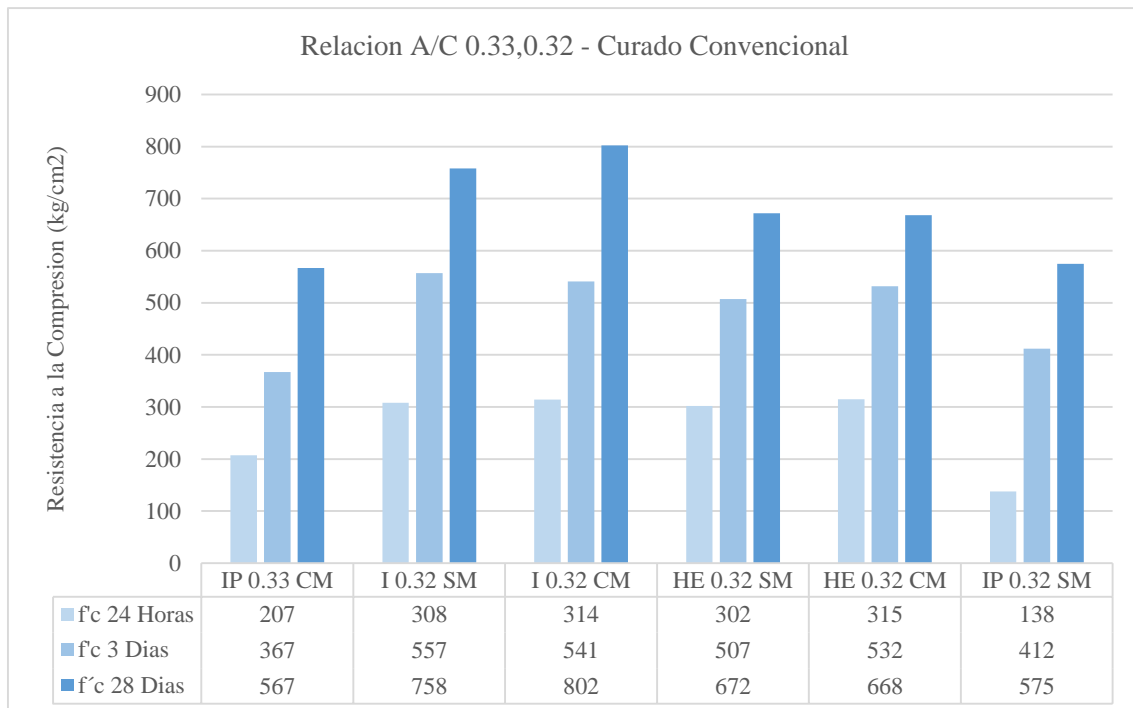


Fuente: Elaboración propia

Ilustración 63: Compresión Relación A/C 0.35 Vapor

- Los diseños realizados con relación A/C 0.35 de curado a vapor superaron la resistencia a la compresión de 400 kg/cm² a edades tempranas, excepto el diseño de cemento tipo IP.
- El calor inducido en el tipo de curado freno el desarrollo de resistencia, pero aun así todos los diseños lograron superar la resistencia establecida.
- Si fue posible obtener un concreto de alta resistencia a edades tempranas con la relación A/C y el tipo de curado propuesto en los diseños presentados.
- El mejor desempeño a todas las edades se obtuvo con el diseño de cemento tipo I con microsílíce.
- El más bajo desempeño a todas las edades lo obtuvo el Cemento tipo IP.

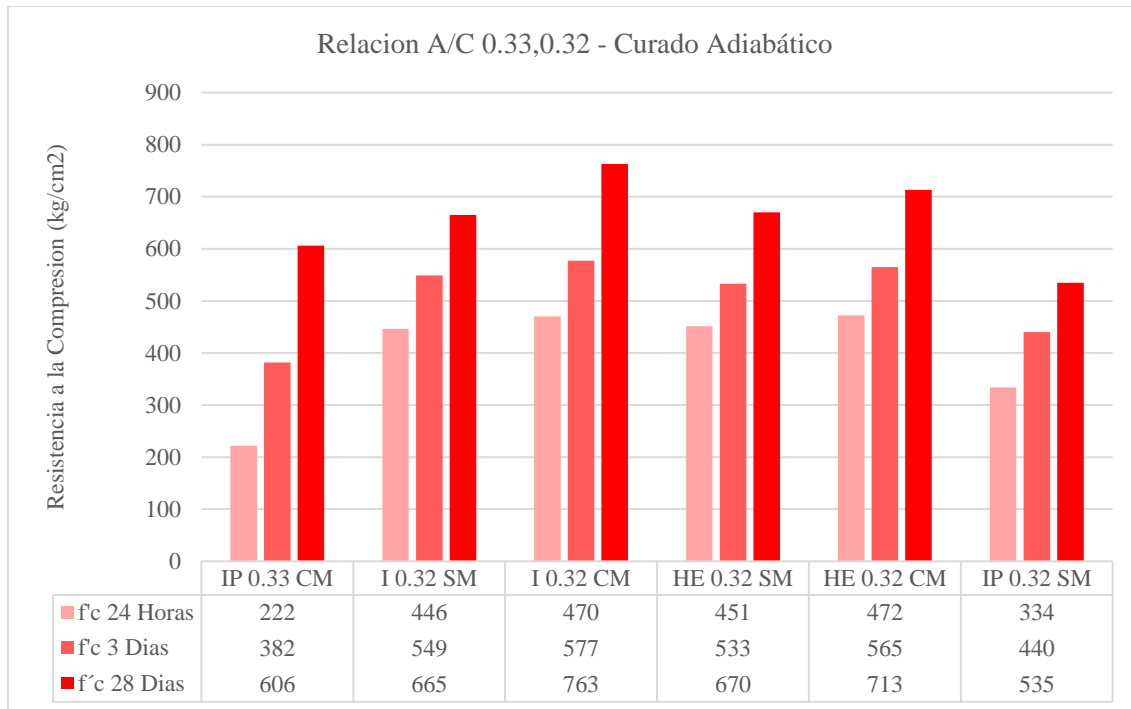
6.5.4 Análisis de resultados Relaciones A/C 0.33-0.32



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 64: Compresión Relación A/C 0.33-0.32 Convencional

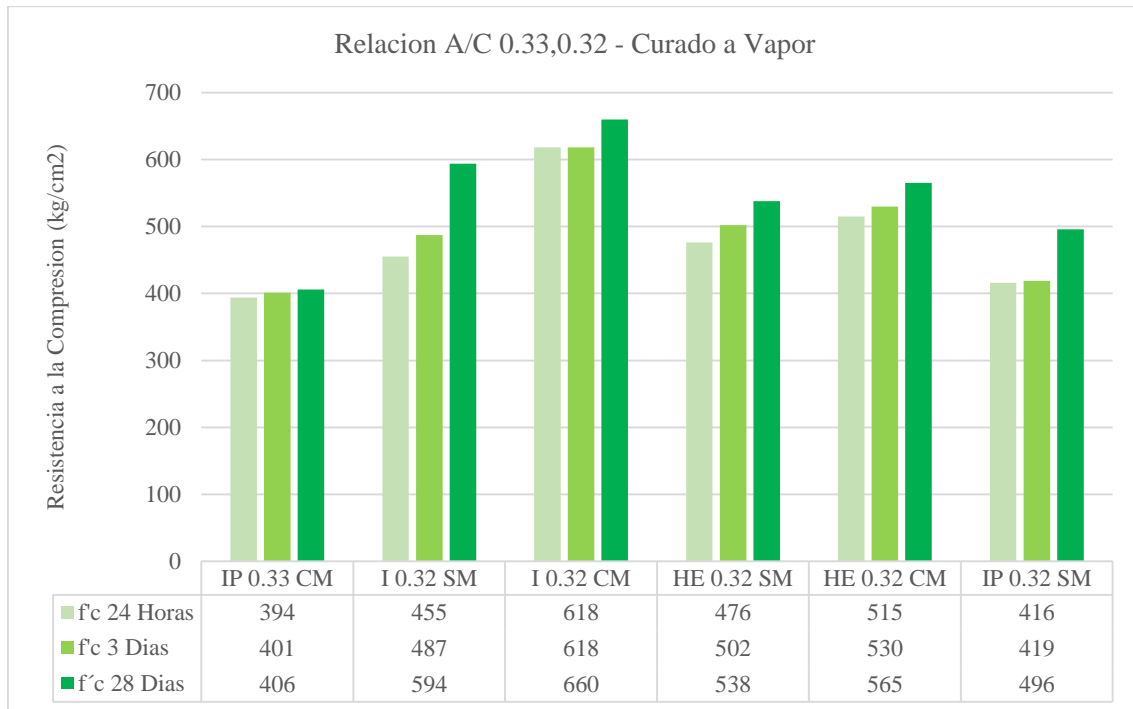
- Los diseños realizados con relación A/C 0.32-0.33 de curado convencional superaron en su gran mayoría la resistencia a la compresión de 400 kg/cm² a edades tempranas, con excepción de los diseños de cemento tipo IP de relación A/C 0.33 con Microsílice.
- Todos los diseños presentados superaron esta resistencia a 28 días.
- Si fue posible obtener un concreto de alta resistencia a edades tempranas con la relación A/C y el tipo de curado en los diseños presentados.
- El mejor desempeño a todas las edades se obtuvo con el diseño de cemento tipo I con Microsílice.
- El más bajo desempeño a todas las edades lo obtuvo el diseño de cemento tipo IP.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 65: Compresión Relación A/C 0.33-0.32 Adiabático

- Los diseños realizados con relación A/C 0.32-0.33 de curado adiabático superaron la resistencia a la compresión de 400 kg/cm² a edades tempranas, con excepción de los diseños con cemento tipo IP de relación A/C 0.33 con Microsílice.
- Todos los diseños presentados superaron la resistencia a 28 días.
- Si fue posible obtener un concreto de alta resistencia a edades tempranas con la relación A/C y el tipo de curado propuesto en los diseños presentados.
- El mejor desempeño a todas las edades se obtuvo con el diseño de cemento tipo I con Microsílice.
- El más bajo desempeño a todas las edades lo obtuvo el Cemento tipo IP.

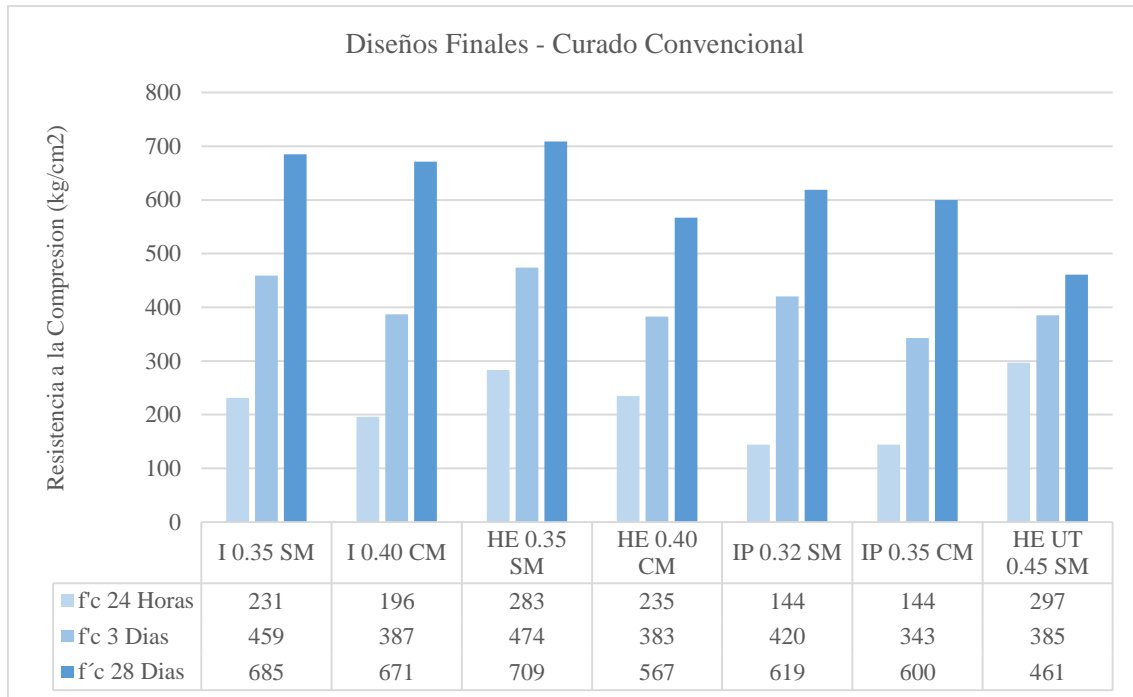


Fuente: Elaboración propia

Ilustración 66: Compresión Relación A/C 0.32-0.33 Vapor

- Los diseños realizados con relación A/C 0.32-0.33 de curado a vapor superaron la resistencia a la compresión de 400 kg/cm² a edades tempranas.
- El calor inducido en el tipo de curado freno el desarrollo de resistencia, pero aun así todos los diseños lograron superar la resistencia establecida.
- Si fue posible obtener un concreto de alta resistencia a edades tempranas con la relación A/C y el tipo de curado propuesto en los diseños presentados.
- El mejor desempeño a todas las edades se obtuvo con el diseño de cemento tipo I con microsíllice.
- El más bajo desempeño a todas las edades lo obtuvo el Cemento tipo IP.

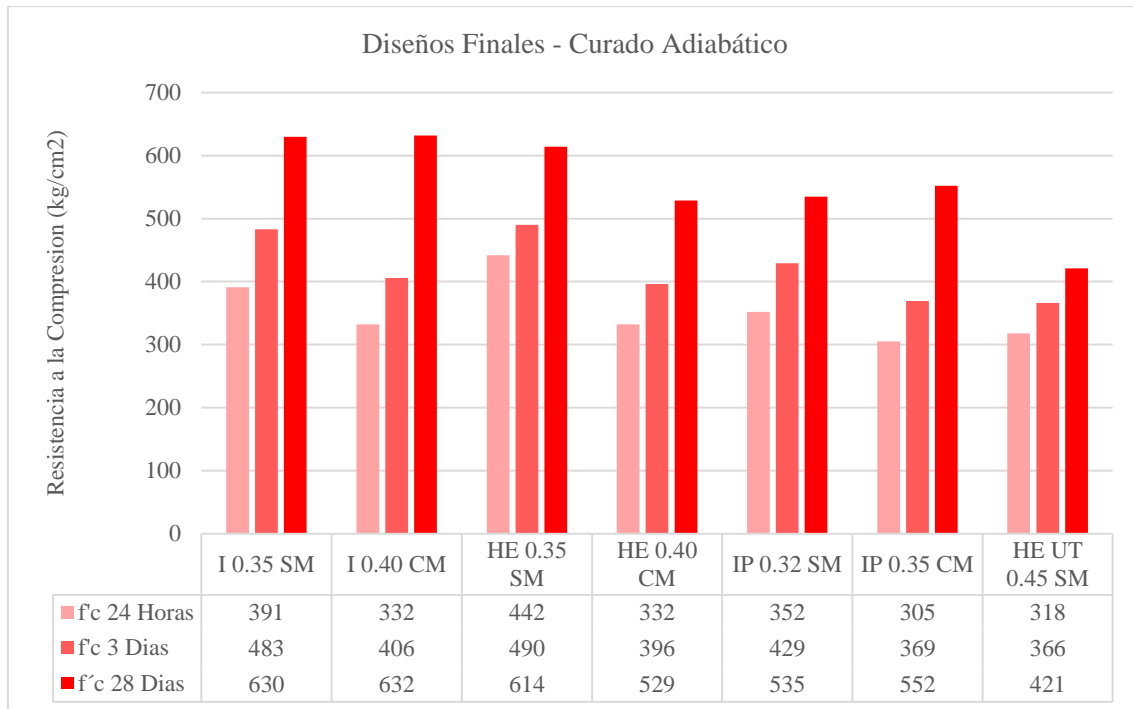
6.5.5 Análisis de resultados Diseños Finales



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 67: Compresión Diseños Finales Convencional

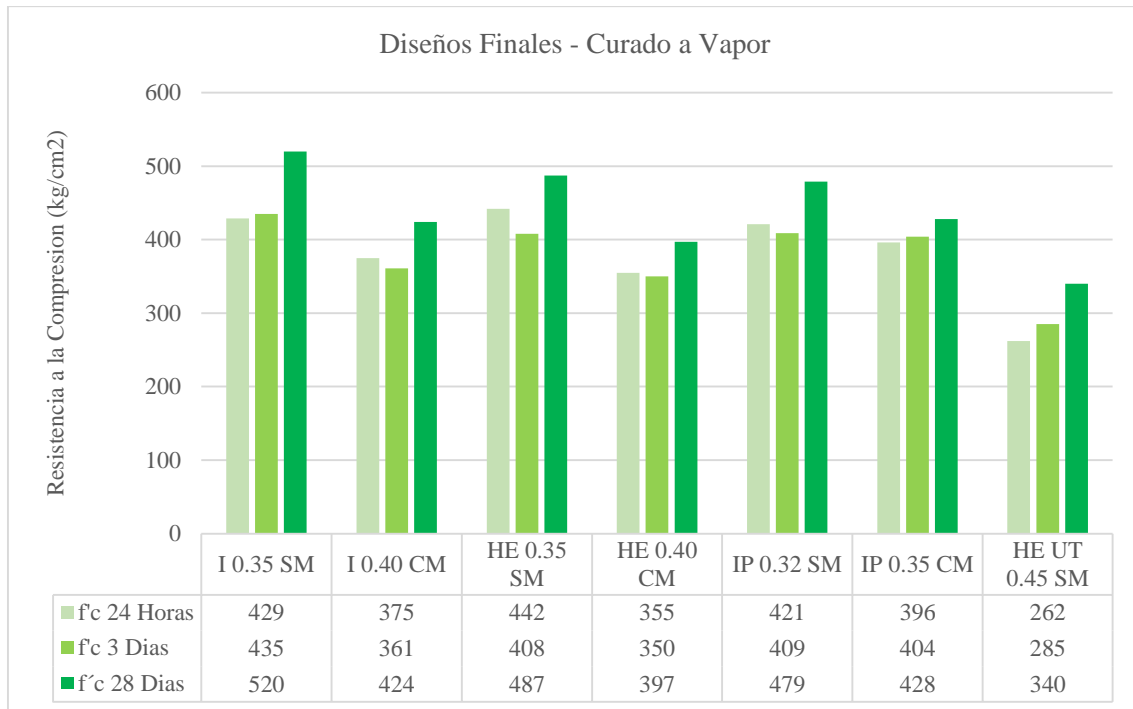
- Los diseños finales de curado convencional no superaron en su mayoría la resistencia a la compresión de 400 kg/cm² a edades tempranas, excepto los diseños de cemento tipo I y HE de relación A/C 0.35 y el diseño de cemento tipo IP de relación A/C 0.32.
- Todos los diseños presentaron esta resistencia a 28 días.
- Si fue posible obtener un concreto de alta resistencia a edades tempranas con la relación A/C y el tipo de curado en los diseños presentados.
- El mejor desempeño a todas las edades se obtuvo con el diseño de cemento tipo HE de relación 0.35.
- El más bajo desempeño a edades tempranas lo obtuvo el diseño de cemento tipo IP.
- El más bajo desarrollo de resistencia lo obtuvo el diseño de cemento HE con Ultraval de relación A/C 0.45.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 68: Compresión Diseños Finales Adiabático

- Los diseños finales de curado adiabático superaron la resistencia a la compresión de 400 kg/cm² a edades tempranas, con excepción de los diseños de cemento tipo HE de relación A/C 0.40 con Microsílice, de cemento IP de relación 0.35 con Microsílice y el diseño de cemento HE y cemento Ultraval de relación A/C 0.45
- Todos los diseños presentaron superaron la resistencia a 28 días.
- Si fue posible obtener un concreto de alta resistencia a edades tempranas con la relación A/C y el tipo de curado propuesto en los diseños presentados.
- El mejor desempeño a todas las edades se obtuvo con el diseño de cemento tipo I de relación A/C 0.35.
- El más bajo desempeño a todas las edades lo obtuvo el Cemento tipo HE y cemento Ultraval de relación A/C 0.45.



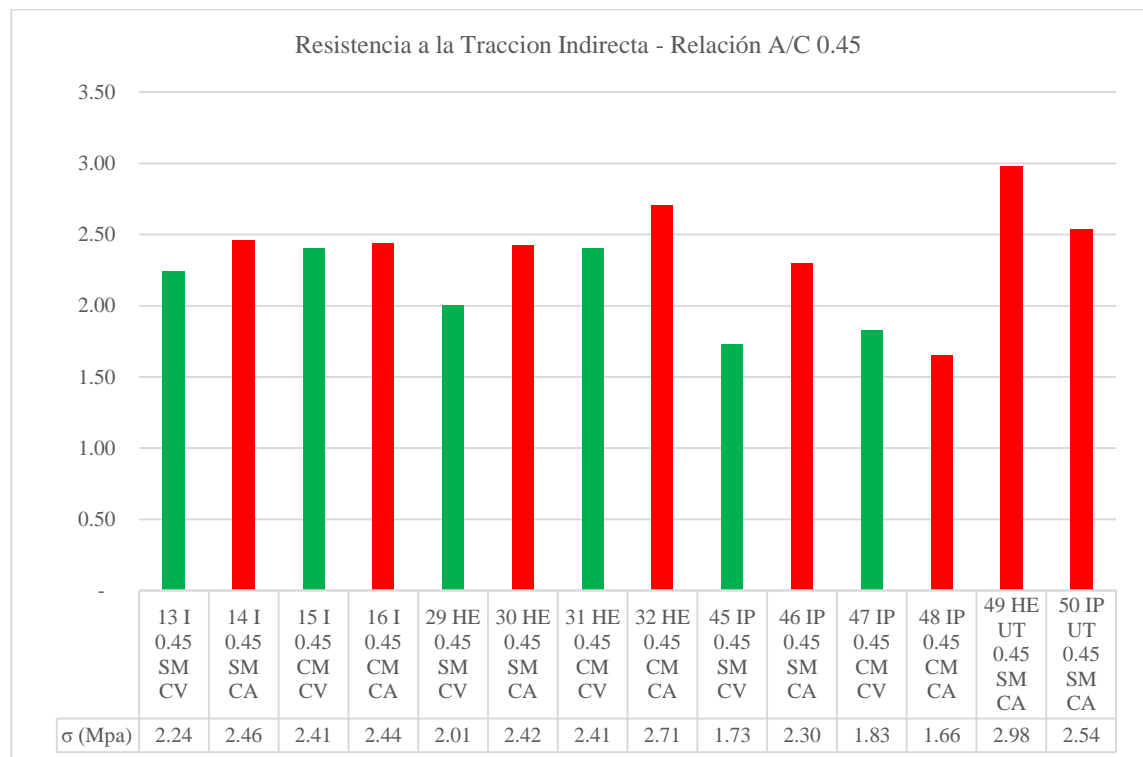
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 69: Compresión Diseños Finales Vapor

- Los diseños finales de curado a vapor superaron la resistencia a la compresión de 400 kg/cm² a edades tempranas, excepto los diseños de cemento tipo I y tipo HE de relación A/C 0.40 con Microsílice; y el diseño de cemento tipo HE y cemento Ultraval de relación A/C 0.45
- El calor inducido en el tipo de curado freno el desarrollo de resistencia, pero aun así los diseños lograron superar la resistencia establecida, excepto el diseño de cemento tipo HE de relación A/C 0.40 con Microsílice; y el diseño de cemento tipo HE y cemento Ultraval de relación A/C 0.45
- Si fue posible obtener un concreto de alta resistencia a edades tempranas con la relación A/C y el tipo de curado propuesto en los diseños.
- El mejor desempeño a todas las edades se obtuvo con el diseño de cemento tipo I de relación A/C 0.35.
- El más bajo desempeño a todas las edades lo obtuvo el Cemento tipo HE y cemento Ultraval.

6.5. Análisis de resultados de la resistencia a la flexión o tracción indirecta

6.6.1 Análisis de resultados Relación A/C 0.45

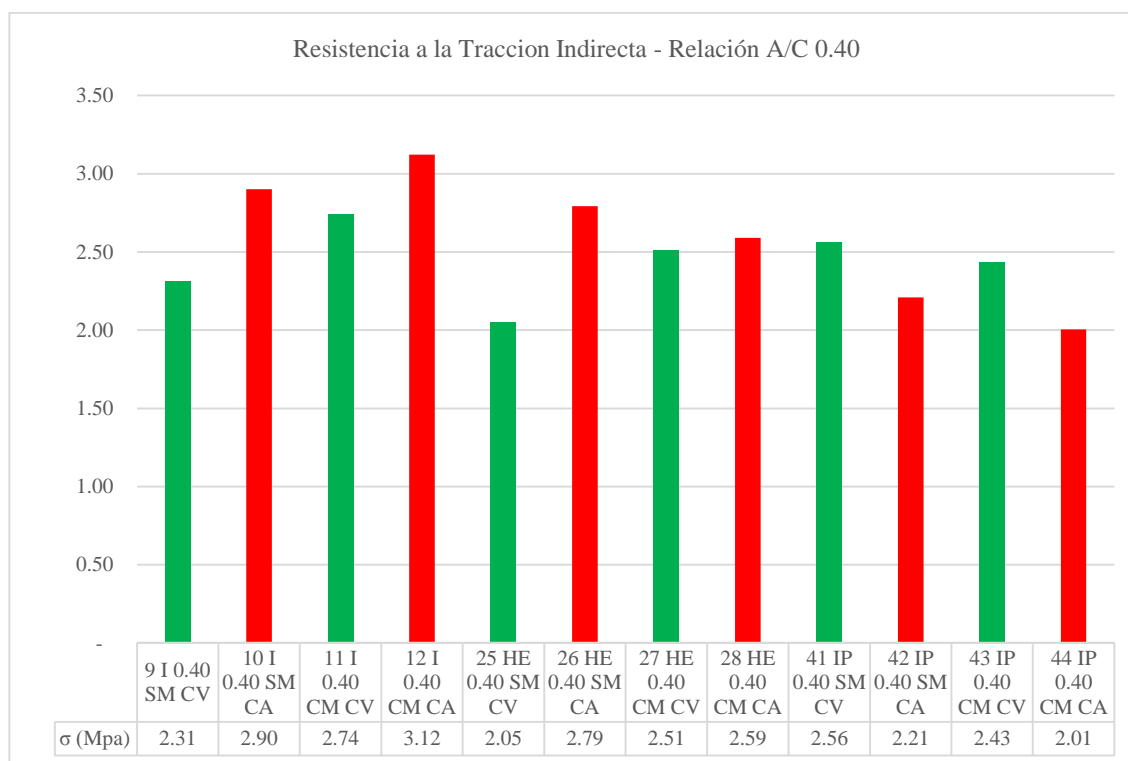


Fuente: Elaboración propia

Ilustración 70: Tracción Indirecta A/C 0.45

- En la mayor parte de diseños de relación A/C 0.45, su resistencia con curado adiabático supera a su resistencia de curado a vapor.
- En la mayor parte de los diseños de relación A/C 0.40, su resistencia con Microsílice fue mayor que sin dicha adición.
- La mayor resistencia a edades tempranas de la relación A/C 0.45 fue alcanzada por el diseño con cemento tipo HE con cemento Ultraval.
- Las resistencias obtenidas por los cementos tipo I y tipo HE fueron similares.
- Las más bajas resistencias a la tracción indirecta fueron obtenidas por el cemento tipo IP.

6.6.2 Análisis de resultados Relación A/C 0.40

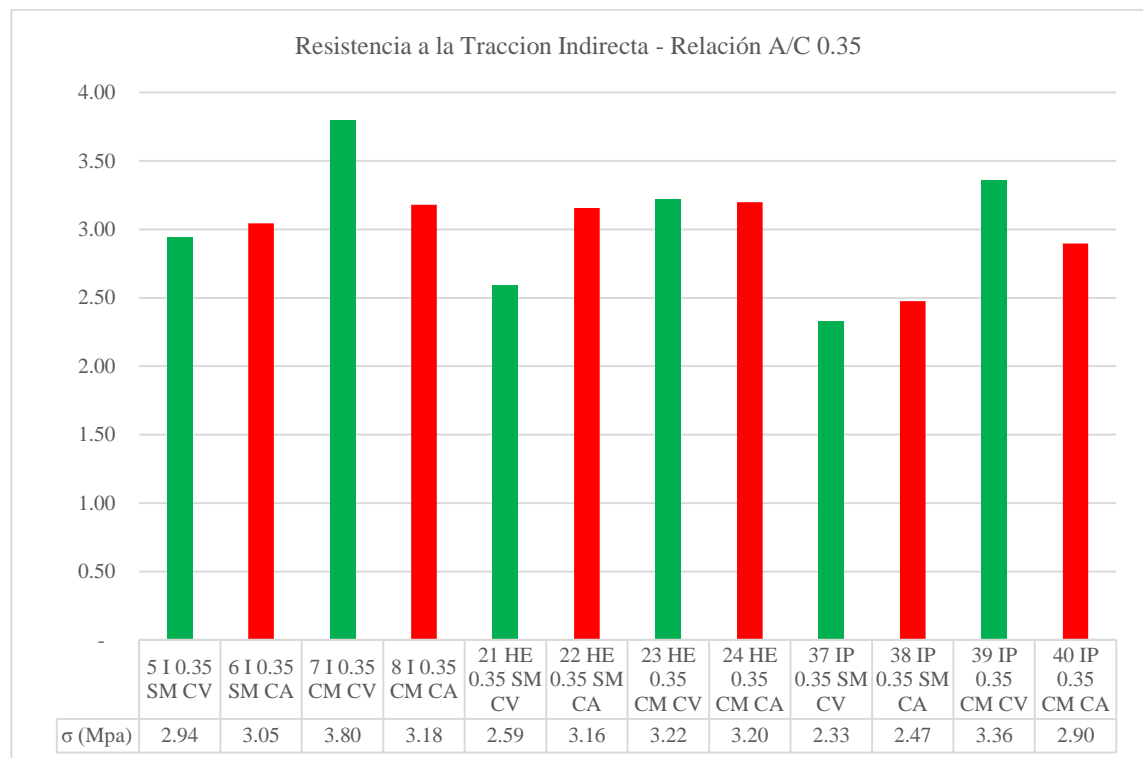


Fuente: Elaboración propia

Ilustración 71: Tracción Indirecta A/C 0.40

- En la mayor parte de diseños de relación A/C 0.40, su resistencia con curado adiabático supera a su resistencia de curado a vapor. Excepto los diseños con cemento tipo IP.
- En la mayor parte de los diseños de relación A/C 0.40, su resistencia con Microsílice fue mayor que sin dicha adición.
- La mayor resistencia a edades tempranas de la relación A/C 0.40 fue alcanzada por los diseños con cemento tipo I y curado Adiabático.
- Las más bajas resistencias a la tracción indirecta fueron obtenidas por el diseño con cemento tipo IP.

6.6.3 Análisis de resultados Relación A/C 0.35

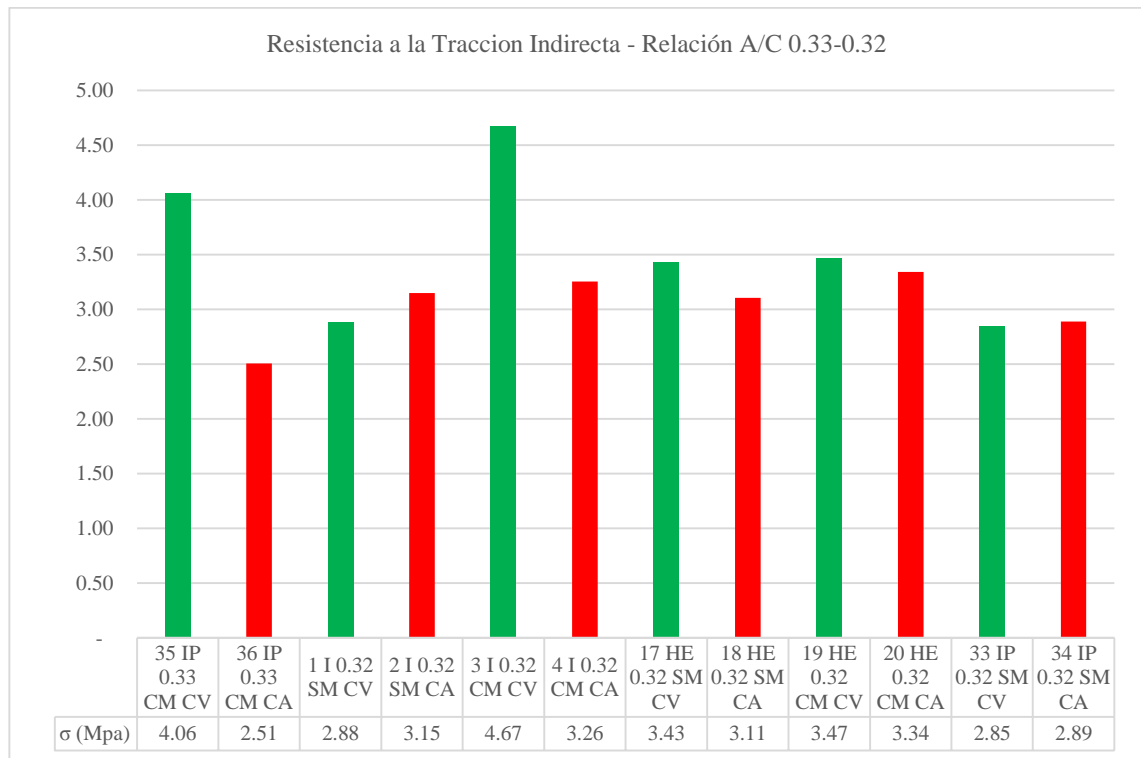


Fuente: Elaboración propia

Ilustración 72: Tracción Indirecta A/C 0.35

- En la mayor parte de diseños de relación A/C 0.35, su resistencia con curado adiabático supera a su resistencia de curado a vapor. Excepto los diseños con cemento tipo IP.
- En la mayor parte de los diseños de relación A/C 0.35, su resistencia con Microsílice fue mayor que sin dicha adición.
- La mayor resistencia a edades tempranas de la relación A/C 0.40 fue alcanzada por los diseños con cemento tipo I, con Microsílice y curado a Vapor.
- Las más bajas resistencias a la tracción indirecta fueron obtenidas por los diseños con cemento tipo IP.

6.6.4 Análisis de resultados Relación A/C 0.33-0.32

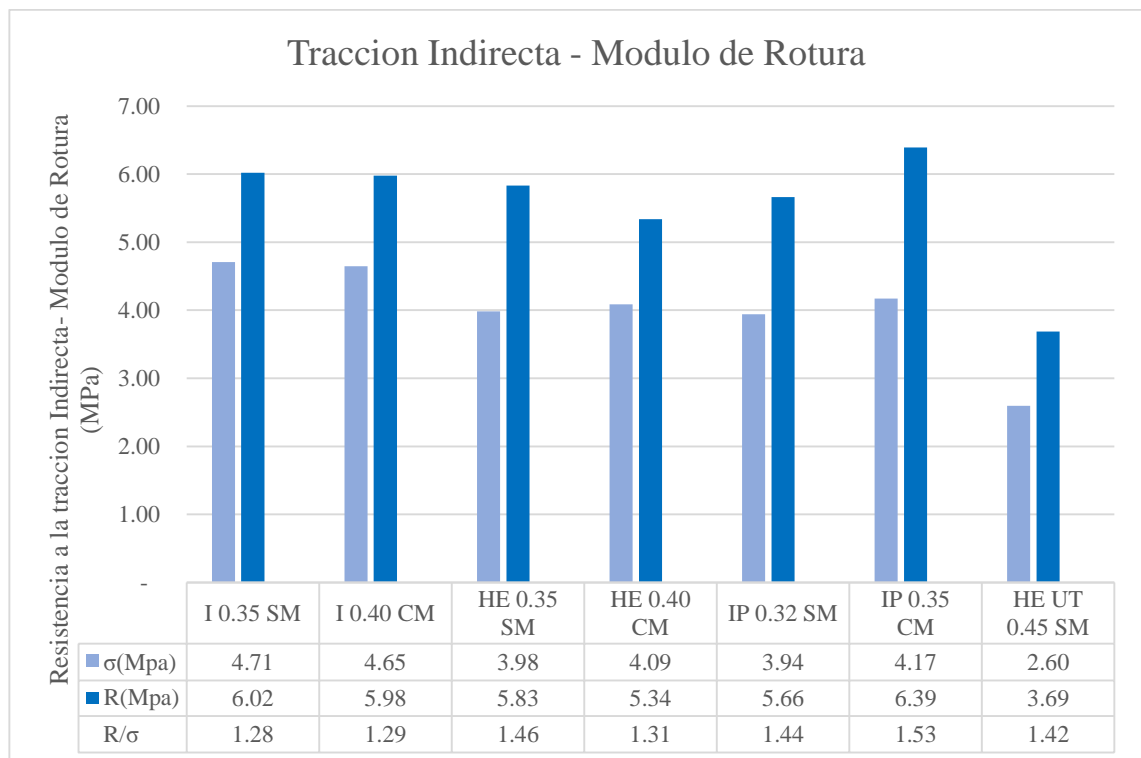


Fuente: Elaboración propia

Ilustración 73: Tracción Indirecta A/C 0.33-0.32

- En la mayor parte de diseños de relación A/C 0.33-0.32, su resistencia con curado adiabático supera a su resistencia de curado a vapor. Excepto los diseños con cemento tipo IP.
- En la mayor parte de los diseños de relación A/C 0.33-0.32, su resistencia con Microsílice fue mayor que sin dicha adición.
- La mayor resistencia a edades tempranas de la relación A/C 0.33-0.32 fue alcanzada por los diseños con cemento tipo I, con Microsílice y curado a Vapor.
- Las más bajas resistencias a la tracción indirecta fueron obtenidas por los diseños con cemento tipo IP.

6.6.5 Análisis de resultados Tracción Indirecta – Módulo de rotura



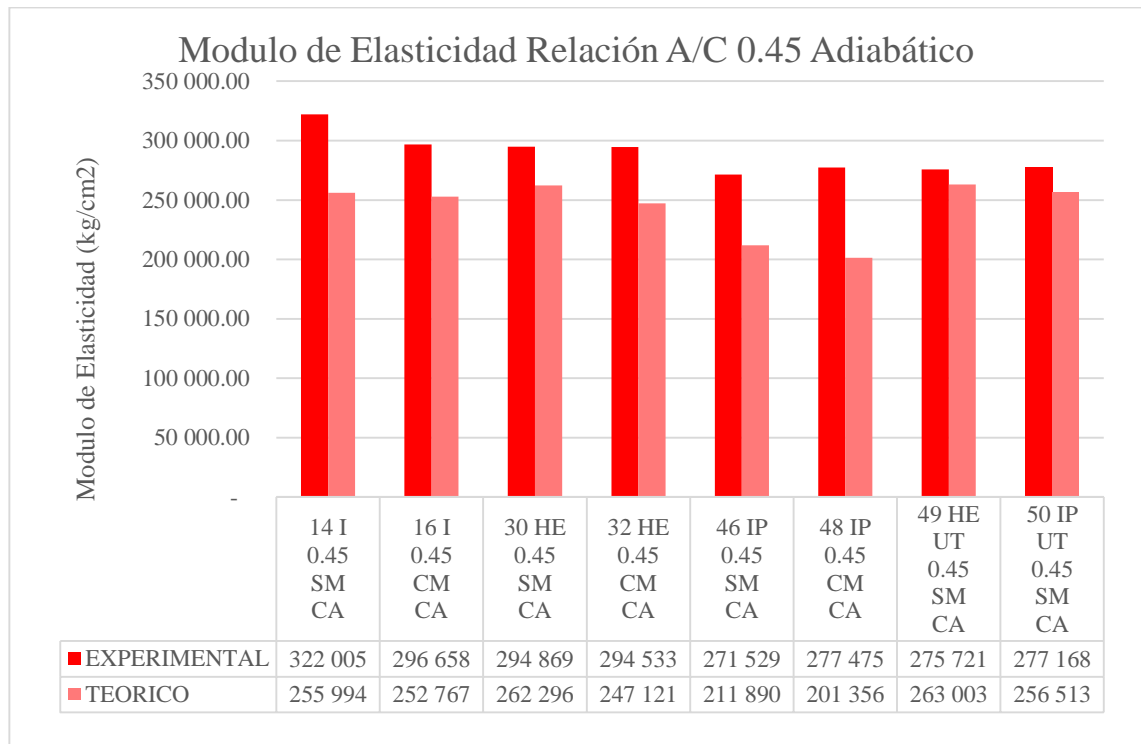
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 74: Tracción Indirecta vs Modulo de Rotura

- En todos los diseños finales, su módulo de rotura es mayor que su resistencia a la tracción indirecta. Entre un 28% y un 53% mayor.
- Debido a que esta comparación fue dada a los 28 días, el mejor resultado fue obtenido por el diseño de cemento tipo IP con Microsílice, debido al tiempo de curado permitió activarse la puzolana y la microsíllice del diseño
- Las más bajas resistencias a la tracción indirecta fueron obtenidas por el diseño con cemento tipo HE y cemento Ultraval, debido a la alta relación A/C en comparación con el resto de diseños.
- Los resultados de tracción indirecta varían entre 6%-7% de la resistencia a la compresión a 28 días, mientras que el módulo de rotura varía entre 8%-10% de la resistencia a la compresión a 28 días.

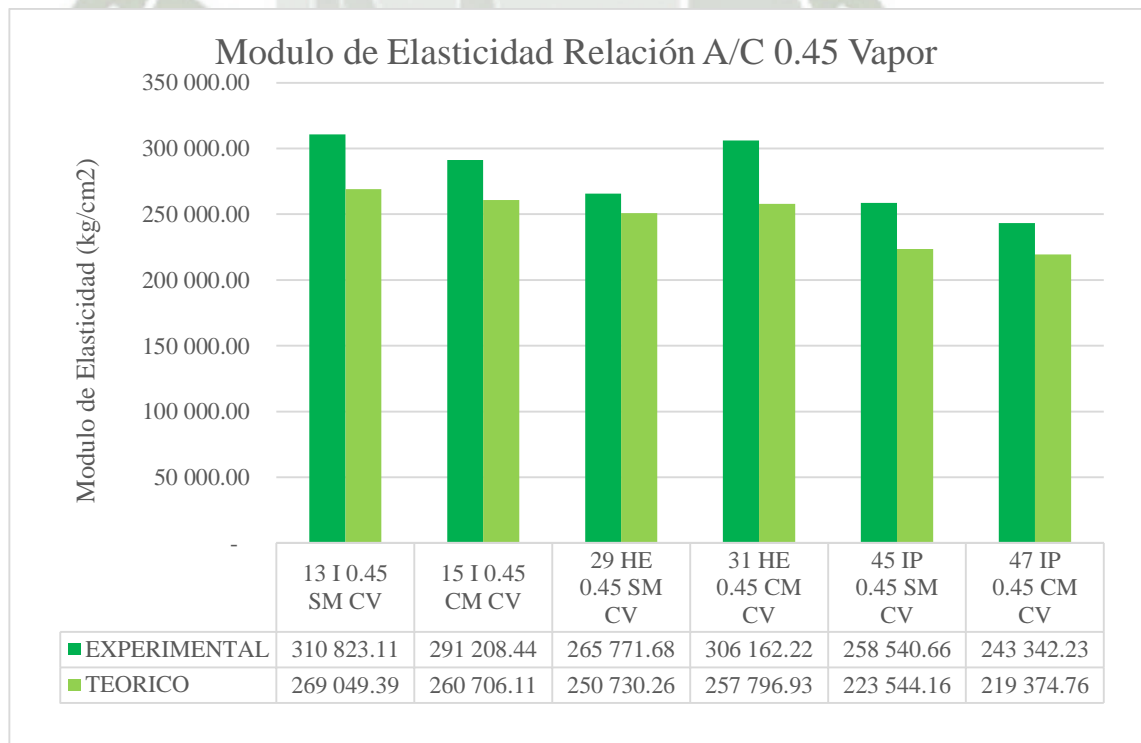
6.6. Análisis de resultados del módulo de elasticidad

6.7.1 Análisis de resultados Relación A/C 0.45



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 75: Módulo de Elasticidad Relación A/C 0.45 Adiabático

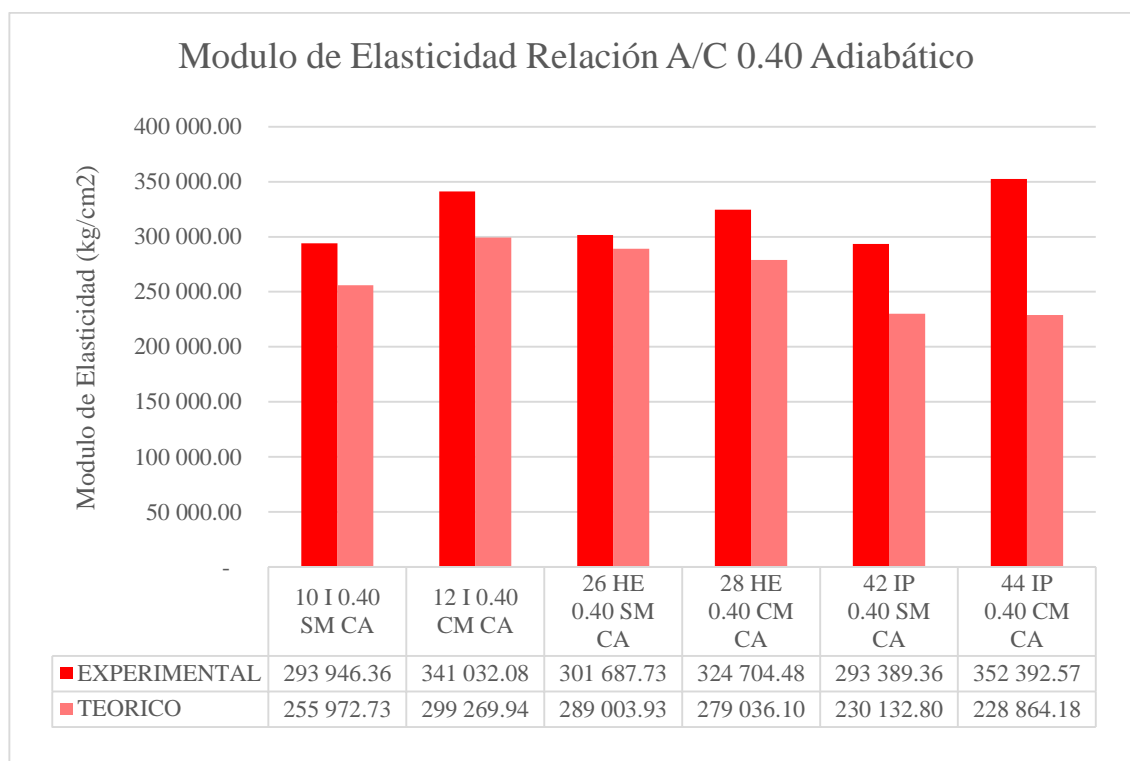


Fuente: Elaboración propia

Ilustración 76: Módulo de Elasticidad Relación A/C 0.45 Vapor

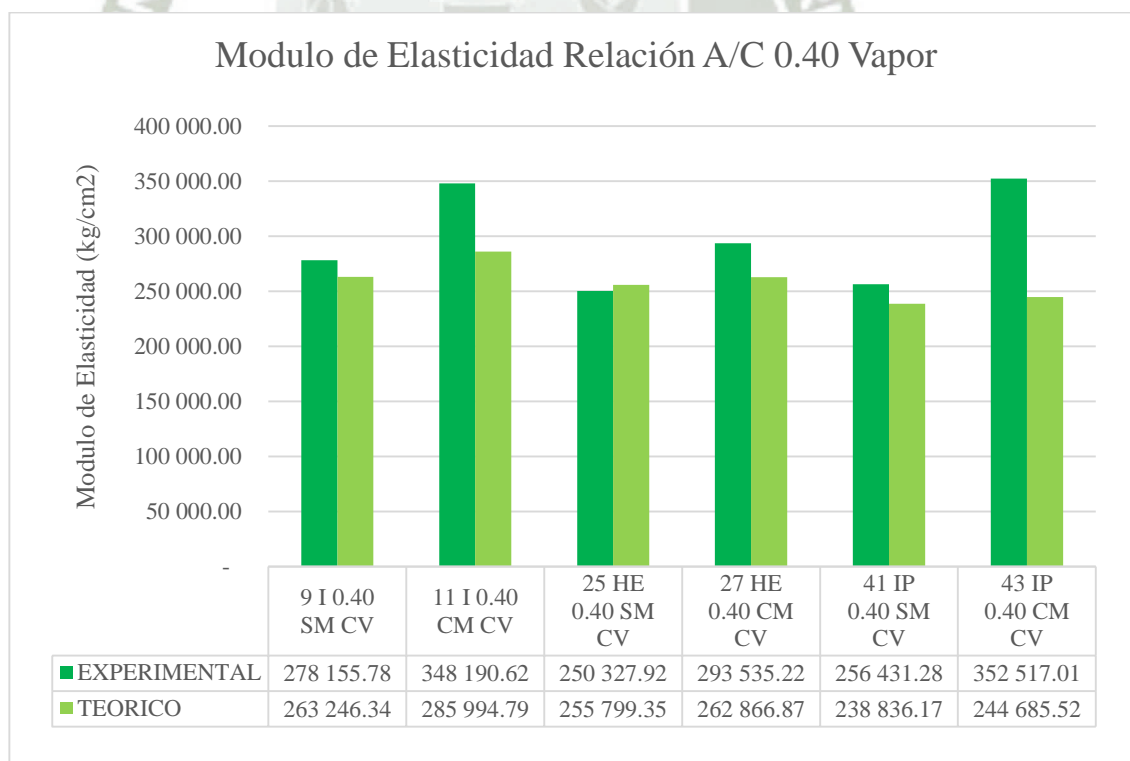
- El módulo de elasticidad de los diseños de relación A/C 0.45 con curado adiabático es hasta 11% mayor que el de los diseños con curado a vapor.
- La adición de microsílíce no influye en gran medida en el módulo de elasticidad del concreto, con excepción del diseño con cemento tipo HE de curado a vapor en el que es un 15% mayor su valor con la adición de microsílíce.
- El diseño con cemento tipo I obtuvo mejores resultados en el ensayo de módulo de elasticidad, esto significa que dicho concreto es el más rígido con la relación A/C 0.45.
- Los diseños con cemento tipo IP obtuvieron el módulo de elasticidad más bajo, esto significa que este concreto es más deformable con respecto a los concretos con otro tipo de cemento.
- En todos los diseños con relación A/C 0.45 su valor experimental fue mayor a su valor teórico. La mayor diferencia entre su valor experimental y teórico lo obtuvo el cemento tipo IP de curado adiabático que fue entre 28% a 38% mayor.
- En los diseños con cementos HE, IP con cemento Ultraval los valores experimentales fueron similares a sus valores teóricos respectivamente.
- El módulo de elasticidad en los diseños de relación A/C 0.45 con curado adiabático varían un 19% entre sus valores. Mientras que con curado a vapor varían un 28% entre sus valores.

6.7.2 Análisis de resultados Relación A/C 0.40



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 77: Módulo de Elasticidad Relación A/C 0.40 Adiabático

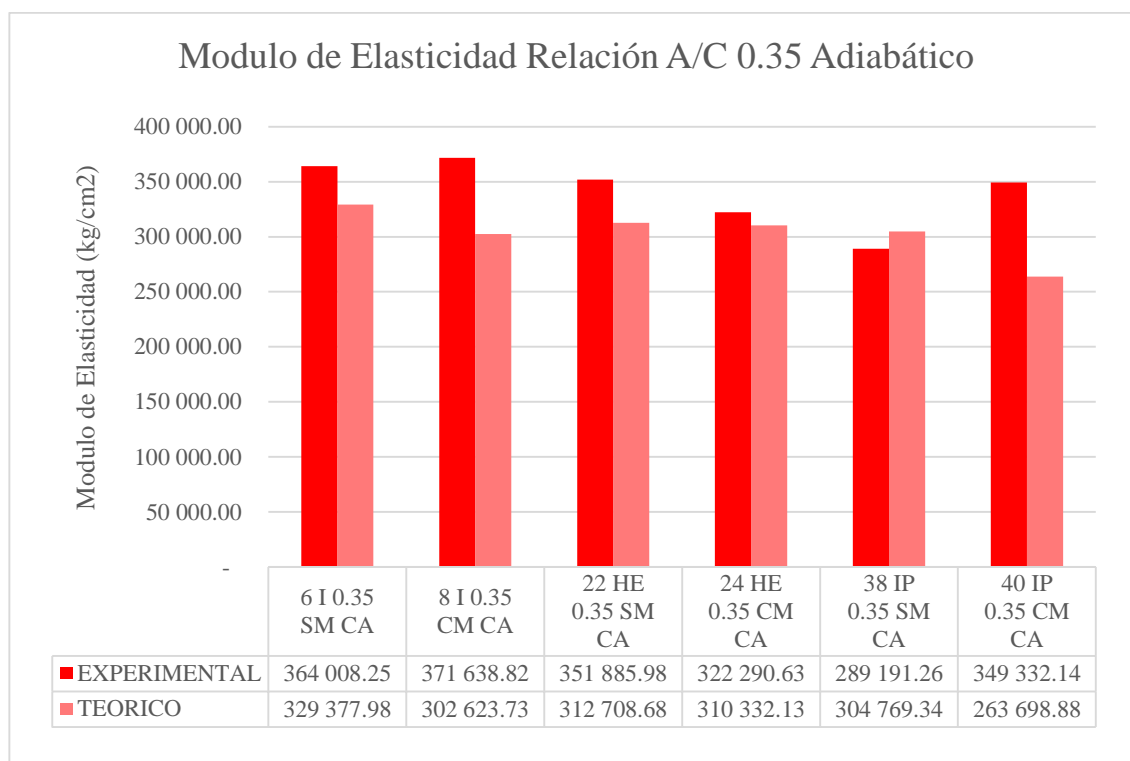


Fuente: Elaboración propia

Ilustración 78: Módulo de Elasticidad Relación A/C 0.45 Vapor

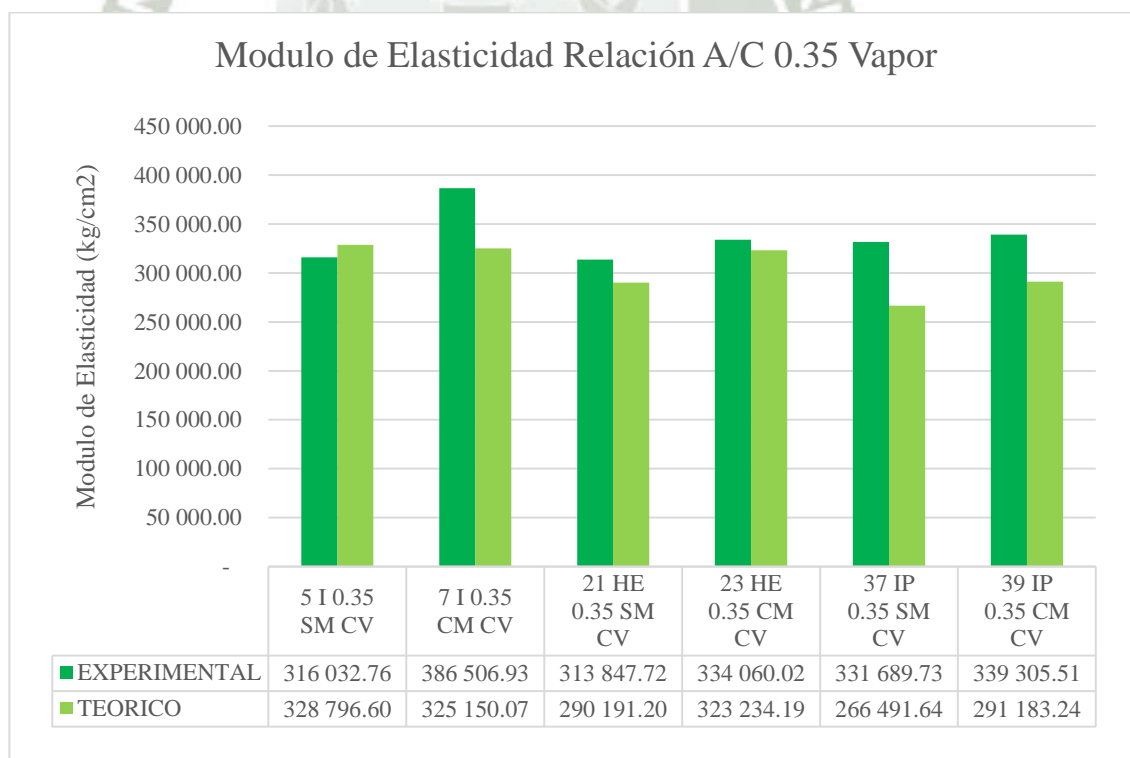
- El módulo de elasticidad de los diseños de relación A/C 0.40 con curado adiabático es hasta 21% mayor que el de los diseños con curado a vapor.
- La adición de microsílíce influye en el módulo de elasticidad del concreto, variando de 8% a 20% mayor para curado adiabático y de 17% a 37% mayor para curado a vapor.
- El diseño con cemento tipo IP con microsílíce obtuvo mejores resultados en el ensayo de módulo de elasticidad, esto significa que dicho concreto es el más rígido con la relación A/C 0.40.
- El diseño con cemento tipo HE obtuvo el módulo de elasticidad más bajo, esto significa que este concreto es más deformable con respecto a los concretos con otro tipo de cemento.
- En todos los diseños con relación A/C 0.40 su valor experimental fue mayor a su valor teórico. La mayor diferencia entre su valor experimental y teórico lo obtuvo el cemento tipo IP de curado adiabático que fue entre 27% a 54% mayor.
- El módulo de elasticidad en los diseños de relación A/C 0.40 con curado adiabático varían un 20% entre sus valores. Mientras que con curado a vapor varían un 41% entre sus valores.

6.7.3 Análisis de resultados Relación A/C 0.35



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 79: Módulo de Elasticidad Relación A/C 0.35 Adiabático

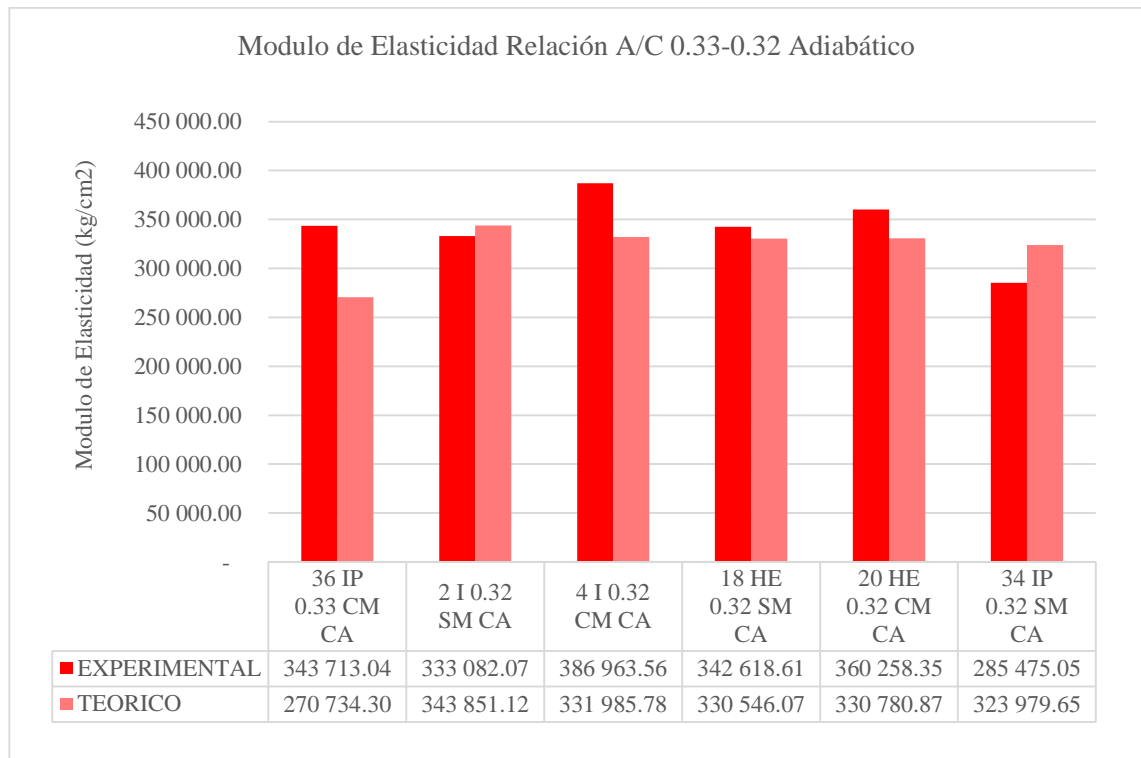


Fuente: Elaboración propia

Ilustración 80: Módulo de Elasticidad Relación A/C 0.35 Vapor

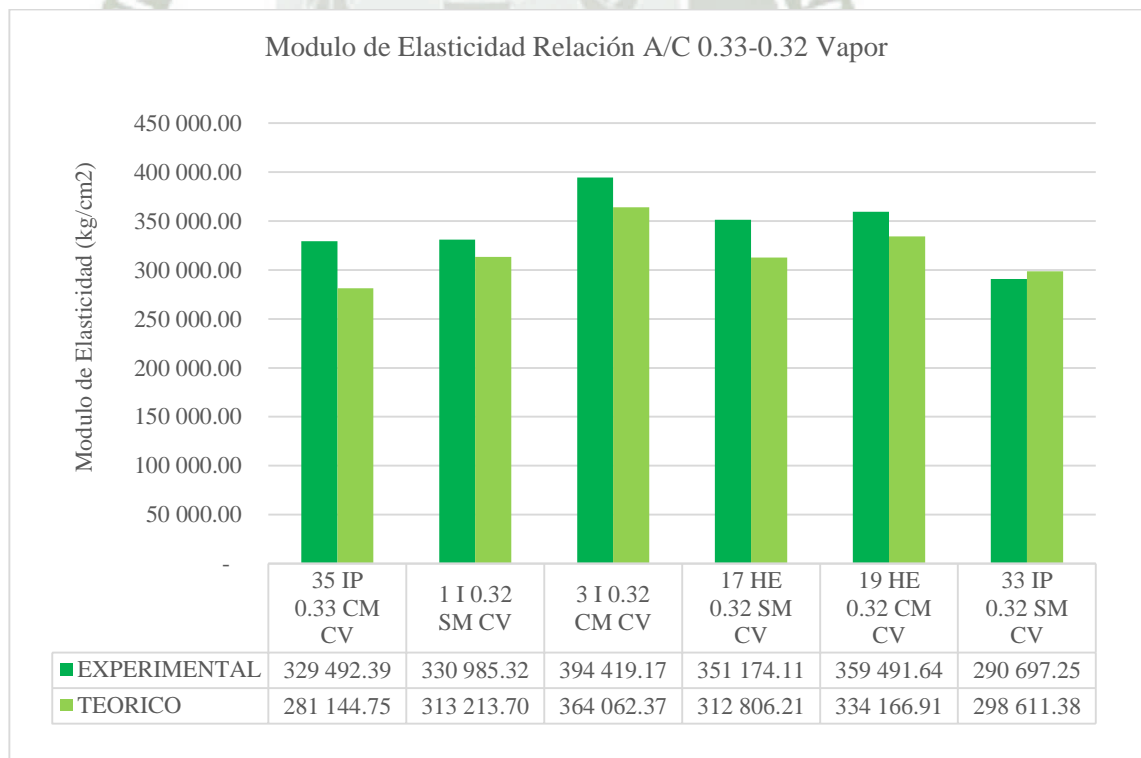
- El módulo de elasticidad de los diseños de relación A/C 0.35 con curado adiabático es hasta 15% mayor que el de los diseños con curado a vapor.
- La adición de microsílíce influye en el módulo de elasticidad del concreto, variando hasta 21% mayor para curado adiabático y de 2% a 22% mayor para curado a vapor.
- El diseño con cemento tipo I con microsílíce obtuvo mejores resultados en el ensayo de módulo de elasticidad, esto significa que dicho concreto es el más rígido con la relación A/C 0.35.
- El diseño con cemento tipo IP obtuvo el módulo de elasticidad más bajo, esto significa que este concreto es más deformable con respecto a los concretos con otro tipo de cemento.
- En todos los diseños con relación A/C 0.35 su valor experimental fue mayor a su valor teórico. La mayor diferencia entre su valor experimental y teórico lo obtuvo el cemento tipo IP con microsílíce de curado adiabático que fue 32% mayor.
- El módulo de elasticidad en los diseños de relación A/C 0.35 con curado adiabático varían un 29% entre sus valores. Mientras que con curado a vapor varían un 23% entre sus valores.

6.7.4 Análisis de resultados Relación A/C 0.33-0.32



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 81: Módulo de Elasticidad Relación A/C 0.33-0.32 Adiabático



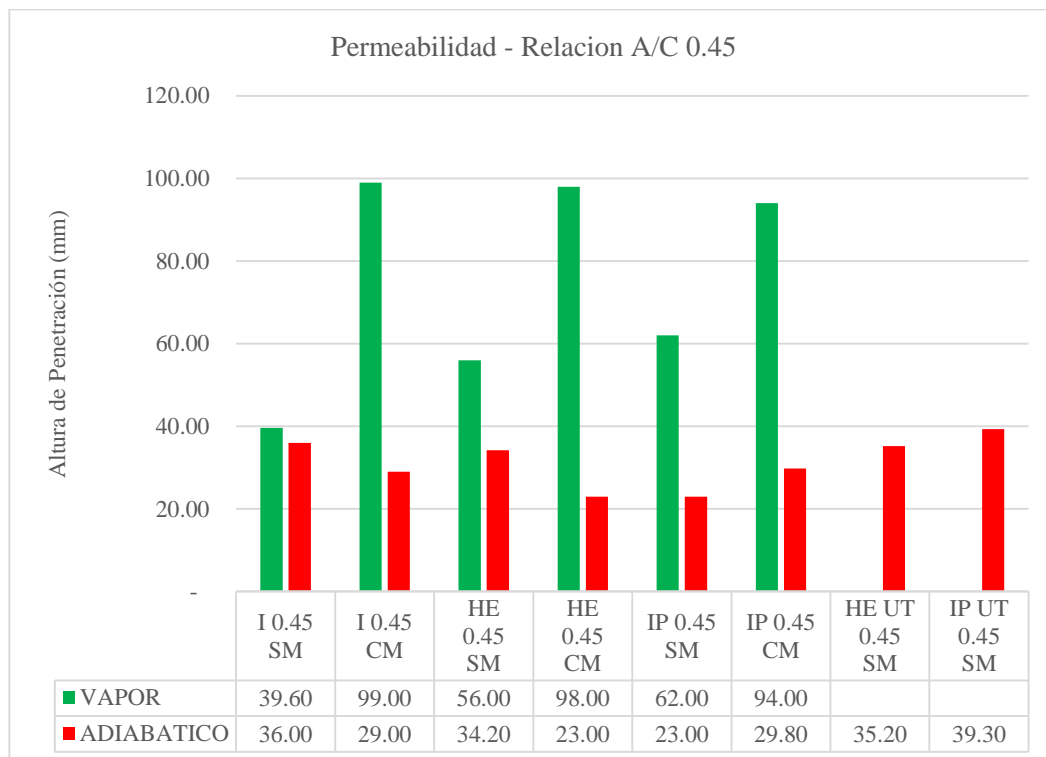
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 82: Módulo de Elasticidad Relación A/C 0.33-0.32 Vapor

- El módulo de elasticidad de los diseños de relación A/C 0.33-0.32 con curado adiabático es muy similar al de los diseños con curado a vapor. Varían un 6% entre ambos.
- La adición de microsílíce en el módulo de elasticidad del concreto, varían de 5% a 20% para curado adiabático y de 2% a 19% para curado a vapor.
- El diseño con cemento tipo I con microsílíce obtuvo mejores resultados en el ensayo de módulo de elasticidad, esto significa que dicho concreto es el más rígido con la relación A/C 0.33-0.32.
- El diseño con cemento tipo IP obtuvo el módulo de elasticidad más bajo, esto significa que este concreto es más deformable con respecto a los concretos con otro tipo de cemento.
- En la mayor parte de los diseños con relación A/C 0.33-0.32 su valor experimental fue mayor a su valor teórico. La mayor diferencia entre su valor experimental y teórico lo obtuvo el cemento tipo I con microsílíce de curado adiabático que fue 27% mayor.
- El módulo de elasticidad en los diseños de relación A/C 0.35 con curado adiabático y a vapor varían un 36% entre sus valores.

6.7. Análisis de resultados de Permeabilidad del agua bajo presión

6.8.1 Análisis de resultados relación 0.45



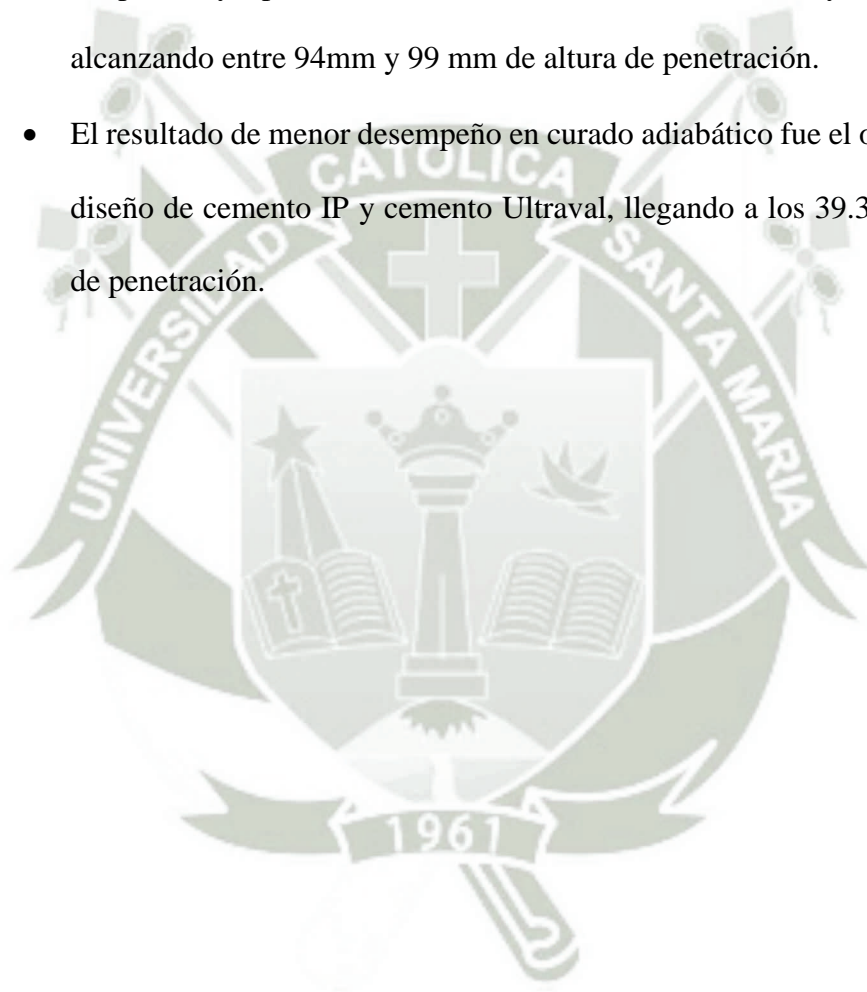
Fuente: Elaboración propia

Ilustración 83: Permeabilidad al agua, relación A/C 0.45

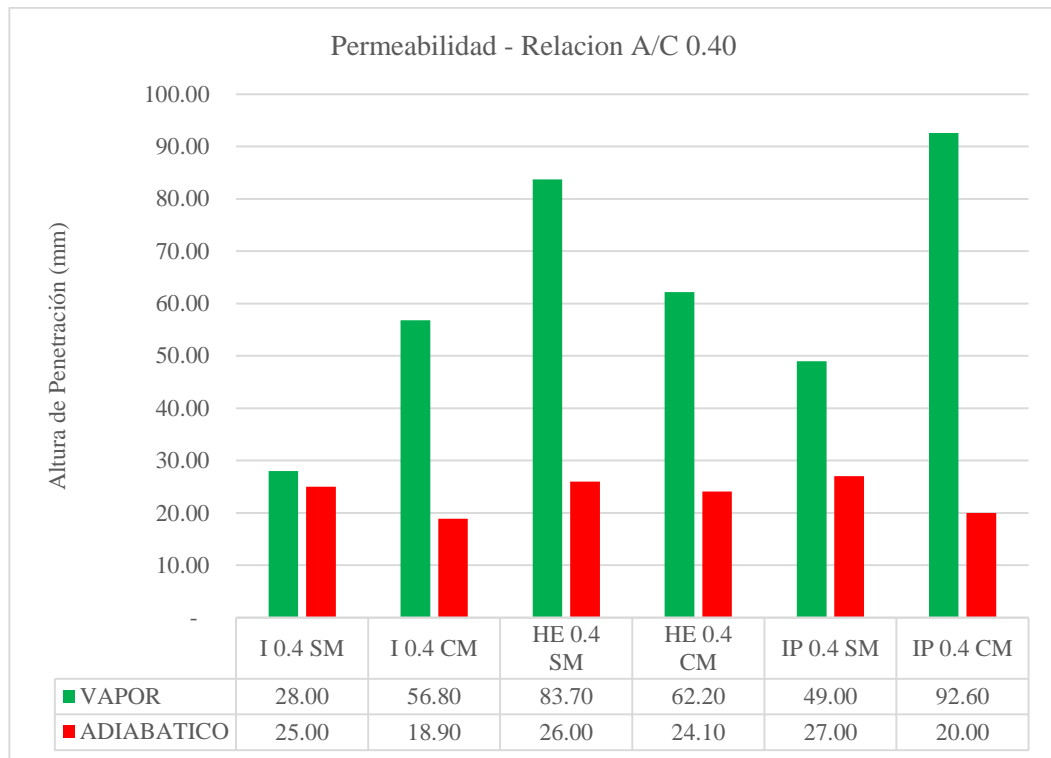
- En todos los diseños con relación A/C 0.45, los resultados obtenidos con curado adiabático fueron mejores que con curado a vapor. La altura de penetración del agua fue entre 10% a 326% mayor en los diseños con curado a vapor obteniendo en todos los diseños clasificación entre Media y Alta. Mientras que en los diseños con curado adiabático se obtuvo clasificación entre Baja y Media.
- Los resultados con microsílce en curado a vapor fueron entre 52% y 150% mayores que en ausencia de dicha adición. Caso contrario con los resultados en curado adiabático, donde para los diseños con cemento tipo I y tipo HE donde los resultados con microsílce fueron entre 19% y 33% menores

respectivamente, pero para los diseños con cemento tipo IP el resultado con microsílíce fue 30% mayor.

- La altura de penetración obtenida por la combinación de cemento tipo HE y tipo IP con cemento Ultraval, no mejoraron el desempeño del concreto en este ensayo, siendo un 3% y 71% mayor respectivamente.
- Los resultados de menor desempeño fueron obtenidos por los cementos tipo I, tipo HE y tipo IP, en su combinación con microsílíce y curado a vapor alcanzando entre 94mm y 99 mm de altura de penetración.
- El resultado de menor desempeño en curado adiabático fue el obtenido por el diseño de cemento IP y cemento Ultraval, llegando a los 39.3 mm de altura de penetración.



6.8.2 Análisis de resultados relación 0.40



Fuente: Elaboración propia

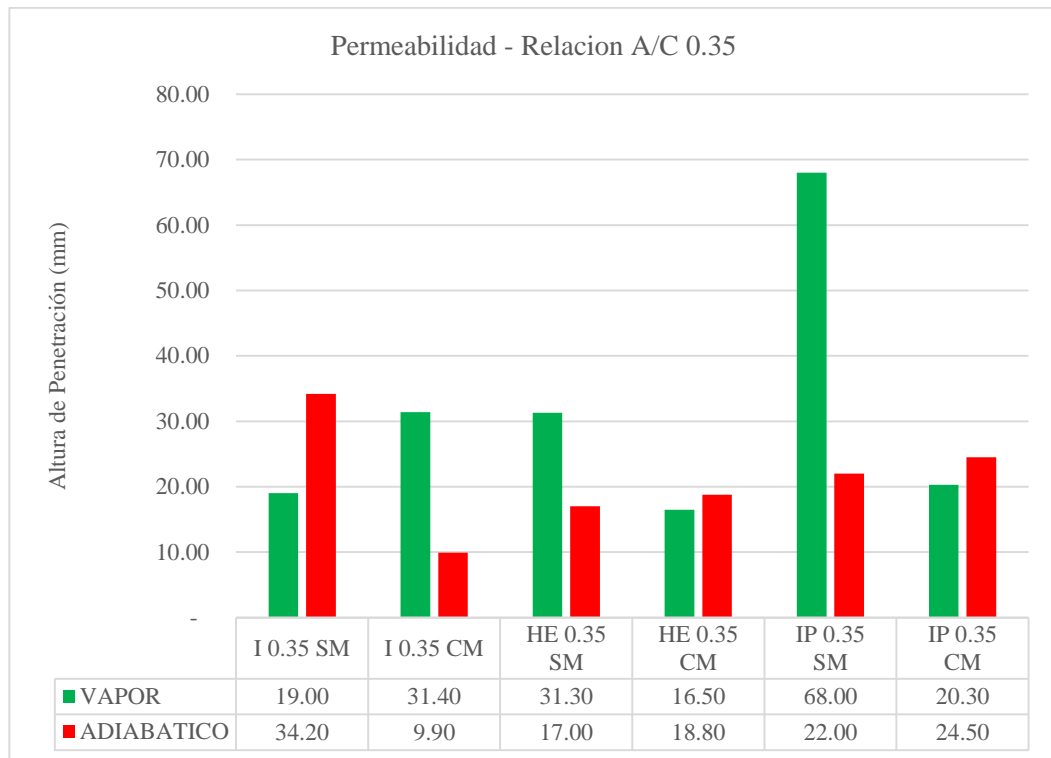
Ilustración 84: Permeabilidad al agua, relación A/C 0.40

- En todos los diseños con relación A/C 0.4, los resultados obtenidos con curado adiabático fueron mejores que con curado a vapor. La altura de penetración del agua fue entre 12% a 363% mayor en los diseños con curado a vapor obteniendo en todos los diseños clasificación entre Baja, Media y Alta. Mientras que en los diseños con curado adiabático se obtuvo clasificación Baja.
- Los resultados con microsílce en curado a vapor fueron entre 89% y 103% mayores que en ausencia de dicha adición, excepto el diseño con cemento tipo HE que fue 26% menor con la adición de microsílce. Caso contrario con los resultados en curado adiabático, donde para todos los diseños de relación A/C 0.40 los resultados con microsílce fueron entre 7% y 26% menores.

- Los resultados de menor desempeño fueron obtenidos por el diseño con cemento tipo IP en su combinación con microsílíce y curado a vapor alcanzando 92.6 mm de altura de penetración.
- El resultado de menor desempeño en curado adiabático fue el obtenido por el diseño de cemento IP, llegando a los 27 mm de altura de penetración, pero aun así de clasificación Baja.



6.8.3 Análisis de resultados relación 0.35



Fuente: Elaboración propia

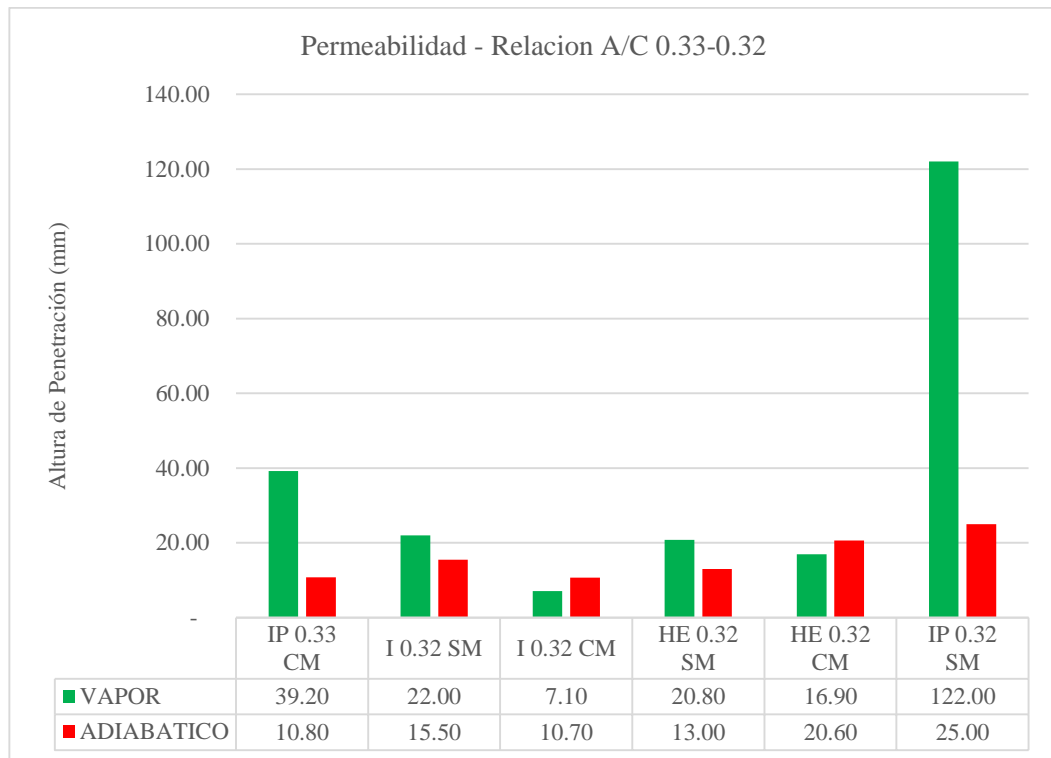
Ilustración 85: Permeabilidad al agua, relación A/C 0.35

- En todos los diseños con relación A/C 0.35, los resultados obtenidos con curado adiabático fueron variables con respecto al curado a vapor. La altura de penetración del agua en los diseños con curado a vapor obtuvo en todos los diseños clasificación entre Baja, Media y Alta. Mientras que en los diseños con curado adiabático se obtuvo clasificación entre Baja y Media.
- Los resultados con microsílíce y curado a vapor mejoraron en los diseños con cemento tipo HE y tipo IP entre 47% y 70, excepto el diseño con cemento tipo I que fue 65% mayor con la adición de microsílíce. En los resultados de curado adiabático, el resultado mejoró para el diseño con cemento tipo I en un 71%, pero para los diseños con cemento tipo HE y tipo IP fue un 11% mayor la altura de penetración del agua.

- Los resultados de menor desempeño fueron obtenidos por el diseño con cemento tipo IP y curado a vapor alcanzando 68 mm de altura de penetración.
- El resultado de menor desempeño en curado adiabático fue el obtenido por el diseño de cemento I, llegando a los 34.2 mm de altura de penetración.



6.8.4 Análisis de resultados relación 0.33-0.32



Fuente: Elaboración propia

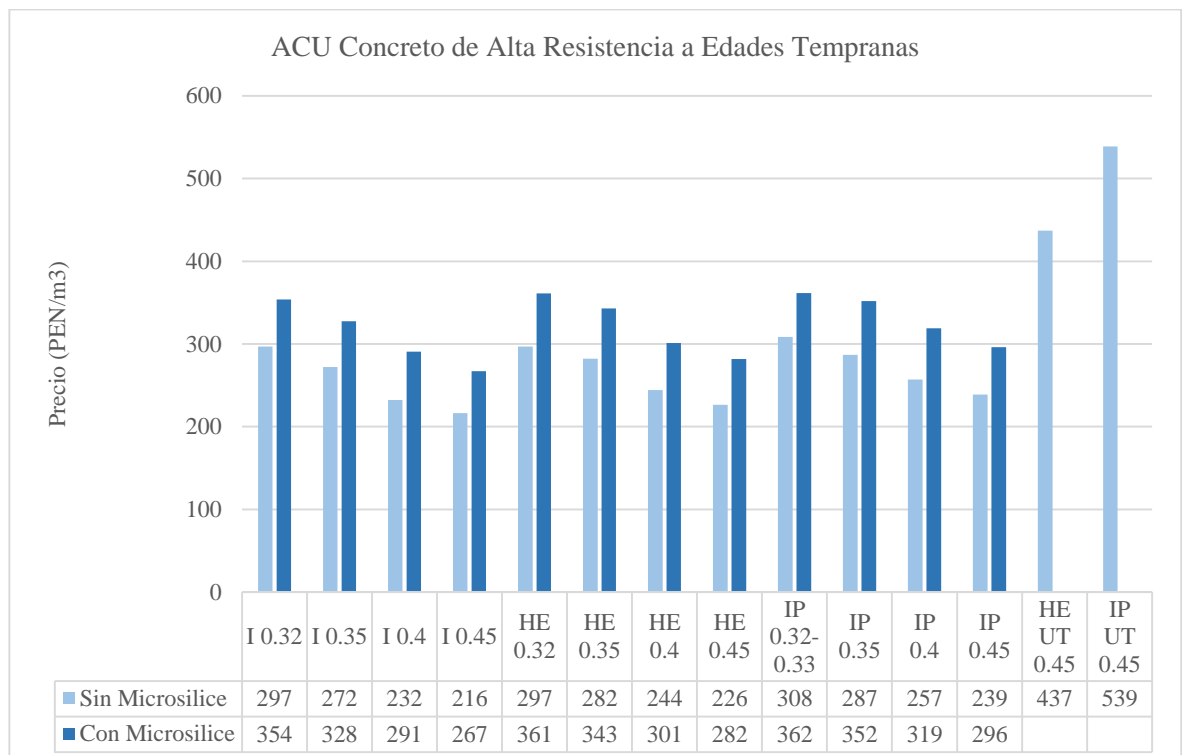
Ilustración 86: Permeabilidad al agua, relación A/C 0.33-0.32

- En la mayoría de diseños con relación A/C 0.33-0.32, los resultados obtenidos con curado adiabático fueron mejores que con curado a vapor. La altura de penetración del agua fue entre hasta 388% mayor en los diseños con curado a vapor, obteniendo en los diseños clasificación entre Baja, Media y Alta. Mientras que en los diseños con curado adiabático se obtuvo clasificación Baja.
- Los resultados con microsílíce en curado a vapor fueron entre 19% y 68% menores que en ausencia de dicha adición. En curado adiabático, los resultados de los diseños con cemento tipo I y tipo IP fueron con microsílíce fueron entre 31% y 57% menores respectivamente, mientras que para el cemento tipo HE fue 58% mayor.

- Los resultados de menor desempeño fueron obtenidos por el diseño con cemento tipo IP y curado a vapor alcanzando 122 mm de altura de penetración.
- El resultado de menor desempeño en curado adiabático fue el obtenido por el diseño de cemento IP, llegando a los 25 mm de altura de penetración, pero aun así de clasificación Baja.



6.8. Análisis de costos unitarios del Concreto de Alta Resistencia en Edades Tempranas



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 87: ACU Concreto de alta resistencia a edades tempranas

- A medida que se reduce la cantidad de agua en el diseño se encarece el costo, para cada tipo de cemento los costos más bajos fueron con la relación A/C 0.45.
- Los diseños más económicos se registraron con el cemento tipo I.
- El uso de microsilíce encarece el diseño, a pesar de ser usado reemplazando 5% del cemento, llegando a costar entre 17% y 25% más que el diseño convencional.
- Los diseños con cemento Ultraval registraron los costos más elevados en la presente investigación. Para la combinación HE-Ultraval en 30% cuesta un 93% más que el convencional. Para la combinación IP-Ultraval en 40% cuesta un 125% más que el convencional.

CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

a. Es posible obtener diseños de mezclas de concreto de alta resistencia a edades tempranas con resistencias mayores a los 400 kg/cm²:

I. A un día:

i. Curado Convencional: no fue posible obtener una resistencia mayor a 400 kg/cm².

ii. Curado Adiabático

- Cemento tipo I: fue posible obtener una resistencia de hasta 446 kg/cm² y 470 kg/cm² en su diseño con microsílíce.
- Cemento tipo HE: fue posible obtener una resistencia de hasta 451 kg/cm² y 472 kg/cm² en su diseño con microsílíce.
- Cemento tipo IP: no fue posible obtener una resistencia mayor a 400 kg/cm².

iii. Curado a Vapor

- Cemento tipo I: fue posible obtener una resistencia de 478 kg/cm² y 618 kg/cm² en su diseño con microsílíce.
- Cemento tipo HE: fue posible obtener una resistencia de 476 kg/cm² y 515 kg/cm² en su diseño con microsílíce.
- Cemento tipo IP: no fue posible obtener una resistencia mayor a 400 kg/cm².

II. A tres días:

i. Curado Convencional

- Cemento tipo I: fue posible obtener una resistencia de hasta 557 kg/cm² y 541 kg/cm² en su diseño con microsílíce.

- Cemento tipo HE: fue posible obtener una resistencia de hasta 507 kg/cm² y 532 kg/cm² en su diseño con microsílíce.
- Cemento tipo IP: fue posible obtener una resistencia de hasta 412 kg/cm².

ii. Curado Adiabático

- Cemento tipo I: fue posible obtener una resistencia de hasta 549 kg/cm² y 577 kg/cm² en su diseño con microsílíce.
- Cemento tipo HE: fue posible obtener una resistencia de hasta 533 kg/cm² y 565 kg/cm² en su diseño con microsílíce.
- Cemento tipo IP: fue posible obtener una resistencia de hasta 440 kg/cm²
- Cemento Ultraval: fue posible obtener una resistencia de 409 kg/cm² en su diseño con cemento HE.

iii. Curado a Vapor

- Cemento tipo I: fue posible obtener una resistencia de 487 kg/cm² y 618 kg/cm² en su diseño con microsílíce.
- Cemento tipo HE: fue posible obtener una resistencia de 502 kg/cm² y 530 kg/cm² en su diseño con microsílíce.
- Cemento tipo IP: fue posible obtener una resistencia de hasta 419 kg/cm² y 423 kg/cm² en su diseño con microsílíce.

b. El cemento tipo I tuvo el mejor desempeño en la investigación realizada.

I. Resistencia: incluso diseños con relación A/C 0.40 superaron los 400 kg/cm²

II. Trabajabilidad: al contener menor cantidad de cemento se desempeñó muy bien incluso con las relaciones A/C más bajas.

- III.** Costo: a pesar que el cemento tipo I es el de mayor costo, los diseños con este cemento fueron hasta 6% más económicos que los diseños con cemento HE y 11% más económicos que los diseños con tipo IP.
- c.** El uso de la microsíllice en el concreto de alta resistencia a edades tempranas mejoro el desempeño en su resistencia a la compresión hasta 57%.
- d.** Según el ensayo de tracción indirecta realizado a la edad de 3 días, este varía según su resistencia entre 6% - 11% de la resistencia a la compresión. Además, el módulo de rotura realizado en el ensayo de flexión es de 28% – 53% mayor que la tracción indirecta
- e.** El calor inducido artificialmente en el curado a vapor frenó el desarrollo de resistencia a largo plazo. Se pudo comprobar que las resistencias de las muestras curadas a vapor no desarrollaron la misma resistencia que las curadas convencionalmente o con curado adiabático.
- f.** Según el ensayo de tiempo de fraguado por medio de la resistencia a la penetración. El tipo de curado influye en el tiempo de fraguado del concreto, siendo el curado a vapor el proceso de fraguado de mayor velocidad:
- I.** Entre 17% - 123% más rápido que el curado convencional.
 - II.** Entre 12% - 82% más rápido que el curado adiabático.
- g.** Los métodos no destructivos como método para determinar la resistencia a la compresión.
- I.** Ensayo de permeabilidad al aire de Torrent, determino la calidad del recubrimiento del concreto, no tiene correlación con la resistencia.
 - II.** Ensayo de velocidad de pulso ultrasónico, es un método aproximado para poder determinar la resistencia del concreto a cualquier edad, tiene una correlación directa donde a mayor velocidad de pulso es mayor también la resistencia.

III. Ensayo de Resistividad eléctrica, en este ensayo no se tiene una correlación directa entre la resistividad eléctrica y la resistencia a la compresión, este ensayo varía dependiendo del tipo de curado y las adiciones en el concreto.

IV. Ensayo de Numero de rebotes, se demostró que el ensayo realizado con el esclerómetro, es un método aproximado para poder determinar la resistencia del concreto a cualquier edad in situ, además dicho método es el de mayor velocidad y facilidad al momento de ser realizado.

- h.** Según el ensayo de permeabilidad del agua bajo presión. El tipo de curado influye en la permeabilidad del concreto, las muestras con curado a vapor tuvieron una altura de penetración del agua mucho mayor que en el caso del curado adiabático.
- i.** Según el ensayo de módulo de elasticidad, el resultado fue satisfactorio siendo similar al resultado de módulo de elasticidad teórico, además, al tener un módulo de elasticidad elevado nos brinda una buena capacidad de resistencia ante las deformaciones elásticas, pero poca capacidad de deformación en el rango inelástico, lo que afecta directamente a la ductilidad del elemento estructural.
- j.** El cemento de alta resistencia inicial como lo es el cemento Ultraval no tiene un buen desempeño con curado a vapor.
 - I.** Entre 13% - 36% menor que el curado convencional a todas las edades.
 - II.** Entre 21% - 28% menor que el curado adiabático a todas las edades.
- k.** Según el Anexo K el cemento tipo IP es el único que mitiga la reacción álcali sílice. En la región sur se tienen agregados reactivos que podrían reaccionar con los álcalis del cemento en condiciones climáticas adecuadas (Humedad mayor al 80% y temperatura mayor a 24°C), la cual produce un gel expansivo dentro del concreto que produce grietas y deterioro, por este motivo es el más utilizado en la región debido a que tiene la cantidad suficiente de puzolana que mitiga la reacción ASR.

7.2 Recomendaciones

- a.* Debido a los resultados obtenidos en la investigación no es recomendable el cemento tipo IP para concretos de alta resistencia a edades tempranas debido a los siguientes aspectos:
- I.* Resistencia, solo es posible obtener resistencias altas con cantidad de cemento muy elevada y relaciones A/C muy bajas.
 - II.* Trabajabilidad, al tener una cantidad de cemento tan alta se convierte en un concreto muy pesado de difícil trabajabilidad.
 - III.* Costo: la cantidad de cemento eleva los costos hasta en 11%, a pesar de que el cemento IP es el de menor costo.
- b.* Se recomienda profundizar la investigación en el uso de microsílice y otras adiciones minerales donde la desviación de resultados sea menor.
- c.* Se recomienda profundizar la investigación del método de curado a vapor, donde el calor inducido al concreto no frene el desarrollo de su resistencia a largo plazo.
- d.* Debido a la amplitud del tema propuesto y los ensayos realizados, se recomienda investigar a fondo la relación directa que pudiesen tener los métodos no destructivos de permeabilidad al aire de Torrent y Resistividad eléctrica, debido a que no se encontró una correlación directa de dichos métodos con la resistencia a la compresión.
- e.* Recomendación para el Anexo K. es posible utilizar los cementos tipo I y tipo HE, siempre y cuando en la zona no se produzcan las condiciones climatológicas adecuadas para la ASR o bien se proteja a la estructura de esta reacción (disminuyendo la permeabilidad del concreto)

REFERENCIAS

Abanto Castillo, F. (1997). *Tecnología del Concreto*. Lima: San Marcos.

ACI-PUCP, M. d. (s.f.). Ensayos no destructivos en el concreto. *ACI-PUCP*.

Andrade, C. (23 de 12 de 2009). *interempresas*. Obtenido de

<http://www.interempresas.net/Construccion/Articulos/36554-La-resistividad-electrica-como-parametro-de-control-del-hormigon-y-su-durabilidad.html>

Blog 360° en concreto. (26 de 01 de 2015). Obtenido de

<http://blog.360gradosenconcreto.com/efectos-de-las-adiciones-minerales-en-el-concreto/>

Constructor Civil. (s.f.). Obtenido de <http://www.elconstructorcivil.com/2011/01/concreto-modulo-de-elasticidad.html>

Ferreiro Ibarra, G. A. (2008). *Concretos de alta resistencia temprana*. Mexico D.F.

IMCYC. (2006). Pruebas de resistencia a la compresión. *El concreto en la obra, problemas, causas y soluciones*.

IMCYC. (2008). Determinación de la resistencia a la flexión del concreto. *El concreto en la obra, problemas, causas y soluciones*,

<http://www.imcyc.com/ct2008/dic08/dic08/PDF/PROBLEMAS.pdf>.

IMCYC. (Setiembre de 2009). *Posibilidades del concreto*. Obtenido de Construcción y Tecnología: <http://www.imcyc.com/revistacyt/Sep09/posibilidad.htm>

Neville, A. M., & Brooks, J. J. (2010). *Concrete technology*. London: Pearson.

NRMCA. (6 de Julio de 2016). *National Ready Mixed Concrete Association*. Obtenido de <https://www.nrmca.org/aboutconcrete/cips/CIP33es.pdf>

NRMCA. (s.f.). CIP 30 - Adiciones al cemento. *El concreto en la practica*.

Pasquel Carbajal, E. (1998). *Temas de Tecnología del Concreto en el Perú*. Lima: Capitulo de Ingeniería Civil.

Rivva Lopez, E. (2007). *Diseño de mezclas*. Lima.

Torrent, R. (1999). Un método rápido y no-destructivo para medir la permeabilidad al aire del hormigon. *Materiales de Construcción*.

Universidad de Piura. (s.f.). Obtenido de

http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_153_164_104_1437.pdf

Normas ASTM, “American Society for Testing and Materials”

Normas NTP, “Norma Técnica Peruana”

Normas ACI, “American Concrete Institute”

Normas DIN, “Instituto Alemán de Normalización”

Normas UNE, “Norma Española”



ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexo A. Constancias | 164 |
| Anexo B. Certificado de Materiales | 167 |
| Anexo C. Diseños de Mezcla | 196 |
| Anexo D. Propiedades del Concreto en Estado Fresco | 206 |
| Anexo E. Resultado del Tiempo de Fraguado del Concreto | 209 |
| Anexo F. Resultado Resistencia a la Compresión | 238 |
| Anexo G. Resultado Resistencia a la Flexión y Tracción Indirecta | 256 |
| Anexo H. Resultado de Módulo de Elasticidad | 263 |
| Anexo I. Resultado Permeabilidad al Agua Bajo Presión | 314 |
| Anexo J. Análisis De Costos Unitarios | 328 |
| Anexo K. ASR- Reacción Álcali Agregado | 343 |



Anexo A. Constancias



AREQUIPA-PERU

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

165

CONSTANCIA

La que suscribe, **Ing. Alejandro Hidalgo Valdivia** Coordinador de Laboratorio de Suelos y Concreto del Programa Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María de Arequipa,

HACE CONSTAR

Que el Señor Bachiller en Ingeniería Civil:
ANDRE CAPARO GUEVARA

Código N° 2010200241

Han realizado los ensayos de Laboratorio de Concreto y Materiales de Construcción para complementar su trabajo de tesis para optar el título de Ingeniero Civil cuyo Título es: **“DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA PARA ELEMENTOS PREFABRICADOS Y/O PRETENSADOS UTILIZANDO ADICIONES MINERALES Y ADITIVOS EN EDADES TEMPRANAS MEDIANTE CURADO A VAPOR Y CURADO ADIABATICO EN LA CIUDAD DE AREQUIPA 2016”**.

Los ensayos efectuados por el señor tesista fueron los siguientes:

- 09 Análisis Granulométrico
- 09 Peso Unitario Suelto
- 09 Peso Unitario Varillado
- 09 Peso Específico y Absorción
- 09 Material pasante de la malla N° 200

Los trabajos realizados en las instalaciones del Laboratorio de Suelos y Concreto, han sido realizados entre el 02/01/17 y el 04/01/17.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que estimen conveniente.

Arequipa, 26 de Junio del 2017



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Alejandro Hidalgo Valdivia
Dr. Ing. ALEJANDRO VICTOR HIDALGO VALDIVIA
COORDINADOR DE LOS LABORATORIOS DE INGENIERIA CIVIL
EPIC- FAICA - CAMPUS PARQUE INDUSTRIAL

CONSTANCIA

El que suscribe, Ing. Carlos Guerra Cisneros, líder de calidad

Hace constar:

Que el señor Bachiller en Ingeniería Civil:

CAPARÓ GUEVARA, ANDRÉ Código N°2010200241

Ha realizado los ensayos de laboratorio para complementar su trabajo de tesis para optar el título de Ingeniero Civil cuyo título es: **“DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA PARA ELEMENTOS PREFABRICADOS Y/O PRETENSADOS UTILIZANDO ADICIONES MINERALES Y ADITIVOS EN EDADES TEMPRANAS MEDIANTE CURADO A VAPOR Y CURADO ADIABATICO EN LA CIUDAD DE AREQUIPA – 2017”**

Los trabajos realizados en las instalaciones del Laboratorio de control de Calidad de Planta Gloria han sido elaborados entre 31/01/2017 y el 15/07/2017.

Los ensayos efectuados por el tesista fueron los siguientes:

- Ensayos en concreto en estado fresco: Temperatura del Concreto, Asentamiento, Peso Unitario, Tiempo de Fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración.
- Vaciados de Concreto para 654 Probetas Cilíndricas de 10 cm x 20 cm (4” x 8”), para realizar ensayos de Resistencia a la Compresión, Numero de rebotes, Ultrasonido y Resistividad.
- Vaciados de Concreto para 307 Probetas Cilíndricas de 15 cm x 30 cm (6” x 12”), para realizar los ensayos de Modulo de Elasticidad, Permeabilidad al agua bajo presión y Tracción indirecta.
- Vaciados de Concreto para 7 Vigas de 15 cm x 15 cm x 50 cm, para realizar los ensayos de Resistencia a la Flexión y Permeabilidad al aire de Torrent.

Se expide la presente constancia a solicitud del interesado para los fines que estimen conveniente.


CONCRETOS
SUPERMIX
Productos de alta Resistencia
ING. CARLOS GUERRA CISNEROS
LÍDER DE CONTROL DE CALIDAD
CIP: 55171

Anexo B. Certificado de Materiales





UNSA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

UNIDAD DE PRODUCCION DE BIENES Y
PRESTACION DE SERVICIOS
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y
SERVICIOS
LABINVSERV

INFORME DE ENSAYO FISICO QUIMICO

Nº DE REPORTE: 18111-17

| | |
|--------------------------------|---|
| NOMBRE DEL CLIENTE | : CONCRETOS SUPERMIX S. A. |
| DIRECCIÓN | : AV. GENERAL DIEZ CANSECO 527 AREQUIPA |
| ASUNTO | : ANÁLISIS FISICO QUIMICO |
| PRODUCTO | : AGUA |
| CANTIDAD DE MUESTRAS | : 01 |
| LUGAR Y FECHA DE RECEPCIÓN | : AREQUIPA, 2017-06-12 |
| CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES | : BOTELLA DE PLASTICO |
| FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS | : AREQUIPA, 2017-06-13 |
| REFERENCIA | : MUESTRA PROPORCIONADA POR EL CLIENTE |
| PROCEDENCIA | : AGUA PLANTA GLORIA |
| OBRA | |
| CODIGO DE REGISTRO DE MUESTRA | : 23732 |

- LOS RESULTADOS OBTENIDOS CORRESPONDEN AL ANÁLISIS SOLICITADO EN LA MUESTRA RECIBIDA.
- ESTE FORMATO NO SERÁ REPRODUCIDO SIN AUTORIZACIÓN DEL LABORATORIO LABINVSERV

PAGINA 1 DE 2



UNSA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA

UNIDAD DE PRODUCCION DE BIENES Y
PRESTACION DE SERVICIOS
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y SERVICIOS
LABINVSERV

INFORME DE ENSAYO

Nº DE REPORTE: 18111-17

| DETERMINACIÓN DE : | | | | | |
|--------------------|------------------------|--------|--|--|--|
| Cloruros | mg/L | 79.26 | | | |
| Sulfatos | mg/L | 100.40 | | | |
| Sólidos Totales | mg/L | 498.00 | | | |
| Alcalinidad Total | mg/L CaCO ₃ | 124.97 | | | |
| OBSERVACIONES: | | | | | |

METODO DE ENSAYO

| DETERMINACIÓN | METODO DE ENSAYO APLICADO |
|-------------------|--|
| | NORMA /REFERENCIA / NOMBRE |
| Cloruros | Método Mercurimétrico (1, 2) 33.067 de la AOAC |
| Sulfatos | Método Turbidimétrico (1, 2) de la AOAC |
| Sólidos Totales | Método Gravimétrico |
| Alcalinidad Total | Método Volumétrico |

PAGINA 2 DE 2

Emitido en Arequipa (Perú), el 12 de Junio del 2017

Dr. Juan Reyes Larico
Jefe de Laboratorio
RCQP - 348



Anál. Quím. Ruth Begazo Guillén
Químico Responsable



CERTIFICADO DE CALIDAD CEMENTO PORTLAND TIPO I

YURA ASTM C150
NTP 334.009

REQUERIMIENTOS QUIMICOS:

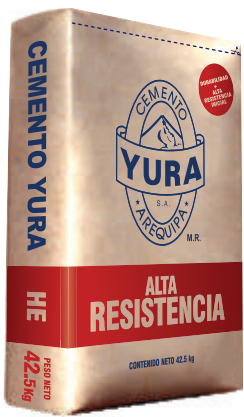
| | | |
|--|-------|---------------|
| Óxido de Silicio, SiO ₂ , % | 20.93 | No Especifica |
| Oxidos de Aluminio, Al ₂ O ₃ , % | 3.74 | No Especifica |
| Oxido Ferrico, Fe ₂ O ₃ , % | 4.31 | No Especifica |
| Oxido de Calcio, CaO, % | 63.89 | No Especifica |
| Óxido de Magnesio, MgO, % | 2.78 | 6.00 Máximo |
| Trióxido de Azufre, SO ₃ , % | 2.11 | 3.00 Máximo |
| Pérdida por Ignición o al Fuego, P.F % | 0.75 | 3.00 Máximo |
| Residuo Insoluble, R.I.% | 1.01 | 1.50 Máximo |

REQUERIMIENTOS FISICOS:

| | | |
|---|----------------|--------------------|
| Peso Especifico (g/cm ³) | 3.13 | No Especifica |
| Finura (Superficie Especifica - Blaine), cm ² /g | 3408 | No Especifica |
| Finura (Retenido malla N° 325 (45 µm)), % | 11.59 | No Especifica |
| Expansión en Autoclave, % | 0.04 | 0.80 Máximo |
| Tiempo de Fraguado, Ensayo de Vicat, minutos | | |
| Tiempo de Fraguado (Inicial) | 181 | 45 Mínimo |
| Tiempo de Fraguado (Final) | 224 | 375 Máximo |
| Contenido de Aire del mortero, % | 5.85 | 12.00 Máximo |
| Resistencia a la Compresión, MPa, (Kgf/cm ²) | | Mínimo : |
| 01 día | 14.50 (148) | No Especifica - |
| 03 días | 28.76 (294) | 12.0 (122) |
| 07 días | 35.78 (365) | 19.0 (194) |
| 28 días | Pendiente | No Especifica - |

Este Documento muestra Características Típicas del Promedio Mensual de la Producción del mes de Marzo confirmando que este cemento cumple con las especificaciones de las normas NTP 334.009 y ASTM C-150

Arequipa, 04 de Abril 2017



CEMENTO YURA TIPO HE ALTA RESISTENCIA INICIAL



DESCRIPCIÓN

El cemento YURA ALTA RESISTENCIA INICIAL, clasificado como cemento tipo HE según la norma NTP 334.082 (ASTM C 1157), es un cemento portland de última generación, elaborado bajo los más altos estándares de la industria cementera, colaborando con el cuidado del medio ambiente, debido a que en su producción se genera menor cantidad de CO₂ contribuyendo a una 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 hasta lograr un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

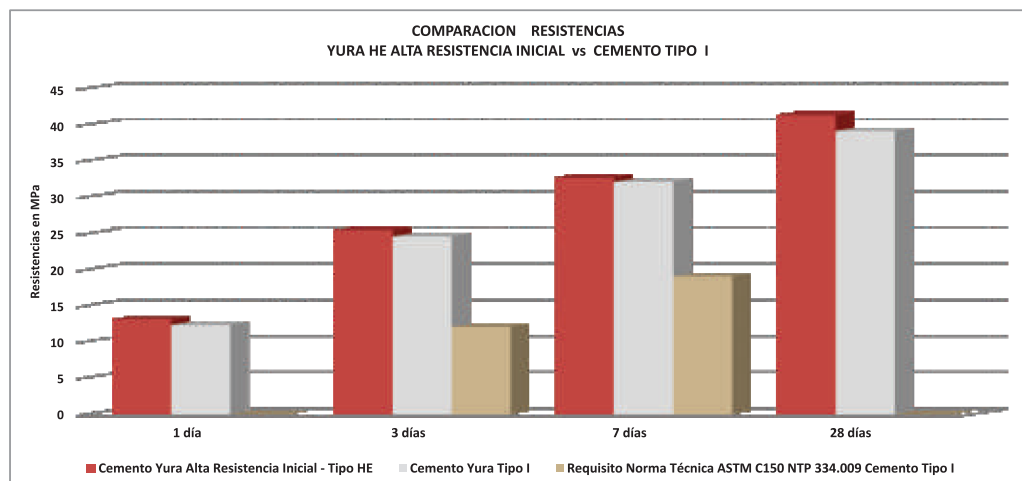
La composición de este producto permite la producción de concretos con requerimientos de altas resistencias iniciales, otorgando propiedades adicionales para lograr alta durabilidad por lo que puede ser utilizado en obras de infraestructura y construcción en general.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

| REQUISITOS FÍSICOS | REQUISITOS NORMA TÉCNICA NTP 334.082 ASTM C 1157 | | DESEMPEÑO CEMENTO YURA ALTA RESISTENCIA INICIAL - TIPO HE | | REQUISITOS NORMA TÉCNICA CEMENTO TIPO I NTP 334.009 / ASTM C 150 | |
|---|--|-----|---|--------------|--|-----|
| - Superficie específica Blaine (cm ² /g) | - | | 4400 | | 2600 Mínimo | |
| - Expansión en autoclave (%) | 0.80 Máximo | | 0.00 | | 0.80 Máximo | |
| - Fraguado Vitcat Inicial (minutos) | 45 Mínimo | | 170 | | 45 Mínimo | |
| - Fraguado Vitcat Final (minutos) | 420 Máximo | | 210 | | 375 Máximo | |
| - Contenido aire Mortero (%) | - | | 4.50 | | 12.00 Máximo | |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN | kg-f/cm ² | MPa | kg-f/cm ² | MPa | kg-f/cm ² | MPa |
| 1 día | 122 | 12 | 135 - 145 | 13.2 - 14.20 | - | - |
| 3 días | 244 | 24 | 252 - 272 | 24.7 - 26.67 | 122 | 12 |
| 7 días | - | - | 306 - 366 | 30.0 - 35.90 | 194 | 19 |
| 28 días | - | - | 410 - 435 | 40.2 - 42.70 | - | - |

*EL CEMENTO YURA TIPO HE – ALTA RESISTENCIA INICIAL reemplaza al cemento tipo I, donde esté especificado técnicamente.

EQUIVALENCIA O CARACTERÍSTICAS SIMILARES A OTROS TIPOS DE CEMENTOS





CEMENTO YURA TIPO HE ALTA RESISTENCIA INICIAL

172

PROPIEDADES

EL CEMENTO YURA TIPO HE – ALTA RESISTENCIA INICIAL, por su formulación especial, proporciona al concreto las siguientes propiedades:

- Alta resistencia inicial.
- Aumento de impermeabilidad
- Resistencia a los sulfatos
- Resistencia a los cloruros
- 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 CO₂.

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:



Guantes Impermeables



Protección Ocular



Botas Impermeables



Protección Respiratoria

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

EL CEMENTO YURA ALTA RESISTENCIA INICIAL, cumple con las especificaciones técnicas de los siguientes países:

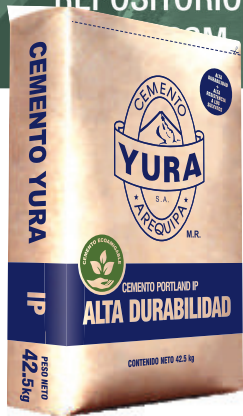
| PAIS | NORMA | | DENOMINACIÓN | |
|----------|---------------------------|---------------|-------------------------------|------------------------|
| Perú | Norma Técnica Peruana | NTP 334.082 | CEMENTO PORTLAND | TIPO HE |
| Chile | Norma Chilena Oficial | NCh 148 Of68 | CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO | GRADO ALTA RESISTENCIA |
| USA | Norma Americana | ASTM C1157 | PORTLAND CEMENT | TIPO HE |
| Bolivia | Norma Boliviana | NB-011 | CEMENTO PORTLAND CON PUZOLANA | TIPO IP 40 |
| Ecuador | Norma Técnica Ecuatoriana | NTE INEN 2380 | CEMENTO HIDRÁULICO | TIPO HE |
| Colombia | Norma Técnica 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.

VERSIÓN DICIEMBRE 2013

TIPO HE - ALTA RESISTENCIA INICIAL
TYPE HE - HIGH EARLY STRENGTH



CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA IP – ALTA DURABILIDAD



DESCRIPCIÓN

El Cemento Portland Puzolánico Yura IP, ALTA DURABILIDAD, es un cemento elaborado bajo los más estrictos estándares de la industria cementera, colaborando con el medio ambiente, debido a que en su producción se reduce ostensiblemente la emisión de CO₂, contribuyendo a la reducción de los gases con efecto invernadero.

Es un producto fabricado a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Esta mezcla es molida industrialmente en molinos de última generación, logrando un alto grado de finura. La fabricación es controlada bajo un sistema de gestión de calidad certificado con ISO 9001 y de gestión ambiental ISO 14001, asegurando un alto estándar de calidad.

Sus componentes y la tecnología utilizada en su fabricación, hacen que el Cemento Portland Puzolánico YURA IP, tenga propiedades especiales que otorgan a los concretos y morteros cualidades únicas de ALTA DURABILIDAD, permitiendo que el concreto mejore su resistencia e impermeabilidad y también pueda resistir la acción del intemperismo, ataques químicos (aguas saladas, sulfatadas, ácidas, desechos industriales, reacciones químicas en los agregados, etc.), abrasión, u otros tipos de deterioro.

Puede ser utilizado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente para OBRAS DE ALTA EXIGENCIA DE DURABILIDAD.

LA DURABILIDAD

“Es aquella propiedad del concreto endurecido que define la capacidad de éste para resistir la acción del medio ambiente que lo rodea, permitiendo alargar su vida útil”.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

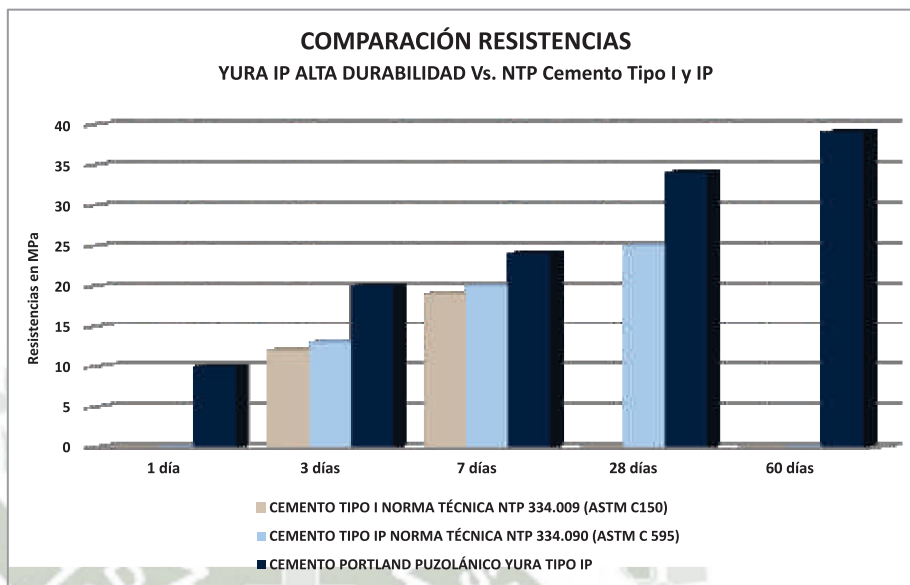
| REQUISITOS QUÍMICOS | CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA TIPO IP | Requisitos Norma NTP 334.090 ASTM C-595 |
|--------------------------|---|---|
| MgO (%) | 1.99 | 6.00 Máx. |
| SO ₃ (%) | 1.75 | 4.00 Máx. |
| Pérdida por ignición (%) | 2.14 | 5.00 Máx. |

| REQUISITOS FÍSICOS | CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA TIPO IP | | Norma NTP 334.090 ASTM C-595 | | Comparativo con Norma Tipo I y Tipo V Requisitos Norma Técnica NTP 334.009 / ASTM C 150 | |
|---------------------------------------|---|-----|---------------------------------|-----|--|-----|
| | Kgf/cm ² | MPa | Kgf/cm ² | MPa | Cemento Tipo I Kgf/cm ² | MPa |
| Peso específico (gr/cm ³) | 2.85 | | - | | - | - |
| Expansión en autoclave (%) | 0 | | 0.80 Máx. | | - | - |
| Fraguado Vicat inicial (minutos) | 170 | | 45 Mín. | | - | - |
| Fraguado Vicat final (minutos) | 270 | | 420 Máx. | | - | - |
| Resistencia a la compresión | | | | | | |
| 1 días | 104 | 10 | - | - | - | - |
| 3 días | 199 | 20 | 133 Mín. | 13 | 122 | 12 |
| 7 días | 247 | 24 | 204 Mín. | 20 | 194 | 19 |
| 28 días | 342 | 34 | 255 Mín. | 25 | - | - |
| 60 días | 397 | 39 | - | - | - | - |
| Resistencia a los sulfatos | Cemento IP | | | | Cemento Tipo V | |
| % Expansión a los 14 días | 0.018 | | | - | 0.04 Máx. | |

VERSIÓN NOVIEMBRE 2014

CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA IP – ALTA DURABILIDAD

COMPARATIVO CON REQUISITOS DE RESISTENCIA DE NORMAS TÉCNICAS



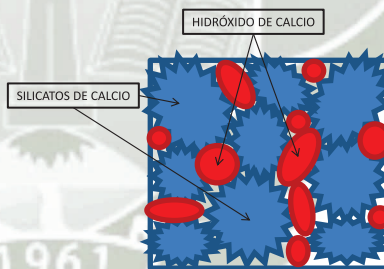
PROPIEDADES

1 MAYOR 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 puzolana, hacen que el cemento Yura IP desarrolle con el tiempo resistencias a la compresión superiores a las que ofrecen otros tipos de cemento.

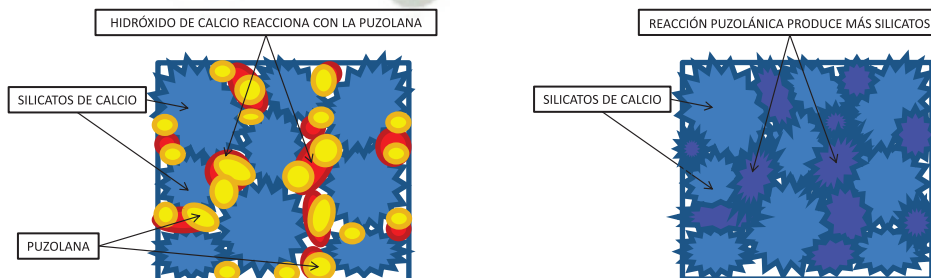
Los aluminosilicatos de la puzolana reaccionan con el hidróxido de calcio liberado de la reacción de hidratación del cemento formando silicatos cálcicos que son compuestos hidráulicos que le dan una resistencia adicional al cemento, superando a otros tipos de cemento que no contienen puzolana.

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 PORTLAND PUZOLÁNICO YURA IP



La puzolana que contiene el cemento 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.

VERSIÓN NOVIEMBRE 2014

CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA IP – ALTA DURABILIDAD

PROPIEDADES

2 RESISTENCIA AL ATAQUE DE SULFATOS:

El hidróxido de calcio, liberado en la hidratación del cemento, reacciona con los sulfatos produciendo sulfato de calcio dihidratado 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 Yura Tipo IP es más resistente a los sulfatos y al ataque químico de otros iones agresivos.

Resultados de laboratorio demuestran que el cemento Portland Tipo IP, tiene mayor resistencia a los sulfatos que el cemento Tipo V.

| Resistencia a los sulfatos | Resultado Cemento YURA IP | Resultado Cemento YURA Tipo V | Requisitos de Norma NTP 334.009 Tipo V |
|-------------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--|
| Máximo % de Expansión a los 14 días | 0.018 | 0.029 | 0.040 Máx. |

* La expansión del cemento YURA IP - ALTA DURABILIDAD, es menor que la del cemento Tipo V y mucho menor al exigido en la norma.

3 MAYOR IMPERMEABILIDAD:

El cemento portland puzolánico 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 menos permeable y protege a la estructura metálica de la corrosión.

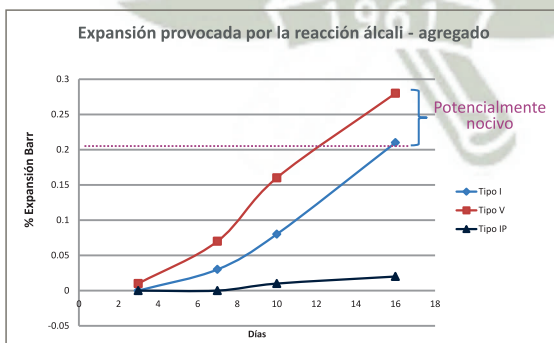
4 DISMINUYE LA REACCIÓN NOCIVA ÁLCALI - AGREGADO:

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 Yura tipo 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.

ENSAYO DE COMPROBACIÓN DEL CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA TIPO IP QUE INHIBE LA REACCIÓN ÁLCALI – AGREGADO.

Comparación de potencial de reactividad alcalina de los cementos tipos I, V y IP según método de la norma ASTM C1260-07



El cemento Yura IP neutraliza esta reacción protegiendo al concreto contra este tipo de ataque.

| Días | % Expansión Barr | | |
|---------|------------------|----------------|-----------------|
| | Cemento tipo I | Cemento tipo V | Cemento tipo IP |
| 3 días | 0 | 0.01 | 0 |
| 7 días | 0.03 | 0.07 | 0 |
| 10 días | 0.08 | 0.16 | 0.01 |
| 16 días | 0.21* | 0.28* | 0.02** |

*Los cementos tipo I y V presentan un porcentaje de expansión de 0.20 a los 16 días lo cual se les considera potencialmente dañino.

** Bajo riesgo de expansión en condiciones de campo.

CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA IP – ALTA DURABILIDAD

PROPIEDADES

5 MENOR CALOR DE HIDRATACION:

La reacción entre el Hidróxido de Calcio, liberado en la hidratación el cemento, con el aluminato tricálcico(C3A) presente en el cemento, genera gran calor de hidratación. La puzolana al reaccionar con el hidróxido de calcio, inhibe esta reacción, generando menor calor de hidratación, evitando contracciones y fisuraciones que afectan la calidad del concreto, principalmente en obra de gran volumen.

El cemento de Yura tipo IP cumple con el requisito, a los 7 y 28 días, de generar un moderado calor de hidratación. Por lo tanto, puede utilizarse al igual que el cemento Portland tipo II.

BENEFICIOS AMBIENTALES

Menor consumo energético.
Cemento fabricado con menor emisión de CO₂.

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:



Guantes Impermeables



Protección Ocular



Botas Impermeables



Protección Respiratoria

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

EL CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO YURA IP - ALTA DURABILIDAD, cumple con las especificaciones técnicas de los siguientes países:

| PAIS | NORMA | | DENOMINACIÓN | |
|----------|---------------------------|---------------|-------------------------------|-----------------|
| Perú | Norma Técnica Peruana | NTP 334.090 | CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO | TIPO IP |
| Chile | Norma Chilena Oficial | NCh 148 Of68 | CEMENTO PUZOLÁNICO | GRADO CORRIENTE |
| USA | Norma Americana | ASTM C595 | PORTLAND POZZOLAN CEMENT | TYPE IP |
| Bolivia | Norma Boliviana | NB-011 | CEMENTO PORTLAND CON PUZOLANA | TIPO IP 30 |
| Ecuador | Norma Técnica Ecuatoriana | NTE INEN 490 | CEMENTO PORTLAND PUZOLÁNICO | TIPO IP |
| Brasil | Norma Brasileña | NBR 5736 | CIMENTO PORTLAND POZOLÁNICO | TIPO CP IV 32 |
| Colombia | Norma Técnica 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.

VERSIÓN NOVIEMBRE 2014



GRUPO CEMENTOS PORTLAND VALDERRIVAS

Cementos Portland Valderrivas, S.A.

FÁBRICA: OLAZAGUTIA

Certificado ER: ER-0878/1997

CERTIFICADO DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Cemento CEM I 52,5R ULTRAVAL

Periodo

octubre de 2014

CEM I 52,5R (ul)

CE: 0099/CPD/A33/0836

| ENSAYOS | Resultados Valor Promedio | Especificación Norma EN/UNE |
|---|------------------------------|--------------------------------|
| Características Químicas | | |
| Pérdida por Calcinación/Pérdida al fuego % | 1,6 | < 5,0 |
| Residuo Insoluble % | 0,2 | < 5,0 |
| Sulfatos (SO ₃) % | 3,1 | < 4,0 |
| Cloruros % | 0,01 | < 0,10 |
| Características Físicas y Mecánicas | | |
| Agua de Consistencia Normal % | 35,3 | |
| Principio de Fraguado min | 76 | > 45 |
| Final de Fraguado min | 134 | |
| Expansión Le Chatelier mm | 0,0 | < 10 |
| Superficie específica (Blaine) cm ² /g | 7558 | |
| Resistencia mecánica a compresión a 2 días MPa | | |
| • Media mensual | 55,9 | > 30,0 |
| • Media acumulada (11/2013 - 10/2014) | 56,1 | > 30,0 |
| • Desv. Std. acumulada (11/2013 - 10/2014) | 0,8 | |
| Resistencia mecánica a compresión a 28 días MPa | | |
| • Media mensual | 71,8 | > 52,5 |
| • Media acumulada (11/2013 - 10/2014) | 72,0 | > 52,5 |
| • Desv. Std. acumulada (11/2013 - 10/2014) | 1,2 | |

El presente documento no implica que por parte de la Empresa se haya suministrado cantidad alguna de cemento

Barrio de la Estación s/n
31809 Olazagutía, Navarra
Tel. 948 46 61 00

Jefe de Control de Calidad



GRUPO CEMENTOS PORTLAND VALDERRIVAS

NEOPLAST 8500 HP®

ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO Y SUPERPLASTIFICANTE SIN RETARDO

DESCRIPCIÓN

NEOPLAST 8500 HP es un aditivo para concreto especialmente desarrollado para incrementar el tiempo de trabajabilidad, reductor de agua de alto rango sin retardo y optimizador de cemento en mezclas de concreto, está diseñado para ser empleado en climas cálidos y fríos.

APLICACIONES PRINCIPALES

- Concreto autocompactados.
- Concreto de baja relaciones agua/cemento.
- Concreto de alta resistencia.
- Concreto fluido de alto asentamiento.
- Concreto reforzado.

BENEFICIOS

- Produce concreto fluidos sin retardo.
- Permite que el concreto o mortero sea transportado a largas distancias.
- Reduce más de 45% del agua de amasado.
- Reduce la segregación y exudación en el concreto plástico.
- Reduce las fisuras y permeabilidad en el concreto endurecido.

INFORMACIÓN TÉCNICA

Densidad : 1.10 kg/L
Color : Ámbar oscuro
Apariencia : Líquido

ESPECIFICACIONES /NORMA

El NEOPLAST 8500 HP cumple con la clasificación de la norma NTP 334.088 y ASTM C-494, Tipo F. (*).

NEOPLAST 8500 HP®

ADITIVO REDUCTOR DE AGUA DE ALTO RANGO Y SUPERPLASTIFICANTE SIN RETARDO

INSTRUCCIONES DE USO

NEOPLAST 8500 HP se presenta listo para su uso y debe incorporarse a la mezcla cuando ésta se encuentra húmeda dentro del mezclador, ya sea en la planta o en la obra. Agregue **NEOPLAST 8500 HP** al agua restante del amasado de la mezcla o directamente. No debe entrar en contacto directo con el cemento seco.

Las variaciones en la pérdida de asentamiento y fraguado están en función a la cantidad usada del aditivo, característica del cemento y el diseño de mezcla elegido

DOSIFICACIÓN

El **NEOPLAST 8500 HP** es recomendado usar a una dosificación 0.2– 2.0% por peso del cemento. Se recomienda hacer ensayos previos para establecer la dosis según los requerimientos establecidos en obra.

PRESENTACIÓN

- Tanques 1100 kg
- Cilindro 180 kg
- Balde 20 kg

PRECAUCIONES / RESTRICCIONES

- Se debe proteger el **NEOPLAST 8500 HP** contra el congelamiento. Nunca agite con aire.
 - Los cambios en los tipos de cemento, agregados y temperatura modifican el desempeño de los aditivos en la mezcla de concreto, variando resultados en el concreto fresco y endurecido.
 - No es compatible con los aditivos base naftalenos.
 - Se debe consultar con nuestros Asesores Técnicos cada vez que se tenga dudas respecto al uso del producto. De esta manera, podrá definir la solución que ofrezca un mejor costo-beneficio a nuestro cliente.
 - EL producto debe almacenarse en su envase original, bien cerrado, bajo techo, en un lugar fresco y seco.
- (*) NEOPLAST 8500 HP clasifica la norma en la dosis de 0.5%.

MANEJO Y ALMACENAMIENTO

NEOPLAST 8500 HP debe almacenarse en su envase original herméticamente cerrado y bajo techo.
Vida útil de almacenamiento: 12 meses.

Química Suiza Industrial
del Perú SA
Av. República de Panamá 2577
Lima 13 - Perú
www.qsindustrial.biz

T (+51-1) 710 4000
F (+51-1) 710 4050

EUCO WR-75

ADITIVO MANTENSOR DE PLASTICIDAD, REDUCTOR DE AGUA CON RETARDO CONTROLADO

DESCRIPCIÓN

EUCO WR-75 es un aditivo líquido a base de polímeros orgánicos, formulado específicamente para obtener una reducción de agua y un excelente desempeño manteniendo el asentamiento por un largo periodo.

APLICACIONES PRINCIPALES

EUCO WR-75 está especialmente recomendado cuando se requiere:

- Elaborar cualquier tipo de concreto en general
- Concreto premezclado
- Concreto colocados en climas cálidos y templados
- Cuando se requiera transporta el concreto a largas distancias.
- Concretos especiales

BENEFICIOS

- Permite transportar la mezcla a larga distancia.
- Mejora la cohesión y reduce la segregación
- Facilita el bombeo y colocación del concreto a distancias largas.
- Proporciona un retardo controlado, dependiendo la dosis empleada.
- Reduce la exudación y contracción del concreto.
- No contiene cloruros ni agentes corrosivos.

INFORMACIÓN TÉCNICA

Densidad: 1.156 +/- 0.01 g/mL

pH: 7.5 +/- 0.5

Líquido, color incoloro

ESPECIFICACIONES/NORMAS

Este producto cumple con las especificaciones de la norma ASTM C 494 Tipo B.

Química Suiza Industrial
del Perú SA
Av. República de Panamá 2577
Lima 13 - Perú
www.qsindustrial.biz

T (+51-1) 710 4000
F (+51-1) 710 4050

EUCO WR-75

ADITIVO MANTENSOR DE PLASTICIDAD, REDUCTOR DE AGUA CON RETARDO CONTROLADO

INSTRUCCIONES DE USO

Agregue **EUCO WR- 75** al agua restante del amasado de la mezcla o directamente, no debe entrar en contacto directo con el cemento seco, no debe mezclarse con otros aditivo.

Se puede agregar **EUCO WR- 75** manualmente o con dosificadores, es un producto listo para usarse y no requiere agitación o mezclado adicional.

DOSIFICACIÓN

El **EUCO WR-75** es usado a una dosificación 0.1– 0.3% por peso del cemento. Se recomienda hacer ensayos previos para establecer la dosis según los requerimientos.

PRESENTACIÓN

- Cilindro 230 kg
- Baldes 20 kg.

PRECAUSIONES/ RESTRICCIONES

- Se debe proteger el **EUCO WR- 75** contra el congelamiento.
- Se deberá de tener cuidado cuando se aplique en temperaturas de ambiente menores a 15°C ya que puede presentar tiempos de fraguados iniciales y finales prolongados.
- Los cambios en los tipos de cemento, agregados y temperatura modifican el desempeño de los aditivos en la mezcla de concreto, variando resultados en el concreto fresco y endurecido.
- Se debe consultar con nuestros Asesores Técnicos cada vez que se tenga dudas respecto al uso del producto. De esta manera, podrá definir la solución que ofrezca un mejor costo-beneficio a nuestro cliente.
- EL producto debe almacenarse en su envase original, bien cerrado, bajo techo, en un lugar fresco y seco.
- No utilice aire para su agitación.

Vida útil: 12 meses

HOJA TÉCNICA

Sika® ViscoCrete®-1110 PE

Aditivo superplastificante con retardo

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un poderoso superplastificante de tercera generación para concretos y morteros. Ideal para concretos autocompactantes.

USOS

- Es adecuado para la producción de concreto en obra, así como para el concreto pre-mezclado.
- Facilita la extrema reducción de agua, tiene excelentes propiedades con los agregados finos, una óptima cohesión y alto comportamiento autocompactante.
- Se usa para los siguientes tipos de concreto:
 - Concreto autocompactante.
 - Para concretos bajo agua, sistemas tremie. (la relación agua – material cementante debe ser entre 0.30 a 0.45)
 - Concreto para climas cálidos y/o sometidos a trayectos largos o espera antes de su utilización.
 - Concreto de alta reducción de agua (hasta 30%)
 - Concreto de alta resistencia.
 - Inyección de lachada de cementos con alta fluidez.
- La alta reducción de agua y la excelente fluidez tienen una influencia positiva sobre las aplicaciones antes mencionadas.

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

Sika® ViscoCrete®-1110 PE actúa por diferentes mecanismos. Gracias a la absorción superficial y el efecto de separación espacial sobre las partículas de cemento (paralelos al proceso de hidratación) se obtienen las siguientes propiedades:

- Fuerte reducción de agua y aumenta la cohesión lo que lo hace adecuado para la producción de concreto autocompactante.
- Alta Impermeabilidad.
- Extrema reducción de agua (que trae consigo una alta densidad y resistencia).
- Excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de colocación y vibración).
- Mejora la plasticidad y disminuye la contracción plástica.
- A dosis altas mantiene el slump por más de dos horas (Hacer pruebas de diseño) Esto puede variar por las condiciones ambientales y el tipo de cemento que use.
- Reduce la carbonatación del concreto.

- Aumenta la durabilidad del concreto.
- Reduce la exudación y la segregación.
- Aumenta la adherencia entre el concreto y el acero.

Sika® ViscoCrete®-1110 PE no contiene cloruros ni otros ingredientes que promuevan la corrosión del acero. Por lo tanto, puede usarse sin restricciones en construcciones de concreto reforzado y pre-tensado.

NORMAS

ESTÁNDARES

Cumple con la norma ASTM C-494 Tipo G y ASTM C-1017

DATOS BÁSICOS

FORMA

COLORES

Marro claro a marrón oscuro

ASPECTO

Líquido

PRESENTACIÓN

- Granel x 1 L.
- Cilindro x 200 L.

ALMACENAMIENTO

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL

12 meses a partir de la fecha de producción, en su envase original y sin abrir, protegido de la luz directa del sol y de las heladas, a temperaturas entre 5 °C y 35 °C.

DATOS TÉCNICOS

DENSIDAD

1,06 kg/L ± 0,01

USGBC VALORACIÓN LEED

Sika® ViscoCrete®-1110 PE cumple con los requerimientos LEED.

Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants.

Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN

CONSUMO / DOSIS

- Para concretos plásticos suaves: 0,4 % - 1 % del peso del cemento.
- Para concretos fluidos y autocompactantes: 1% - 2 % cm³ por kilogramo de cemento.

MÉTODO DE APLICACIÓN

MODO DE EMPLEO

Sika® ViscoCrete®-1110 PE se agrega al agua de amasado o junto con el agua a la mezcladora de concreto. Para un aprovechamiento óptimo de la alta capacidad de reducción de agua, recomendamos un mezclado cuidadoso durante 60 segundos como mínimo.

Para evitar la exudación en el concreto y lograr la consistencia deseada, el agua restante de la mezcla recién se añadirá cuando hayan transcurrido 60 segundos del tiempo de mezclado.

Cuando se trabaja con relaciones a/c bajas es recomendable mezclar el concreto de 7 a 10 minutos.

El uso de Sika® ViscoCrete®-1110 PE garantiza un concreto de la más alta calidad. Sin embargo, también en el caso del concreto preparado con Sika® ViscoCrete®-1110 PE debe cumplirse con las normas estándar para la buena producción y colocación de concretos.

El concreto fresco debe ser curado apropiadamente con Sika® Antisol® S.

IMPORTANTE

PARA CONCRETOS FLUIDOS Y CONCRETOS AUTOCOMPACTANTES.

Sika® ViscoCrete®-1110 PE también puede usarse para concretos fluidos y autocompactantes mediante la utilización de dosificaciones especiales de mezclado.

Cuando el Sika® ViscoCrete®-1110 PE está Congelado.

Descongelarlo lentamente a temperatura ambiente y mezclarlo en forma intensiva.

COMBINACIONES.

Sika® ViscoCrete®-1110 PE puede combinarse con los siguientes productos Sika: Sika® - 1, Sika® CNI, Sika® Fume y SikaAer®, entre otros.

Se recomienda realizar un ensayo previo si se realizan combinaciones de varios de los productos antes mencionados. Favor consultar a nuestro servicio técnico.

PRECAUCIONES DE MANIPULACIÓN

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma natural o sintética y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

ECOLOGÍA

No desechar en vías acuáticas ni en el suelo. Cumplir las normas locales al respecto.

TOXICIDAD

No tóxico según los códigos suizos vigentes sobre salud y seguridad.

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.

**“La presente Edición anula y reemplaza la Edición Nº 3
la misma que deberá ser destruida”**

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Sika® ViscoCrete®-1110 PE :

1.- SIKI PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKI CIUDAD VIRTUAL



Sika Perú S.A.
Concrete
Centro Industrial "Las Praderas
de Lurín S/N - Mz "B" Lote 5 y
6, Lurín
Lima
Perú
www.sika.com.pe

Hoja Técnica
Sika® ViscoCrete®-1110 PE
22.01.15, Edición 4

Versión elaborada por: Sika Perú S.A.
CG, Departamento Técnico
Telf: 618-6060
Fax: 618-6070
Mail: información@pe.sika.com



HOJA TÉCNICA

Plastiment® TM-12

Retardante de fragua y reductor de agua.

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Plastiment® TM-12 es un aditivo plastificante y retardante de fragua, exento de cloruros.

USOS

- Vaciado de concreto en tiempo caluroso.
- Vaciado de concreto en grandes volúmenes.
- Evita juntas frías en faenas continuas.
- Concreto premezclado.
- Transporte de concreto a largas distancias.
- Concreto bombeado.

NORMA

Plastiment® TM-12 cumple con la Norma ASTM C 494 como aditivo tipo D y tipo B.

DATOS BÁSICOS

FORMA

ASPECTO

Líquido

COLORES

Marrón claro a oscuro

PRESENTACIÓN

- Granel x 1 L
- Cilindro x 200 L
- Dispenser x 1,000 L

ALMACENAMIENTO

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO / VIDA ÚTIL

1 año en sitio fresco y bajo techo en su empaque original bien cerrado.

DATOS TÉCNICOS

DENSIDAD

1,17 kg/L ± 0,02

USGBC VALORACIÓN LEED

Plastiment TM-12 cumple con los requerimientos LEED.

Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants.

Contenido de VOC < 420 g/L (menos agua)

INFORMACIÓN DEL SISTEMA

DETALLES DE APLICACIÓN

CONSUMO / DOSIS

Del 0.2% al 0.9% del peso del cemento. Se deben realizar pruebas previas para optimizar la dosis.

MÉTODO DE APLICACIÓN

MODO DE EMPLEO

- Diluido en la última parte del agua de amasado.
- Si se utiliza otros aditivos se deben de añadir por separado.
- Plastiment® TM-12 se puede usar en combinación con otros aditivos como incorporadores de aire tipo SikaAer®, Sikament®, Sika® ViscoCrete® entre otros.

IMPORTANTE

- La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales y en las condiciones de la obra.
- Dosificaciones superiores a las recomendadas pueden ocasionar retardos prolongados del fraguado del concreto, que no afectan la resistencia final.
- Plastiment® TM-12 puede presentar un mayor retardo según el tipo de cemento.

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD

PRECAUCIONES DE MANIPULACIÓN

Durante la manipulación de cualquier producto químico, evite el contacto directo con los ojos, piel y vías respiratorias. Protéjase adecuadamente utilizando guantes de goma naturales o sintéticos y anteojos de seguridad. En caso de contacto con los ojos, lavar inmediatamente con abundante agua durante 15 minutos manteniendo los párpados abiertos y consultar a su médico.

OBSERVACIONES

La Hoja de Seguridad de este producto se encuentra a disposición del interesado. Agradeceremos solicitarla a nuestro Departamento Comercial, teléfono: 618-6060 o descargarla a través de Internet en nuestra página web: www.sika.com.pe

NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados.

Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web www.sika.com.pe.

**“La presente Edición anula y reemplaza la Edición N° 4
la misma que deberá ser destruida”**

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE Plastiment® TM-12 :

1.- SIKA PRODUCT FINDER: APLICACIÓN DE CATÁLOGO DE PRODUCTOS



2.- SIKA CIUDAD VIRTUAL



Sika Perú S.A.
Concrete
Centro industrial "Las Praderas
de Lurín" s/n MZ B, Lotes 5 y
6, Lurín
Lima
Perú
www.sika.com.pe

**Versión elaborada por: Sika Perú
S.A.**
CG, Departamento Técnico
Telf: 618-6060
Fax: 618-6070
Mail: informacion@pe.sika



© 2014 Sika Perú S.A.

Hoja Técnica
Plastiment® TM-12
22.01.15, Edición 5

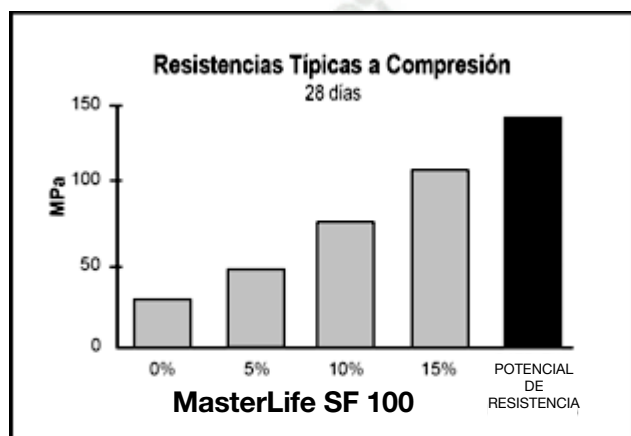
MasterLife® SF 100

Antes: RHEOMAC® SF 100

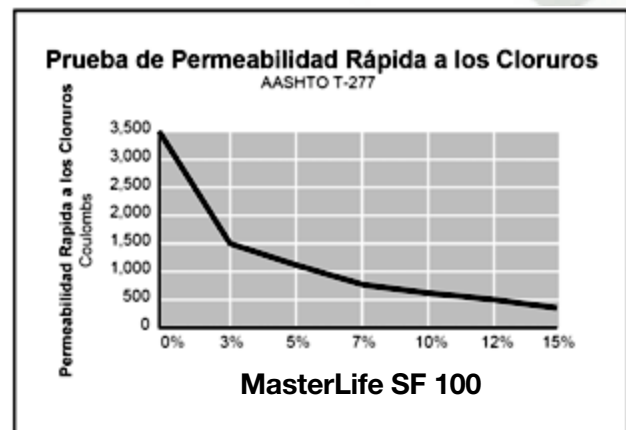
Aditivo Mineral, microsílíce compactada.

Descripción del producto

MasterLife SF 100 es un aditivo mineral a base de microsílíce compactada y seco que produce cualidades especiales en el concreto. Mejora las características del concreto endurecido en dos formas:



Las resistencias a compresión se pueden lograr cuando la mezcla está optimizada en relación agua/cemento, agregado y otros factores que afectan la resistencia.



De tal manera que incrementa la cantidad de gel de silicatos de calcio, mejorando así la resistencia y reduciendo la permeabilidad del concreto. Como resultado, se obtiene un concreto extremadamente durable.

Campo de aplicación

MasterLife SF 100 produce un concreto con permeabilidad mínima. Esto limita la penetración de agua, cloruros, sulfatos y otros agentes químicos que provocan la corrosión del acero de refuerzo del concreto. Es por esto **MasterLife SF 100** es el producto ideal para estacionamientos, puentes, estructuras marinas y cualquier construcción que requiera concreto impermeable.

MasterLife SF 100 también desarrolla muy altas resistencias debido a sus propiedades puzolánicas. Así se puede construir con miembros más esbeltos o de menores dimensiones y se mejora la economía de las estructuras. Como resultado de los beneficios anteriores, **MasterLife SF 100** mejora el desempeño del concreto pretensado y prefabricado.

Protección contra la corrosión: cuando el acero de refuerzo queda embebido en el ambiente alcalino del concreto, una capa protectora natural se forma alrededor de las barras de refuerzo. Sin embargo, ésta capa protectora puede sufrir daños. Cuando esto ocurre y existe presencia de oxígeno y humedad, puede provocar la corrosión del acero de refuerzo. **MasterLife SF 100** ayuda a proteger al concreto reforzado contra la corrosión. La baja permeabilidad del concreto producido con **MasterLife SF 100** impide el ingreso de los iones de cloruro al acero de refuerzo, además **MasterLife SF 100** reduce la conductividad eléctrica del concreto, impidiendo el proceso electroquímico de la corrosión.

MasterLife SF 100 está formado por millones de partículas de microsílíce compactadas en esferas menores a 1 mm de diámetro. Una vez expuestas a la acción de mezclado del concreto, **MasterLife SF 100** vuelve a tomar su forma precompactado y se dispersa por todo el concreto. Esto origina la baja permeabilidad y la alta resistencia del concreto producido con **MasterLife SF 100**.

Compatibilidad: **MasterLife SF 100** puede usarse con cementos Portland que cumplan con las especificaciones ASTM, AASHTO, o CRD. Es compatible con la mayoría de los aditivos para concreto incluyendo todos los aditivos de **BASF**.

Se recomienda el uso del **MasterLife SF 100** con aditivos superplastificantes como el **MasterRehobuild**, para obtener máxima trabajabilidad manteniendo una baja relación agua-cemento.

Características y beneficios

MasterLife SF 100 es un componente crítico en la producción de concreto de alto desempeño con las siguientes propiedades de ingeniería:

- Alta reducción de la permeabilidad que inhibe el ingreso de humedad, cloruros y otros contaminantes.
- Protección contra la corrosión efectiva del acero de refuerzo en el concreto.
- Concreto muy durable con mayor resistencia a:
 - Corrosión
 - Abrasión/erosión
 - Ataque químico
 - Sulfatos
 - Daños por hielo/deshielo
- Concreto de Alta-Resistencia por encima de 105 MPa.
- Altas Resistencias Iniciales que permiten una producción más eficiente y efectiva en costo de concreto prefabricado y pretensado.

Presentación

El **MasterLife SF 100** está disponible en sacos de 20 kg y en Big Bag de 1000 kg.

Datos técnicos*

Gravedad específica: la gravedad específica del **MasterLife SF 100** es de 2.2.

Fraguado: el tiempo de fraguado del concreto depende de la composición química y física del cemento y/o del tipo de cemento usado en la producción del concreto. Este tiempo de fraguado también está en relación directa con la temperatura del concreto, las condiciones climáticas y el uso de aditivos químicos. Se recomienda realizar pruebas con los materiales de la obra, con el fin de determinar la dosificación adecuada para lograr un tiempo de fraguado específico.

*Los datos técnicos reflejados son fruto de resultados estadísticos y no representan mínimos garantizados. Si se desean los datos de control, pueden solicitarse a nuestro Departamento Técnico.

Procedimiento de aplicación

MasterLife SF 100 se añade en la planta de concreto en forma similar al cemento u otros materiales cementantes, como la ceniza volante y la escoria granulada. Puede añadirse en la mezcladora control o al camión mezclador. Se recomienda seguir los procedimientos de ASTM C-94 para asegurar una mezcla efectiva y uniforme.

Nota: Para información sobre el uso adecuado de **MasterLife SF 100** en aplicaciones específicas, consulte a su representante **BASF**.

Consumo

MasterLife SF 100 se recomienda en una dosis de 5 a 15% del peso total del cemento utilizado, dependiendo del incremento en resistencias y reducción de la permeabilidad deseadas.

La cantidad exacta para una resistencia o durabilidad específica, deberá determinarse por medio de mezclas de prueba.

La dosificación arriba indicada se aplica a la mayoría de las mezclas de concreto con ingredientes promedio. Sin embargo, las variaciones de las condiciones de la obra y de los ingredientes, pueden requerir dosificaciones fuera del rango recomendado. En estos casos, consulte a su representante **BASF**.

Almacenamiento

El **MasterLife SF 100** se almacena, maneja y dosifica igual que el cemento o cenizas volantes. A granel, el **MasterLife SF 100** puede almacenarse en silos. El material en sacos puede almacenarse en forma indefinida en un área seca. No se requiere ningún equipo especial para dosificarlo.

“Para mayor información, consulte la Hoja de Datos de Seguridad (MSDS) o a su representante local **BASF** o llame a las líneas de emergencia locales de Cisproquim y/o **BASF** que se encuentran al final del catálogo”.

NOTA:

La presente ficha técnica sirve, al igual que todas las demás recomendaciones e información técnica, únicamente para la descripción de las características del producto, forma de empleo y sus aplicaciones. Los datos e informaciones reproducidos, se basan en nuestros conocimientos técnicos obtenidos en la bibliografía, en ensayos de laboratorio y en la práctica.

Los datos sobre consumo y dosificación que figuran en esta ficha técnica, se basan en nuestra propia experiencia, por lo que estos son susceptibles de variaciones debido a las diferentes condiciones de las obras. Los consumos y dosificaciones reales, deberán determinarse en la obra, mediante ensayos previos y son responsabilidad del cliente.

Para un asesoramiento adicional, nuestro Servicio Técnico, está a su disposición.

BASF Química Colombiana S.A. se reserva el derecho de modificar la composición de los productos, siempre y cuando éstos continúen cumpliendo las características descritas en la ficha técnica.

Otras aplicaciones del producto que no se ajusten a las indicadas, no serán de nuestra responsabilidad.

Otorgamos garantía en caso de defectos en la calidad de fabricación de nuestros productos, quedando excluidas las reclamaciones adicionales, siendo de nuestra responsabilidad tan solo la de reintegrar el valor de la mercancía suministrada.

Debe tenerse en cuenta las eventuales reservas correspondientes a patentes o derechos de terceros.

Edición: 26/08/2016

La presente ficha técnica pierde su validez con la aparición de una nueva edición.

BASF Química Colombiana S.A.

Calle 99 # 69C – 32
Bogotá, D.C. Colombia
Tel: +57 1 634 20 99

BASF Venezolana S.A.

Circunvalación del Sol, Centro
Profesional Santa Paula, PB, Espacio
Express, Local 4, Caracas - Venezuela
Teléfono: +58 212 935 8306 - Celular:
+58 424 676 4002

BASF Ecuatoriana S.A.

Avenida Naciones Unidas E-230
entre Núñez de Vela e Iñaquito,
edificio Metropolitan, 8vo piso,
oficinas 808, 809 y 810.
Tel : + 593 2397 9500

Visite nuestra página web:

- Colombia: www.master-builders-solutions.basf.com.co
- Venezuela: www.master-builders-solutions.basf.com.ve
- Ecuador: www.master-builders-solutions.basf.com.ec



MasterAir® 920

Antes: MICROAIR® 920

Aditivo inclusor de aire estabilizado para concreto.

Descripción del producto

MasterAir 920 es un aditivo inclusor de aire que le proporciona al concreto una protección extra creando burbujas de aire ultra estables que son fuertes, pequeñas y con poco espaciamiento.

Una característica especialmente útil en los tipos de concreto que se conocen por la dificultad para cerrar sus poros y mantener el contenido de aire deseado.

Campo de aplicación

Usos:

- Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo.
- Producción de concreto de alta calidad normal o de peso ligero (el cemento pesado normalmente no contiene aire ocluido).

Características y beneficios

- Mejora considerablemente la estabilidad del aire retenido.
- Mayor resistencia al daño causado por los ciclos de congelamiento y deshielo.
- Mayor resistencia a la descamación por sales para deshielo.
- Superior plasticidad y manejabilidad.
- Mejora el sistema de inclusión de aire en el concreto endurecido.
- Mejora la capacidad de retención e inclusión de aire en concreto de bajo asentamiento; en concreto con cenizas volantes o demasiado finas con alto contenido de carbono, concreto que usa grandes cantidades de materiales finos; concreto que usa cementos con alto contenido de álcalis; concreto a alta temperatura; y concreto con extensos tiempos de mezclado.
- Menor permeabilidad incrementando su impermeabilidad al agua.
- Reduce la segregación y el sangrado.

Presentación

MasterAir 920 se suministra en tambores de 208 l (55 gal), en container de 1000 l y granel.

Datos técnicos*

| Forma | Líquida |
|----------|----------------------------------|
| Densidad | 1,00 g/cm ³ (+- 0,02) |
| pH | 7 - 9 |
| Color | Café oscuro |

*Los datos técnicos reflejados son fruto de resultados estadísticos y no representan mínimos garantizados. Si se desean los datos de control, pueden solicitarse a nuestro Departamento Técnico.

Investigaciones sobre la durabilidad del concreto han demostrado que la mejor protección del concreto contra los efectos adversos de ciclos de congelamiento y deshielo, así como de las sales para deshielo proviene de un contenido adecuado de aire en el concreto endurecido; un sistema correcto de espacios con aire en términos del tamaño de las burbujas y su espaciamiento; y una resistencia del concreto adecuada, asumiendo el uso de buenos agregados y técnicas apropiadas de mezclado, colocación, manejo y curado del concreto.

En el caso de requerir cantidades inusualmente altas o bajas de un aditivo inclusor de aire para lograr contenidos de aire normales o, si se observa que la cantidad necesaria del aditivo inclusor de aire para lograr los niveles requeridos de contenido de aire cambia significativamente bajo determinadas circunstancias, deberá investigarse la causa de ello.

En estos casos es importante determinar que exista una cantidad de aire adecuada en el concreto fresco al momento de su colocación y que se obtenga un sistema de burbujas de aire adecuado (factor de espaciamiento) en el concreto endurecido.

Determinación de contenido de aire: El contenido de aire total del concreto de peso normal deberá determinarse siguiendo en forma estricta el método de la ASTM C 231, «Método de Prueba Estándar para la Determinación de Contenido de Aire de Concreto».

Recién Mezclado por el Método de Presión» o ASTM C 173/C 173M, «Método de Prueba Estándar para la Determinación de Contenido de Aire de Concreto Recién Mezclado por el Método Volumétrico». El contenido de aire del concreto de peso ligero deberá determinarse únicamente usando el Método Volumétrico.

El contenido de aire deberá verificarse calculando el contenido de aire gravimétrico de conformidad con el método de la ASTM C 138, «Peso Unitario, Rendimiento y Contenido de Aire (Gravimétrico) de concreto». Si el contenido de aire total que se mide por el Método de Presión o el Método Volumétrico y se verifica por el Método Gravimétrico se desvía en más de un 1-1/2 %, deberá determinarse la causa de la desviación y corregirse mediante la calibración del equipo o por cualquier proceso que se considere necesario.

Procedimiento de aplicación

Adicione el **MasterAir 920** a la mezcla de concreto utilizando un dosificador diseñado para aditivos inclusores de aire o en forma manual usando un dispositivo de medición adecuado que asegure una precisión de $\pm 3\%$ de la cantidad requerida. Mida el contenido de aire de la mezcla de prueba e incremente o disminuya la cantidad de **MasterAir 920** para obtener el contenido de aire deseado en la mezcla de producción. Verifique el contenido de aire del primer lote y haga ajustes posteriores en caso necesario.

Debido a los posibles cambios en los factores que afectan el rango de dosificación de **MasterAir 920**, deberán realizarse verificaciones frecuentes durante el transcurso de la obra. Los ajustes a la dosificación deberán basarse en la cantidad de aire ocluido en la mezcla en el momento de la colocación.

Para obtener un desempeño óptimo y consistente, el aditivo inductor de aire deberá aplicarse en el agregado fino, húmedo o con el agua del lote inicial. Al usar agregado fino y ligero, deberán realizarse evaluaciones de campo para determinar el mejor método de adición del inductor de aire.

Recomendaciones:

Corrosividad

No contiene cloruros, no corrosivo. El aditivo **MasterAir 920** no iniciará o promoverá la corrosión del acero reforzado embebido en el concreto, en concreto pretensado o concreto colocado en sistemas de techos y pisos de acero galvanizado. El cloruro de calcio no es un ingrediente que se adiciona en la manufactura de este aditivo.

Compatibilidad

MasterAir 920 puede usarse en combinación con cualquier otro aditivo de **Master Builders Solutions**. Al usarse en combinación con otros aditivos, cada uno debe adicionarse en forma separada a la mezcla.

Temperatura

MasterAir 920 deberá almacenarse y suministrarse a una temperatura de 2°C (35°F) o mayor. A pesar de que la congelación no afecta al producto, deberán tomarse las precauciones necesarias para protegerlo de la congelación. Si llega a congelarse, funda y reconstituya el producto por completo con una agitación mecánica ligera. No use aire presurizado para agitar.

*Los datos técnicos reflejados son fruto de resultados estadísticos y no representan mínimos garantizados. Si se desean los datos de control, pueden solicitarse a nuestro Departamento Técnico.

Dosificación

No existe un rango de dosificación para el **MasterAir 920**. La cantidad exacta de aditivo necesaria para un contenido específico de aire en el concreto varía en función de las diferencias de los materiales usados en el concreto. Los factores típicos que pueden influir en la cantidad de aire ocluido son: la temperatura, el cemento, el tamaño de partícula de la arena, las proporciones de la mezcla, el asentamiento, los métodos de transporte y colocación, el uso de materiales extra finos como cenizas volantes, etc.

La cantidad de **MasterAir 920** a usar dependerá de la cantidad de aire ocluido que se requiera bajo las condiciones reales de la obra. El rango

We create chemistry

de dosificación de **MasterAir 920** se encuentra entre 0.02 a 0.05% en volumen sobre el peso del cemento (20 a 50 ml para cada 100 kg de cemento Portland).

Para mezclas que normalmente requieren una dosificación mayor o menor para obtener el contenido de aire deseado, consulte al representante local de **BASF**.

Almacenamiento

MasterAir 920 tiene una vida útil de 18 meses como mínimo. Dependiendo de las condiciones de almacenamiento, la vida útil puede ser mayor.

“Para mayor información, consulte la Hoja de Datos de Seguridad (MSDS) o a su representante local **BASF** o llame a las líneas de emergencia locales de Cisproquim y/o **BASF** que se encuentran al final del catálogo”.



We create chemistry

NOTA:

La presente ficha técnica sirve, al igual que todas las demás recomendaciones e información técnica, únicamente para la descripción de las características del producto, forma de empleo y sus aplicaciones. Los datos e informaciones reproducidos, se basan en nuestros conocimientos técnicos obtenidos en la bibliografía, en ensayos de laboratorio y en la práctica.

Los datos sobre consumo y dosificación que figuran en esta ficha técnica, se basan en nuestra propia experiencia, por lo que estos son susceptibles de variaciones debido a las diferentes condiciones de las obras. Los consumos y dosificaciones reales, deberán determinarse en la obra, mediante ensayos previos y son responsabilidad del cliente.

Para un asesoramiento adicional, nuestro Servicio Técnico, está a su disposición.

BASF Química Colombiana S.A. se reserva el derecho de modificar la composición de los productos, siempre y cuando éstos continúen cumpliendo las características descritas en la ficha técnica.

Otras aplicaciones del producto que no se ajusten a las indicadas, no serán de nuestra responsabilidad.

Otorgamos garantía en caso de defectos en la calidad de fabricación de nuestros productos, quedando excluidas las reclamaciones adicionales, siendo de nuestra responsabilidad tan solo la de reintegrar el valor de la mercancía suministrada.

Debe tenerse en cuenta las eventuales reservas correspondientes a patentes o derechos de terceros.

Edición: 23/06/2017

La presente ficha técnica pierde su validez con la aparición de una nueva edición.

BASF Química Colombiana S.A.

Calle 99 # 69C – 32
Bogotá, D.C. Colombia
Tel: +57 1 634 20 99

BASF Ecuatoriana S.A.

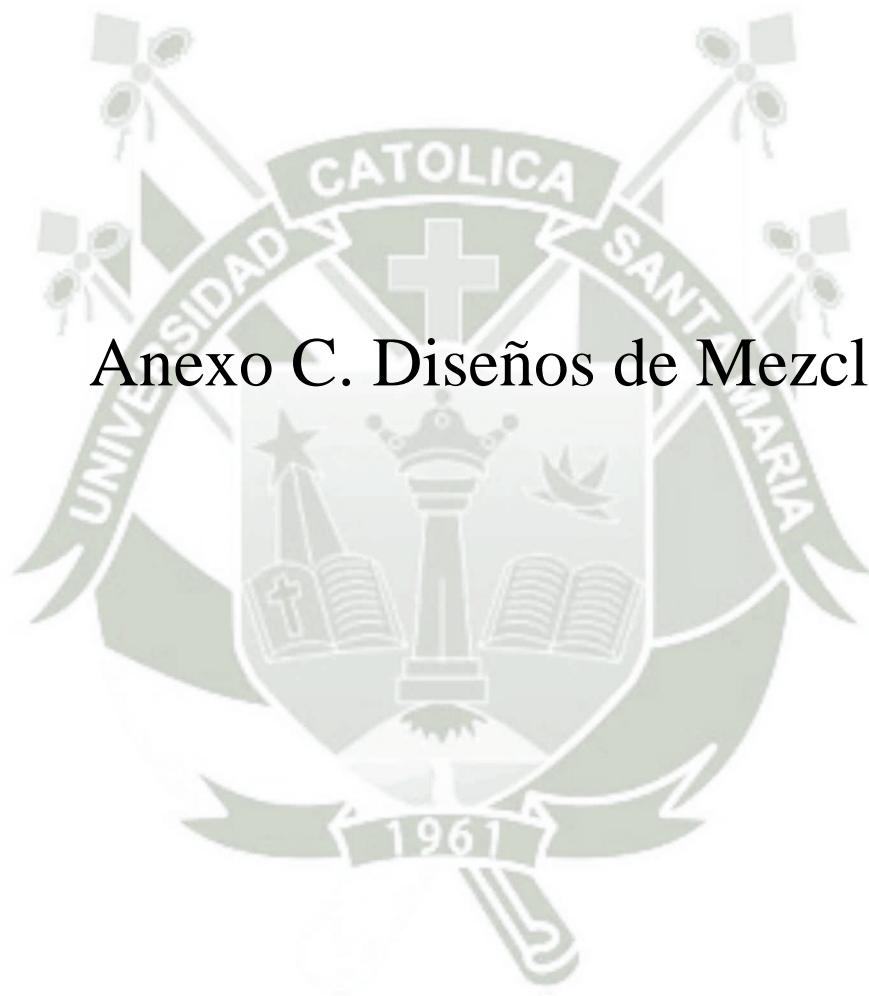
Avenida Naciones Unidas E-230
entre Núñez de Vela e Iñaquito,
edificio Metropolitan, 8vo piso,
oficinas 808, 809 y 810.
Tel : + 593 2397 9500

Visite nuestra página web:

- Colombia: www.master-builders-solutions.basf.com.co
- Ecuador: www.master-builders-solutions.basf.com.ec



Anexo C. Diseños de Mezcla



Código de Diseño

1 | 0.32 SM

| Tipo de Cemento | | | TIPO I |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | | 0.32 |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 470.00 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 150.40 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 750.17 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 866.52 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 222.75 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | - kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | - kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | - kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | 7.52 kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | 1.18 kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | 0.05 kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

2 | 0.32 CM

| Tipo de Cemento | | | TIPO I |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | | 0.32 |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 446.50 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 150.40 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 750.17 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 866.52 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 222.75 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | 23.50 kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | - kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | - kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | 7.52 kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | 1.18 kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | 0.05 kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

3 | 0.35 SM

| Tipo de Cemento | | | TIPO I |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | | 0.35 |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 450.00 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 157.50 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 785.16 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 855.15 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 214.87 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | - kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | - kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | - kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | 5.40 kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | 1.13 kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | 0.03 kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

4 I 0.35 CM

| Tipo de Cemento | | | TIPO I |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | | 0.35 |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 427.50 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 157.50 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 785.16 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 855.15 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 214.87 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | 22.50 kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | - kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | - kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | 5.54 kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | 1.13 kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | 0.03 kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

5 I 0.40 SM

| Tipo de Cemento | | | TIPO I |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | | 0.4 |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 420.00 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 168.00 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 819.88 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 823.64 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 206.95 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | - kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | 1.68 kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | 0.63 kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | - kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | - kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | 0.01 kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

6 I 0.40 CM

| Tipo de Cemento | | | TIPO I |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | | 0.4 |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 399.00 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 168.00 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 819.88 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 823.64 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 206.95 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | 21.00 kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | 2.52 kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | 0.63 kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | - kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | - kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | 0.01 kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

7 I 0.45 SM

| Tipo de Cemento | | | TIPO I |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | | 0.45 |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 390.00 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 175.50 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 858.21 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 795.61 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 199.91 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | - kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | 1.44 kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | 0.47 kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | - kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | - kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | - kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

8 I 0.45 CM

| Tipo de Cemento | | | TIPO I |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | | 0.45 |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 370.50 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 175.50 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 858.21 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 795.61 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 199.91 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | 19.50 kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | 1.85 kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | 0.47 kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | - kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | - kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | - kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

9 HE 0.32 SM

| Tipo de Cemento | | | TIPO HE |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | | 0.32 |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 500.00 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 160.00 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 702.27 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 864.80 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 217.29 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | - kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | - kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | - kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | 5.75 kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | 1.25 kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | 0.06 kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

10 HE 0.32 CM

| Tipo de Cemento | | | TIPO HE |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | | 0.32 |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 475.00 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 160.00 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 702.27 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 864.80 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 217.29 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | 25.00 kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | - kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | - kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | 6.25 kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | 1.25 kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | 0.06 kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

11 HE 0.35 SM

| Tipo de Cemento | | | TIPO HE |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | | 0.35 |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 480.00 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 168.00 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 735.23 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 834.02 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 209.56 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | - kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | - kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | - kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | 5.04 kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | 1.20 kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | 0.03 kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

12 HE 0.35 CM

| Tipo de Cemento | | | TIPO HE |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | | 0.35 |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 456.00 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 168.00 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 735.23 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 834.02 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 209.56 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | 24.00 kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | - kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | - kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | 5.42 kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | 1.20 kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | 0.03 kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

13 HE 0.40 SM

| Tipo de Cemento | | | TIPO HE |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | | 0.4 |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 450.00 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 180.00 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 767.40 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 802.64 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 201.67 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | - kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | 1.58 kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | 0.68 kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | - kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | - kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | 0.01 kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

14 HE 0.40 CM

| Tipo de Cemento | | | TIPO HE |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | | 0.4 |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 427.50 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 180.00 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 767.40 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 802.64 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 201.67 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | 22.50 kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | 1.89 kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | 0.68 kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | - kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | - kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | 0.01 kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

15 HE 0.45 SM

| Tipo de Cemento | | | TIPO HE |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | | 0.45 |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 420.00 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 189.00 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 803.00 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 774.89 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 194.70 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | - kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | 1.18 kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | 0.50 kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | - kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | - kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | - kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

16 HE 0.45 CM

| Tipo de Cemento | | | TIPO HE |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | | 0.45 |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 399.00 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 189.00 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 803.00 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 774.89 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 194.70 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | 21.00 kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | 1.68 kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | 0.50 kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | - kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | - kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | - kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

17 IP 0.32 SM

| Tipo de Cemento | | | TIPO IP |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | | 0.32 |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 530.00 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 169.60 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 656.92 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 843.25 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 211.88 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | - kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | - kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | - kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | 5.57 kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | 1.33 kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | 0.10 kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

18 IP 0.33 CM

| Tipo de Cemento | | | TIPO IP |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | | 0.33 |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 494.00 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 171.60 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 658.52 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 845.29 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 212.39 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | 26.00 kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | - kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | - kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | 4.78 kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | 1.46 kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | 0.16 kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

19 IP 0.35 SM

| Tipo de Cemento | | TIPO IP | |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | 0.35 | |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 510.00 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 178.50 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 687.85 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 812.87 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 204.24 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | - kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | - kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | - kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | 3.88 kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | 1.53 kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | 0.04 kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

20 IP 0.35 CM

| Tipo de Cemento | | TIPO IP | |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | 0.35 | |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 484.50 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 178.50 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 687.85 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 812.87 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 204.24 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | 25.50 kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | - kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | - kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | 4.34 kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | 1.53 kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | 0.04 kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

21 IP 0.40 SM

| Tipo de Cemento | | TIPO IP | |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | 0.4 | |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 480.00 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 190.00 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 703.32 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 797.83 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 200.46 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | - kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | 1.58 kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | 0.72 kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | - kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | - kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | 0.02 kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

22 IP 0.40 CM

| Tipo de Cemento | | | TIPO IP |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | | 0.4 |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 456.00 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 190.00 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 703.32 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 797.83 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 200.46 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | 24.00 kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | 2.02 kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | 0.72 kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | - kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | - kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | 0.02 kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

23 IP 0.45 SM

| Tipo de Cemento | | | TIPO IP |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | | 0.45 |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 450.00 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 202.50 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 733.94 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 767.64 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 192.88 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | - kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | 1.13 kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | 0.54 kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | - kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | - kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | - kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

24 IP 0.45 CM

| Tipo de Cemento | | | TIPO IP |
|-----------------|-------------------|----------------------|-----------|
| Relación A/C | | | 0.45 |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 427.50 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 202.50 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 733.94 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 767.64 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 192.88 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | 22.50 kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | 1.44 kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | 0.54 kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | - kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | - kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | - kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | - kg |

Código de Diseño

25 HE UT 0.45 SM

| Tipo de Cemento | | TIPO HE; CEMENTO ULTRAVAL | |
|-----------------|-------------------|---------------------------|-----------|
| Relación A/C | | 0.45 | |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 294.00 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 189.00 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 803.00 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 774.89 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 194.70 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | - kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | 1.39 kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | 0.50 kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | - kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | - kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | - kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | 126.00 kg |

Código de Diseño

26 IP UT 0.45 SM

| Tipo de Cemento | | TIPO IP; CEMENTO ULTRAVAL | |
|-----------------|-------------------|---------------------------|-----------|
| Relación A/C | | 0.45 | |
| Item | Material | Procedencia | Cantidad |
| 1 | Cemento | Yura S.A. | 270.00 kg |
| 2 | Agua | Planta Gloria | 202.50 L |
| 3 | Arena Gruesa | La Poderosa | 733.94 kg |
| 4 | Piedra 3/4" | La Poderosa | 767.64 kg |
| 5 | Piedra 1" | La Poderosa | 192.88 kg |
| 6 | Master Life SF100 | BASF | - kg |
| 7 | Neoplast 8500 | EUCO | 1.35 kg |
| 8 | Euco WR-75 | EUCO | 0.54 kg |
| 9 | Viscocrete 1110 | SIKA | - kg |
| 10 | Plastiment TM-12 | SIKA | - kg |
| 11 | Master Air 920 | BASF | - kg |
| 12 | Cemento Ultraval | Portland Valderrivas | 180.00 kg |




Anexo D. Propiedades del Concreto en Estado Fresco

| N° CODIGO | FECHA | HORA | HUMEDAD | T. AMBIENTE | T. CONCRETO | SLUMP | P. VOLUMETRIC O | |
|-----------|------------------|--------|-------------|-------------|-------------|---------|-----------------|-------|
| 1 | 1 I 0.32 SM CV | 24-Abr | 10:40 a. m. | 35% | 33.9 °C | 25.2 °C | 8 1/4 " | 2,330 |
| 2 | 2 I 0.32 SM CA | 18-Abr | 9:40 a. m. | 22% | 21.8 °C | 24.3 °C | 8 " | 2,328 |
| 3 | 3 I 0.32 CM CV | 26-May | 8:46 a. m. | 21% | 25.1 °C | 24.4 °C | 9 " | 2,470 |
| 4 | 4 I 0.32 CM CA | 22-May | 9:49 a. m. | 25% | 26.7 °C | 22.9 °C | 8 1/2 " | 2,346 |
| 5 | 5 I 0.35 SM CV | 21-Abr | 7:56 a. m. | 29% | 19.2 °C | 21.3 °C | 6 3/4 " | 2,326 |
| 6 | 6 I 0.35 SM CA | 17-Abr | 11:03 a. m. | 10% | 29.4 °C | 26.4 °C | 7 1/2 " | 2,310 |
| 7 | 7 I 0.35 CM CV | 22-May | 8:16 a. m. | 31% | 22.1 °C | 21.7 °C | 7 1/2 " | 2,303 |
| 8 | 8 I 0.35 CM CA | 15-May | 10:20 a. m. | 20% | 24.9 °C | 23.2 °C | 9 3/4 " | 2,326 |
| 9 | 9 I 0.40 SM CV | 19-Abr | 8:01 a. m. | 28% | 22.9 °C | 22.4 °C | 9 " | 2,203 |
| 10 | 10 I 0.40 SM CA | 5-Abr | 10:35 a. m. | 10% | 30.8 °C | 29.4 °C | 9 " | 2,325 |
| 11 | 11 I 0.40 CM CV | 16-May | 8:08 a. m. | 55% | 16.3 °C | 16.2 °C | 8 3/4 " | 2,241 |
| 12 | 12 I 0.40 CM CA | 10-May | 10:53 a. m. | 39% | 23.7 °C | 21.3 °C | 8 1/2 " | 2,299 |
| 13 | 13 I 0.45 SM CV | 18-Abr | 7:42 a. m. | 42% | 16.4 °C | 18.0 °C | 7 3/4 " | 2,254 |
| 14 | 14 I 0.45 SM CA | 4-Abr | 10:11 a. m. | 20% | 29.1 °C | 25.5 °C | 6 " | 2,332 |
| 15 | 15 I 0.45 CM CV | 10-May | 8:23 a. m. | 53% | 15.9 °C | 17.9 °C | 9 " | 2,218 |
| 16 | 16 I 0.45 CM CA | 9-May | 9:44 a. m. | 10% | 26.4 °C | 22.4 °C | 8 " | 2,255 |
| 17 | 17 HE 0.32 SM CV | 3-May | 8:45 a. m. | 22% | 29.9 °C | 22.5 °C | 8 " | 2,307 |
| 18 | 18 HE 0.32 SM CA | 25-Abr | 10:56 a. m. | 21% | 22.6 °C | 24.4 °C | 8 1/2 " | 2,285 |
| 19 | 19 HE 0.32 CM CV | 24-May | 8:20 a. m. | 30% | 21.7 °C | 23.0 °C | 9 " | 2,246 |
| 20 | 20 HE 0.32 CM CA | 19-May | 9:44 a. m. | 20% | 24.8 °C | 21.0 °C | 7 1/2 " | 2,295 |
| 21 | 21 HE 0.35 SM CV | 2-May | 9:57 a. m. | 10% | 31.0 °C | 23.2 °C | 9 " | 2,264 |
| 22 | 22 HE 0.35 SM CA | 24-Abr | 12:56 p. m. | 36% | 29.1 °C | 24.7 °C | 9 1/4 " | 2,280 |
| 23 | 23 HE 0.35 CM CV | 19-May | 8:11 a. m. | 30% | 19.8 °C | 18.8 °C | 8 " | 2,273 |
| 24 | 24 HE 0.35 CM CA | 12-May | 11:33 a. m. | 22% | 26.5 °C | 22.7 °C | 8 " | 2,282 |
| 25 | 25 HE 0.40 SM CV | 26-Abr | 8:03 a. m. | 23% | 18.0 °C | 19.0 °C | 7 3/4 " | 2,212 |
| 26 | 26 HE 0.40 SM CA | 21-Abr | 10:02 a. m. | 20% | 23.9 °C | 22.7 °C | 7 " | 2,220 |
| 27 | 27 HE 0.40 CM CV | 15-May | 9:02 a. m. | 20% | 22.9 °C | 20.8 °C | 8 1/2 " | 2,224 |
| 28 | 28 HE 0.40 CM CA | 10-May | 9:25 a. m. | 40% | 20.8 °C | 19.1 °C | 8 1/2 " | 2,235 |
| 29 | 29 HE 0.45 SM CV | 25-Abr | 8:05 a. m. | 23% | 17.9 °C | 20.3 °C | 8 " | 2,208 |
| 30 | 30 HE 0.45 SM CA | 19-Abr | 10:17 a. m. | 26% | 23.5 °C | 23.0 °C | 7 1/4 " | 2,194 |
| 31 | 31 HE 0.45 CM CV | 9-May | 8:35 a. m. | 21% | 23.3 °C | 20.9 °C | 8 1/2 " | 2,200 |
| 32 | 32 HE 0.45 CM CA | 8-May | 11:07 a. m. | 10% | 25.9 °C | 22.2 °C | 7 1/2 " | 2,233 |
| 33 | 33 IP 0.32 SM CV | 17-Abr | 8:22 a. m. | 20% | 24.8 °C | 22.1 °C | 8 1/2 " | 2,285 |
| 34 | 34 IP 0.32 SM CA | 7-Abr | 9:40 a. m. | 21% | 27.7 °C | 24.0 °C | 8 1/4 " | 2,420 |
| 35 | 35 IP 0.33 CM CV | 23-May | 8:38 a. m. | 39% | 17.0 °C | 18.0 °C | 8 " | 2,203 |
| 36 | 36 IP 0.33 CM CA | 17-May | 10:31 a. m. | 10% | 27.0 °C | 23.4 °C | 9 1/2 " | 2,223 |
| 37 | 37 IP 0.35 SM CV | 4-Abr | 7:43 a. m. | 24% | 25.4 °C | 20.4 °C | 8 1/4 " | 2,419 |
| 38 | 38 IP 0.35 SM CA | 28-Mar | 8:55 a. m. | 29% | 27.0 °C | 23.5 °C | 8 " | 2,388 |
| 39 | 39 IP 0.35 CM CV | 17-May | 8:09 a. m. | 32% | 19.7 °C | 18.5 °C | 9 3/4 " | 2,397 |
| 40 | 40 IP 0.35 CM CA | 12-May | 9:47 a. m. | 10% | 25.5 °C | 22.4 °C | 8 3/4 " | 2,229 |
| 41 | 41 IP 0.40 SM CV | 3-Abr | 7:43 a. m. | 37% | 28.8 °C | 25.0 °C | 9 " | 2,326 |
| 42 | 42 IP 0.40 SM CA | 14-Mar | 11:30 a. m. | 35% | 25.0 °C | 24.7 °C | 9 " | 2,318 |
| 43 | 43 IP 0.40 CM CV | 12-May | 8:32 a. m. | 30% | 21.1 °C | 20.4 °C | 8 1/2 " | 2,187 |

| N° CODIGO | FECHA | HORA | HUMEDAD | T. AMBIENTE | T. CONCRETO | SLUMP | P. VOLUMETRIC O |
|------------------------|--------|-------------|---------|-------------|-------------|---------|-----------------|
| 44 44 IP 0.40 CM CA | 9-May | 10:59 a. m. | 20% | 26.4 °C | 22.0 °C | 8 " | 2,155 |
| 45 45 IP 0.45 SM CV | 29-Mar | 7:43 a. m. | 54% | 20.0 °C | 19.3 °C | 8 " | 2,352 |
| 46 46 IP 0.45 SM CA | 13-Mar | 9:43 a. m. | 22% | 27.8 °C | 23.0 °C | 8 1/4 " | 2,308 |
| 47 47 IP 0.45 CM CV | 8-May | 8:25 a. m. | 22% | 23.9 °C | 20.0 °C | 7 " | 2,214 |
| 48 48 IP 0.45 CM CA | 8-May | 9:45 a. m. | 20% | 25.0 °C | 20.9 °C | 8 " | 2,185 |
| 49 49 HE UT 0.45 SM C. | 3-May | 10:42 a. m. | 20% | 24.9 °C | 24.7 °C | 8 1/4 " | 2,259 |
| 50 50 IP UT 0.45 SM CA | 3-May | 12:17 p. m. | 21% | 26.1 °C | 24.6 °C | 8 " | 2,223 |

DISEÑOS FINALES

| | | | | | | | |
|-----------------|--------|-------------|-----|---------|---------|---------|-------|
| 1 I 0.35 SM | 30-May | 8:18 a. m. | 27% | 19.7 °C | 18.5 °C | 7 " | 2,473 |
| 2 I 0.40 CM | 30-May | 9:54 a. m. | 22% | 22.1 °C | 21.2 °C | 8 " | 2,375 |
| 3 HE 0.35 SM | 31-May | 10:14 a. m. | 10% | 27.0 °C | 23.7 °C | 8 " | 2,445 |
| 4 HE 0.40 CM | 31-May | 8:41 a. m. | 22% | 21.9 °C | 20.5 °C | 8 1/2 " | 2,355 |
| 5 IP 0.32 SM | 29-May | 8:45 a. m. | 28% | 20.7 °C | 20.0 °C | 9 1/2 " | 2,411 |
| 6 IP 0.35 CM | 29-May | 10:17 a. m. | 10% | 25.6 °C | 22.2 °C | 8 1/2 " | 2,368 |
| 7 HE UT 0.45 SM | 2-Jun | 8:03 a. m. | 10% | 25.6 °C | 18.3 °C | 7 3/4 " | 2,363 |



Anexo E. Resultado del Tiempo de Fraguado del Concreto

1 CODIGO

I 0.35 SM CV

Hora de contacto Agua/Cemento

9:05

| | | | | | | | |
|--------------|--------|---------|-------|------------|------|------|---------|
| Cemento | TIPO I | # Aguja | Hora | Carga (Lb) | T°C | T°A | HR% |
| Relacion A/C | 0.35 | 1 | 16:00 | 108 | 60.1 | 22.3 | 95-100% |
| Microsilice | NO | 2 | 16:17 | 134 | 58.4 | 22.7 | 95-100% |
| Curado | VAPOR | 3 | 16:30 | 140 | 57.5 | 22.2 | 95-100% |
| | | 4 | 16:52 | 168 | 57.3 | 21.5 | 95-100% |
| | | 5 | 17:04 | 128 | 58 | 21.3 | 95-100% |
| | | 6 | 17:13 | 144 | 58.6 | 20.7 | 95-100% |

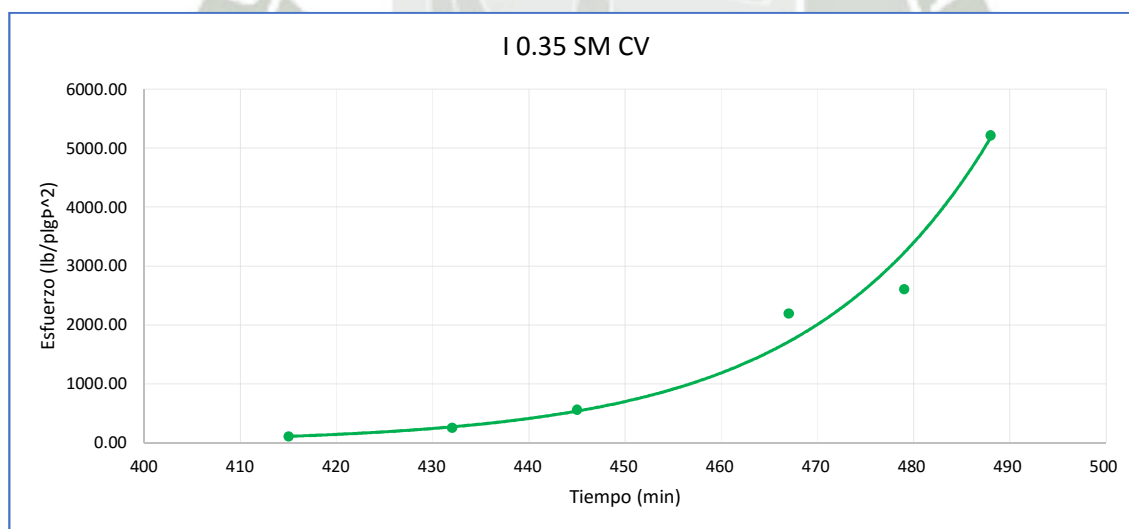
| Carga (Lb) | Area (plg ²) | Esfuerzo (Lb/ plg ²) | Tiempo (min) | Log (t) | Log(σ _p) | log(σ _p)*log(t) | log (t) ² |
|------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|---------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| 108 | 0.99 | 108.65 | 415 | 2.62 | 2.04 | 5.33 | 6.85 |
| 134 | 0.52 | 258.45 | 432 | 2.64 | 2.41 | 6.36 | 6.95 |
| 140 | 0.25 | 563.37 | 445 | 2.65 | 2.75 | 7.29 | 7.01 |
| 168 | 0.08 | 2190.38 | 467 | 2.67 | 3.34 | 8.92 | 7.13 |
| 128 | 0.05 | 2607.59 | 479 | 2.68 | 3.42 | 9.16 | 7.18 |
| 144 | 0.03 | 5215.19 | 488 | 2.69 | 3.72 | 9.99 | 7.23 |
| | Sumatoria | | | 15.94 | 17.67 | 47.04 | 42.35 |

Tiempo de Fraguado Inicial

7:22 Horas

Tiempo de Fraguado Final

8:03 Horas



2 CODIGO

I 0.35 SM CA

Hora de contacto Agua/Cemento

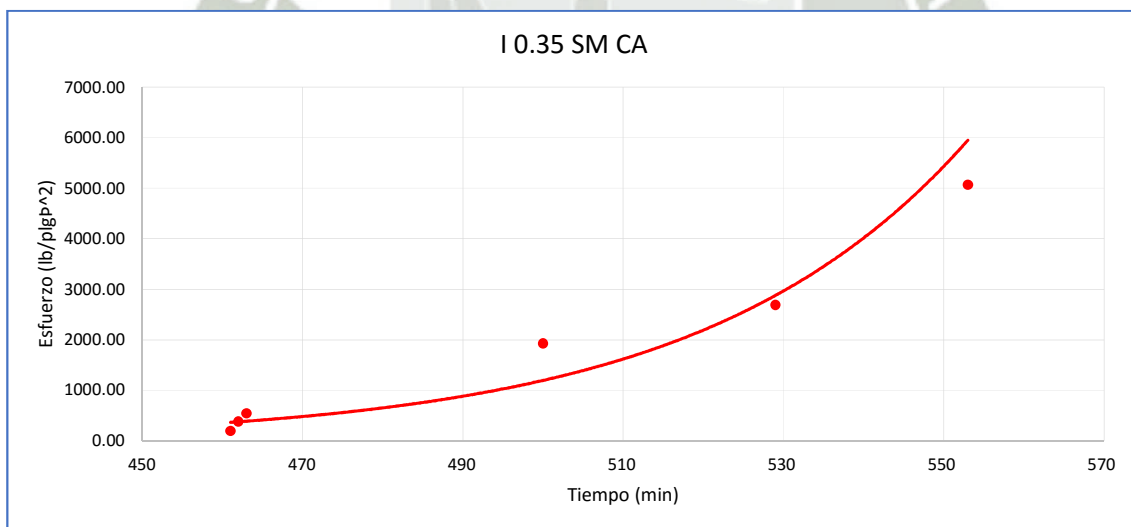
9:05

| | | | | | | | |
|--------------|------------|---------|-------|------------|------|------|-----|
| Cemento | TIPO I | # Aguja | Hora | Carga (Lb) | T°C | T°A | HR% |
| Relacion A/C | 0.35 | 1 | 16:46 | 200 | 24.8 | 21.5 | 21% |
| Microsilice | NO | 2 | 16:47 | 200 | 24.8 | 21.5 | 21% |
| Curado | ADIABATICO | 3 | 16:48 | 136 | 24.8 | 21.5 | 21% |
| | | 4 | 17:25 | 148 | 24.6 | 20.2 | 22% |
| | | 5 | 17:54 | 132 | 24.9 | 19.8 | 26% |
| | | 6 | 18:18 | 140 | 25.2 | 20.3 | 30% |

| Carga (Lb) | Area (plg ²) | Esfuerzo (Lb/ plg ²) | Tiempo (min) | Log (t) | Log(σ _p) | log(σ _p)*log(t) | log (t) ² |
|------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|---------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| 200 | 0.99 | 201.20 | 461 | 2.66 | 2.30 | 6.14 | 7.10 |
| 200 | 0.52 | 385.74 | 462 | 2.66 | 2.59 | 6.89 | 7.10 |
| 136 | 0.25 | 547.27 | 463 | 2.67 | 2.74 | 7.30 | 7.11 |
| 148 | 0.08 | 1929.62 | 500 | 2.70 | 3.29 | 8.87 | 7.28 |
| 132 | 0.05 | 2689.08 | 529 | 2.72 | 3.43 | 9.34 | 7.42 |
| 140 | 0.03 | 5070.32 | 553 | 2.74 | 3.71 | 10.16 | 7.52 |
| | Sumatoria | | | 16.16 | 18.05 | 48.70 | 43.53 |

Tiempo de Fraguado Inicial 7:50 Horas

Tiempo de Fraguado Final 8:59 Horas



3 CODIGO

I 0.35 SM CN

Hora de contacto Agua/Cemento

9:05

| | | | | | | | |
|--------------|--------------|---------|-------|------------|------|------|-----|
| Cemento | TIPO I | # Aguja | Hora | Carga (Lb) | T°C | T°A | HR% |
| Relacion A/C | 0.35 | 1 | 16:39 | 200 | 22.9 | 21.8 | 20% |
| Microsilice | NO | 2 | 16:40 | 160 | 22.9 | 21.8 | 20% |
| Curado | CONVENCIONAL | 3 | 17:00 | 110 | 22.4 | 21.1 | 22% |
| | | 4 | 17:41 | 128 | 22.1 | 20.9 | 23% |
| | | 5 | 18:21 | 148 | 22 | 19.9 | 30% |
| | | 6 | 18:50 | 170 | 21.7 | 19.8 | 30% |

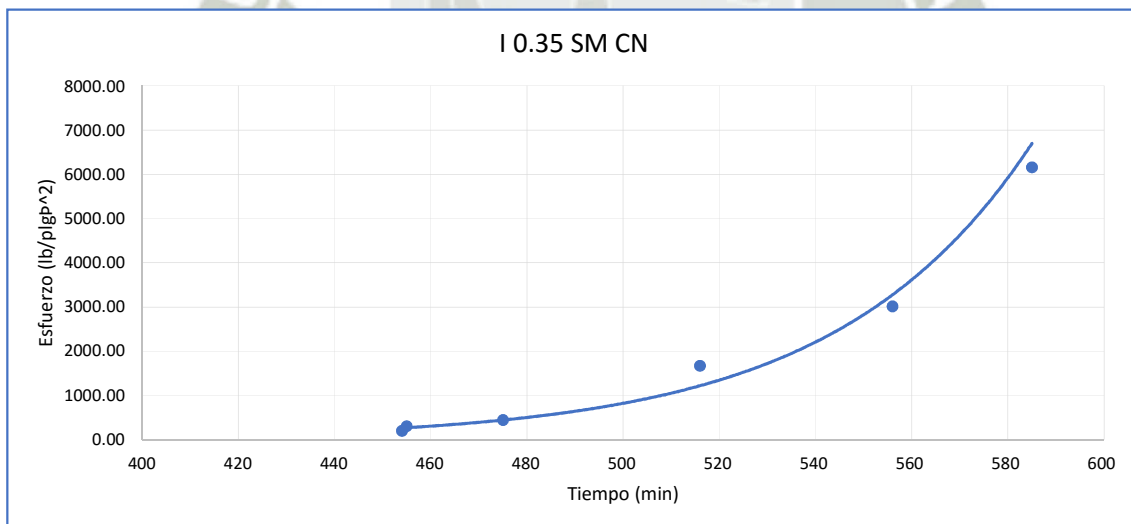
| Carga (Lb) | Area (plg ²) | Esfuerzo (Lb/ plg ²) | Tiempo (min) | Log (t) | Log(σp) | log(σp)*log(t) | log (t) ² |
|------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|---------|---------|----------------|----------------------|
| 200 | 0.99 | 201.20 | 454 | 2.66 | 2.30 | 6.12 | 7.06 |
| 160 | 0.52 | 308.59 | 455 | 2.66 | 2.49 | 6.62 | 7.07 |
| 110 | 0.25 | 442.65 | 475 | 2.68 | 2.65 | 7.08 | 7.16 |
| 128 | 0.08 | 1668.86 | 516 | 2.71 | 3.22 | 8.74 | 7.36 |
| 148 | 0.05 | 3015.03 | 556 | 2.75 | 3.48 | 9.55 | 7.54 |
| 170 | 0.03 | 6156.82 | 585 | 2.77 | 3.79 | 10.49 | 7.66 |
| | Sumatoria | | | 16.22 | 17.93 | 48.60 | 43.84 |

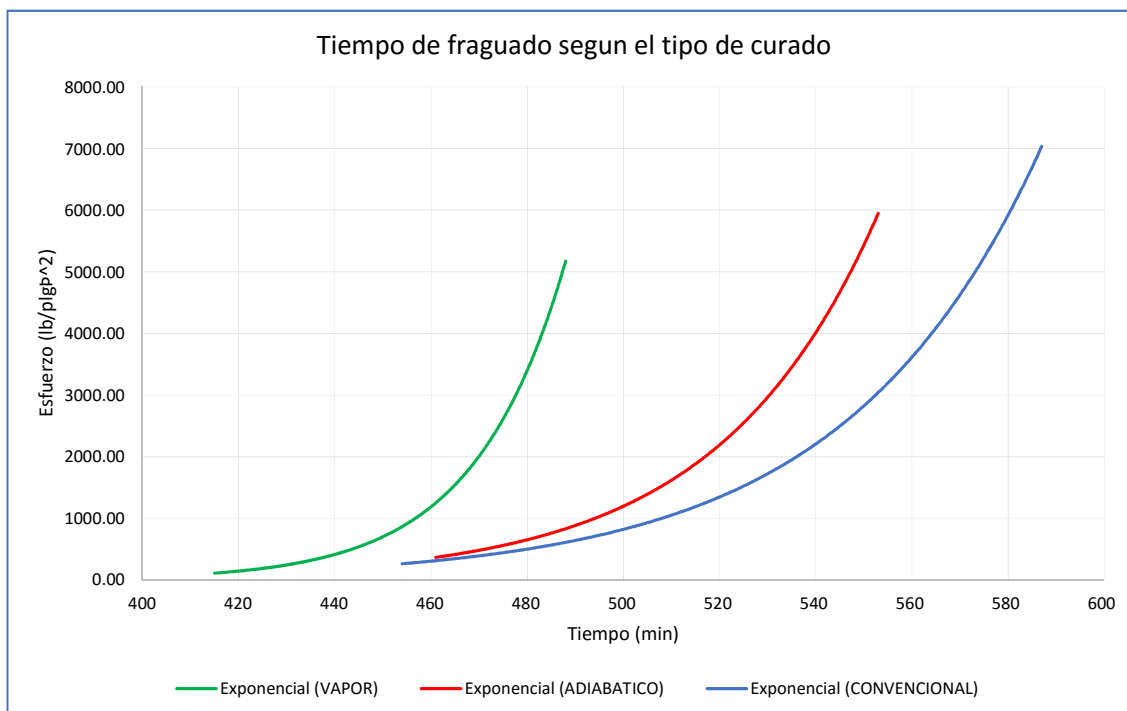
Tiempo de Fraguado Inicial

7:58 Horas

Tiempo de Fraguado Final

9:23 Horas





4 CODIGO

I 0.40 CM CV

Hora de contacto Agua/Cemento

8:58

| | | | | | | | |
|--------------|--------|---------|-------|------------|------|-----|---------|
| Cemento | TIPO I | # Aguja | Hora | Carga (Lb) | T°C | T°A | HR% |
| Relacion A/C | 0.40 | 1 | 12:43 | 140 | 60.3 | 60 | 95-100% |
| Microsilice | SI | 2 | 12:57 | 136 | 59.6 | 60 | 95-100% |
| Curado | VAPOR | 3 | 13:05 | 124 | 57.7 | 60 | 95-100% |
| | | 4 | 13:16 | 106 | 54.4 | 60 | 95-100% |
| | | 5 | 13:22 | 116 | 54 | 60 | 95-100% |
| | | 6 | 13:39 | 142 | 54.6 | 60 | 95-100% |

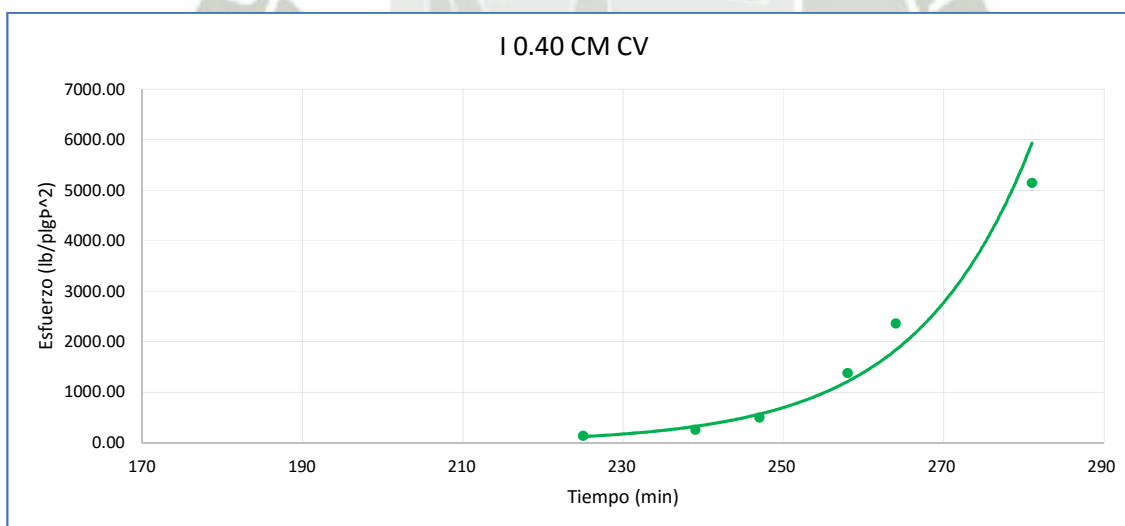
| Carga (Lb) | Area (plg ²) | Esfuerzo (Lb/ plg ²) | Tiempo (min) | Log (t) | Log(σ _p) | log(σ _p)*log(t) | log (t) ² |
|------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|---------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| 140 | 0.99 | 140.84 | 225 | 2.35 | 2.15 | 5.05 | 5.53 |
| 136 | 0.52 | 262.30 | 239 | 2.38 | 2.42 | 5.75 | 5.66 |
| 124 | 0.25 | 498.98 | 247 | 2.39 | 2.70 | 6.46 | 5.72 |
| 106 | 0.08 | 1382.03 | 258 | 2.41 | 3.14 | 7.57 | 5.82 |
| 116 | 0.05 | 2363.13 | 264 | 2.42 | 3.37 | 8.17 | 5.86 |
| 142 | 0.03 | 5142.76 | 281 | 2.45 | 3.71 | 9.09 | 6.00 |
| | Sumatoria | | | 14.41 | 17.49 | 42.09 | 34.59 |

Tiempo de Fraguado Inicial

4:04 Horas

Tiempo de Fraguado Final

4:35 Horas



5 CODIGO

I 0.40 CM CA

Hora de contacto Agua/Cemento

9:40

| | | | | | | | |
|--------------|------------|---------|-------|------------|------|------|-----|
| Cemento | TIPO I | # Aguja | Hora | Carga (Lb) | T°C | T°A | HR% |
| Relacion A/C | 0.40 | 1 | 16:40 | 200 | 26.8 | 21.7 | 21% |
| Microsilice | SI | 2 | 16:41 | 200 | 26.8 | 21.7 | 21% |
| Curado | ADIABATICO | 3 | 16:42 | 170 | 26.8 | 21.7 | 21% |
| | | 4 | 16:43 | 105 | 26.8 | 21.7 | 21% |
| | | 5 | 17:21 | 126 | 27 | 20.3 | 22% |
| | | 6 | 17:51 | 130 | 27.3 | 20.2 | 25% |

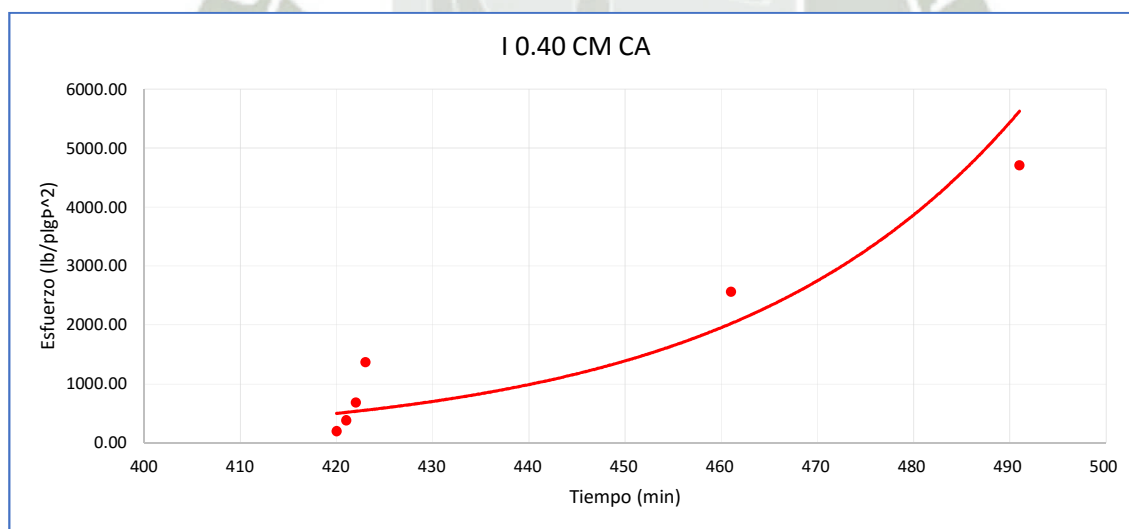
| Carga (Lb) | Area (plg ²) | Esfuerzo (Lb/ plg ²) | Tiempo (min) | Log (t) | Log(σ _p) | log(σ _p)*log(t) | log (t) ² |
|------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|---------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| 200 | 0.99 | 201.20 | 420 | 2.62 | 2.30 | 6.04 | 6.88 |
| 200 | 0.52 | 385.74 | 421 | 2.62 | 2.59 | 6.79 | 6.89 |
| 170 | 0.25 | 684.09 | 422 | 2.63 | 2.84 | 7.44 | 6.89 |
| 105 | 0.08 | 1368.99 | 423 | 2.63 | 3.14 | 8.24 | 6.90 |
| 126 | 0.05 | 2566.85 | 461 | 2.66 | 3.41 | 9.08 | 7.10 |
| 130 | 0.03 | 4708.16 | 491 | 2.69 | 3.67 | 9.88 | 7.24 |
| | Sumatoria | | | 15.85 | 17.94 | 47.48 | 41.90 |

Tiempo de Fraguado Inicial

7:00 Horas

Tiempo de Fraguado Final

8:00 Horas



6 CODIGO

I 0.40 CM CN

Hora de contacto Agua/Cemento

9:40

| | | | | | | | |
|--------------|--------------|---------|-------|------------|------|------|-----|
| Cemento | TIPO I | # Aguja | Hora | Carga (Lb) | T°C | T°A | HR% |
| Relacion A/C | 0.40 | 1 | 16:44 | 200 | 21.6 | 21.2 | 20% |
| Microsilice | SI | 2 | 16:45 | 190 | 21.6 | 21.2 | 20% |
| Curado | CONVENCIONAL | 3 | 17:05 | 130 | 21.4 | 20.8 | 21% |
| | | 4 | 17:38 | 110 | 21.7 | 21.2 | 22% |
| | | 5 | 19:23 | 115 | 21.5 | 20.1 | 26% |
| | | 6 | 19:05 | 110 | 21.7 | 19.7 | 30% |

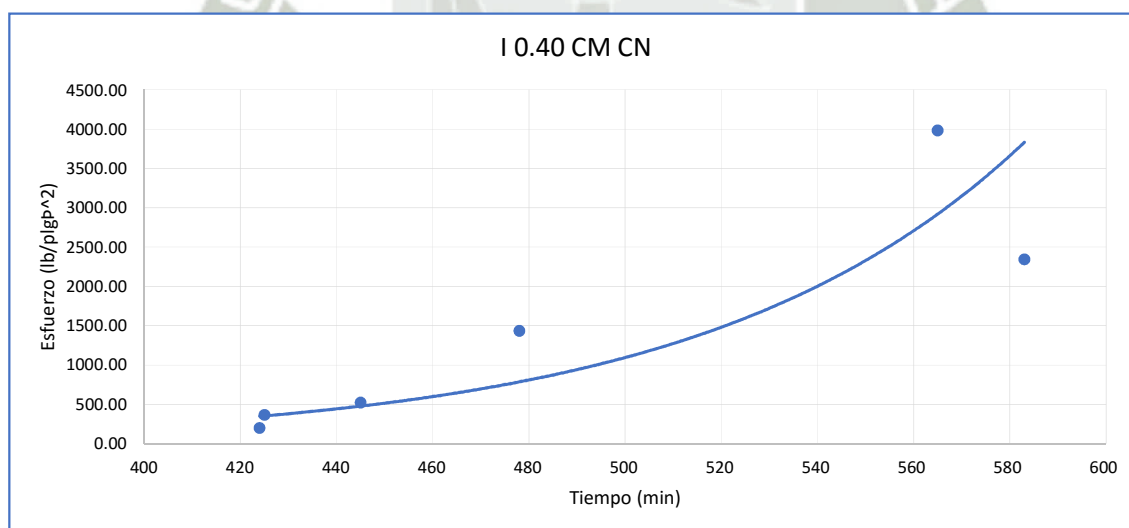
| Carga (Lb) | Area (plg ²) | Esfuerzo (Lb/ plg ²) | Tiempo (min) | Log (t) | Log(σp) | log(σp)*log(t) | log (t) ² |
|------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|---------|---------|----------------|----------------------|
| 200 | 0.99 | 201.20 | 424 | 2.63 | 2.30 | 6.05 | 6.90 |
| 190 | 0.52 | 366.45 | 425 | 2.63 | 2.56 | 6.74 | 6.91 |
| 130 | 0.25 | 523.13 | 445 | 2.65 | 2.72 | 7.20 | 7.01 |
| 110 | 0.08 | 1434.18 | 478 | 2.68 | 3.16 | 8.46 | 7.18 |
| 115 | 0.05 | 2342.76 | 583 | 2.77 | 3.37 | 9.32 | 7.65 |
| 110 | 0.03 | 3983.83 | 565 | 2.75 | 3.60 | 9.91 | 7.57 |
| | Sumatoria | | | 16.10 | 17.71 | 47.68 | 43.23 |

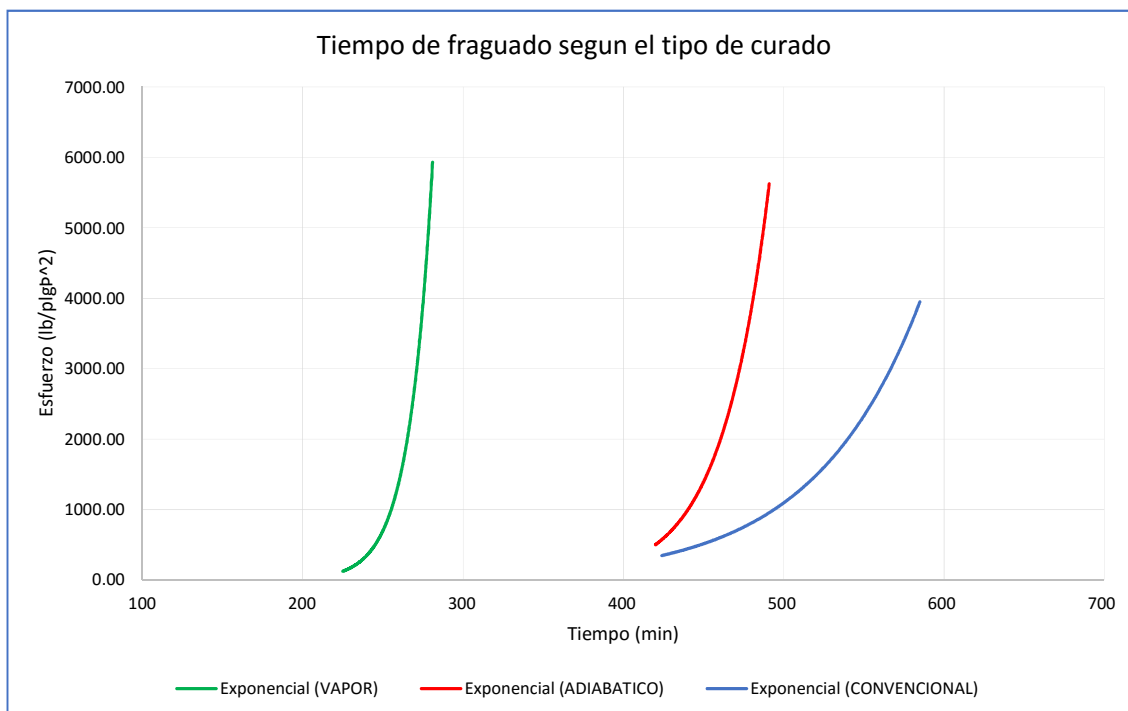
Tiempo de Fraguado Inicial

7:27 Horas

Tiempo de Fraguado Final

9:47 Horas





7 CODIGO

HE 0.35 SM CV

Hora de contacto Agua/Cemento

8:01

| | | | | | | | |
|--------------|---------|---------|-------|------------|------|------|---------|
| Cemento | TIPO HE | # Aguja | Hora | Carga (Lb) | T°C | T°A | HR% |
| Relacion A/C | 0.35 | 1 | 14:20 | 180 | 59.3 | 25 | 95-100% |
| Microsilice | NO | 2 | 14:40 | 118 | 58.7 | 25 | 95-100% |
| Curado | VAPOR | 3 | 14:51 | 100 | 57.4 | 24.3 | 95-100% |
| | | 4 | 15:10 | 110 | 58.4 | 23.9 | 95-100% |
| | | 5 | 15:44 | 200 | 51.4 | 23 | 95-100% |
| | | 6 | 15:45 | 112 | 51.4 | 23 | 95-100% |

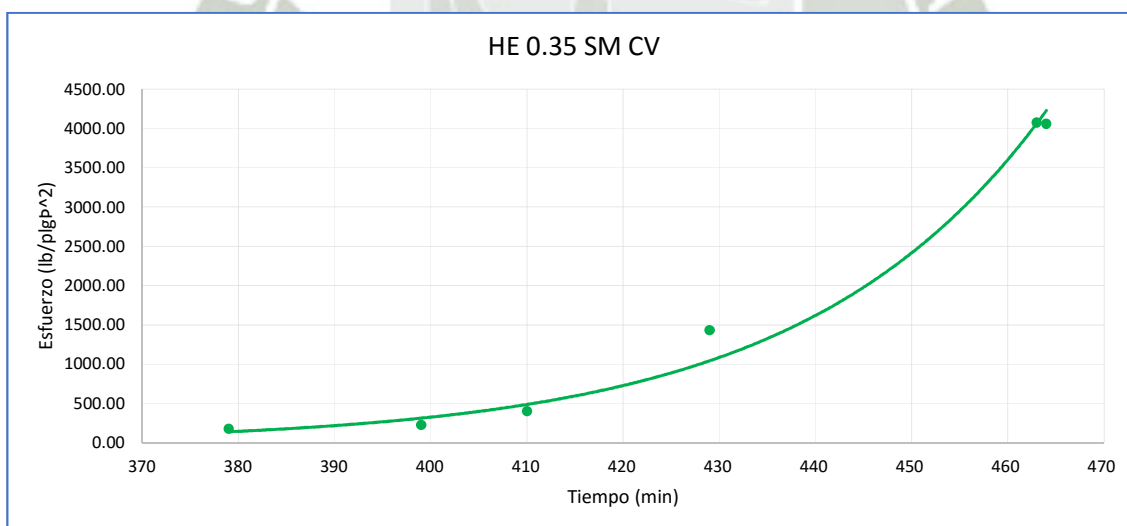
| Carga (Lb) | Area (plg ²) | Esfuerzo (Lb/ plg ²) | Tiempo (min) | Log (t) | Log(σ) | log(σ)*log(t) | log (t) ² |
|------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|---------|-----------------|------------------------|----------------------|
| 180 | 0.99 | 181.08 | 379 | 2.58 | 2.26 | 5.82 | 6.65 |
| 118 | 0.52 | 227.59 | 399 | 2.60 | 2.36 | 6.13 | 6.77 |
| 100 | 0.25 | 402.41 | 410 | 2.61 | 2.60 | 6.81 | 6.83 |
| 110 | 0.08 | 1434.18 | 429 | 2.63 | 3.16 | 8.31 | 6.93 |
| 200 | 0.05 | 4074.37 | 463 | 2.67 | 3.61 | 9.62 | 7.11 |
| 112 | 0.03 | 4056.26 | 464 | 2.67 | 3.61 | 9.62 | 7.11 |
| | Sumatoria | | | 15.76 | 17.59 | 46.31 | 41.39 |

Tiempo de Fraguado Inicial

6:49 Horas

Tiempo de Fraguado Final

7:43 Horas



8 CODIGO

HE 0.35 SM CA

Hora de contacto Agua/Cemento

8:01

| | | | | | | | |
|--------------|------------|---------|-------|------------|------|------|-----|
| Cemento | TIPO HE | # Aguja | Hora | Carga (Lb) | T°C | T°A | HR% |
| Relacion A/C | 0.35 | 1 | 16:19 | 108 | 26.6 | 21.7 | 22% |
| Microsilice | NO | 2 | 17:09 | 180 | 26.2 | 20.3 | 32% |
| Curado | ADIABATICO | 3 | 17:23 | 126 | 26.1 | 20.1 | 32% |
| | | 4 | 17:58 | 110 | 25.5 | 18.7 | 32% |
| | | 5 | 18:50 | 140 | 25.4 | 17.8 | 33% |
| | | 6 | 19:38 | 110 | 24.8 | 17 | 32% |

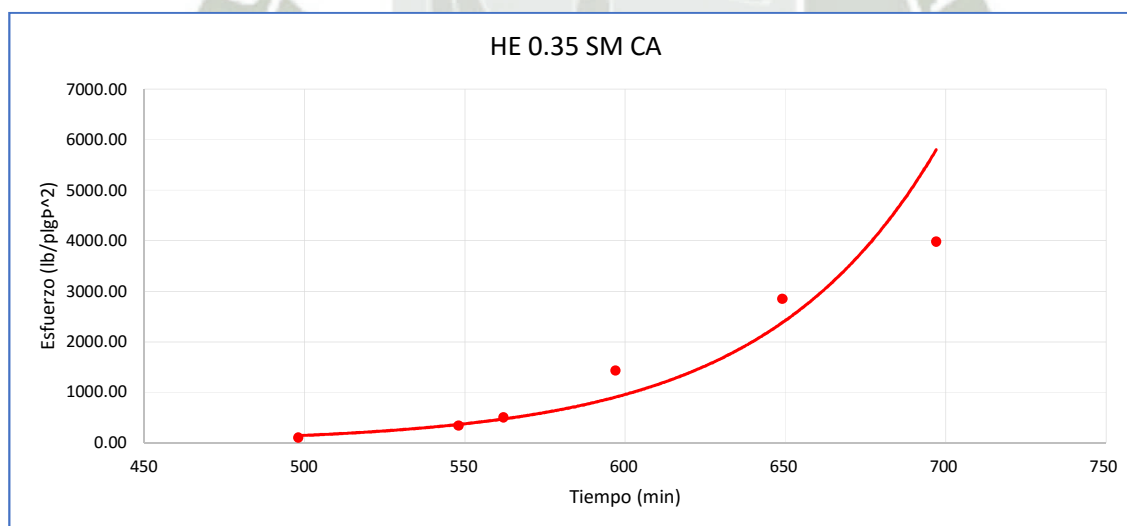
| Carga (Lb) | Area (plg ²) | Esfuerzo (Lb/ plg ²) | Tiempo (min) | Log (t) | Log(σp) | log(σp)*log(t) | log (t) ² |
|------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|---------|---------|----------------|----------------------|
| 108 | 0.99 | 108.65 | 498 | 2.70 | 2.04 | 5.49 | 7.28 |
| 180 | 0.52 | 347.16 | 548 | 2.74 | 2.54 | 6.96 | 7.50 |
| 126 | 0.25 | 507.03 | 562 | 2.75 | 2.71 | 7.44 | 7.56 |
| 110 | 0.08 | 1434.18 | 597 | 2.78 | 3.16 | 8.76 | 7.71 |
| 140 | 0.05 | 2852.06 | 649 | 2.81 | 3.46 | 9.72 | 7.91 |
| 110 | 0.03 | 3983.83 | 697 | 2.84 | 3.60 | 10.24 | 8.08 |
| | Sumatoria | | | 16.62 | 17.49 | 48.60 | 46.04 |

Tiempo de Fraguado Inicial

9:22 Horas

Tiempo de Fraguado Final

11:17 Horas



9 CODIGO

HE 0.35 SM CN

Hora de contacto Agua/Cemento

8:01

| | | | | | | | |
|--------------|--------------|---------|-------|------------|------|------|-----|
| Cemento | TIPO HE | # Aguja | Hora | Carga (Lb) | T°C | T°A | HR% |
| Relacion A/C | 0.35 | 1 | 17:07 | 108 | 21.1 | 20.3 | 31% |
| Microsilice | NO | 2 | 17:56 | 128 | 21.4 | 20 | 32% |
| Curado | CONVENCIONAL | 3 | 18:33 | 112 | 20.8 | 19.8 | 32% |
| | | 4 | 19:20 | 144 | 20.3 | 19.8 | 32% |
| | | 5 | 20:30 | 120 | 20 | 19.6 | 31% |
| | | 6 | 21:10 | 110 | 19.8 | 19.6 | 32% |

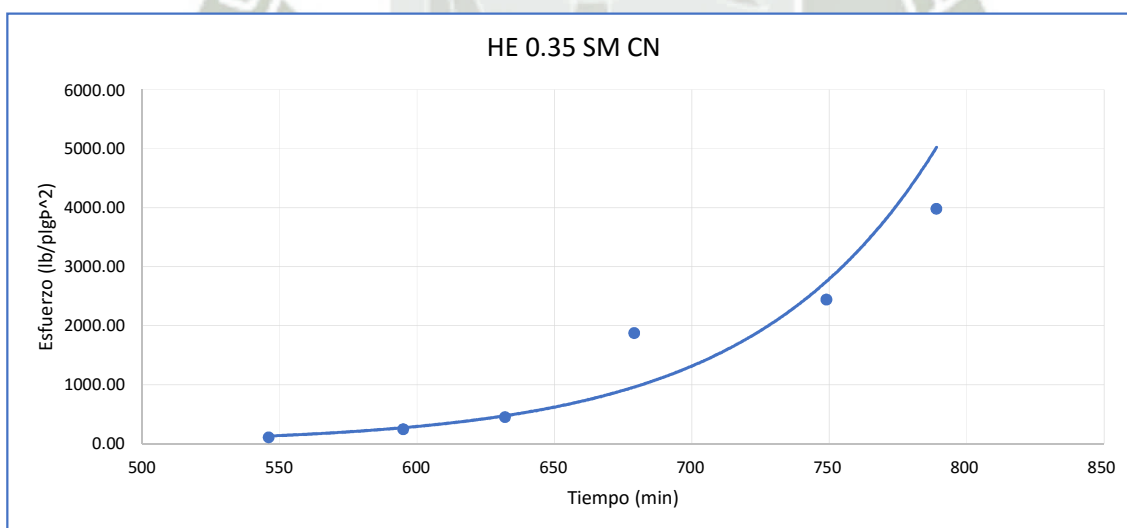
| Carga (Lb) | Area (plg ²) | Esfuerzo (Lb/ plg ²) | Tiempo (min) | Log (t) | Log(σ) | log(σ)*log(t) | log (t) ² |
|------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|---------|--------|---------------|----------------------|
| 108 | 0.99 | 108.65 | 546 | 2.74 | 2.04 | 5.57 | 7.49 |
| 128 | 0.52 | 246.87 | 595 | 2.77 | 2.39 | 6.64 | 7.70 |
| 112 | 0.25 | 450.70 | 632 | 2.80 | 2.65 | 7.43 | 7.84 |
| 144 | 0.08 | 1877.47 | 679 | 2.83 | 3.27 | 9.27 | 8.02 |
| 120 | 0.05 | 2444.62 | 749 | 2.87 | 3.39 | 9.74 | 8.26 |
| 110 | 0.03 | 3983.83 | 789 | 2.90 | 3.60 | 10.43 | 8.39 |
| | Sumatoria | | | 16.92 | 17.34 | 49.08 | 47.71 |

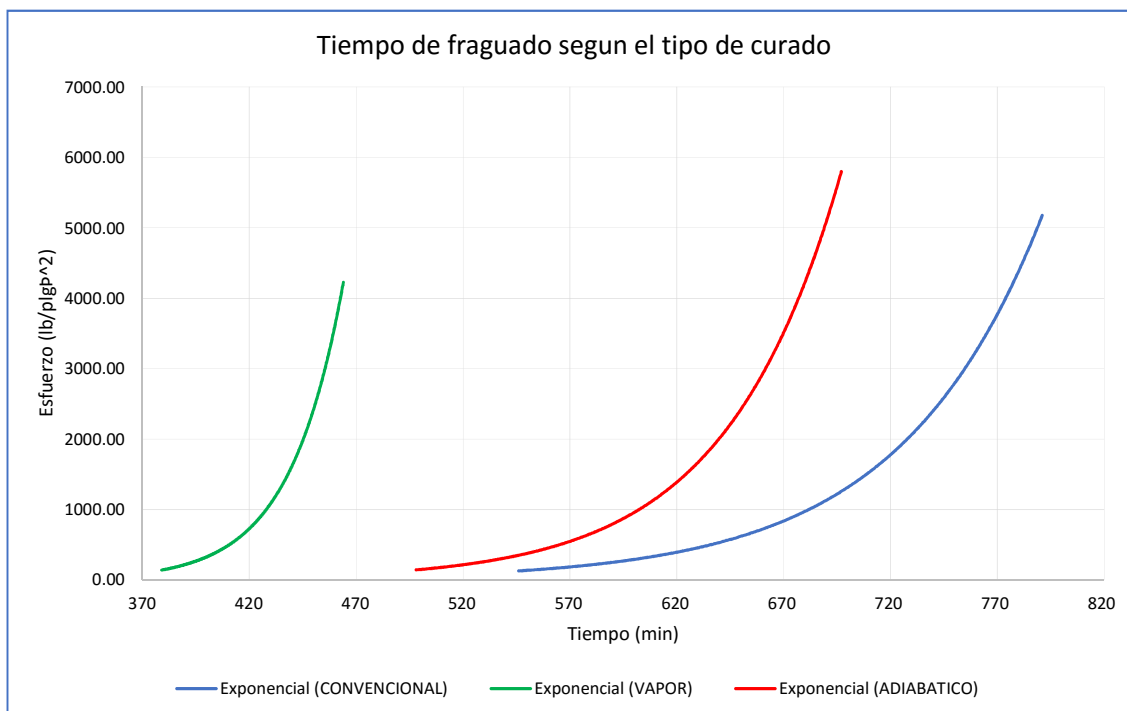
Tiempo de Fraguado Inicial

10:31 Horas

Tiempo de Fraguado Final

12:56 Horas





10 CODIGO

HE 0.40 CM CV

Hora de contacto Agua/Cemento

7:39

| | | | | | | | |
|--------------|---------|---------|-------|------------|------|------|---------|
| Cemento | TIPO HE | # Aguja | Hora | Carga (Lb) | T°C | T°A | HR% |
| Relacion A/C | 0.40 | 1 | 11:13 | 200 | 61.6 | 25.4 | 95-100% |
| Microsilice | SI | 2 | 11:14 | 200 | 61.6 | 25.4 | 95-100% |
| Curado | VAPOR | 3 | 11:15 | 194 | 61.6 | 25.4 | 95-100% |
| | | 4 | 11:16 | 157 | 61.7 | 26.2 | 95-100% |
| | | 5 | 11:27 | 118 | 61 | 26.4 | 95-100% |
| | | 6 | 11:44 | 146 | 60.7 | 26.7 | 95-100% |

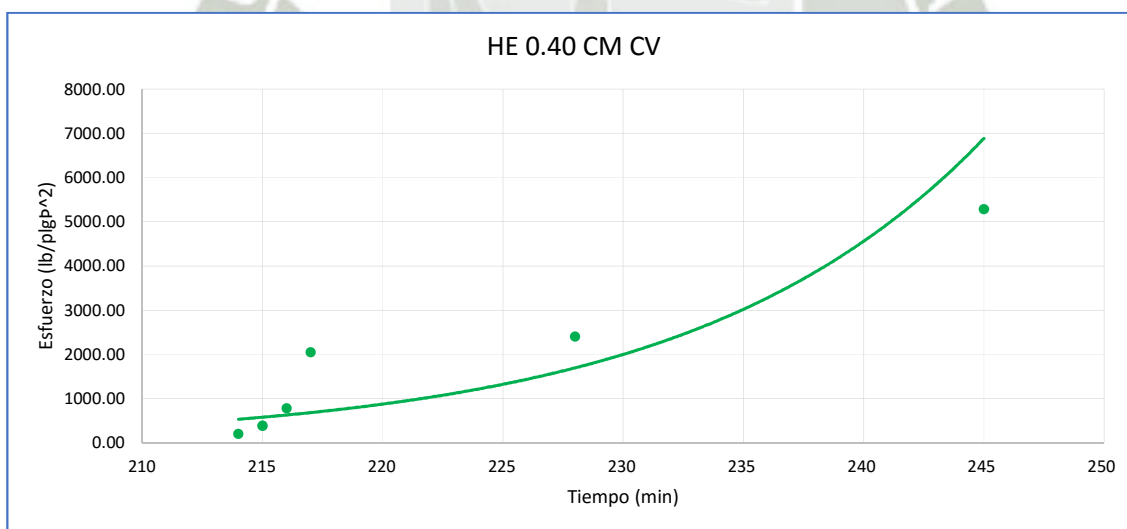
| Carga (Lb) | Area (plg ²) | Esfuerzo (Lb/ plg ²) | Tiempo (min) | Log (t) | Log(σ) | log(σ)*log(t) | log (t) ² |
|------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|---------|-----------------|------------------------|----------------------|
| 200 | 0.99 | 201.20 | 214 | 2.33 | 2.30 | 5.37 | 5.43 |
| 200 | 0.52 | 385.74 | 215 | 2.33 | 2.59 | 6.03 | 5.44 |
| 194 | 0.25 | 780.67 | 216 | 2.33 | 2.89 | 6.75 | 5.45 |
| 157 | 0.08 | 2046.96 | 217 | 2.34 | 3.31 | 7.74 | 5.46 |
| 118 | 0.05 | 2403.88 | 228 | 2.36 | 3.38 | 7.97 | 5.56 |
| 146 | 0.03 | 5287.62 | 245 | 2.39 | 3.72 | 8.90 | 5.71 |
| | Sumatoria | | | 14.08 | 18.20 | 42.76 | 33.05 |

Tiempo de Fraguado Inicial

3:33 Horas

Tiempo de Fraguado Final

3:58 Horas



11 CODIGO

HE 0.40 CM CA

Hora de contacto Agua/Cemento

7:39

| | | | | | | | |
|--------------|------------|---------|-------|------------|------|------|-----|
| Cemento | TIPO HE | # Aguja | Hora | Carga (Lb) | T°C | T°A | HR% |
| Relacion A/C | 0.40 | 1 | 12:25 | 146 | 26.8 | 26.4 | 20% |
| Microsilice | SI | 2 | 12:53 | 140 | 27.3 | 25.1 | 21% |
| Curado | ADIABATICO | 3 | 13:19 | 142 | 27.6 | 25.2 | 25% |
| | | 4 | 13:49 | 110 | 28.2 | 25.5 | 27% |
| | | 5 | 14:46 | 190 | 29.9 | 24.6 | 30% |
| | | 6 | 14:58 | 120 | 30.1 | 24.3 | 30% |

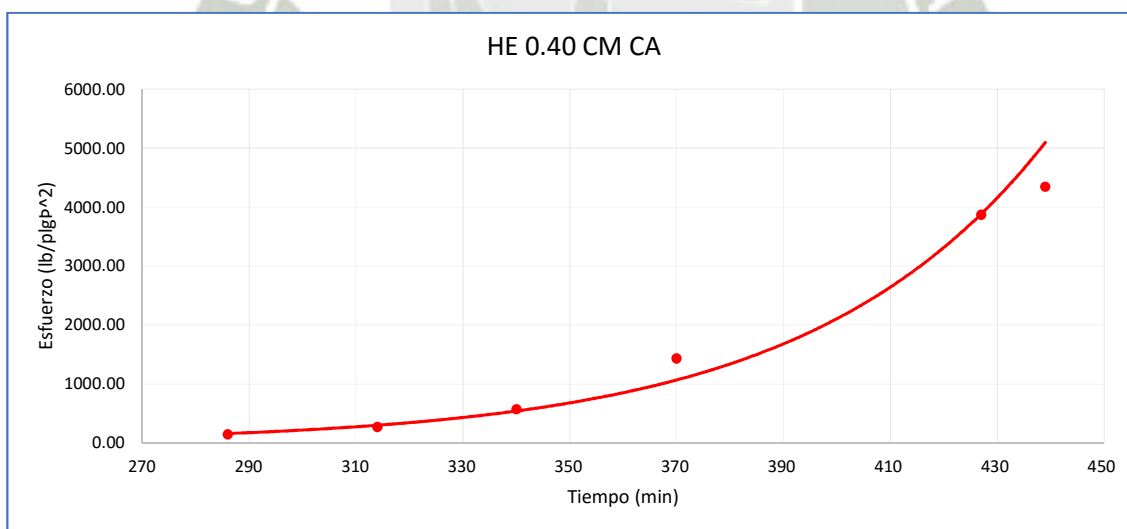
| Carga (Lb) | Area (plg ²) | Esfuerzo (Lb/ plg ²) | Tiempo (min) | Log (t) | Log(σ) | log(σ)*log(t) | log (t) ² |
|------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|---------|--------|---------------|----------------------|
| 146 | 0.99 | 146.88 | 286 | 2.46 | 2.17 | 5.32 | 6.03 |
| 140 | 0.52 | 270.02 | 314 | 2.50 | 2.43 | 6.07 | 6.23 |
| 142 | 0.25 | 571.42 | 340 | 2.53 | 2.76 | 6.98 | 6.41 |
| 110 | 0.08 | 1434.18 | 370 | 2.57 | 3.16 | 8.11 | 6.60 |
| 190 | 0.05 | 3870.65 | 427 | 2.63 | 3.59 | 9.44 | 6.92 |
| 120 | 0.03 | 4345.99 | 439 | 2.64 | 3.64 | 9.61 | 6.98 |
| | Sumatoria | | | 15.33 | 17.74 | 45.53 | 39.17 |

Tiempo de Fraguado Inicial

5:33 Horas

Tiempo de Fraguado Final

7:09 Horas



12 CODIGO

HE 0.40 CM CN

Hora de contacto Agua/Cemento

7:39

| | | | | | | | |
|--------------|--------------|---------|-------|------------|------|------|-----|
| Cemento | TIPO HE | # Aguja | Hora | Carga (Lb) | T°C | T°A | HR% |
| Relacion A/C | 0.40 | 1 | 13:10 | 120 | 22.3 | 25.9 | 20% |
| Microsilice | SI | 2 | 13:41 | 116 | 21.4 | 25.4 | 21% |
| Curado | CONVENCIONAL | 3 | 14:35 | 124 | 22.4 | 24.8 | 20% |
| | | 4 | 15:28 | 120 | 22.8 | 23.5 | 30% |
| | | 5 | 15:48 | 100 | 24.1 | 23.1 | 31% |
| | | 6 | 16:17 | 110 | 25.1 | 22 | 32% |

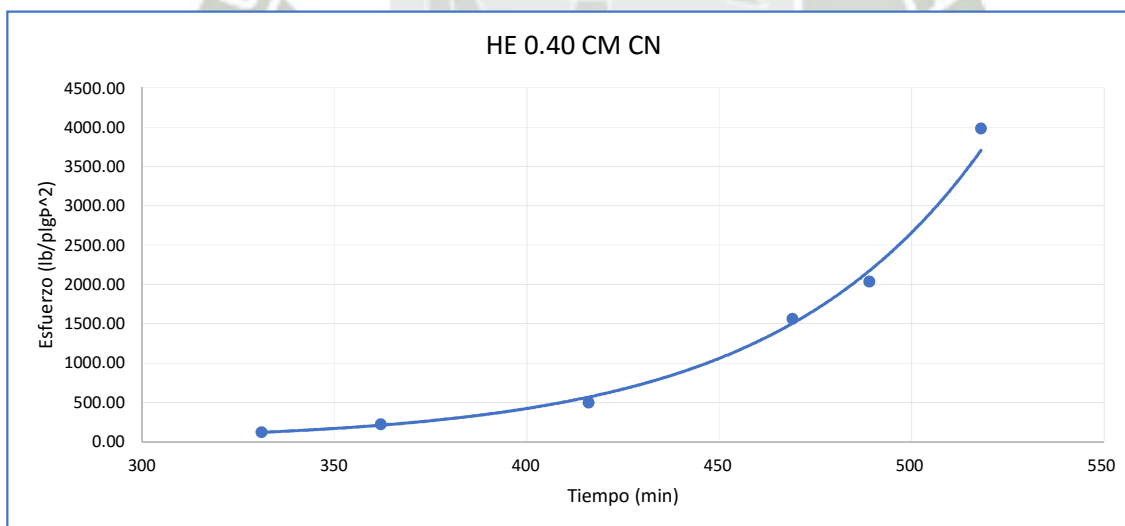
| Carga (Lb) | Area (plg ²) | Esfuerzo (Lb/ plg ²) | Tiempo (min) | Log (t) | Log(σ _p) | log(σ _p)*log(t) | log (t) ² |
|------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|---------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| 120 | 0.99 | 120.72 | 331 | 2.52 | 2.08 | 5.25 | 6.35 |
| 116 | 0.52 | 223.73 | 362 | 2.56 | 2.35 | 6.01 | 6.55 |
| 124 | 0.25 | 498.98 | 416 | 2.62 | 2.70 | 7.07 | 6.86 |
| 120 | 0.08 | 1564.56 | 469 | 2.67 | 3.19 | 8.53 | 7.14 |
| 100 | 0.05 | 2037.18 | 489 | 2.69 | 3.31 | 8.90 | 7.23 |
| 110 | 0.03 | 3983.83 | 518 | 2.71 | 3.60 | 9.77 | 7.37 |
| | Sumatoria | | | 15.77 | 17.23 | 45.53 | 41.49 |

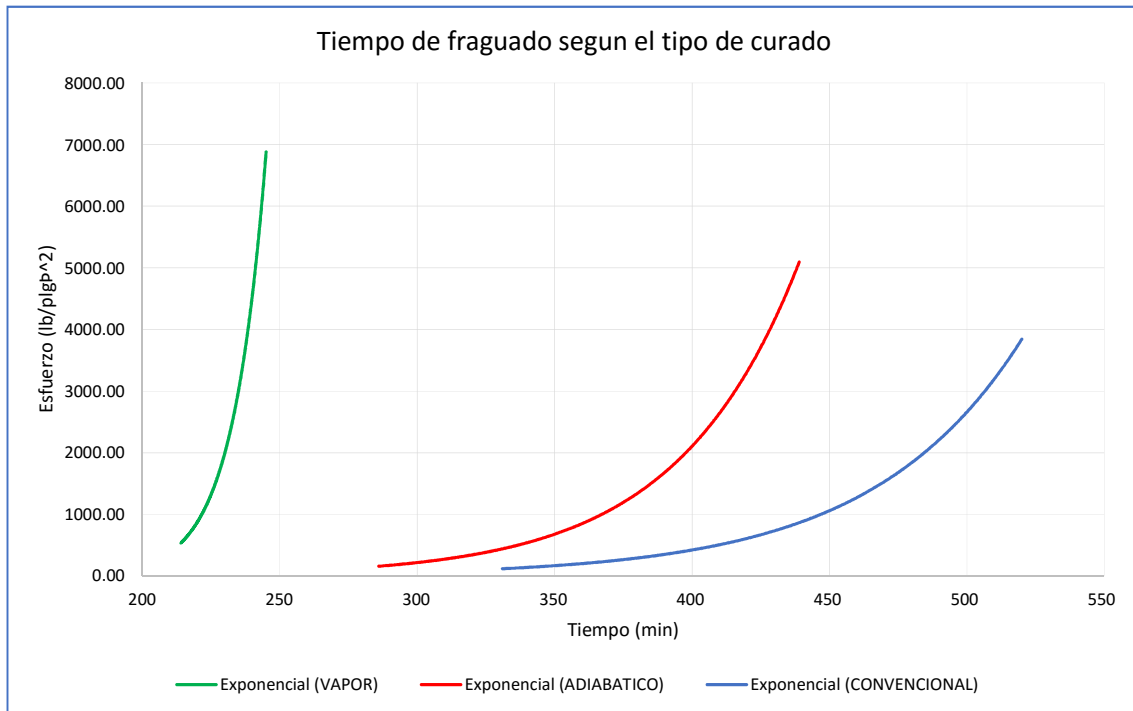
Tiempo de Fraguado Inicial

6:43 Horas

Tiempo de Fraguado Final

8:49 Horas





13 CODIGO

IP 0.32 SM CV

Hora de contacto Agua/Cemento

7:56

| | | | | | | | |
|--------------|---------|---------|-------|------------|------|------|---------|
| Cemento | TIPO IP | # Aguja | Hora | Carga (Lb) | T°C | T°A | HR% |
| Relacion A/C | 0.32 | 1 | 13:59 | 200 | 57.8 | 25 | 95-100% |
| Microsilice | NO | 2 | 14:00 | 110 | 57.8 | 25 | 95-100% |
| Curado | VAPOR | 3 | 14:45 | 150 | 57.4 | 24.1 | 95-100% |
| | | 4 | 15:10 | 108 | 56.9 | 23.3 | 95-100% |
| | | 5 | 15:30 | 164 | 57.8 | 23 | 95-100% |
| | | 6 | 15:45 | 130 | 59.3 | 22.9 | 95-100% |

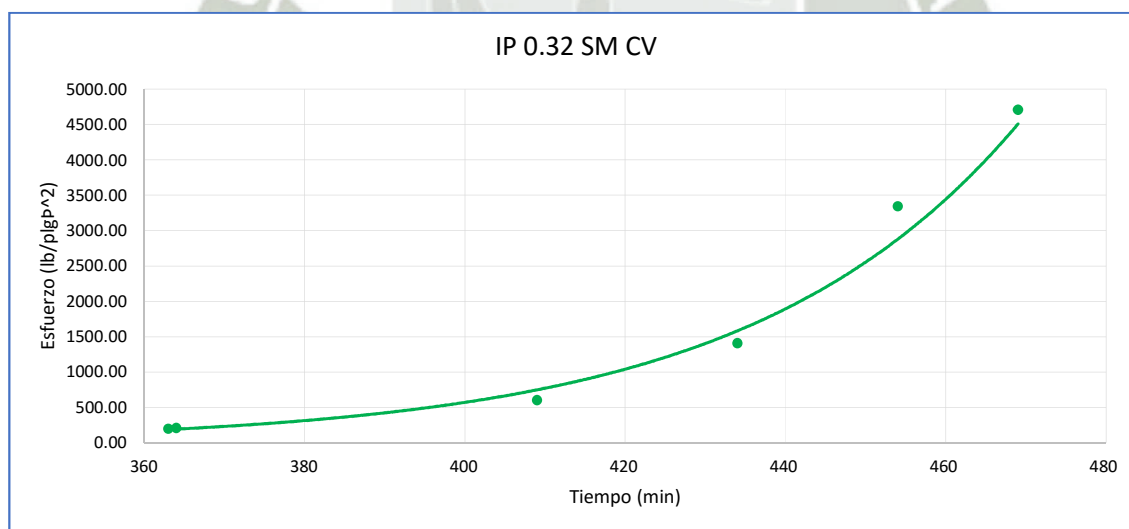
| Carga (Lb) | Area (plg ²) | Esfuerzo (Lb/ plg ²) | Tiempo (min) | Log (t) | Log(σ) | log(σ)*log(t) | log (t) ² |
|------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|---------|-----------------|------------------------|----------------------|
| 200 | 0.99 | 201.20 | 363 | 2.56 | 2.30 | 5.90 | 6.55 |
| 110 | 0.52 | 212.16 | 364 | 2.56 | 2.33 | 5.96 | 6.56 |
| 150 | 0.25 | 603.61 | 409 | 2.61 | 2.78 | 7.26 | 6.82 |
| 108 | 0.08 | 1408.10 | 434 | 2.64 | 3.15 | 8.30 | 6.96 |
| 164 | 0.05 | 3340.98 | 454 | 2.66 | 3.52 | 9.36 | 7.06 |
| 130 | 0.03 | 4708.16 | 469 | 2.67 | 3.67 | 9.81 | 7.14 |
| | Sumatoria | | | 15.70 | 17.76 | 46.60 | 41.08 |

Tiempo de Fraguado Inicial

6:33 Horas

Tiempo de Fraguado Final

7:46 Horas



14 CODIGO

IP 0.32 SM CA

Hora de contacto Agua/Cemento

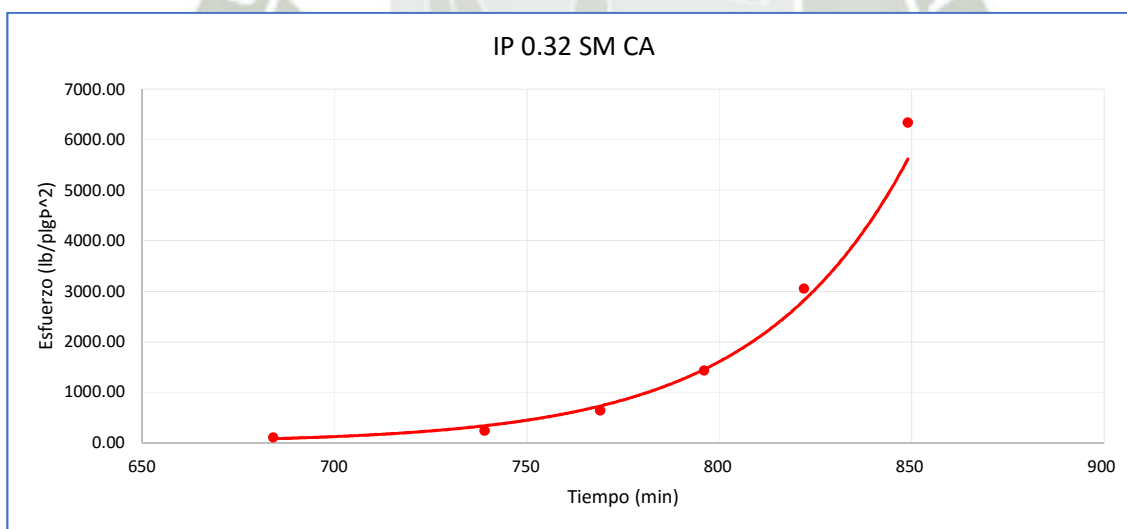
7:56

| | | | | | | | |
|--------------|------------|---------|-------|------------|------|------|-----|
| Cemento | TIPO IP | # Aguja | Hora | Carga (Lb) | T°C | T°A | HR% |
| Relacion A/C | 0.32 | 1 | 19:20 | 110 | 21.2 | 17.6 | 20% |
| Microsilice | NO | 2 | 20:15 | 125 | 27.3 | 25.1 | 21% |
| Curado | ADIABATICO | 3 | 20:45 | 160 | 27.6 | 25.2 | 25% |
| | | 4 | 21:12 | 110 | 28.2 | 25.5 | 27% |
| | | 5 | 21:38 | 150 | 29.9 | 24.6 | 30% |
| | | 6 | 22:05 | 175 | 30.1 | 24.3 | 30% |

| Carga (Lb) | Area (plg^2) | Esfuerzo (Lb/ plg^2) | Tiempo (min) | Log (t) | Log(σp) | log(σp)*log(t) | log (t)^2 |
|------------|--------------|----------------------|--------------|---------|---------|----------------|-----------|
| 110 | 0.99 | 110.66 | 684 | 2.84 | 2.04 | 5.79 | 8.04 |
| 125 | 0.52 | 241.09 | 739 | 2.87 | 2.38 | 6.83 | 8.23 |
| 160 | 0.25 | 643.85 | 769 | 2.89 | 2.81 | 8.11 | 8.33 |
| 110 | 0.08 | 1434.18 | 796 | 2.90 | 3.16 | 9.16 | 8.42 |
| 150 | 0.05 | 3055.77 | 822 | 2.91 | 3.49 | 10.16 | 8.50 |
| 175 | 0.03 | 6337.90 | 849 | 2.93 | 3.80 | 11.14 | 8.58 |
| | Sumatoria | | | 17.33 | 17.68 | 51.19 | 50.09 |

Tiempo de Fraguado Inicial 12:32 Horas

Tiempo de Fraguado Final 13:57 Horas



15 CODIGO

IP 0.32 SM CN

Hora de contacto Agua/Cemento

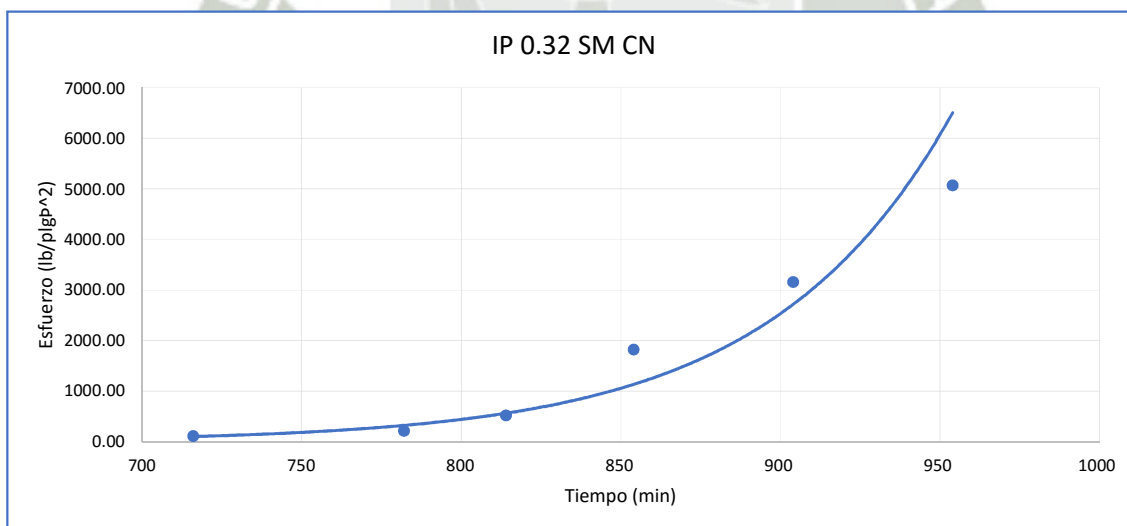
7:56

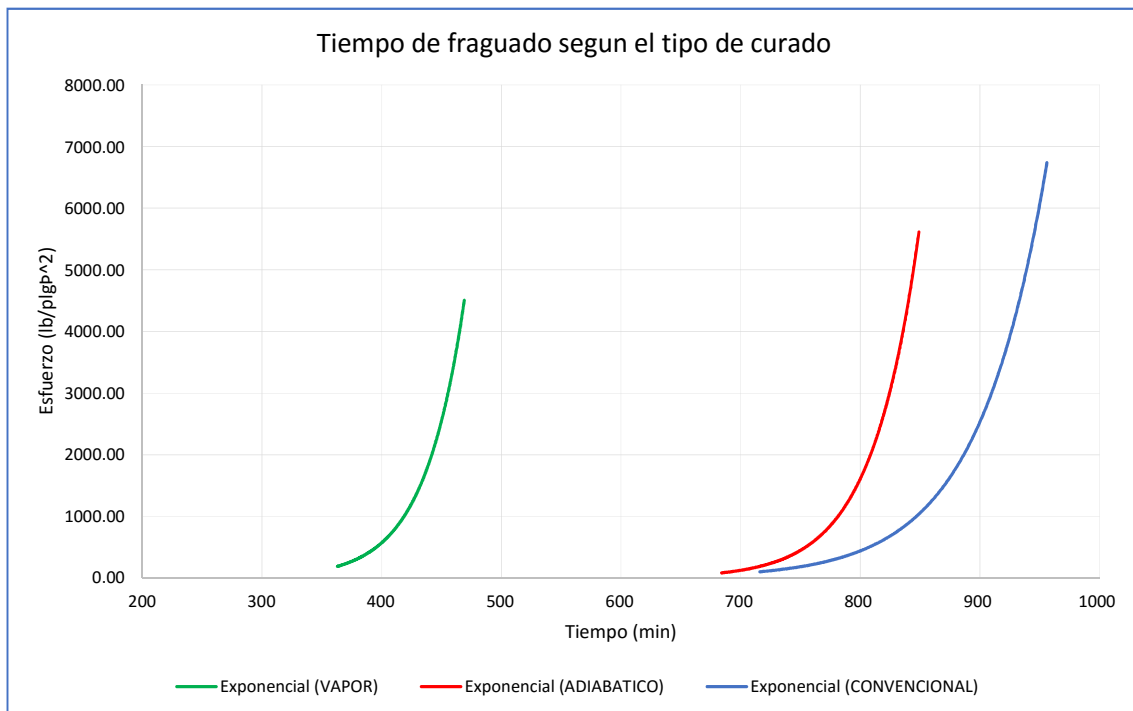
| | | | | | | | |
|--------------|--------------|---------|-------|------------|------|------|-----|
| Cemento | TIPO IP | # Aguja | Hora | Carga (Lb) | T°C | T°A | HR% |
| Relacion A/C | 0.32 | 1 | 19:52 | 113 | 19.4 | 18.4 | 30% |
| Microsilice | NO | 2 | 20:58 | 110 | 18.9 | 17.4 | 32% |
| Curado | CONVENCIONAL | 3 | 21:30 | 130 | 18.9 | 17.4 | 20% |
| | | 4 | 22:10 | 140 | 18.9 | 17.4 | 30% |
| | | 5 | 23:00 | 155 | 18.9 | 17.4 | 31% |
| | | 6 | 23:50 | 140 | 18.9 | 17.4 | 32% |

| Carga (Lb) | Area (plg ²) | Esfuerzo (Lb/ plg ²) | Tiempo (min) | Log (t) | Log(σ) | log(σ)*log(t) | log (t) ² |
|------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|---------|-----------------|------------------------|----------------------|
| 113 | 0.99 | 113.68 | 716 | 2.85 | 2.06 | 5.87 | 8.15 |
| 110 | 0.52 | 212.16 | 782 | 2.89 | 2.33 | 6.73 | 8.37 |
| 130 | 0.25 | 523.13 | 814 | 2.91 | 2.72 | 7.91 | 8.47 |
| 140 | 0.08 | 1825.32 | 854 | 2.93 | 3.26 | 9.56 | 8.59 |
| 155 | 0.05 | 3157.63 | 904 | 2.96 | 3.50 | 10.34 | 8.74 |
| 140 | 0.03 | 5070.32 | 954 | 2.98 | 3.71 | 11.04 | 8.88 |
| | Sumatoria | | | 17.53 | 17.57 | 51.46 | 51.20 |

Tiempo de Fraguado Inicial 13:23 Horas

Tiempo de Fraguado Final 15:27 Horas





16 CODIGO

IP 0.35 CM CV

Hora de contacto Agua/Cemento

8:21

| | | | | | | | |
|--------------|---------|---------|-------|------------|------|------|---------|
| Cemento | TIPO IP | # Aguja | Hora | Carga (Lb) | T°C | T°A | HR% |
| Relacion A/C | 0.35 | 1 | 13:10 | 159 | 60.1 | 25.3 | 95-100% |
| Microsilice | SI | 2 | 13:56 | 110 | 57.7 | 25.1 | 95-100% |
| Curado | VAPOR | 3 | 14:19 | 145 | 57.4 | 25.1 | 95-100% |
| | | 4 | 15:06 | 190 | 58.4 | 23.5 | 95-100% |
| | | 5 | 15:07 | 114 | 58.4 | 23.5 | 95-100% |
| | | 6 | 15:28 | 177 | 59.1 | 23.2 | 95-100% |

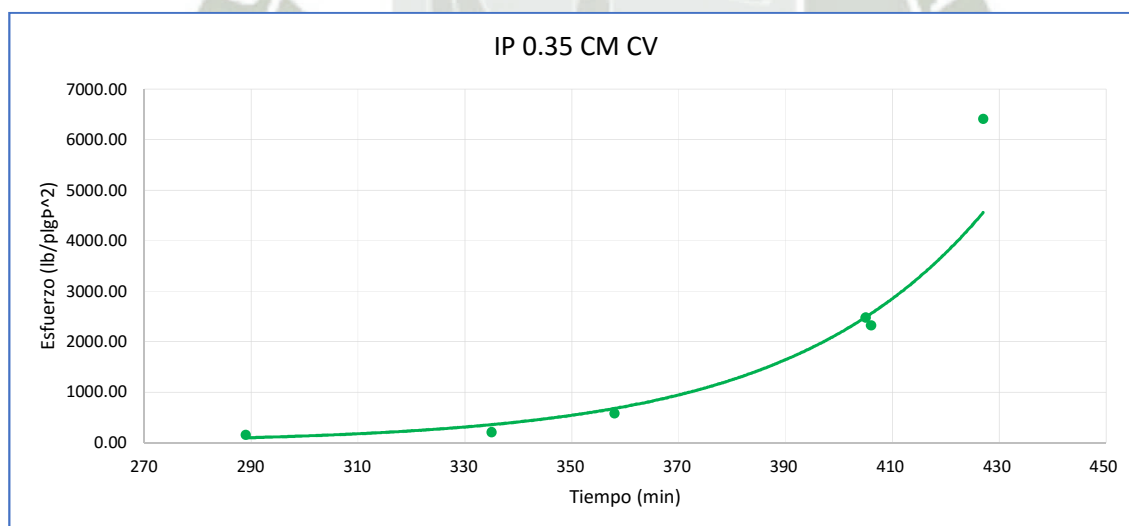
| Carga (Lb) | Area (plg ²) | Esfuerzo (Lb/ plg ²) | Tiempo (min) | Log (t) | Log(σ) | log(σ)*log(t) | log (t) ² |
|------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|---------|-----------------|------------------------|----------------------|
| 159 | 0.99 | 159.96 | 289 | 2.46 | 2.20 | 5.42 | 6.06 |
| 110 | 0.52 | 212.16 | 335 | 2.53 | 2.33 | 5.87 | 6.38 |
| 145 | 0.25 | 583.49 | 358 | 2.55 | 2.77 | 7.06 | 6.52 |
| 190 | 0.08 | 2477.21 | 405 | 2.61 | 3.39 | 8.85 | 6.80 |
| 114 | 0.05 | 2322.39 | 406 | 2.61 | 3.37 | 8.78 | 6.80 |
| 177 | 0.03 | 6410.34 | 427 | 2.63 | 3.81 | 10.01 | 6.92 |
| | Sumatoria | | | 15.39 | 17.86 | 46.01 | 39.48 |

Tiempo de Fraguado Inicial

5:43 Horas

Tiempo de Fraguado Final

7:05 Horas



17 CODIGO

IP 0.35 CM CA

Hora de contacto Agua/Cemento

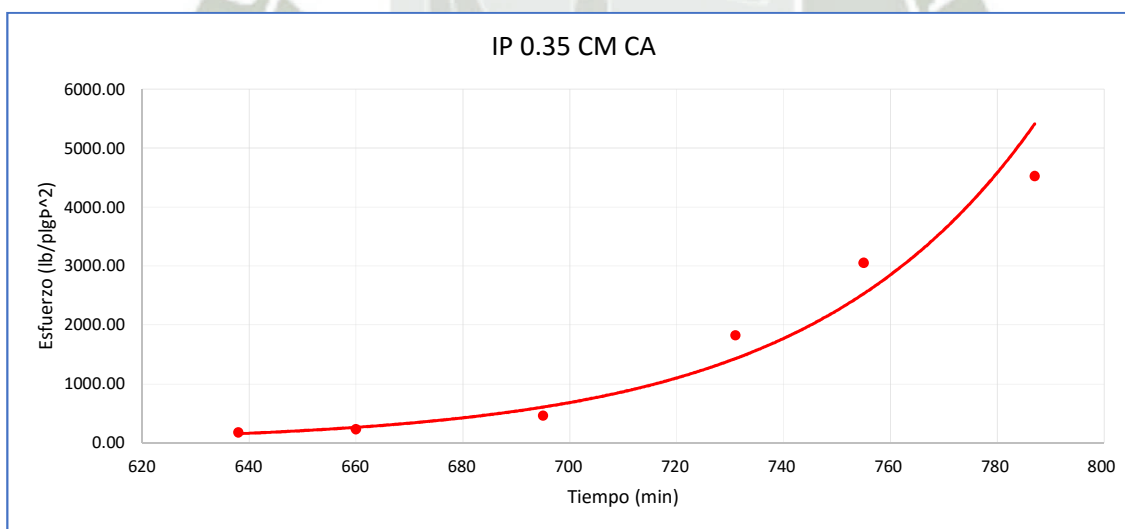
8:21

| | | | | | | | |
|--------------|------------|---------|-------|------------|------|------|-----|
| Cemento | TIPO IP | # Aguja | Hora | Carga (Lb) | T°C | T°A | HR% |
| Relacion A/C | 0.35 | 1 | 18:59 | 180 | 22.5 | 18.5 | 30% |
| Microsilice | SI | 2 | 19:21 | 121 | 21.3 | 17.9 | 31% |
| Curado | ADIABATICO | 3 | 19:56 | 115 | 20.9 | 17 | 34% |
| | | 4 | 20:32 | 140 | 20.9 | 17 | 34% |
| | | 5 | 20:56 | 150 | 20.9 | 17 | 34% |
| | | 6 | 21:28 | 125 | 20.9 | 17 | 34% |

| Carga (Lb) | Area (plg ²) | Esfuerzo (Lb/ plg ²) | Tiempo (min) | Log (t) | Log(σp) | log(σp)*log(t) | log (t) ² |
|------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|---------|---------|----------------|----------------------|
| 180 | 0.99 | 181.08 | 638 | 2.80 | 2.26 | 6.33 | 7.87 |
| 121 | 0.52 | 233.37 | 660 | 2.82 | 2.37 | 6.68 | 7.95 |
| 115 | 0.25 | 462.77 | 695 | 2.84 | 2.67 | 7.57 | 8.08 |
| 140 | 0.08 | 1825.32 | 731 | 2.86 | 3.26 | 9.34 | 8.20 |
| 150 | 0.05 | 3055.77 | 755 | 2.88 | 3.49 | 10.03 | 8.28 |
| 125 | 0.03 | 4527.07 | 787 | 2.90 | 3.66 | 10.59 | 8.39 |
| | Sumatoria | | | 17.10 | 17.69 | 50.54 | 48.76 |

Tiempo de Fraguado Inicial 11:25 Horas

Tiempo de Fraguado Final 12:55 Horas



18 CODIGO

IP 0.35 CM CN

Hora de contacto Agua/Cemento

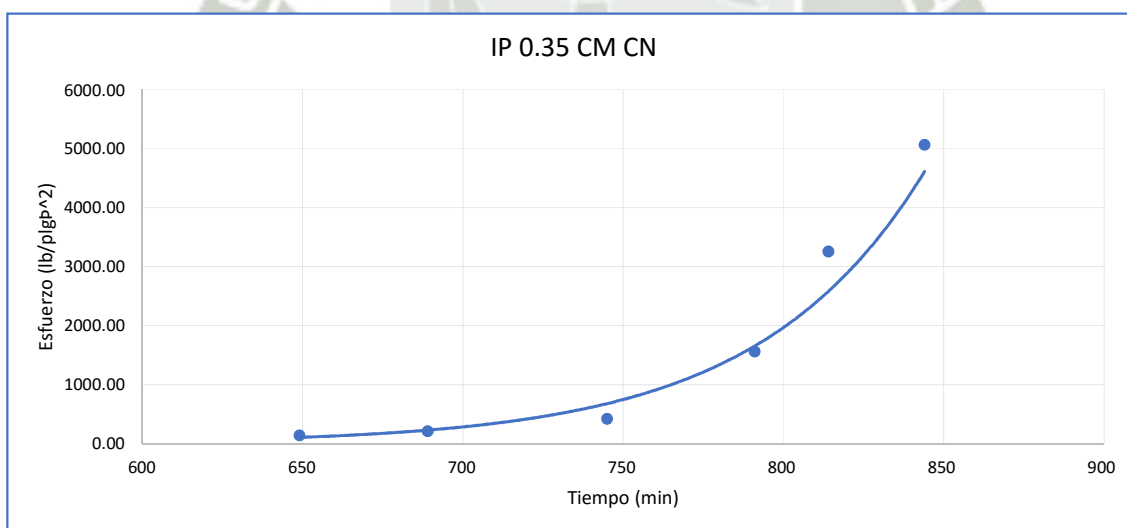
8:21

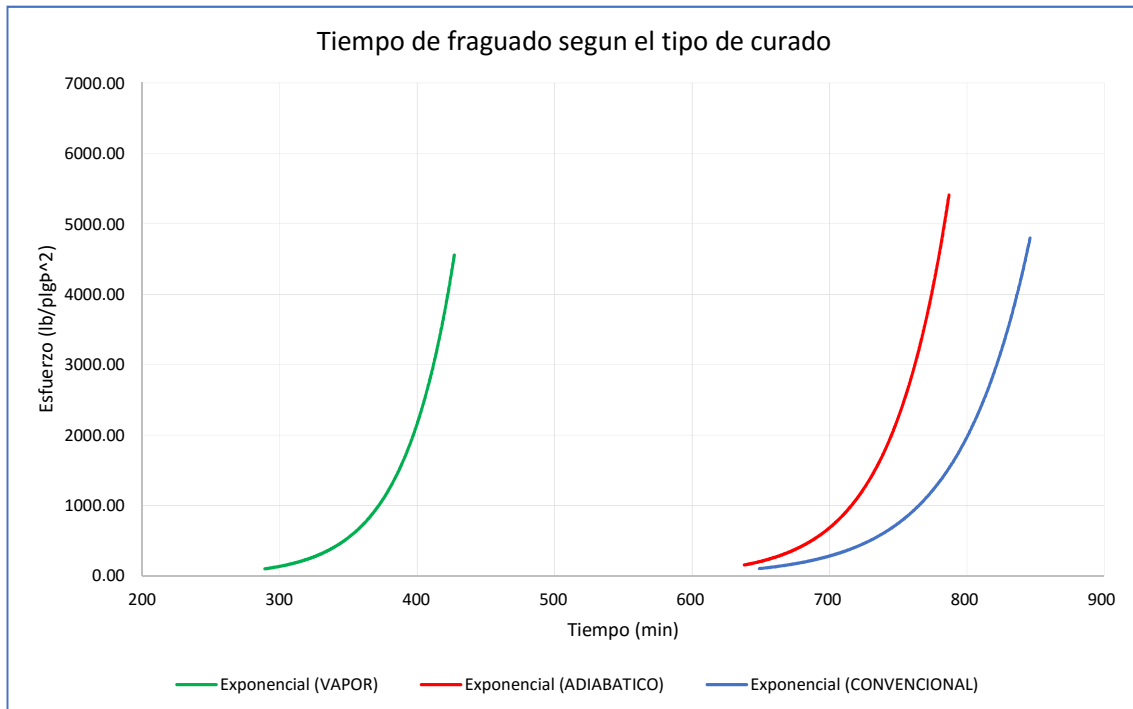
| | | | | | | | |
|--------------|--------------|---------|-------|------------|------|------|-----|
| Cemento | TIPO IP | # Aguja | Hora | Carga (Lb) | T°C | T°A | HR% |
| Relacion A/C | 0.35 | 1 | 19:10 | 140 | 21.3 | 19.2 | 21% |
| Microsilice | SI | 2 | 19:50 | 110 | 19.9 | 18.3 | 30% |
| Curado | CONVENCIONAL | 3 | 20:46 | 105 | 19 | 17.3 | 32% |
| | | 4 | 21:32 | 120 | 18.9 | 17.4 | 30% |
| | | 5 | 21:55 | 160 | 18.9 | 17.4 | 31% |
| | | 6 | 22:25 | 140 | 18.9 | 17.4 | 32% |

| Carga (Lb) | Area (plg ²) | Esfuerzo (Lb/ plg ²) | Tiempo (min) | Log (t) | Log(σ) | log(σ)*log(t) | log (t) ² |
|------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|---------|--------|---------------|----------------------|
| 140 | 0.99 | 140.84 | 649 | 2.81 | 2.15 | 6.04 | 7.91 |
| 110 | 0.52 | 212.16 | 689 | 2.84 | 2.33 | 6.60 | 8.06 |
| 105 | 0.25 | 422.53 | 745 | 2.87 | 2.63 | 7.54 | 8.25 |
| 120 | 0.08 | 1564.56 | 791 | 2.90 | 3.19 | 9.26 | 8.40 |
| 160 | 0.05 | 3259.49 | 814 | 2.91 | 3.51 | 10.23 | 8.47 |
| 140 | 0.03 | 5070.32 | 844 | 2.93 | 3.71 | 10.84 | 8.56 |
| | Sumatoria | | | 17.26 | 17.51 | 50.51 | 49.65 |

Tiempo de Fraguado Inicial 12:05 Horas

Tiempo de Fraguado Final 13:59 Horas





19 CODIGO

HE UT 0.45 SM CV

Hora de contacto Agua/Cemento

11:56

| | | | | | | | |
|--------------|-------------------|---------|-------|------------|------|------|---------|
| Cemento | TIPO HE; ULTRAVAL | # Aguja | Hora | Carga (Lb) | T°C | T°A | HR% |
| Relacion A/C | 0.45 | 1 | 14:32 | 166 | 59.9 | 25.1 | 95-100% |
| Microsilice | NO | 2 | 14:36 | 200 | 59.8 | 24.9 | 95-100% |
| Curado | VAPOR | 3 | 14:37 | 130 | 59.8 | 24.9 | 95-100% |
| | | 4 | 14:42 | 118 | 58.9 | 24.6 | 95-100% |
| | | 5 | 14:47 | 108 | 57.6 | 24.5 | 95-100% |
| | | 6 | 14:59 | 146 | 54.3 | 24.3 | 95-100% |

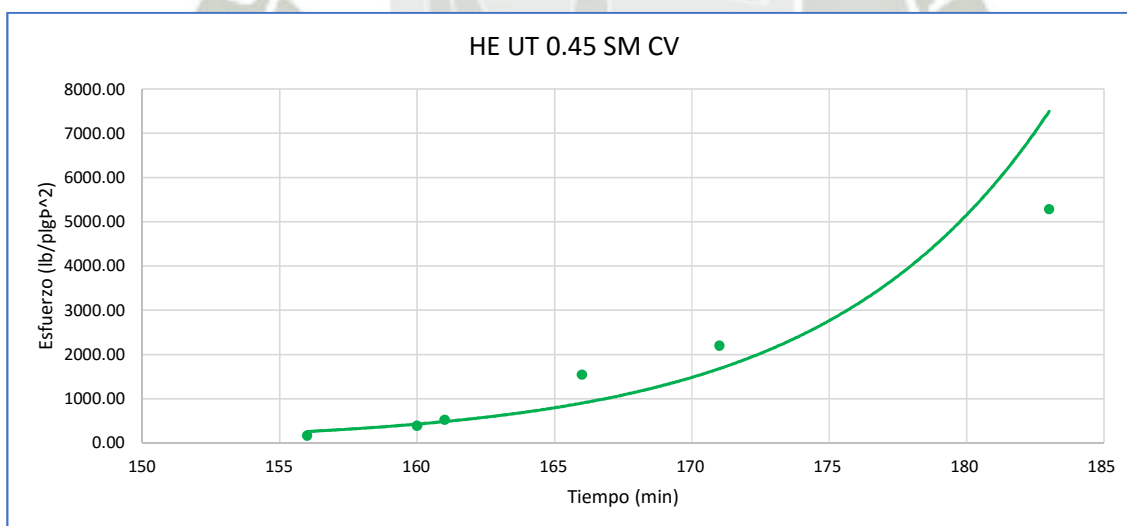
| Carga (Lb) | Area (plg ²) | Esfuerzo (Lb/ plg ²) | Tiempo (min) | Log (t) | Log(σ) | log(σ)*log(t) | log (t) ² |
|------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|---------|-----------------|------------------------|----------------------|
| 166 | 0.99 | 167.00 | 156 | 2.19 | 2.22 | 4.87 | 4.81 |
| 200 | 0.52 | 385.74 | 160 | 2.20 | 2.59 | 5.70 | 4.86 |
| 130 | 0.25 | 523.13 | 161 | 2.21 | 2.72 | 6.00 | 4.87 |
| 118 | 0.08 | 1538.48 | 166 | 2.22 | 3.19 | 7.08 | 4.93 |
| 108 | 0.05 | 2200.16 | 171 | 2.23 | 3.34 | 7.46 | 4.99 |
| 146 | 0.03 | 5287.62 | 183 | 2.26 | 3.72 | 8.42 | 5.12 |
| | Sumatoria | | | 13.32 | 17.78 | 39.54 | 29.57 |

Tiempo de Fraguado Inicial

2:41 Horas

Tiempo de Fraguado Final

2:57 Horas



20 CODIGO

HE UT 0.45 SM CA

Hora de contacto Agua/Cemento

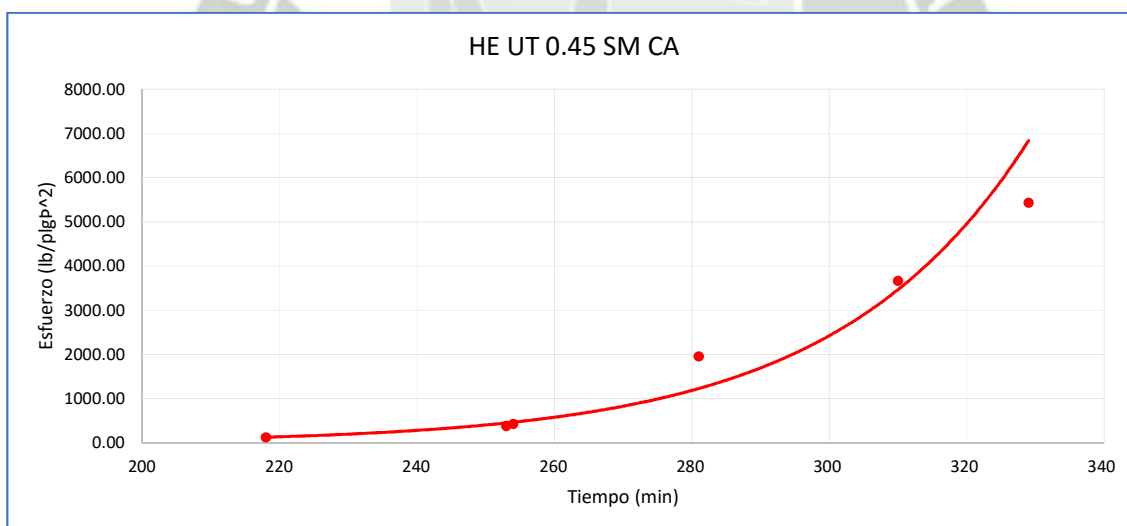
8:36

| | | | | | | | |
|--------------|-------------------|---------|-------|------------|------|------|-----|
| Cemento | TIPO HE; ULTRAVAL | # Aguja | Hora | Carga (Lb) | T°C | T°A | HR% |
| Relacion A/C | 0.45 | 1 | 12:14 | 124 | 26.8 | 27.7 | 30% |
| Microsilice | NO | 2 | 12:49 | 200 | 27.6 | 25.7 | 34% |
| Curado | ADIABATICO | 3 | 12:50 | 106 | 27.6 | 25.7 | 34% |
| | | 4 | 13:17 | 150 | 28.1 | 25.3 | 34% |
| | | 5 | 13:46 | 180 | 29.5 | 25.5 | 34% |
| | | 6 | 14:05 | 150 | 31.8 | 25.3 | 34% |

| Carga (Lb) | Area (plg ²) | Esfuerzo (Lb/ plg ²) | Tiempo (min) | Log (t) | Log(σ _p) | log(σ _p)*log(t) | log (t) ² |
|------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|---------|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| 124 | 0.99 | 124.75 | 218 | 2.34 | 2.10 | 4.90 | 5.47 |
| 200 | 0.52 | 385.74 | 253 | 2.40 | 2.59 | 6.22 | 5.77 |
| 106 | 0.25 | 426.55 | 254 | 2.40 | 2.63 | 6.32 | 5.78 |
| 150 | 0.08 | 1955.70 | 281 | 2.45 | 3.29 | 8.06 | 6.00 |
| 180 | 0.05 | 3666.93 | 310 | 2.49 | 3.56 | 8.88 | 6.21 |
| 150 | 0.03 | 5432.49 | 329 | 2.52 | 3.73 | 9.40 | 6.34 |
| | Sumatoria | | | 14.60 | 17.90 | 43.78 | 35.57 |

Tiempo de Fraguado Inicial 4:13 Horas

Tiempo de Fraguado Final 5:14 Horas



21 CODIGO

HE UT 0.45 SM CN

Hora de contacto Agua/Cemento

8:36

| | | | | | | | |
|--------------|-------------------|---------|-------|------------|------|------|-----|
| Cemento | TIPO HE; ULTRAVAL | # Aguja | Hora | Carga (Lb) | T°C | T°A | HR% |
| Relacion A/C | 0.45 | 1 | 12:28 | 120 | 22.5 | 26.6 | 21% |
| Microsilice | NO | 2 | 12:59 | 180 | 23 | 25.3 | 30% |
| Curado | CONVENCIONAL | 3 | 13:25 | 170 | 23.3 | 25.5 | 32% |
| | | 4 | 13:56 | 180 | 23.7 | 25.3 | 30% |
| | | 5 | 14:28 | 110 | 23.8 | 25 | 31% |
| | | 6 | 14:40 | 160 | 25.4 | 24.3 | 32% |

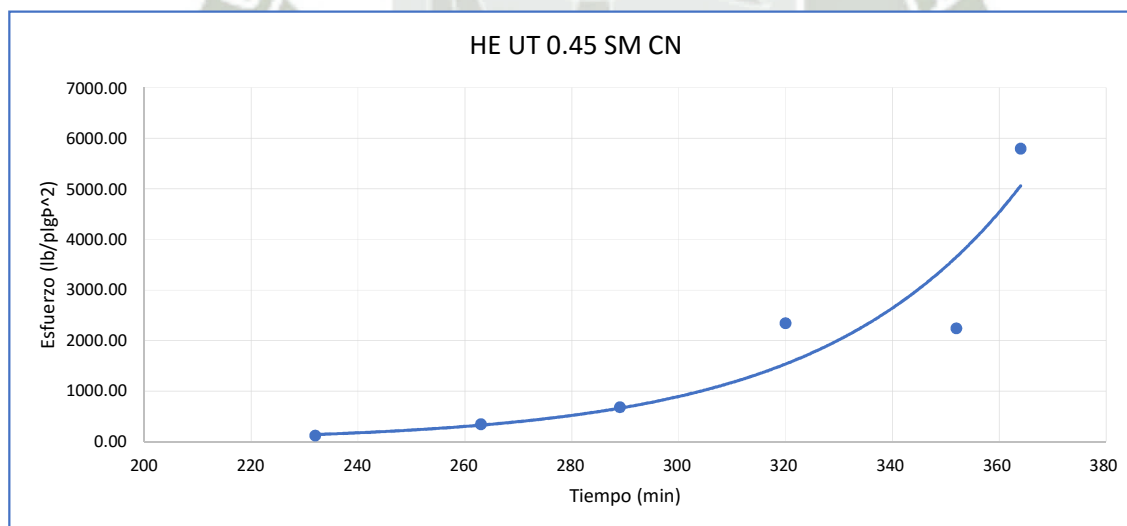
| Carga (Lb) | Area (plg ²) | Esfuerzo (Lb/ plg ²) | Tiempo (min) | Log (t) | Log(σp) | log(σp)*log(t) | log (t) ² |
|------------|--------------------------|----------------------------------|--------------|---------|---------|----------------|----------------------|
| 120 | 0.99 | 120.72 | 232 | 2.37 | 2.08 | 4.92 | 5.60 |
| 180 | 0.52 | 347.16 | 263 | 2.42 | 2.54 | 6.15 | 5.86 |
| 170 | 0.25 | 684.09 | 289 | 2.46 | 2.84 | 6.98 | 6.06 |
| 180 | 0.08 | 2346.84 | 320 | 2.51 | 3.37 | 8.44 | 6.28 |
| 110 | 0.05 | 2240.90 | 352 | 2.55 | 3.35 | 8.53 | 6.48 |
| 160 | 0.03 | 5794.65 | 364 | 2.56 | 3.76 | 9.64 | 6.56 |
| | Sumatoria | | | 14.86 | 17.94 | 44.66 | 36.83 |

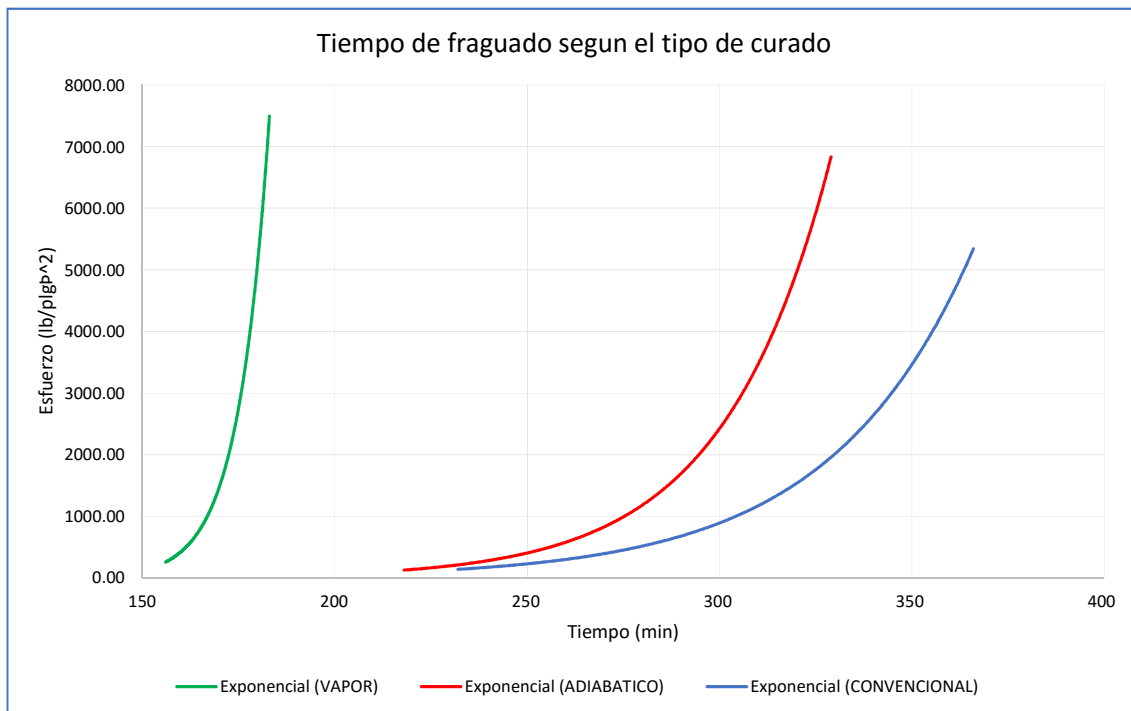
Tiempo de Fraguado Inicial

4:35 Horas

Tiempo de Fraguado Final

5:57 Horas







Anexo F. Resultado Resistencia a la Compresión

RESISTENCIA A LA COMPRESION POR DISTINTO METODO DE CURADO

DISEÑO

I 0.32 SM

| | |
|---------------------|--------|
| Tipo de Cemento | TIPO I |
| Relacion A/C | 0.32 |
| Material Cementante | 470.00 |
| Cemento | 470.00 |
| Microsilice | - |
| Relacion de Finos | 0.42 |

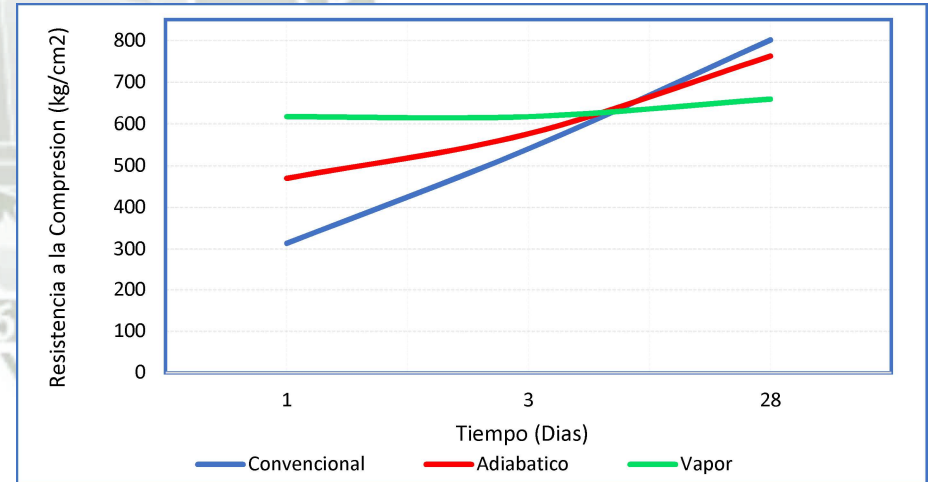
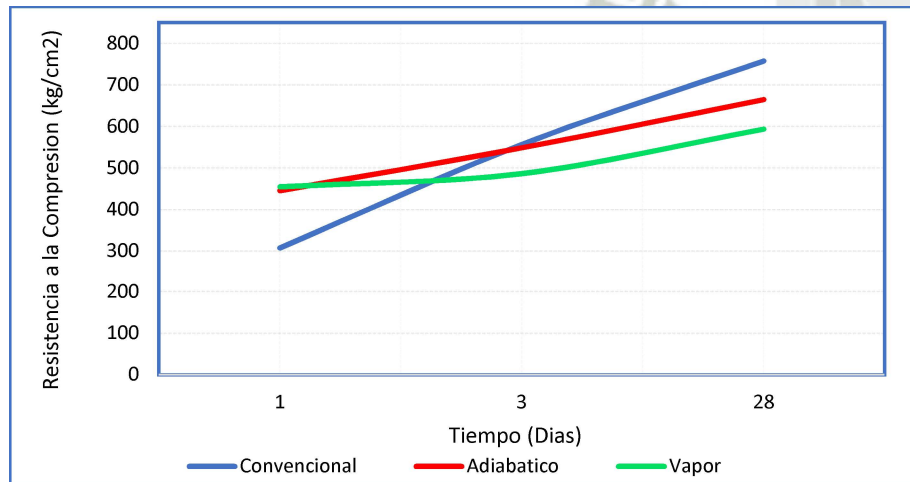
DISEÑO

I 0.32 CM

| | |
|---------------------|--------|
| Tipo de Cemento | TIPO I |
| Relacion A/C | 0.32 |
| Material Cementante | 470.00 |
| Cemento | 446.50 |
| Microsilice | 23.50 |
| Relacion de Finos | 0.42 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|--------------|--------------|-------|--------|---------|
| I 0.32 SM CN | Convencional | 308 | 557 | 758 |
| I 0.32 SM CA | Adiabatico | 446 | 549 | 665 |
| I 0.32 SM CV | Vapor | 455 | 487 | 594 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|--------------|--------------|-------|--------|---------|
| I 0.32 CM CN | Convencional | 314 | 541 | 802 |
| I 0.32 CM CA | Adiabatico | 470 | 577 | 763 |
| I 0.32 CM CV | Vapor | 618 | 618 | 660 |



RESISTENCIA A LA COMPRESION POR DISTINTO METODO DE CURADO

DISEÑO

I 0.35 SM

| | |
|---------------------|--------|
| Tipo de Cemento | TIPO I |
| Relacion A/C | 0.35 |
| Material Cementante | 450.00 |
| Cemento | 450.00 |
| Microsilice | - |
| Relacion de Finos | 0.44 |

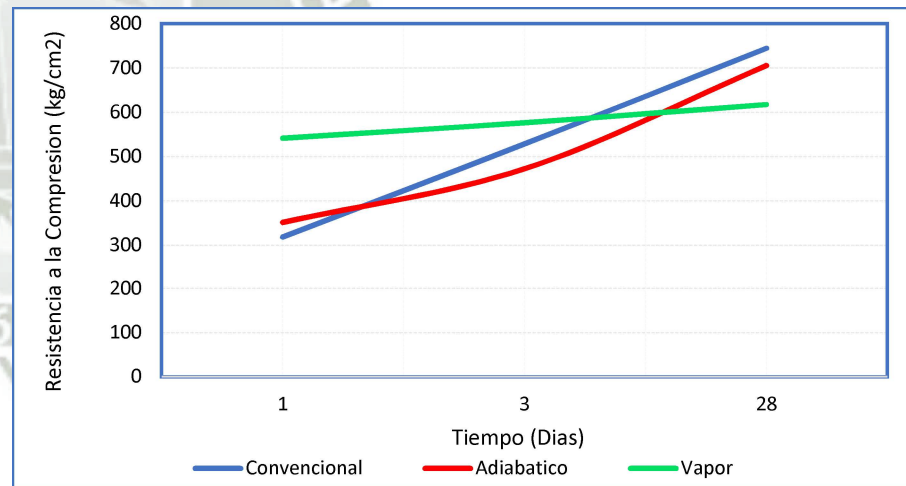
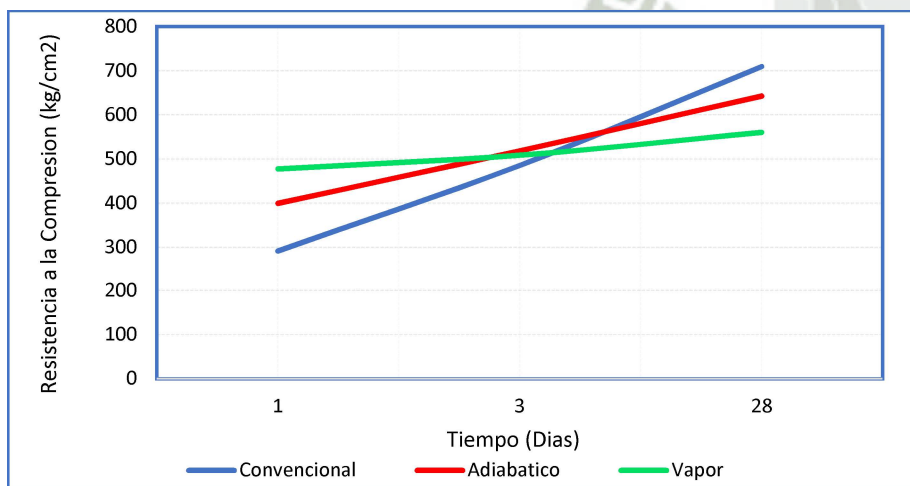
DISEÑO

I 0.35 CM

| | |
|---------------------|--------|
| Tipo de Cemento | TIPO I |
| Relacion A/C | 0.35 |
| Material Cementante | 450.00 |
| Cemento | 427.50 |
| Microsilice | 22.50 |
| Relacion de Finos | 0.44 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|--------------|--------------|------------|------------|------------|
| I 0.35 SM CN | Convencional | 292 | 486 | 710 |
| I 0.35 SM CA | Adiabatico | 400 | 519 | 643 |
| I 0.35 SM CV | Vapor | 478 | 509 | 561 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|--------------|--------------|------------|------------|------------|
| I 0.35 CM CN | Convencional | 319 | 529 | 745 |
| I 0.35 CM CA | Adiabatico | 352 | 473 | 706 |
| I 0.35 CM CV | Vapor | 542 | 577 | 618 |



RESISTENCIA A LA COMPRESION POR DISTINTO METODO DE CURADO

DISEÑO

I 0.40 SM

| | |
|---------------------|--------|
| Tipo de Cemento | TIPO I |
| Relacion A/C | 0.40 |
| Material Cementante | 420.00 |
| Cemento | 420.00 |
| Microsilice | - |
| Relacion de Finos | 0.46 |

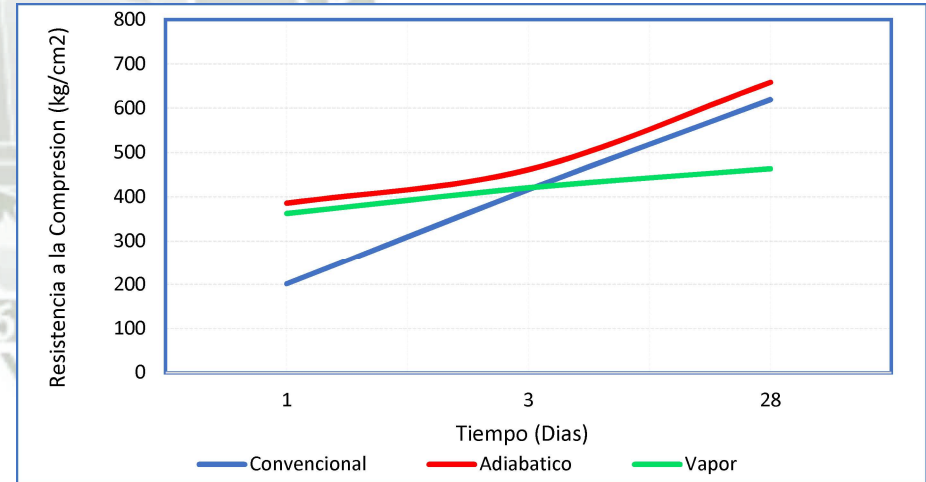
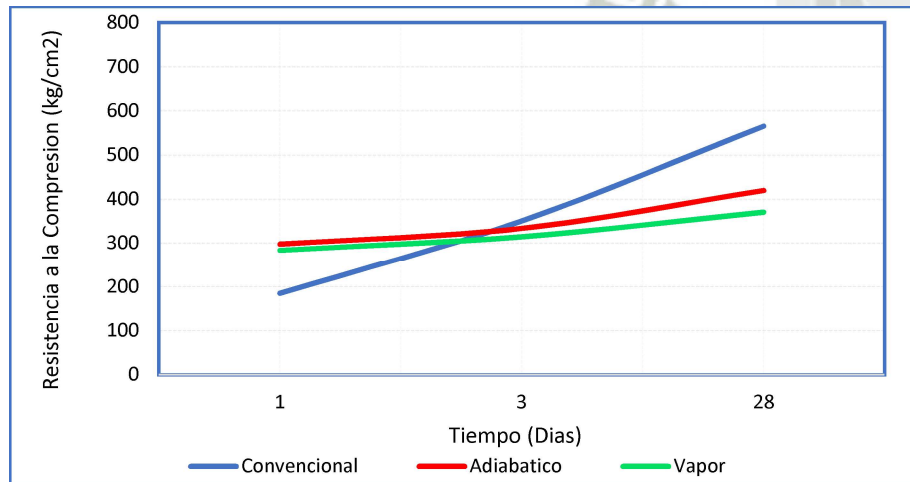
DISEÑO

I 0.40 CM

| | |
|---------------------|--------|
| Tipo de Cemento | TIPO I |
| Relacion A/C | 0.40 |
| Material Cementante | 420.00 |
| Cemento | 399.00 |
| Microsilice | 21.00 |
| Relacion de Finos | 0.46 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|--------------|--------------|-------|--------|------------|
| I 0.40 SM CN | Convencional | 185 | 351 | 566 |
| I 0.40 SM CA | Adiabatico | 298 | 334 | 420 |
| I 0.40 SM CV | Vapor | 284 | 315 | 371 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|--------------|--------------|-------|------------|------------|
| I 0.40 CM CN | Convencional | 202 | 417 | 620 |
| I 0.40 CM CA | Adiabatico | 386 | 462 | 659 |
| I 0.40 CM CV | Vapor | 363 | 421 | 464 |



RESISTENCIA A LA COMPRESION POR DISTINTO METODO DE CURADO

DISEÑO

I 0.45 SM

| | |
|---------------------|--------|
| Tipo de Cemento | TIPO I |
| Relacion A/C | 0.45 |
| Material Cementante | 390.00 |
| Cemento | 390.00 |
| Microsilice | - |
| Relacion de Finos | 0.48 |

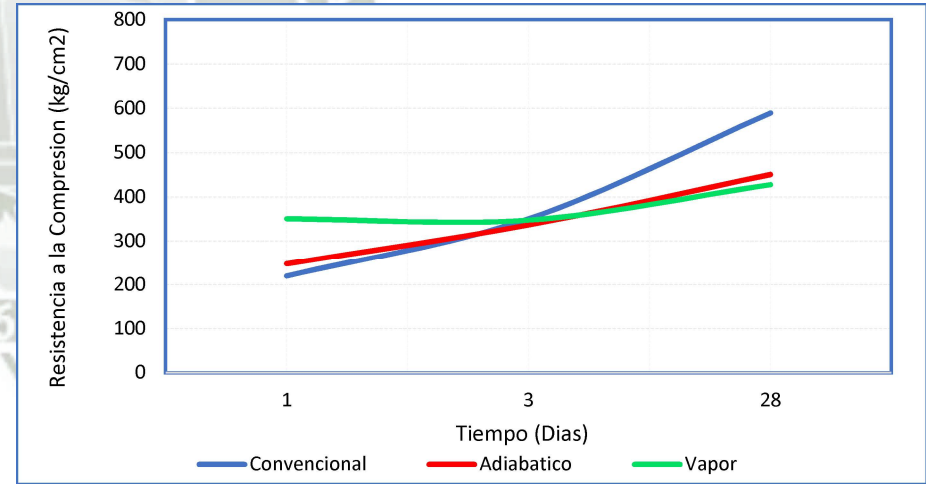
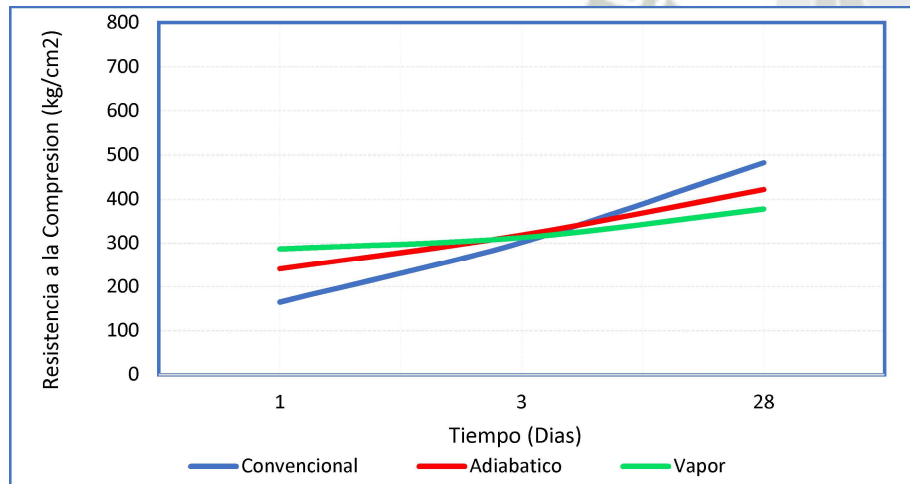
DISEÑO

I 0.45 CM

| | |
|---------------------|--------|
| Tipo de Cemento | TIPO I |
| Relacion A/C | 0.45 |
| Material Cementante | 390.00 |
| Cemento | 370.50 |
| Microsilice | 19.50 |
| Relacion de Finos | 0.48 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|--------------|--------------|-------|--------|------------|
| I 0.45 SM CN | Convencional | 165 | 302 | 483 |
| I 0.45 SM CA | Adiabatico | 241 | 319 | 422 |
| I 0.45 SM CV | Vapor | 287 | 313 | 378 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|--------------|--------------|-------|--------|------------|
| I 0.45 CM CN | Convencional | 220 | 351 | 590 |
| I 0.45 CM CA | Adiabatico | 248 | 337 | 451 |
| I 0.45 CM CV | Vapor | 351 | 348 | 428 |



RESISTENCIA A LA COMPRESION POR DISTINTO METODO DE CURADO

DISEÑO

HE 0.32 SM

| | |
|---------------------|---------|
| Tipo de Cemento | TIPO HE |
| Relacion A/C | 0.32 |
| Material Cementante | 500.00 |
| Cemento | 500.00 |
| Microsilice | - |
| Relacion de Finos | 0.41 |

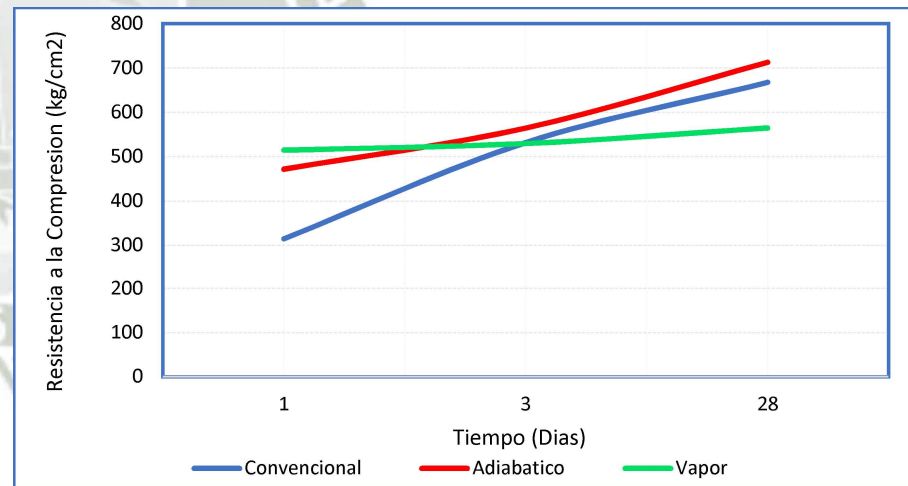
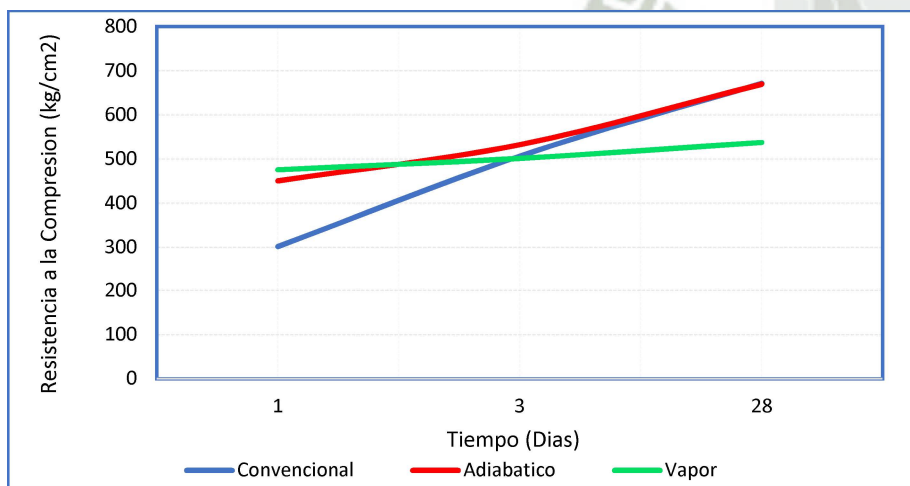
| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|------------|------------|------------|
| HE 0.32 SM CN | Convencional | 302 | 507 | 672 |
| HE 0.32 SM CA | Adiabatico | 451 | 533 | 670 |
| HE 0.32 SM CV | Vapor | 476 | 502 | 538 |

DISEÑO

HE 0.32 CM

| | |
|---------------------|---------|
| Tipo de Cemento | TIPO HE |
| Relacion A/C | 0.32 |
| Material Cementante | 500.00 |
| Cemento | 475.00 |
| Microsilice | 25.00 |
| Relacion de Finos | 0.41 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|------------|------------|------------|
| HE 0.32 CM CN | Convencional | 315 | 532 | 668 |
| HE 0.32 CM CA | Adiabatico | 472 | 565 | 713 |
| HE 0.32 CM CV | Vapor | 515 | 530 | 565 |



RESISTENCIA A LA COMPRESION POR DISTINTO METODO DE CURADO

DISEÑO

HE 0.35 SM

| | |
|---------------------|---------|
| Tipo de Cemento | TIPO HE |
| Relacion A/C | 0.35 |
| Material Cementante | 480.00 |
| Cemento | 480.00 |
| Microsilice | - |
| Relacion de Finos | 0.43 |

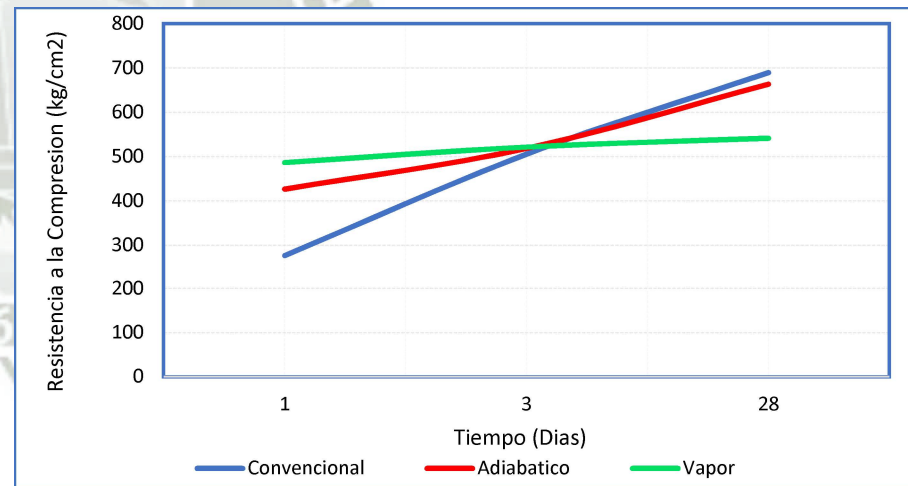
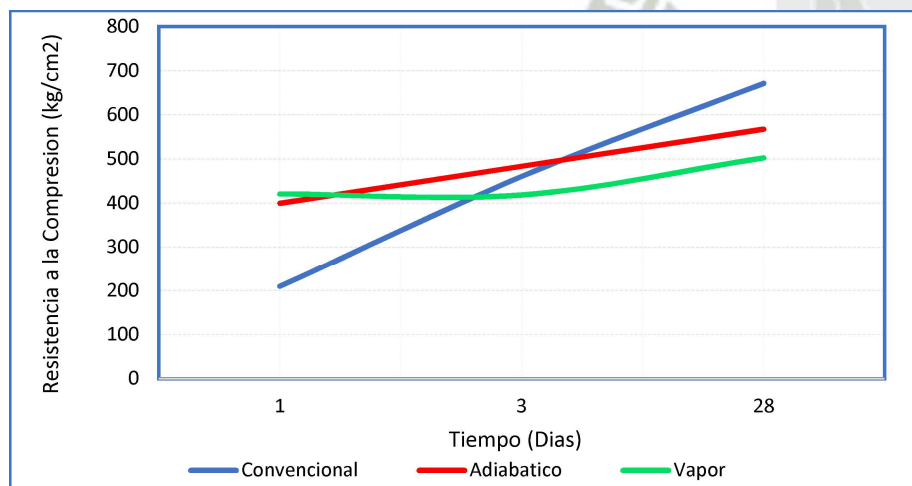
| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|------------|------------|------------|
| HE 0.35 SM CN | Convencional | 210 | 461 | 672 |
| HE 0.35 SM CA | Adiabatico | 400 | 484 | 568 |
| HE 0.35 SM CV | Vapor | 421 | 419 | 503 |

DISEÑO

HE 0.35 CM

| | |
|---------------------|---------|
| Tipo de Cemento | TIPO HE |
| Relacion A/C | 0.35 |
| Material Cementante | 480.00 |
| Cemento | 456.00 |
| Microsilice | 24.00 |
| Relacion de Finos | 0.43 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|------------|------------|------------|
| HE 0.35 CM CN | Convencional | 277 | 506 | 690 |
| HE 0.35 CM CA | Adiabatico | 427 | 519 | 664 |
| HE 0.35 CM CV | Vapor | 487 | 522 | 542 |



RESISTENCIA A LA COMPRESION POR DISTINTO METODO DE CURADO

DISEÑO

HE 0.40 SM

| | |
|---------------------|---------|
| Tipo de Cemento | TIPO HE |
| Relacion A/C | 0.40 |
| Material Cementante | 450.00 |
| Cemento | 450.00 |
| Microsilice | - |
| Relacion de Finos | 0.45 |

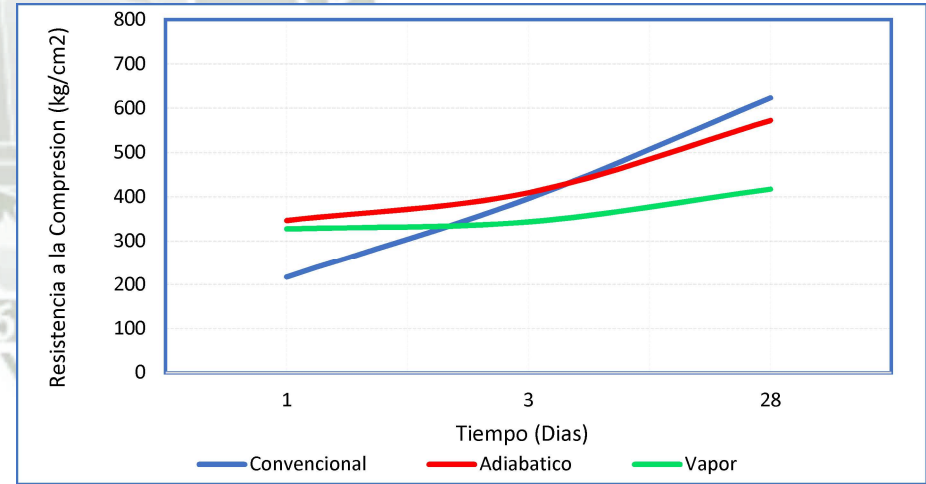
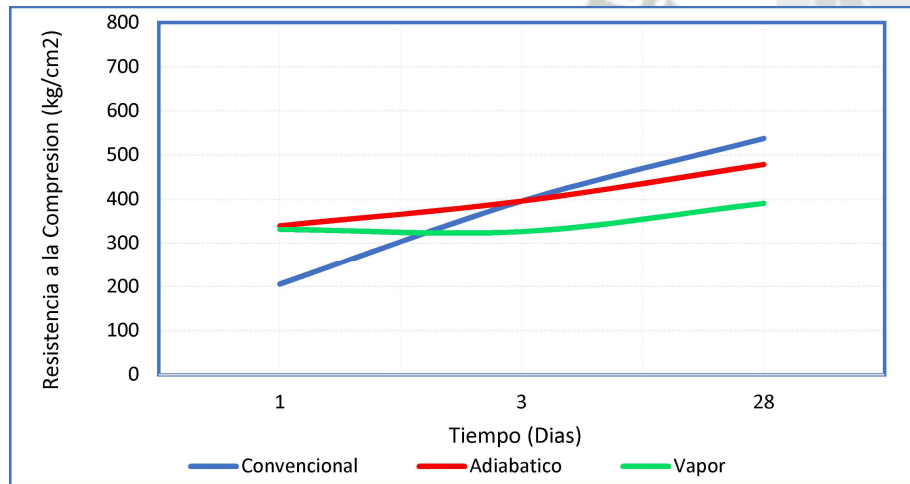
| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|-------|--------|------------|
| HE 0.40 SM CN | Convencional | 206 | 396 | 538 |
| HE 0.40 SM CA | Adiabatico | 340 | 396 | 479 |
| HE 0.40 SM CV | Vapor | 332 | 327 | 391 |

DISEÑO

HE 0.40 CM

| | |
|---------------------|---------|
| Tipo de Cemento | TIPO HE |
| Relacion A/C | 0.40 |
| Material Cementante | 450.00 |
| Cemento | 427.50 |
| Microsilice | 22.50 |
| Relacion de Finos | 0.45 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|-------|------------|------------|
| HE 0.40 CM CN | Convencional | 218 | 397 | 624 |
| HE 0.40 CM CA | Adiabatico | 347 | 410 | 573 |
| HE 0.40 CM CV | Vapor | 328 | 344 | 418 |



RESISTENCIA A LA COMPRESION POR DISTINTO METODO DE CURADO

DISEÑO

HE 0.45 SM

DISEÑO

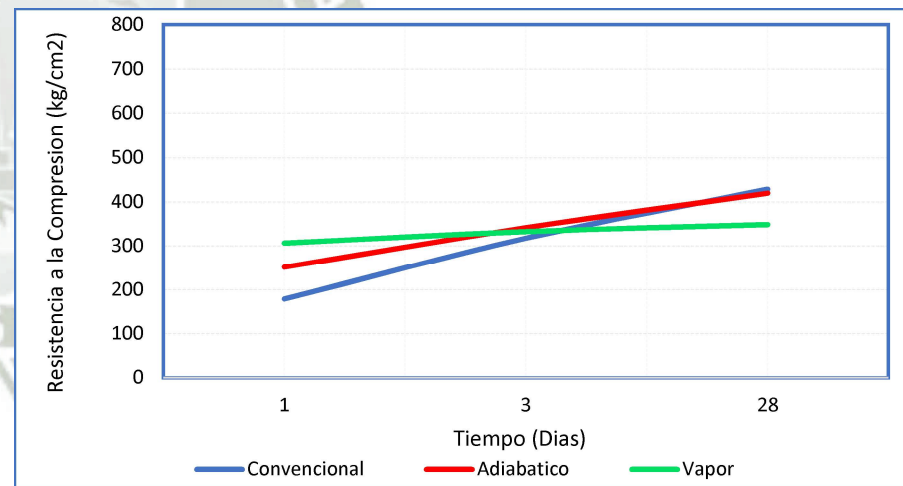
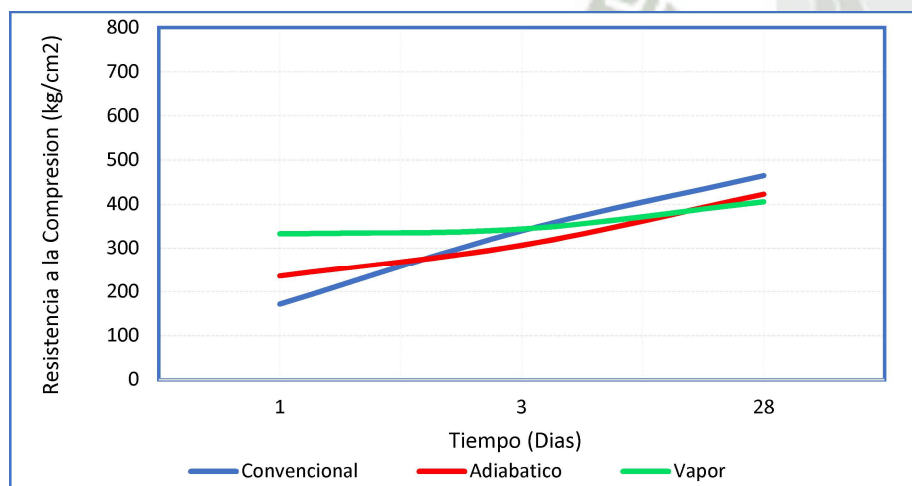
HE 0.45 CM

| | |
|---------------------|---------|
| Tipo de Cemento | TIPO HE |
| Relacion A/C | 0.45 |
| Material Cementante | 420.00 |
| Cemento | 420.00 |
| Microsilice | - |
| Relacion de Finos | 0.47 |

| | |
|---------------------|---------|
| Tipo de Cemento | TIPO HE |
| Relacion A/C | 0.45 |
| Material Cementante | 420.00 |
| Cemento | 399.00 |
| Microsilice | 21.00 |
| Relacion de Finos | 0.47 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|-------|--------|------------|
| HE 0.45 SM CN | Convencional | 172 | 340 | 465 |
| HE 0.45 SM CA | Adiabatico | 236 | 307 | 423 |
| HE 0.45 SM CV | Vapor | 333 | 344 | 406 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|-------|--------|------------|
| HE 0.45 CM CN | Convencional | 179 | 318 | 429 |
| HE 0.45 CM CA | Adiabatico | 252 | 342 | 420 |
| HE 0.45 CM CV | Vapor | 307 | 333 | 349 |



RESISTENCIA A LA COMPRESION POR DISTINTO METODO DE CURADO

DISEÑO

IP 0.32 SM

| | |
|---------------------|---------|
| Tipo de Cemento | TIPO IP |
| Relacion A/C | 0.32 |
| Material Cementante | 530.00 |
| Cemento | 530.00 |
| Microsilice | - |
| Relacion de Finos | 0.40 |

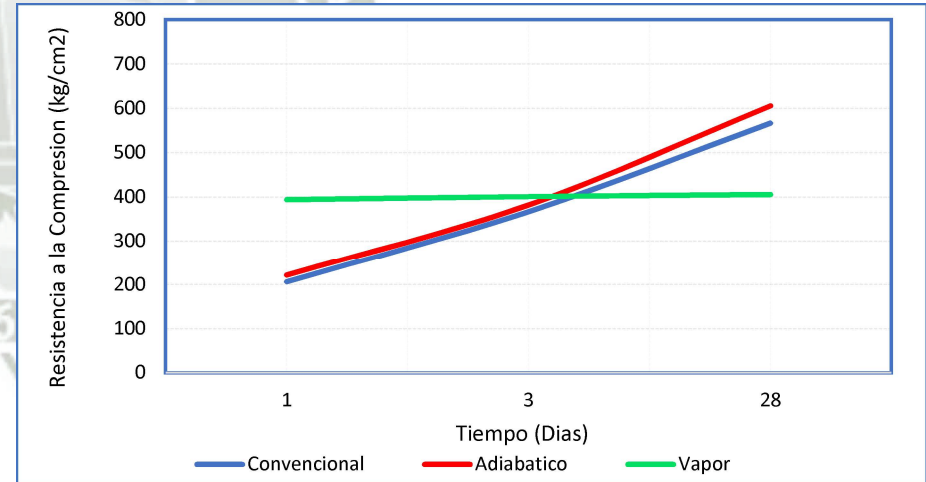
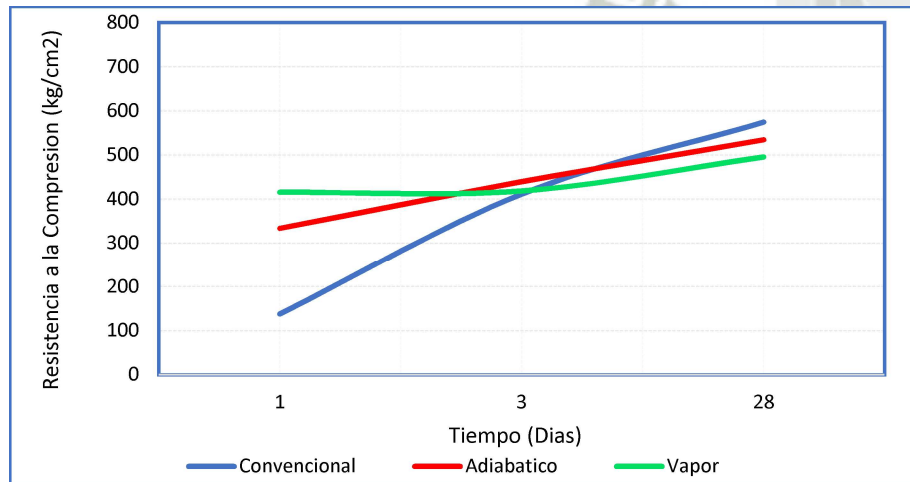
| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|------------|------------|------------|
| IP 0.32 SM CN | Convencional | 138 | 412 | 575 |
| IP 0.32 SM CA | Adiabatico | 334 | 440 | 535 |
| IP 0.32 SM CV | Vapor | 416 | 419 | 496 |

DISEÑO

IP 0.33 CM

| | |
|---------------------|---------|
| Tipo de Cemento | TIPO IP |
| Relacion A/C | 0.33 |
| Material Cementante | 520.00 |
| Cemento | 494.00 |
| Microsilice | 26.00 |
| Relacion de Finos | 0.40 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|-------|------------|------------|
| IP 0.33 CM CN | Convencional | 207 | 367 | 567 |
| IP 0.33 CM CA | Adiabatico | 222 | 382 | 606 |
| IP 0.33 CM CV | Vapor | 394 | 401 | 406 |



RESISTENCIA A LA COMPRESION POR DISTINTO METODO DE CURADO

DISEÑO

IP 0.35 SM

| | |
|---------------------|---------|
| Tipo de Cemento | TIPO IP |
| Relacion A/C | 0.35 |
| Material Cementante | 510.00 |
| Cemento | 510.00 |
| Microsilice | - |
| Relacion de Finos | 0.42 |

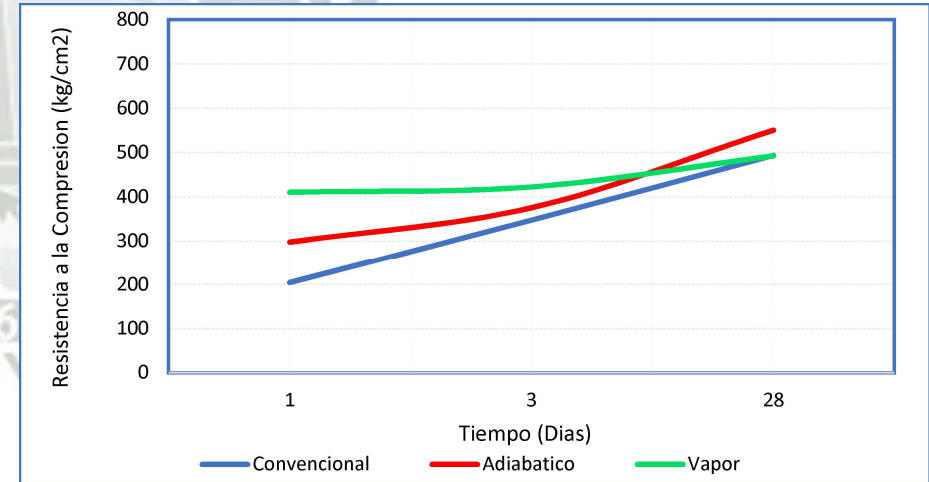
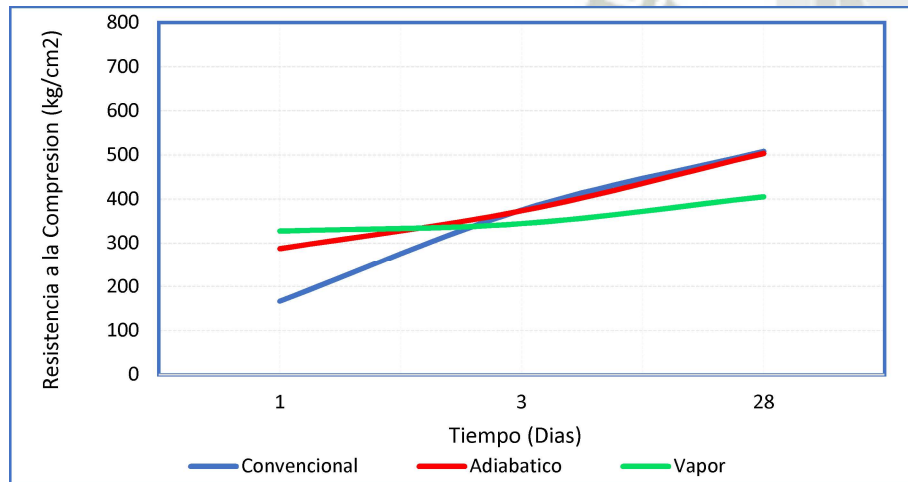
DISEÑO

IP 0.35 CM

| | |
|---------------------|---------|
| Tipo de Cemento | TIPO IP |
| Relacion A/C | 0.35 |
| Material Cementante | 510.00 |
| Cemento | 484.50 |
| Microsilice | 25.50 |
| Relacion de Finos | 0.42 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|-------|--------|------------|
| IP 0.35 SM CN | Convencional | 167 | 376 | 509 |
| IP 0.35 SM CA | Adiabatico | 288 | 374 | 504 |
| IP 0.35 SM CV | Vapor | 328 | 345 | 406 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|------------|------------|------------|
| IP 0.35 CM CN | Convencional | 205 | 348 | 494 |
| IP 0.35 CM CA | Adiabatico | 298 | 376 | 551 |
| IP 0.35 CM CV | Vapor | 411 | 423 | 493 |



RESISTENCIA A LA COMPRESION POR DISTINTO METODO DE CURADO

DISEÑO

IP 0.40 SM

| | |
|---------------------|---------|
| Tipo de Cemento | TIPO IP |
| Relacion A/C | 0.40 |
| Material Cementante | 480.00 |
| Cemento | 480.00 |
| Microsilice | - |
| Relacion de Finos | 0.43 |

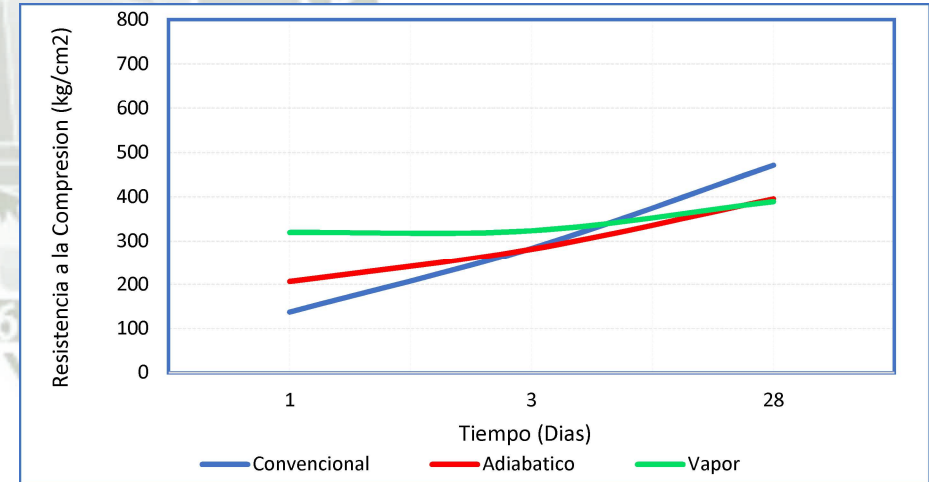
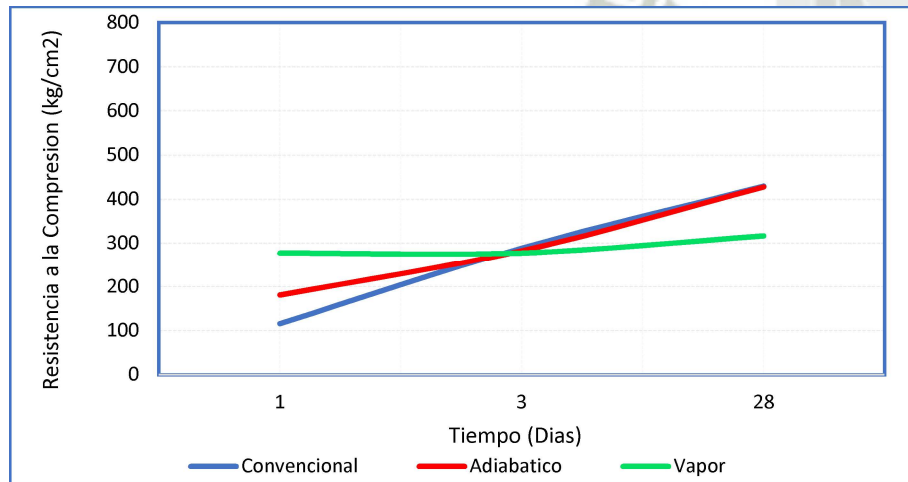
| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|-------|--------|------------|
| IP 0.40 SM CN | Convencional | 116 | 289 | 430 |
| IP 0.40 SM CA | Adiabatico | 181 | 283 | 428 |
| IP 0.40 SM CV | Vapor | 278 | 278 | 317 |

DISEÑO

IP 0.40 CM

| | |
|---------------------|---------|
| Tipo de Cemento | TIPO IP |
| Relacion A/C | 0.40 |
| Material Cementante | 480.00 |
| Cemento | 456.00 |
| Microsilice | 24.00 |
| Relacion de Finos | 0.43 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|-------|--------|------------|
| IP 0.40 CM CN | Convencional | 138 | 284 | 472 |
| IP 0.40 CM CA | Adiabatico | 207 | 282 | 396 |
| IP 0.40 CM CV | Vapor | 320 | 324 | 390 |



RESISTENCIA A LA COMPRESION POR DISTINTO METODO DE CURADO

DISEÑO

IP 0.45 SM

| | |
|---------------------|---------|
| Tipo de Cemento | TIPO IP |
| Relacion A/C | 0.45 |
| Material Cementante | 450.00 |
| Cemento | 450.00 |
| Microsilice | - |
| Relacion de Finos | 0.45 |

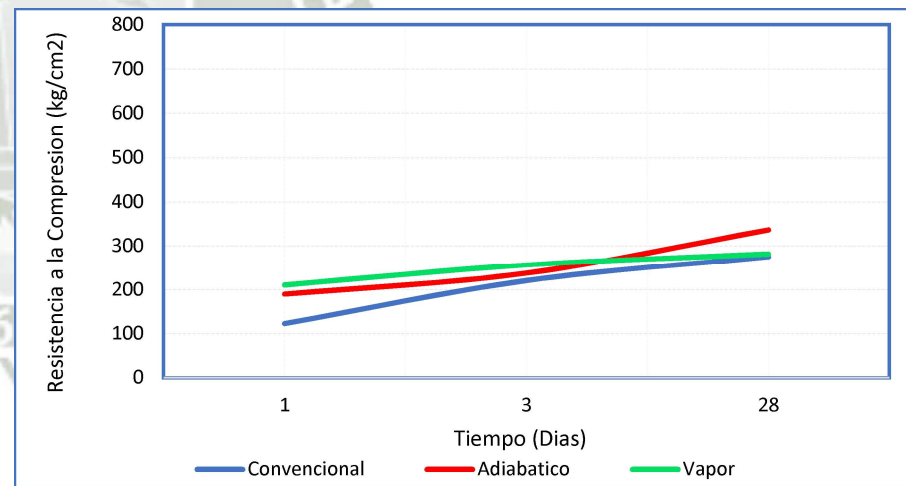
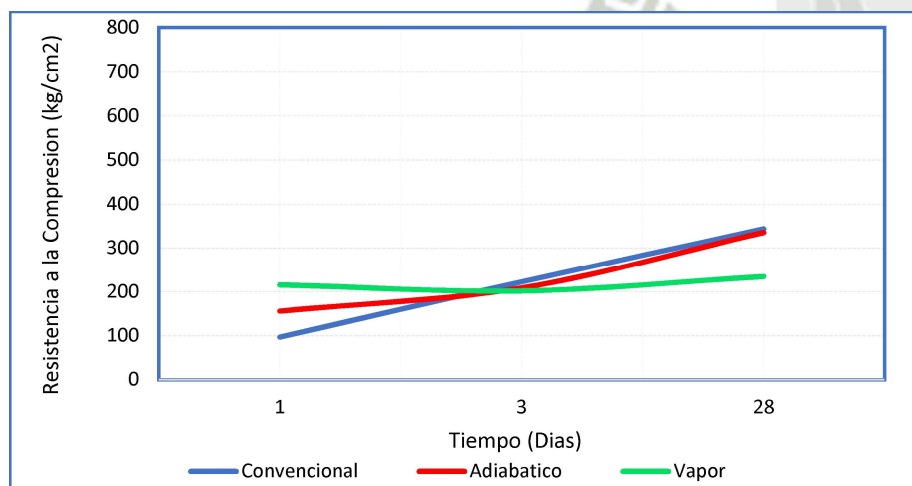
DISEÑO

IP 0.45 CM

| | |
|---------------------|---------|
| Tipo de Cemento | TIPO IP |
| Relacion A/C | 0.45 |
| Material Cementante | 450.00 |
| Cemento | 427.50 |
| Microsilice | 22.50 |
| Relacion de Finos | 0.45 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|-------|--------|---------|
| IP 0.45 SM CN | Convencional | 97 | 223 | 344 |
| IP 0.45 SM CA | Adiabatico | 156 | 209 | 336 |
| IP 0.45 SM CV | Vapor | 216 | 202 | 235 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|-------|--------|---------|
| IP 0.45 CM CN | Convencional | 123 | 221 | 276 |
| IP 0.45 CM CA | Adiabatico | 190 | 238 | 337 |
| IP 0.45 CM CV | Vapor | 211 | 257 | 282 |



RESISTENCIA A LA COMPRESION POR DISTINTO METODO DE CURADO

DISEÑO

HE UT 0.45 SM

| | |
|---------------------|--------------------|
| Tipo de Cemento | TIPO HE + ULTRAVAL |
| Relacion A/C | 0.45 |
| Material Cementante | 420.00 |
| Cemento | 294.00 |
| Ultraval | 126.00 |
| Relacion de Finos | 0.47 |

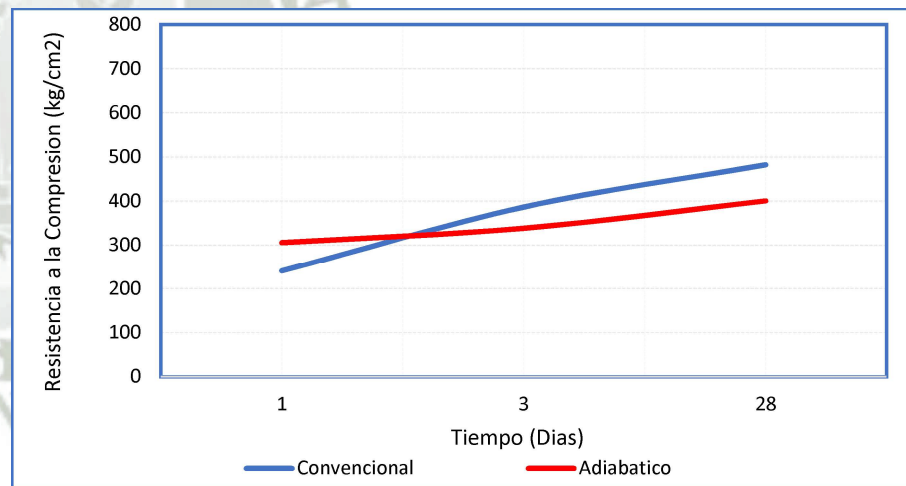
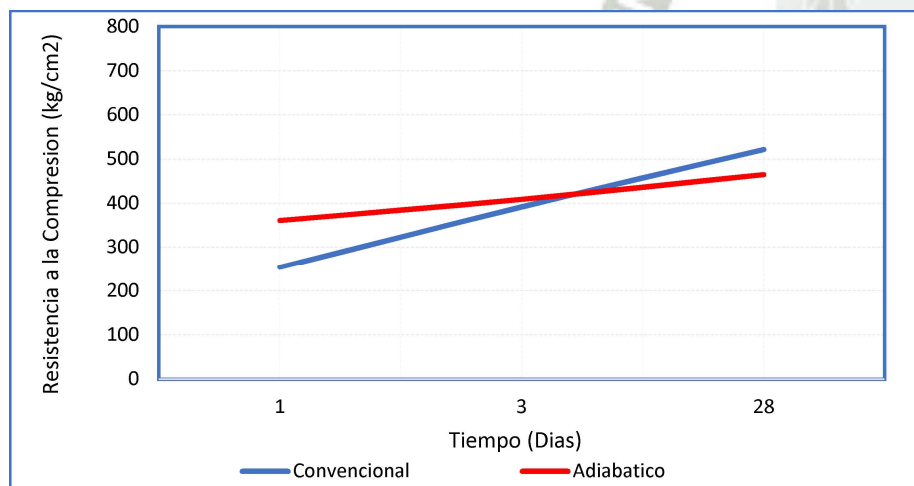
| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|-------|------------|------------|
| HE UT 0.45 SM | Convencional | 254 | 392 | 522 |
| HE UT 0.45 SM | Adiabatico | 361 | 409 | 465 |

DISEÑO

IP UT 0.45 SM

| | |
|---------------------|--------------------|
| Tipo de Cemento | TIPO IP + ULTRAVAL |
| Relacion A/C | 0.45 |
| Material Cementante | 450.00 |
| Cemento | 270.00 |
| Ultraval | 180.00 |
| Relacion de Finos | 0.45 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|-------|--------|------------|
| IP UT 0.45 SM | Convencional | 241 | 387 | 483 |
| IP UT 0.45 SM | Adiabatico | 306 | 339 | 401 |



RESISTENCIA A LA COMPRESION POR DISTINTO METODO DE CURADO

DISEÑO

I 0.35 SM

| | |
|---------------------|--------|
| Tipo de Cemento | TIPO I |
| Relacion A/C | 0.35 |
| Material Cementante | 450.00 |
| Cemento | 450.00 |
| Microsilice | - |
| Relacion de Finos | 0.44 |

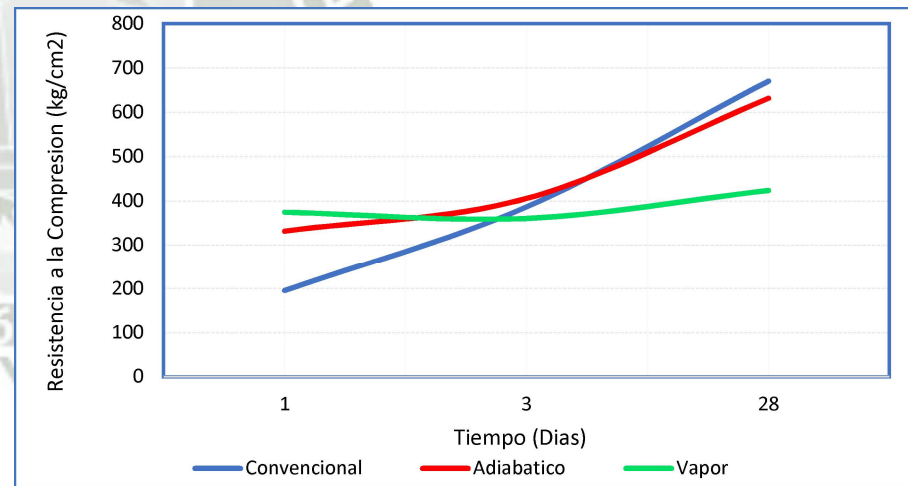
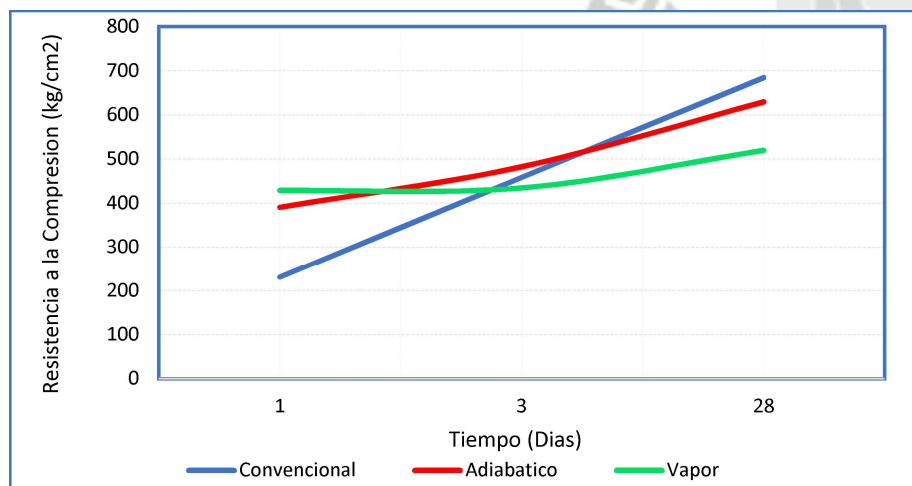
DISEÑO

I 0.40 CM

| | |
|---------------------|--------|
| Tipo de Cemento | TIPO I |
| Relacion A/C | 0.40 |
| Material Cementante | 420.00 |
| Cemento | 399.00 |
| Microsilice | 21.00 |
| Relacion de Finos | 0.46 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|--------------|--------------|------------|------------|------------|
| I 0.35 SM CN | Convencional | 231 | 459 | 685 |
| I 0.35 SM CA | Adiabatico | 391 | 483 | 630 |
| I 0.35 SM CV | Vapor | 429 | 435 | 520 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|--------------|--------------|-------|------------|------------|
| I 0.40 CM CN | Convencional | 196 | 387 | 671 |
| I 0.40 CM CA | Adiabatico | 332 | 406 | 632 |
| I 0.40 CM CV | Vapor | 375 | 361 | 424 |



RESISTENCIA A LA COMPRESION POR DISTINTO METODO DE CURADO

DISEÑO

HE 0.35 SM

| | |
|---------------------|---------|
| Tipo de Cemento | TIPO HE |
| Relacion A/C | 0.35 |
| Material Cementante | 480.00 |
| Cemento | 480.00 |
| Microsilice | - |
| Relacion de Finos | 0.43 |

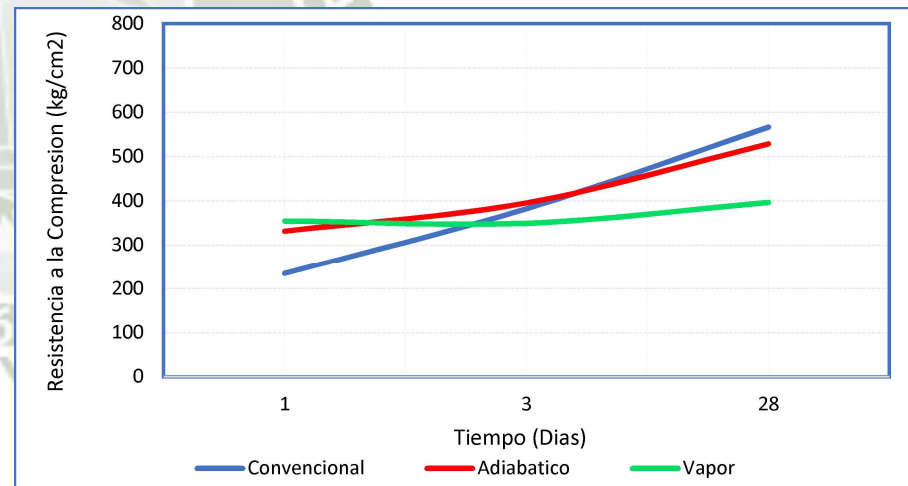
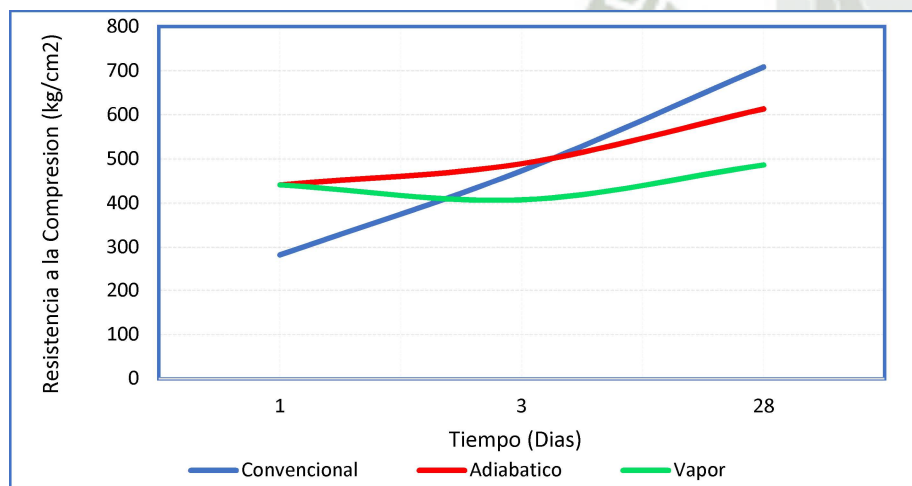
| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|------------|------------|------------|
| HE 0.35 SM CN | Convencional | 283 | 474 | 709 |
| HE 0.35 SM CA | Adiabatico | 442 | 490 | 614 |
| HE 0.35 SM CV | Vapor | 442 | 408 | 487 |

DISEÑO

HE 0.40 CM

| | |
|---------------------|---------|
| Tipo de Cemento | TIPO HE |
| Relacion A/C | 0.40 |
| Material Cementante | 450.00 |
| Cemento | 427.50 |
| Microsilice | 22.50 |
| Relacion de Finos | 0.45 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|-------|--------|------------|
| HE 0.40 CM CN | Convencional | 235 | 383 | 567 |
| HE 0.40 CM CA | Adiabatico | 332 | 396 | 529 |
| HE 0.40 CM CV | Vapor | 355 | 350 | 397 |



RESISTENCIA A LA COMPRESION POR DISTINTO METODO DE CURADO

DISEÑO

IP 0.32 SM

| | |
|---------------------|---------|
| Tipo de Cemento | TIPO IP |
| Relacion A/C | 0.32 |
| Material Cementante | 530.00 |
| Cemento | 530.00 |
| Microsilice | - |
| Relacion de Finos | 0.40 |

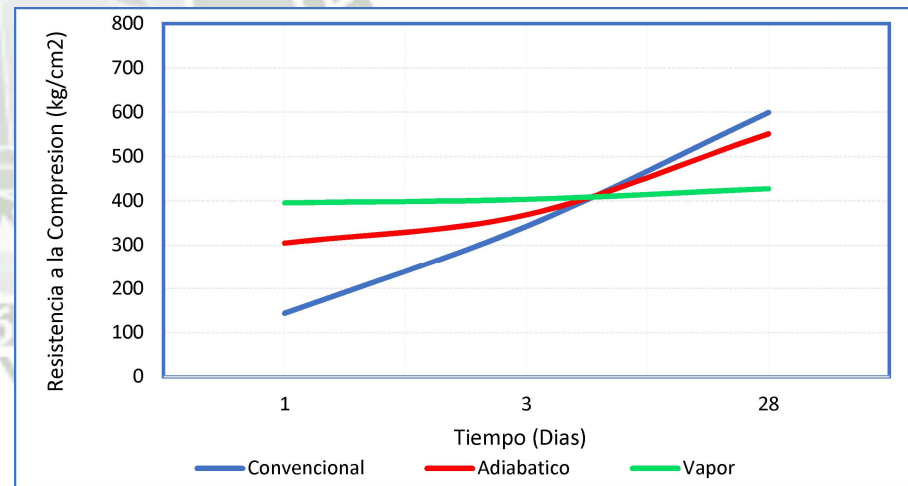
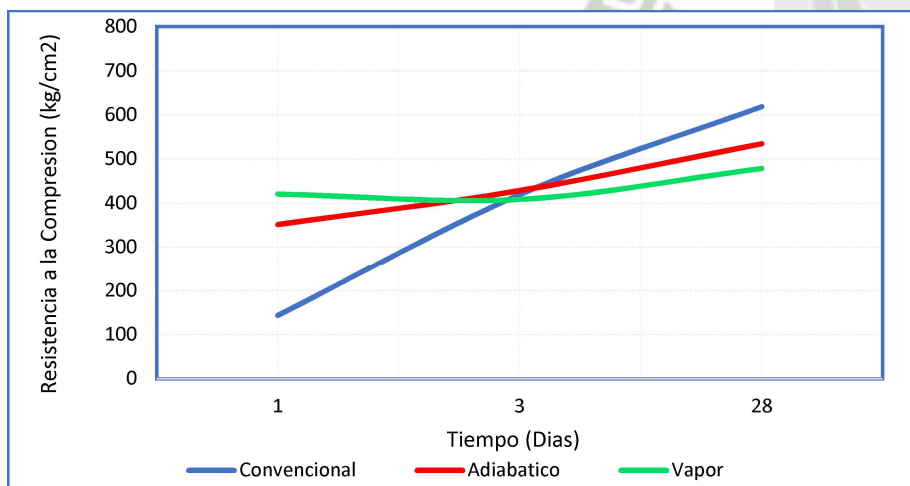
| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|------------|------------|------------|
| IP 0.32 SM CN | Convencional | 144 | 420 | 619 |
| IP 0.32 SM CA | Adiabatico | 352 | 429 | 535 |
| IP 0.32 SM CV | Vapor | 421 | 409 | 479 |

DISEÑO

IP 0.35 CM

| | |
|---------------------|---------|
| Tipo de Cemento | TIPO IP |
| Relacion A/C | 0.35 |
| Material Cementante | 510.00 |
| Cemento | 484.50 |
| Microsilice | 25.50 |
| Relacion de Finos | 0.42 |

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|-------|------------|------------|
| IP 0.35 CM CN | Convencional | 144 | 343 | 600 |
| IP 0.35 CM CA | Adiabatico | 305 | 369 | 552 |
| IP 0.35 CM CV | Vapor | 396 | 404 | 428 |



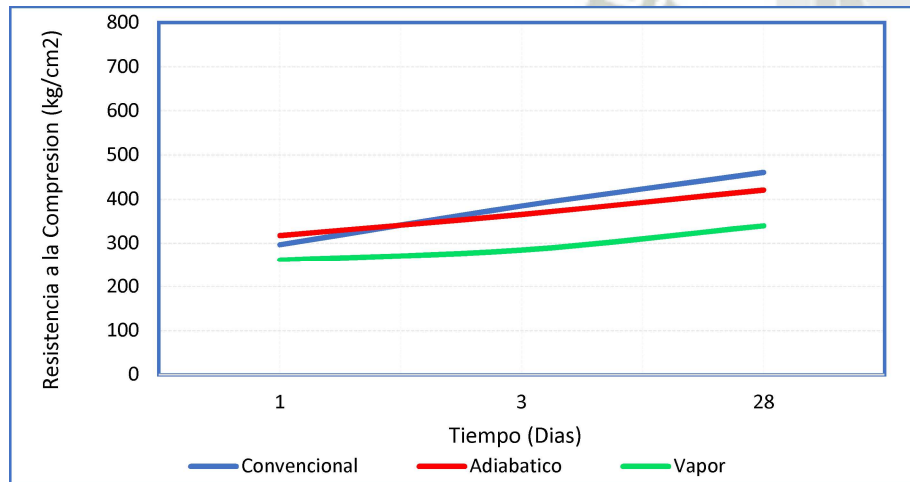
RESISTENCIA A LA COMPRESION POR DISTINTO METODO DE CURADO

DISEÑO

HE UT 0.45 SM

Tipo de Cemento TIPO HE + ULTRAVAL
 Relacion A/C 0.45
 Material Cementante 420.00
 Cemento 294.00
 Ultraval 126.00
 Relacion de Finos 0.47

| CODIGO | CURADO | 1 Dia | 3 Dias | 28 Dias |
|---------------|--------------|-------|--------|------------|
| HE UT 0.45 SM | Convencional | 297 | 385 | 461 |
| HE UT 0.45 SM | Adiabatico | 318 | 366 | 421 |
| HE UT 0.45 SM | Vapor | 262 | 285 | 340 |





Anexo G. Resultado Resistencia a la
Flexión y Tracción Indirecta

Panel Fotográfico: Ensayo Flexión, Tracción indirecta



Ilustración 1: Vigas para ensayo de Flexión o Modulo de rotura



Ilustración 2: Vigas y Probetas Cilíndricas para ensayo



Ilustración 3: Ensayo del Módulo de rotura Fase previa



Ilustración 4: Ensayo Modulo de rotura Fase final



Ilustración 5: Ensayo de Tracción Indirecta

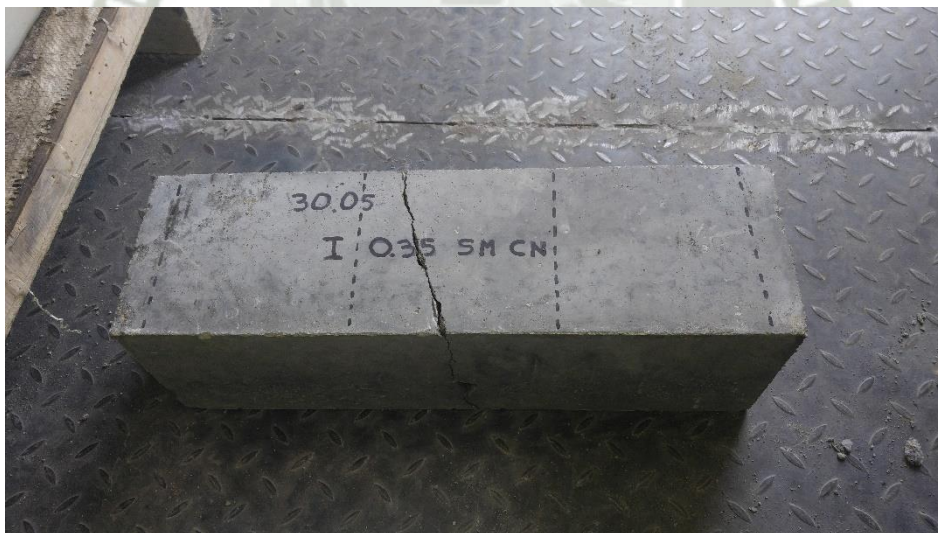


Ilustración 6: Viga de Cemento tipo I, relación A/C 0.35

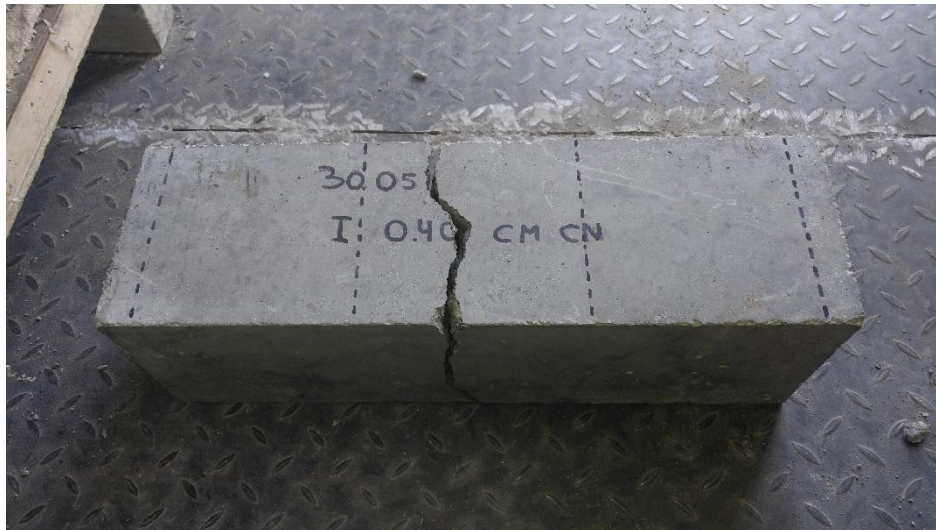


Ilustración 7: Viga de Cemento tipo I, relación A/C 0.40, con microsilíce

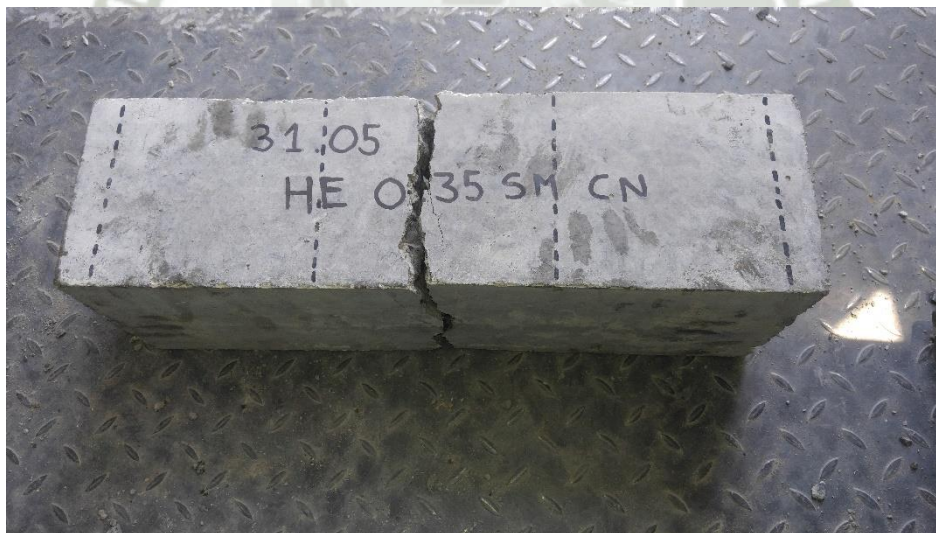


Ilustración 8: Viga de Cemento tipo HE, relación A/C 0.35

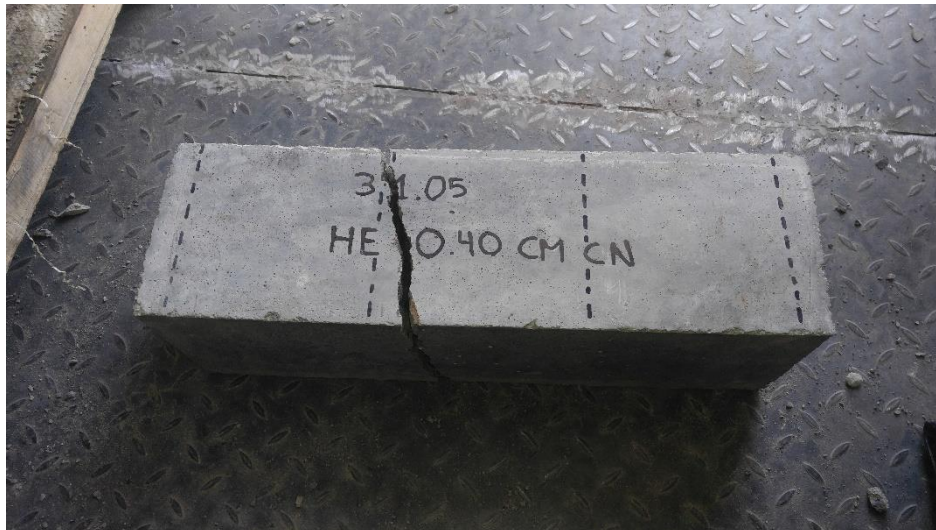


Ilustración 9: Viga de Cemento tipo HEI, relación A/C 0.40, con microsíllice

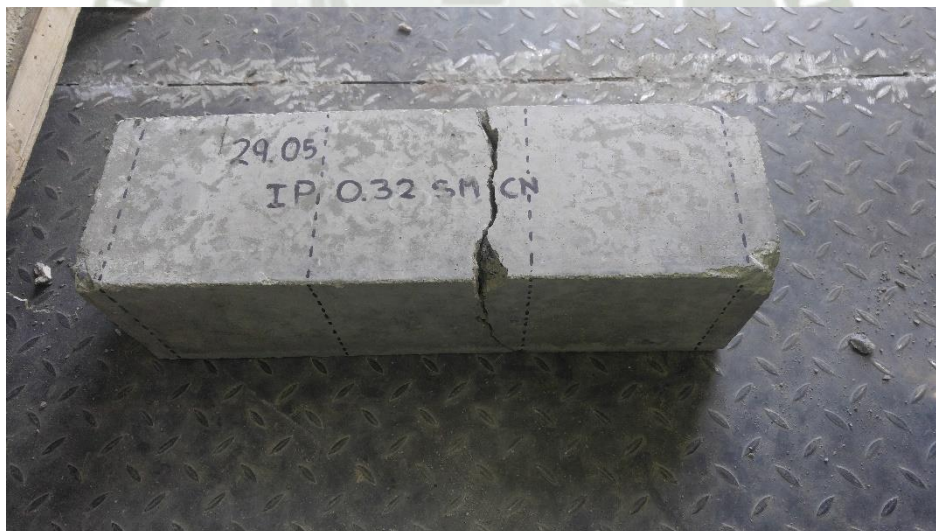


Ilustración 10: Viga de Cemento tipo IP, relación A/C 0.32

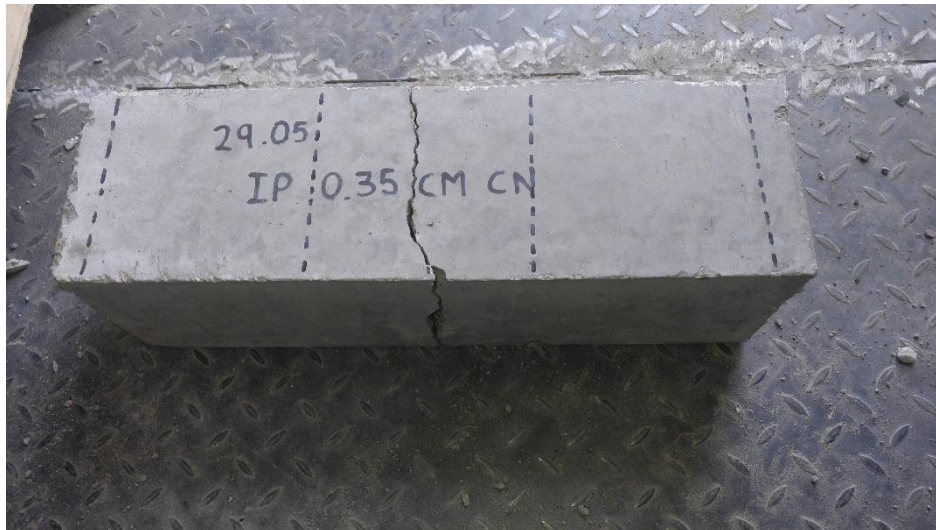


Ilustración 11: Viga de Cemento tipo IP, relación A/C 0.35, con microsílíce

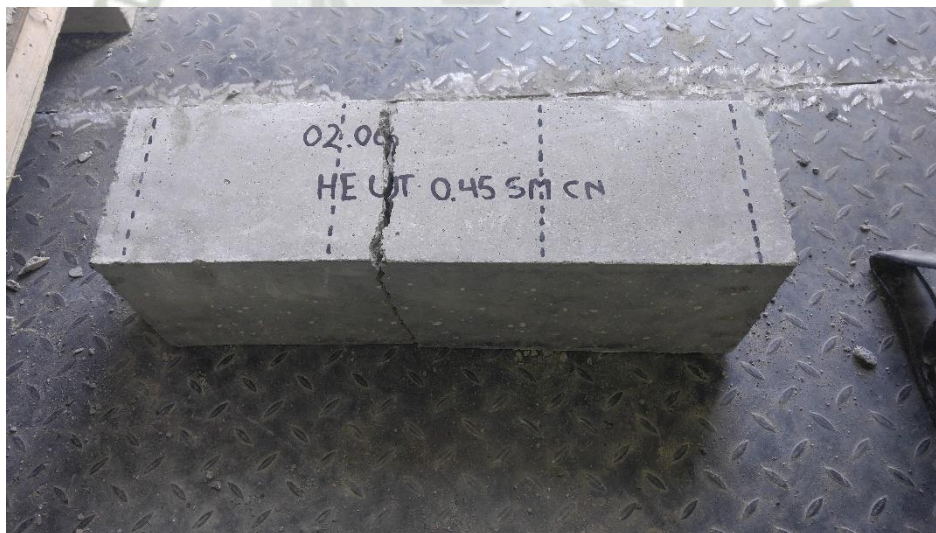



Ilustración 12: Viga de Cemento tipo HE y Cemento Ultraval, relación A/C 0.45



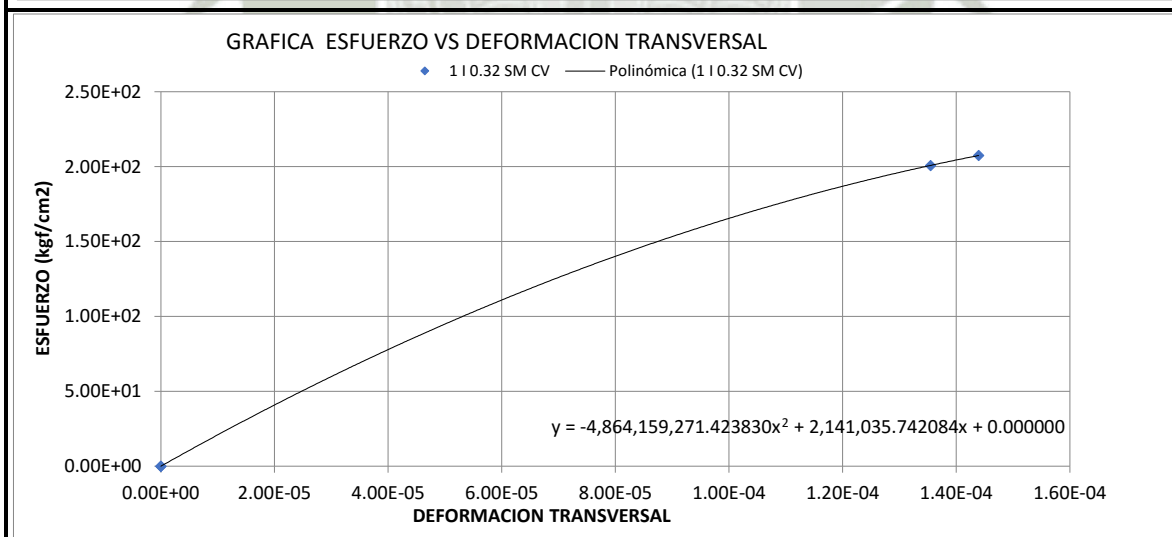
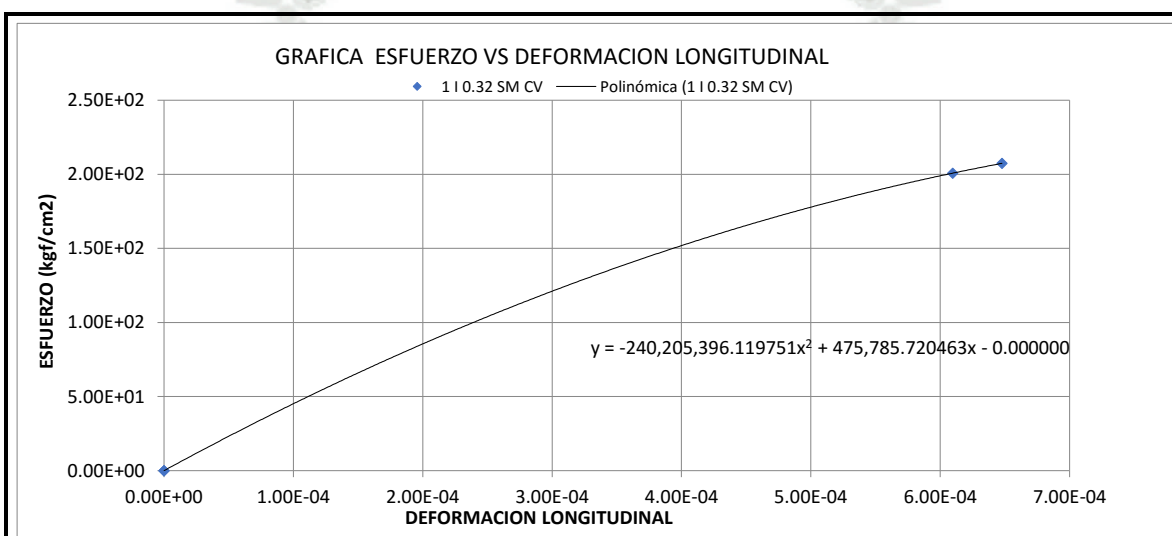
Anexo H. Resultado de Módulo de Elasticidad

MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

1 I 0.32 SM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|--------|
| f _c | 500.52 kg/cm ² | Fecha | 24-Abr |
| 40% f _c | 200.21 kg/cm ² | Cemento | TIPO I |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 313,213.70 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.32 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 330,985.32 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 14,794.35 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 0.99 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.22 | | |

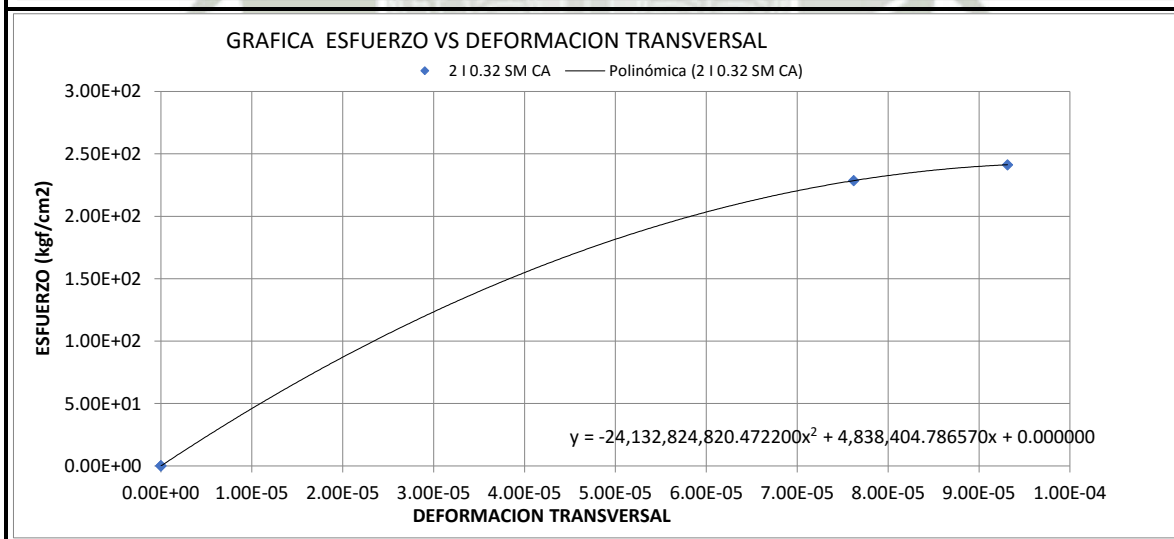
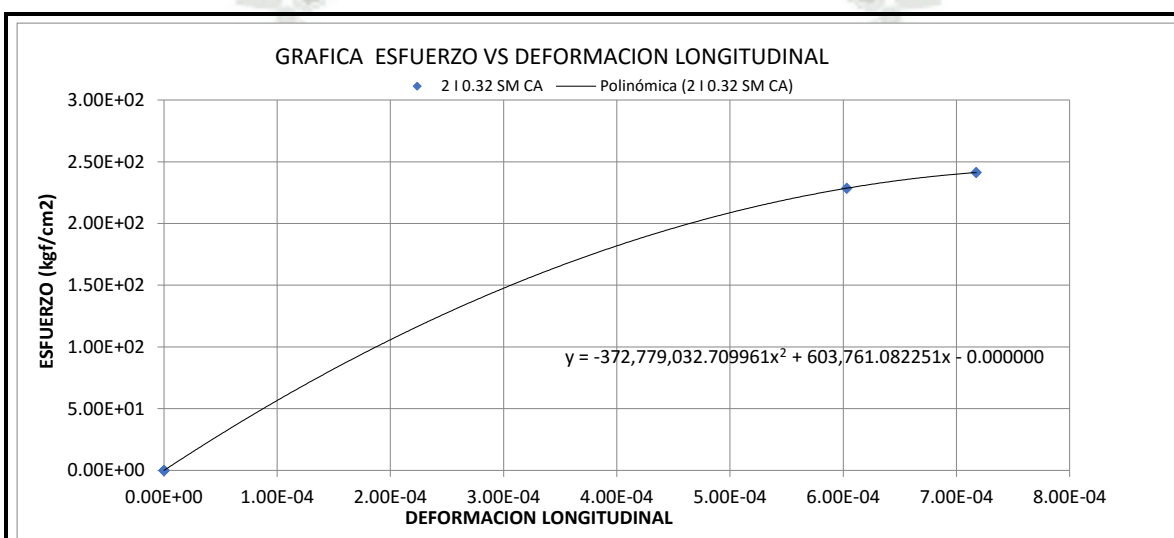


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

2 I 0.32 SM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 603.23 kg/cm ² | Fecha | 18-Abr |
| 40% f _c | 241.29 kg/cm ² | Cemento | TIPO I |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 343,851.12 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.32 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 333,082.07 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 13,561.54 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 0.90 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.13 | | |

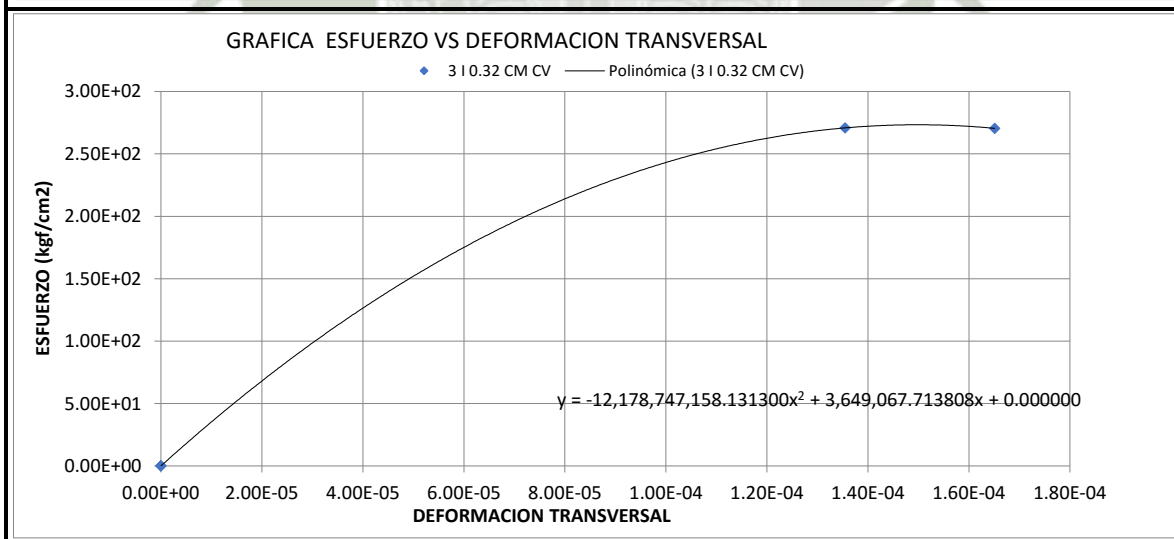
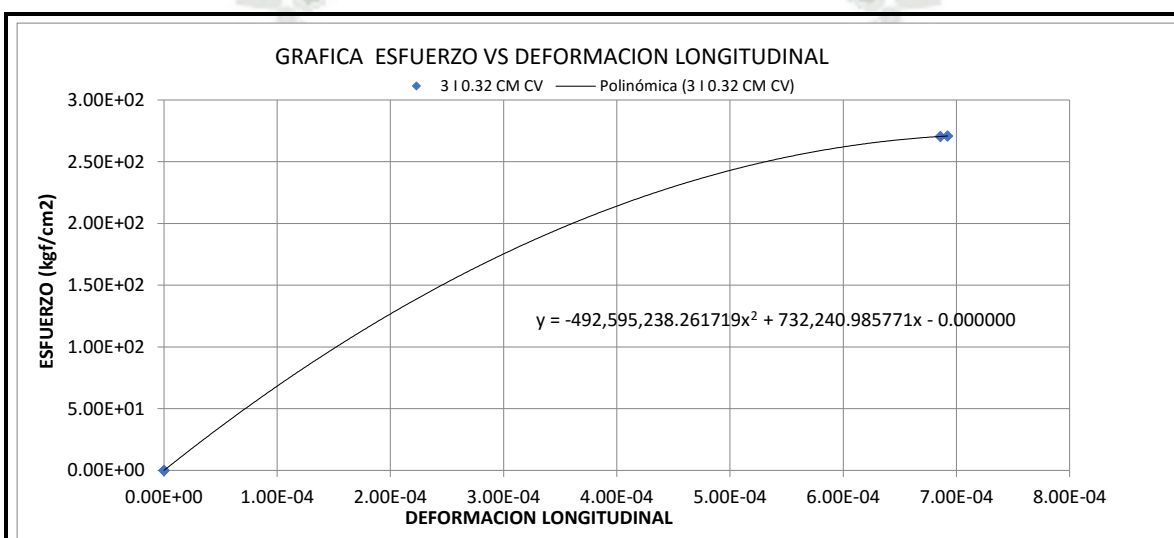


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

3 I 0.32 CM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|--------|
| f _c | 676.23 kg/cm ² | Fecha | 26-May |
| 40% f _c | 270.49 kg/cm ² | Cemento | TIPO I |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 364,062.37 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.32 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 394,419.17 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 15,167.37 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 1.01 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.24 | | |

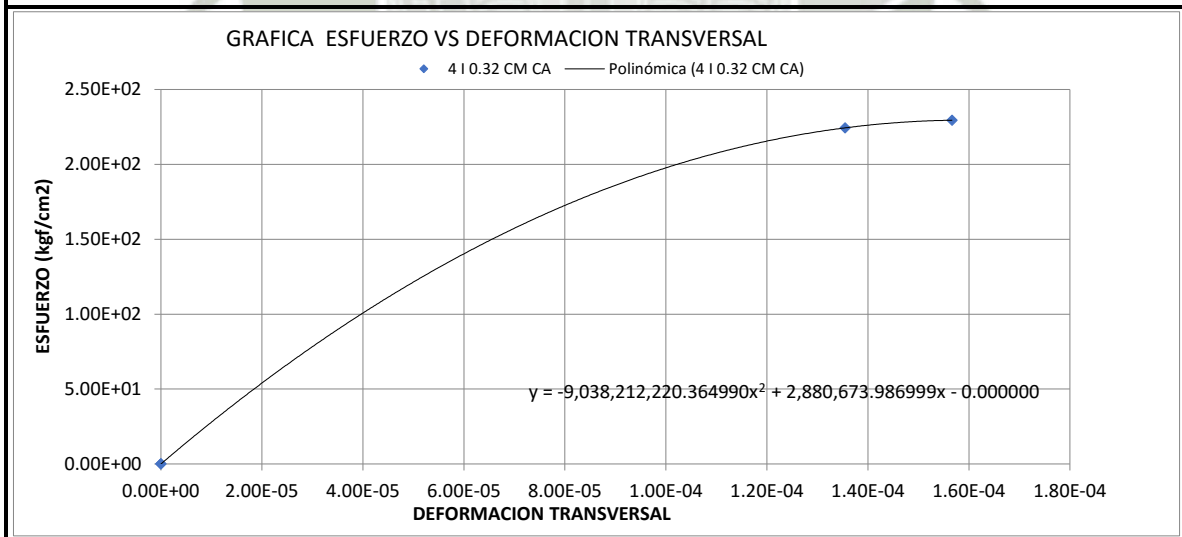
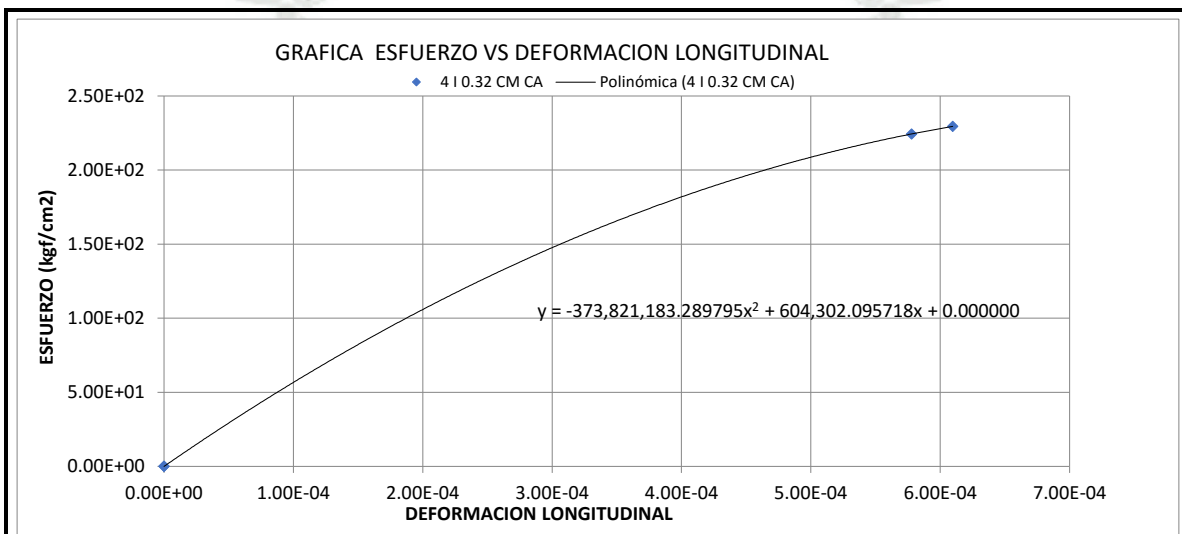


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

4 I 0.32 CM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 562.32 kg/cm ² | Fecha | 22-May |
| 40% f _c | 224.93 kg/cm ² | Cemento | TIPO I |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 331,985.78 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.32 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 386,963.56 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 16,318.44 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 1.09 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.24 | | |

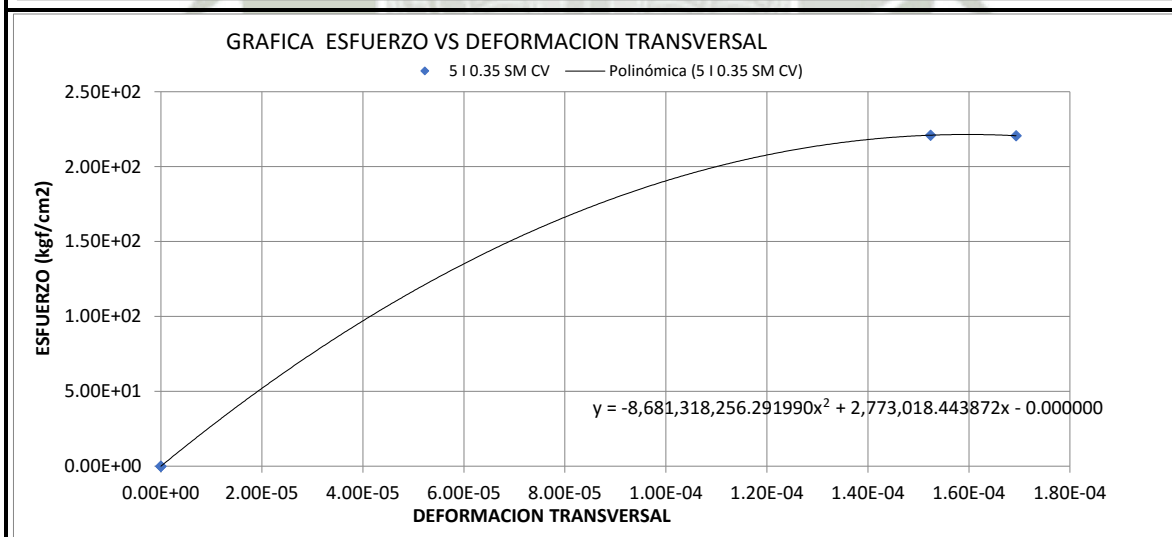
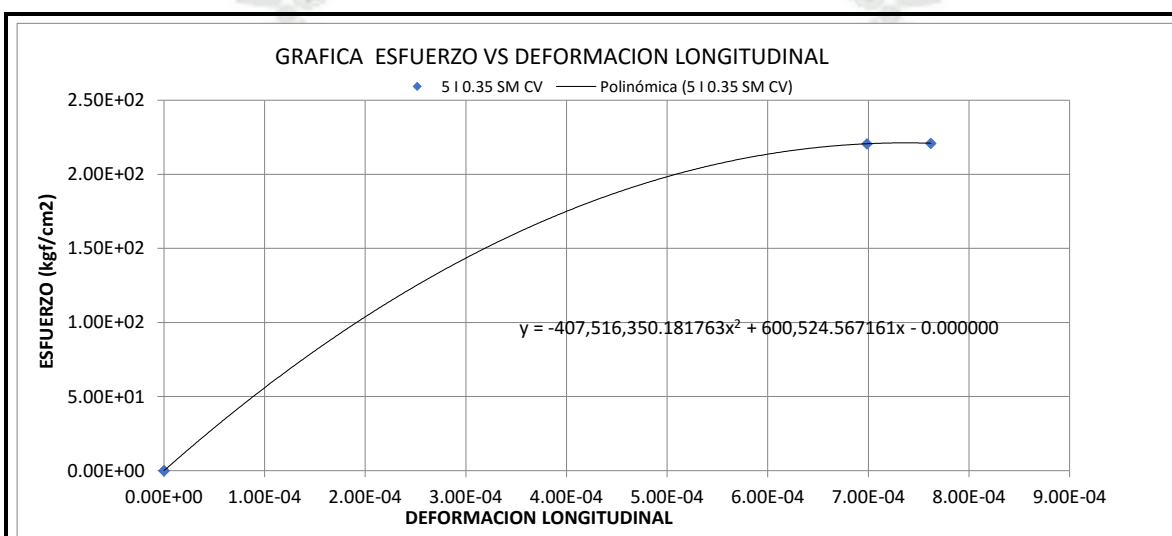


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

5 I 0.35 SM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|--------|
| f _c | 551.57 kg/cm ² | Fecha | 21-Abr |
| 40% f _c | 220.63 kg/cm ² | Cemento | TIPO I |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 328,796.60 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.35 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 316,032.76 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 13,456.52 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 0.90 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.24 | | |

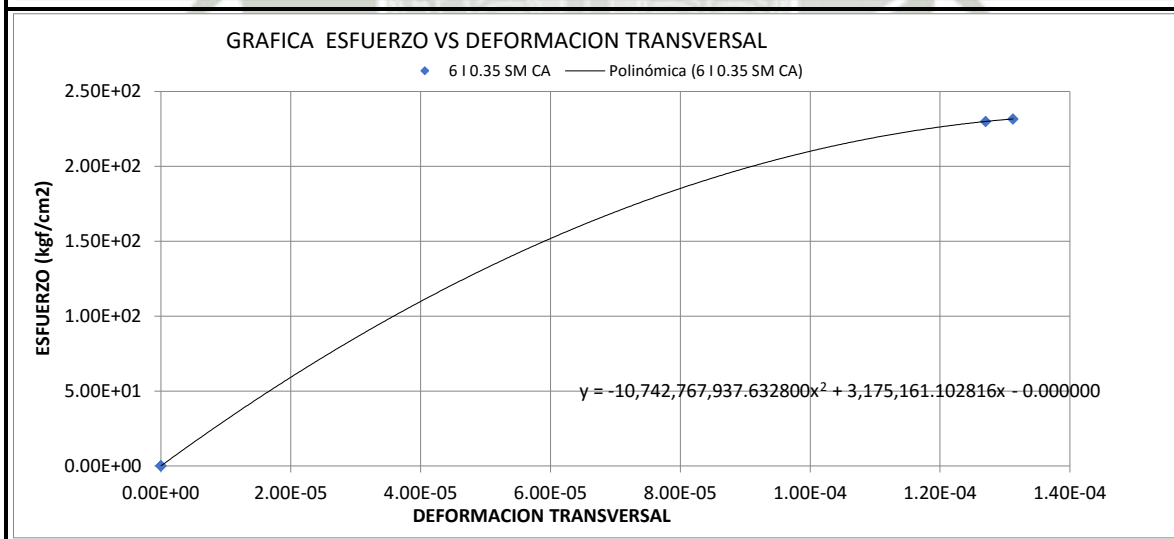
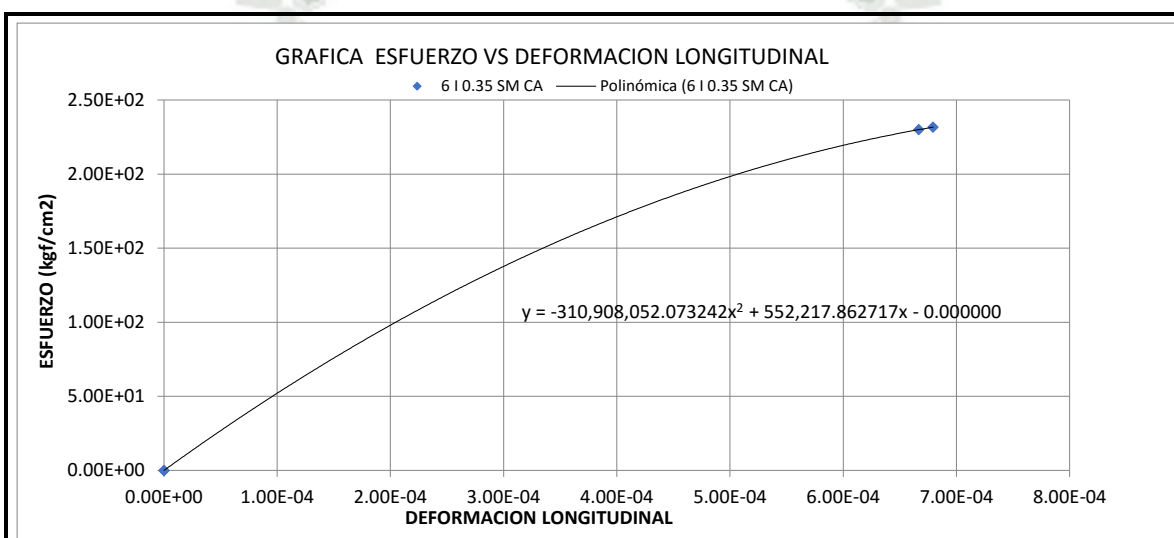


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

6 I 0.35 SM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 553.52 kg/cm ² | Fecha | 17-Abr |
| 40% f _c | 221.41 kg/cm ² | Cemento | TIPO I |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 329,377.98 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.35 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 364,008.25 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 15,471.94 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 1.03 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.17 | | |

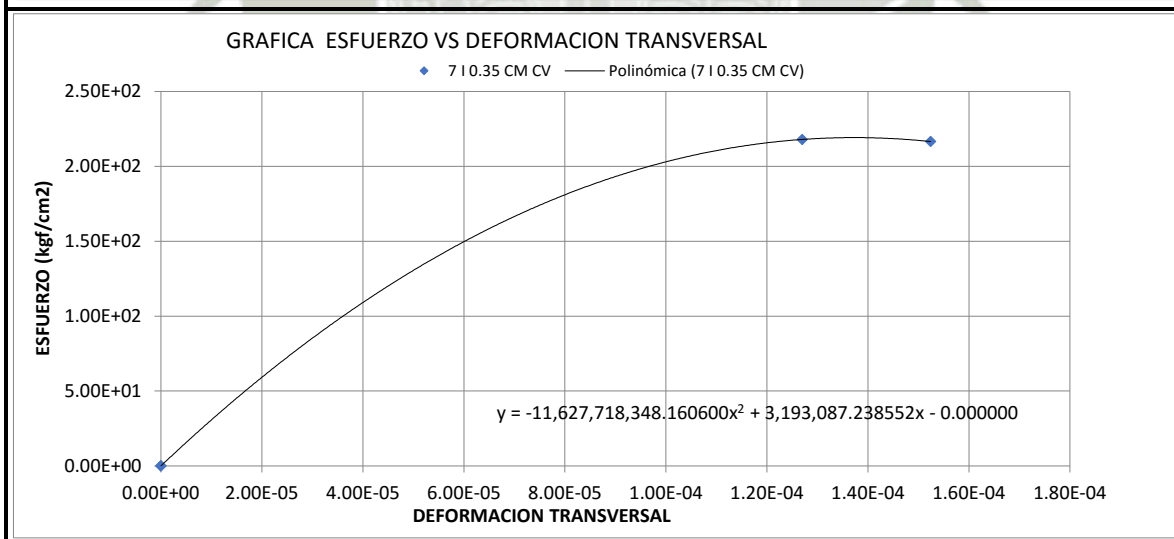
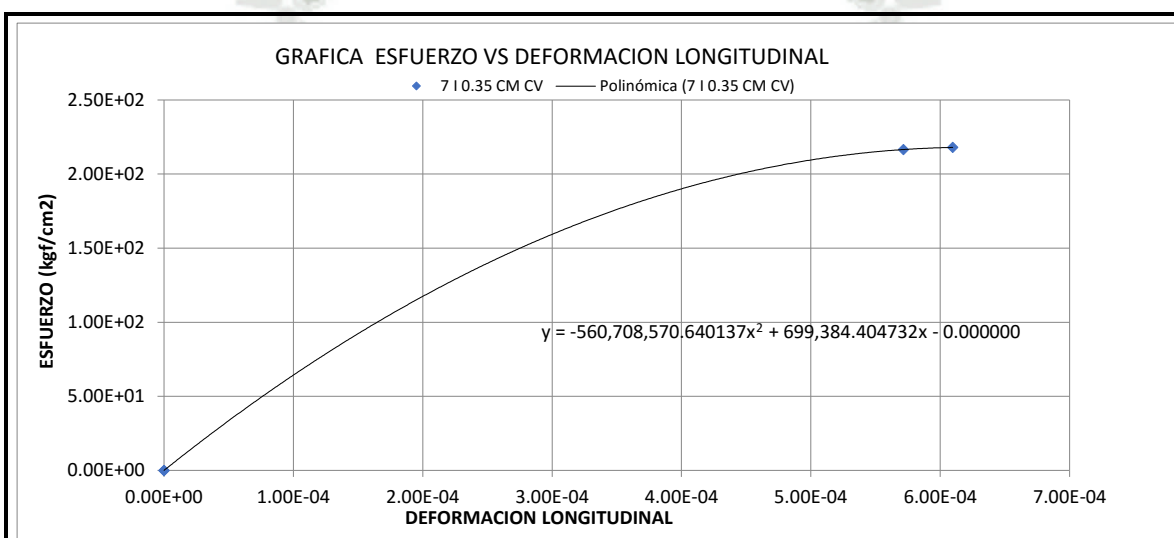


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

7 I 0.35 CM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|--------|
| f _c | 539.40 kg/cm ² | Fecha | 22-May |
| 40% f _c | 215.76 kg/cm ² | Cemento | TIPO I |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 325,150.07 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.35 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 386,506.93 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 16,641.84 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 1.11 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.30 | | |

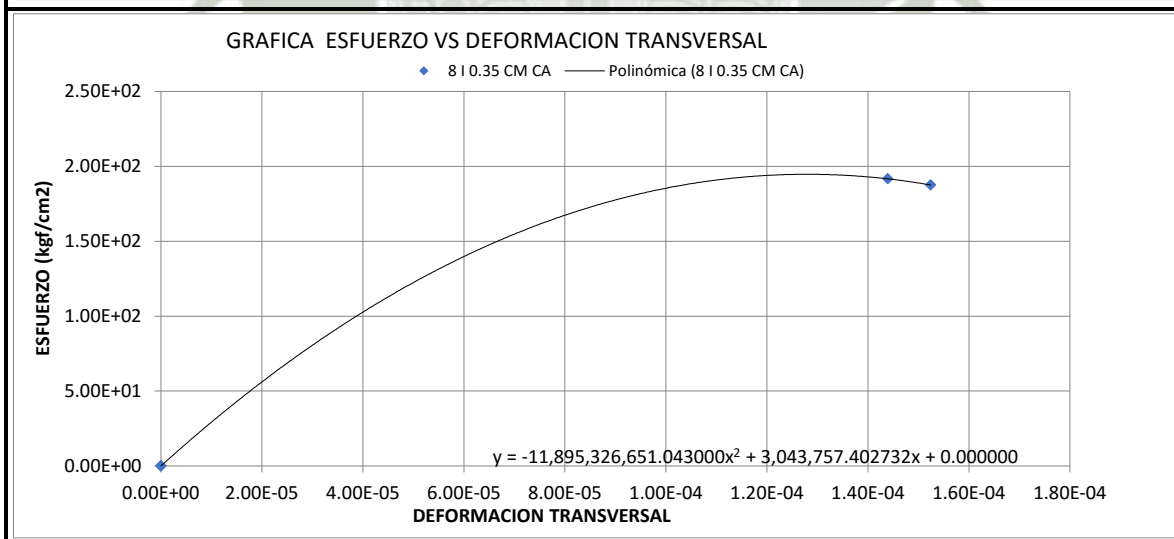
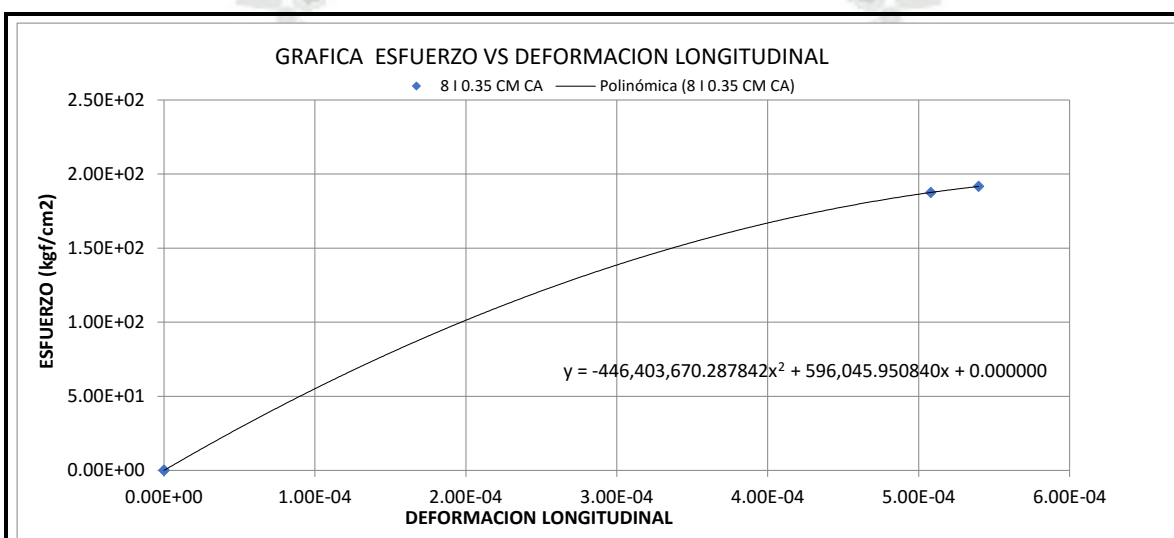


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

8 I 0.35 CM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 467.25 kg/cm ² | Fecha | 15-May |
| 40% f _c | 186.90 kg/cm ² | Cemento | TIPO I |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 302,623.73 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.35 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 371,638.82 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 17,192.78 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 1.15 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.31 | | |

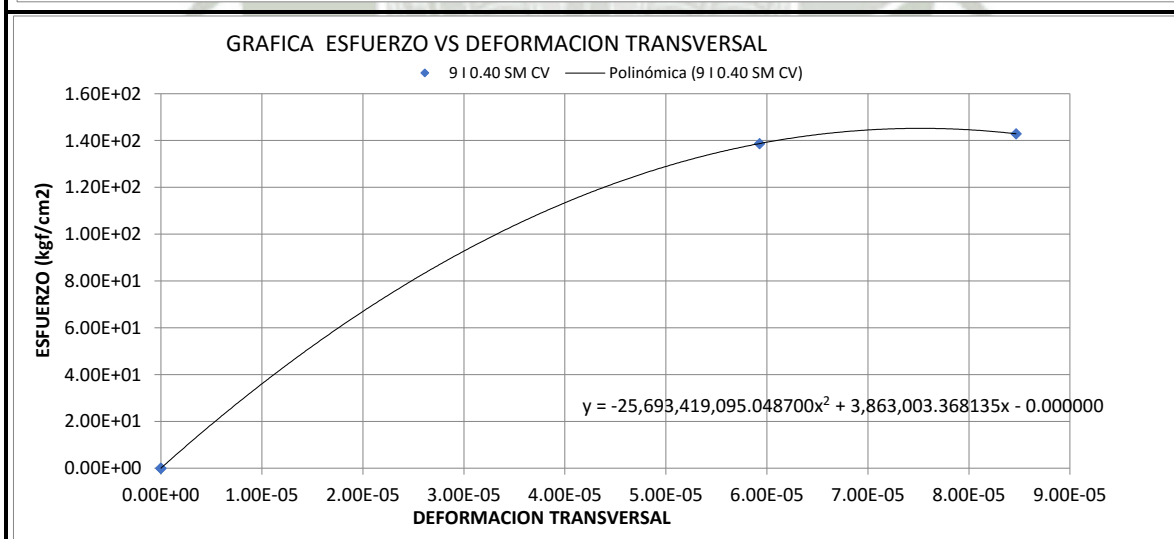
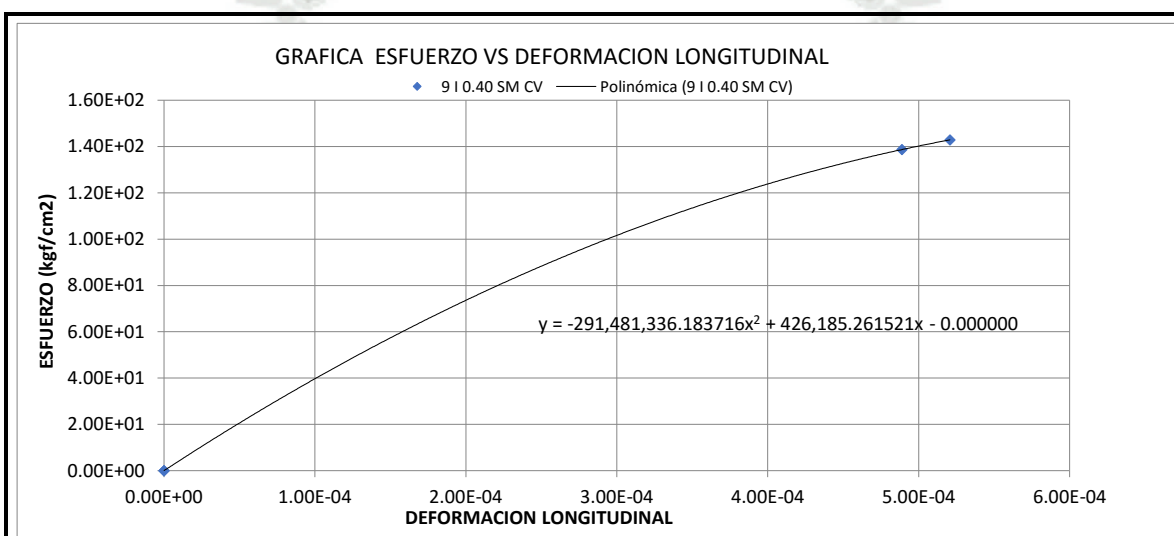


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

9 I 0.40 SM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|--------|
| f _c | 353.56 kg/cm ² | Fecha | 19-Abr |
| 40% f _c | 141.43 kg/cm ² | Cemento | TIPO I |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 263,246.34 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.4 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 278,155.78 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 14,792.92 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 0.99 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.15 | | |

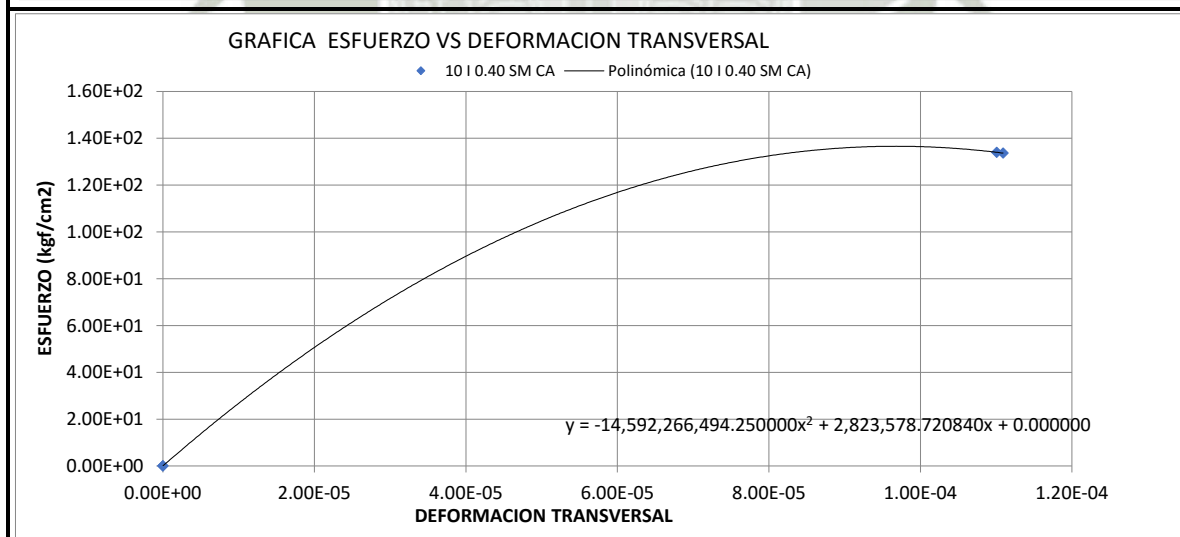
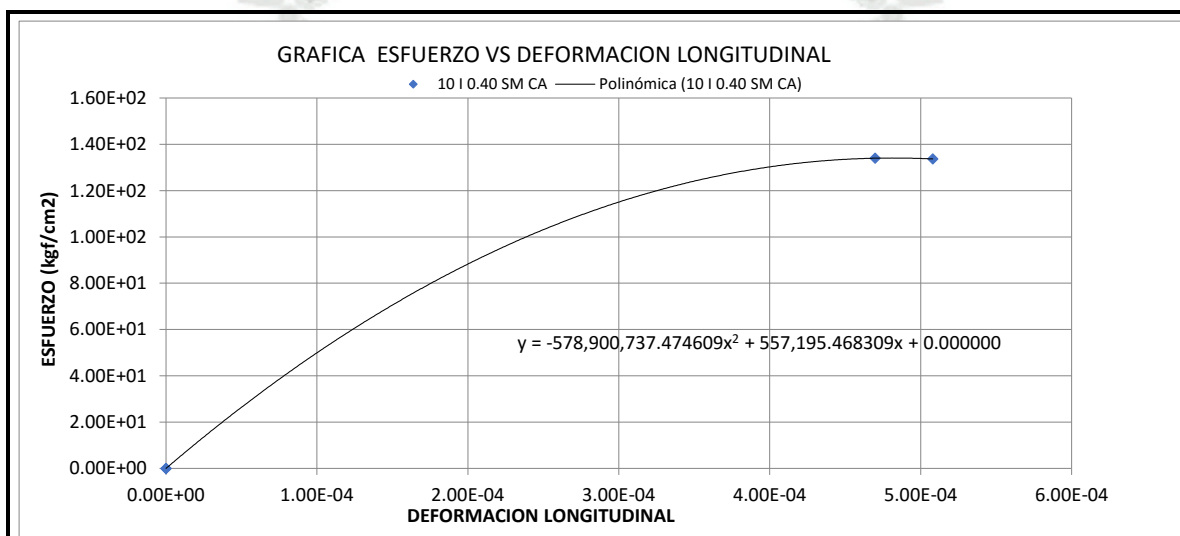


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

10 I 0.40 SM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 334.30 kg/cm ² | Fecha | 5-Abr |
| 40% f _c | 133.72 kg/cm ² | Cemento | TIPO I |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 255,972.73 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.4 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 293,946.36 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 16,076.90 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 1.07 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.24 | | |

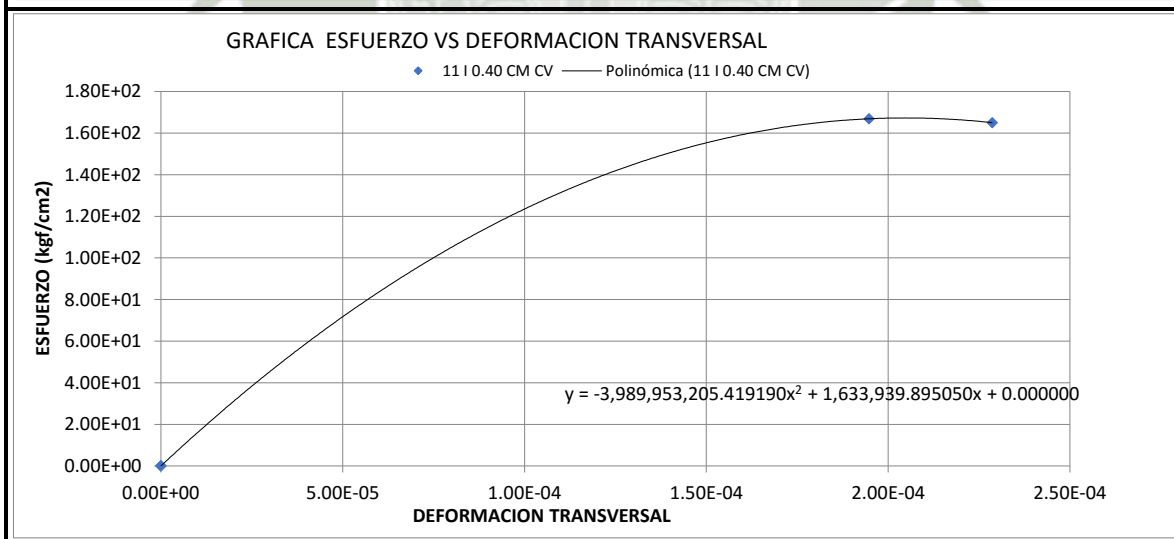
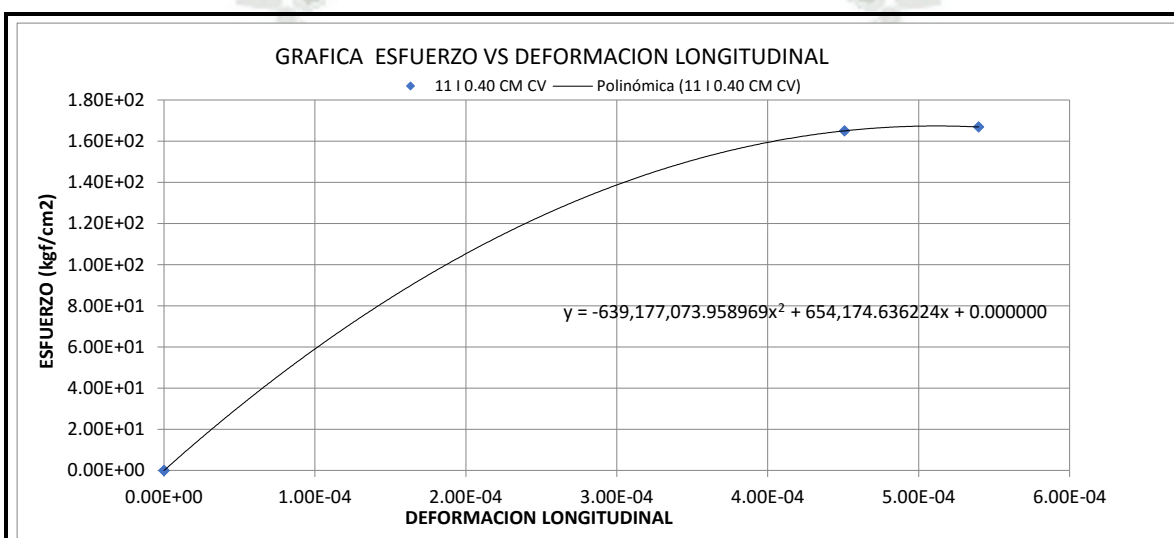


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

11 I 0.40 CM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|--------|
| f _c | 417.31 kg/cm ² | Fecha | 16-May |
| 40% f _c | 166.92 kg/cm ² | Cemento | TIPO I |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 285,994.79 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.4 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 348,190.62 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 17,044.61 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 1.14 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.40 | | |

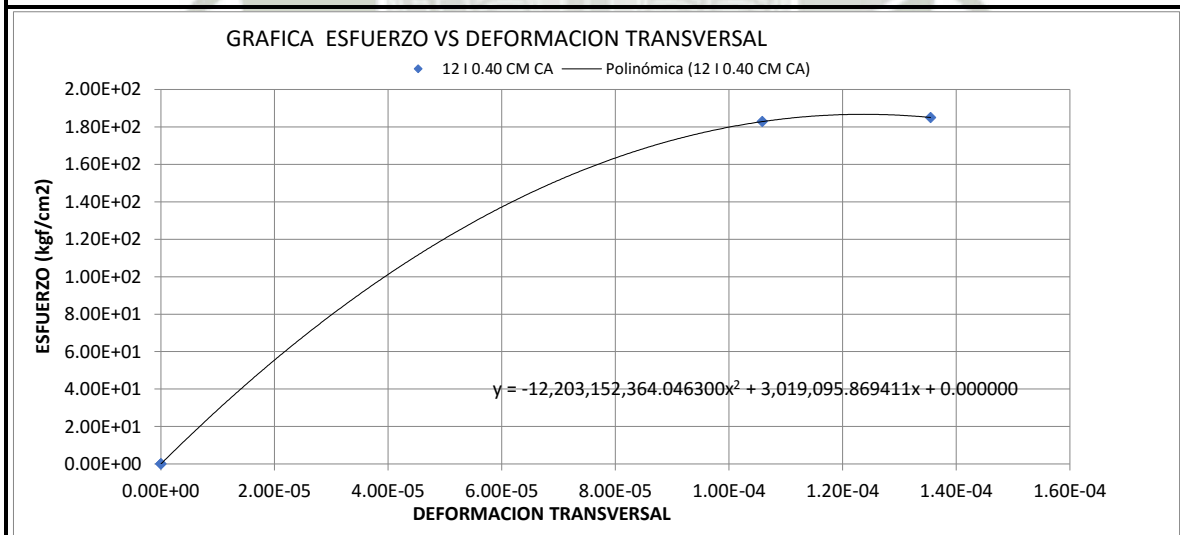
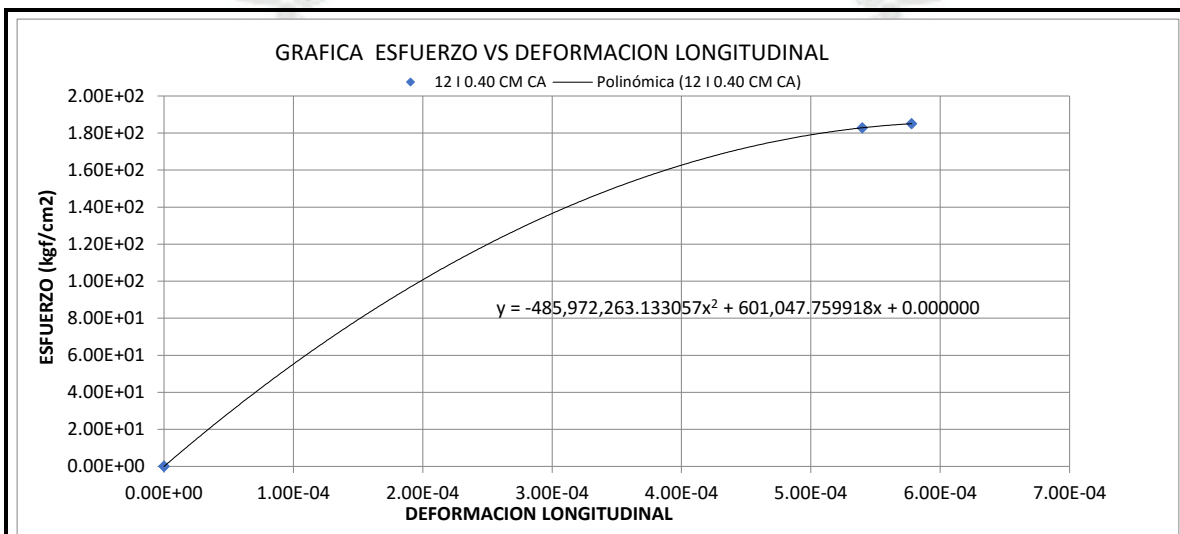


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

12 I 0.40 CM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 456.95 kg/cm ² | Fecha | 10-May |
| 40% f _c | 182.78 kg/cm ² | Cemento | TIPO I |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 299,269.94 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.4 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 341,032.08 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 15,953.65 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 1.06 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.19 | | |

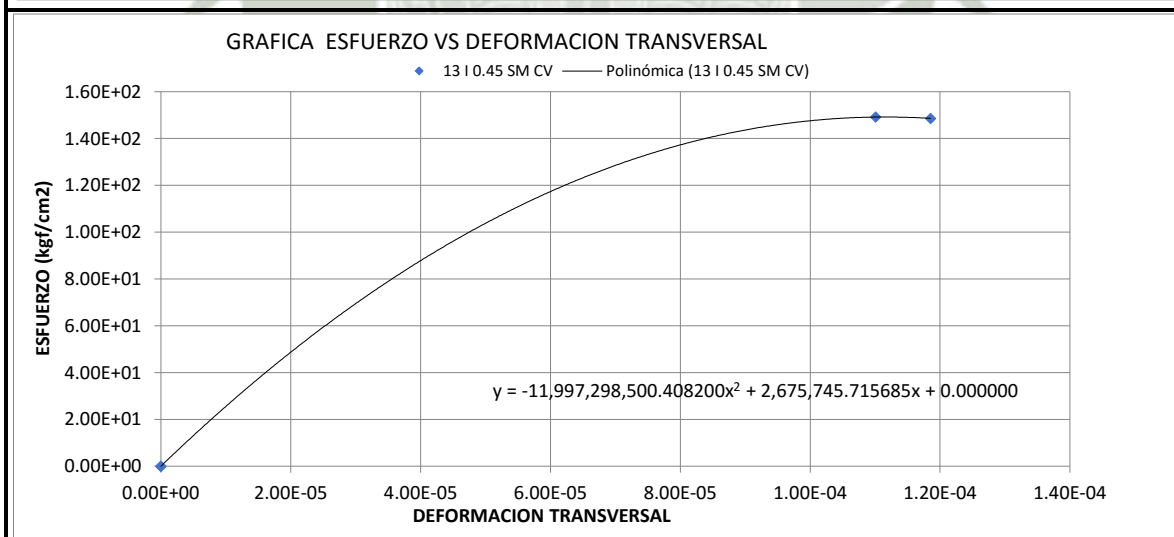
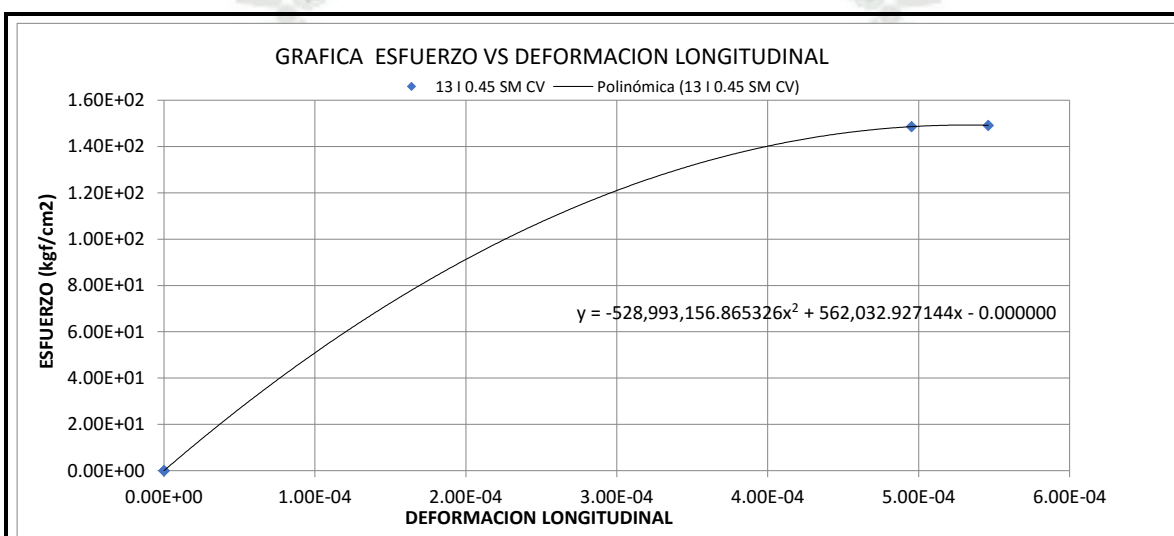


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

13 I 0.45 SM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|--------|
| f _c | 369.32 kg/cm ² | Fecha | 18-Abr |
| 40% f _c | 147.73 kg/cm ² | Cemento | TIPO I |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 269,049.39 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.45 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 310,823.11 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 16,173.70 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 1.08 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.28 | | |

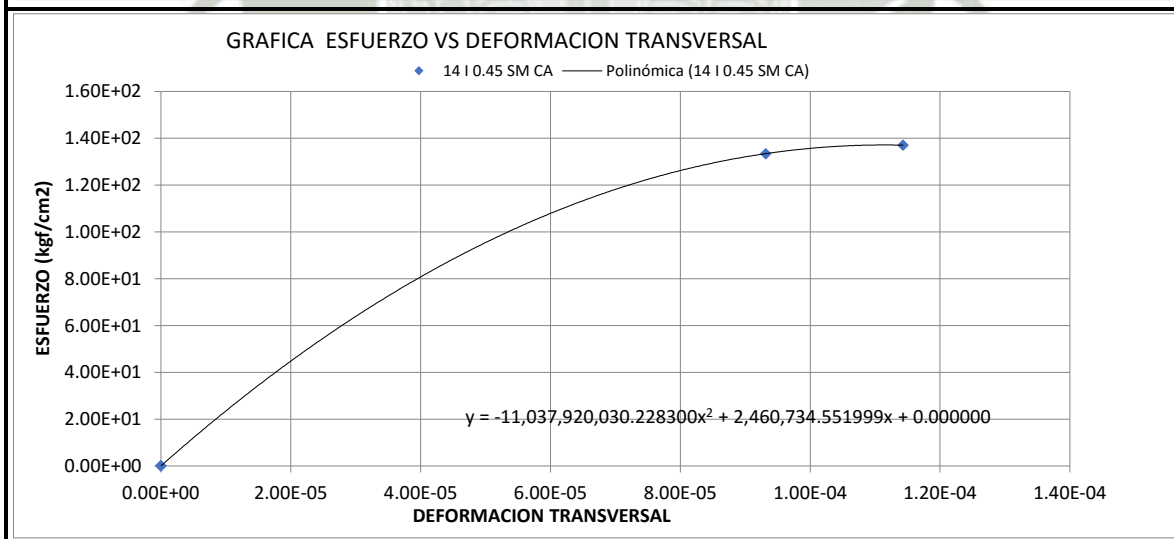
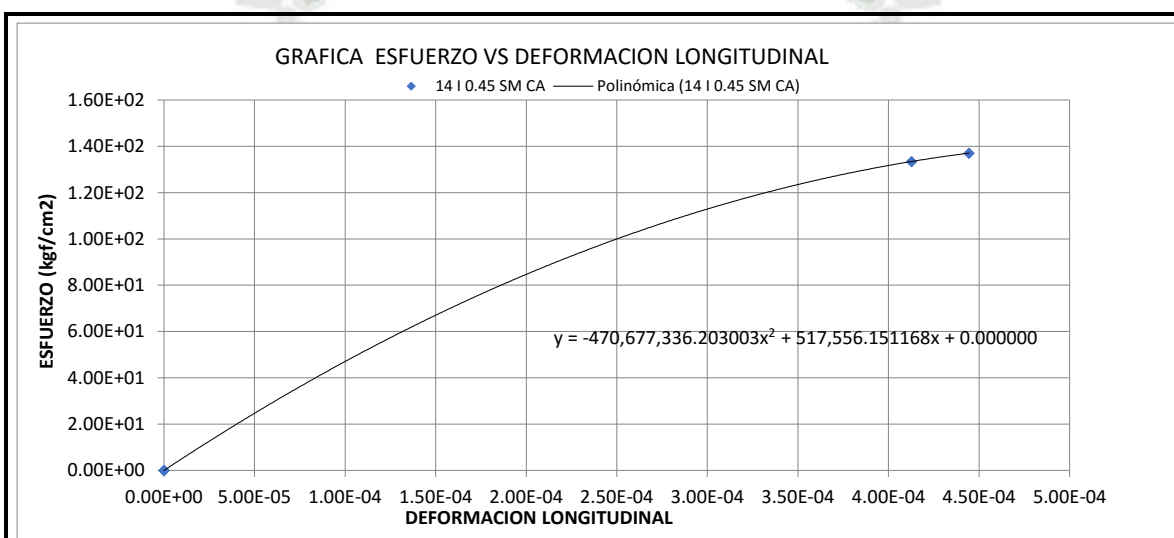


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

14 I 0.45 SM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 334.35 kg/cm ² | Fecha | 4-Abr |
| 40% f _c | 133.74 kg/cm ² | Cemento | TIPO I |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 255,994.39 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.45 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 322,005.43 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 17,610.06 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 1.17 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.23 | | |

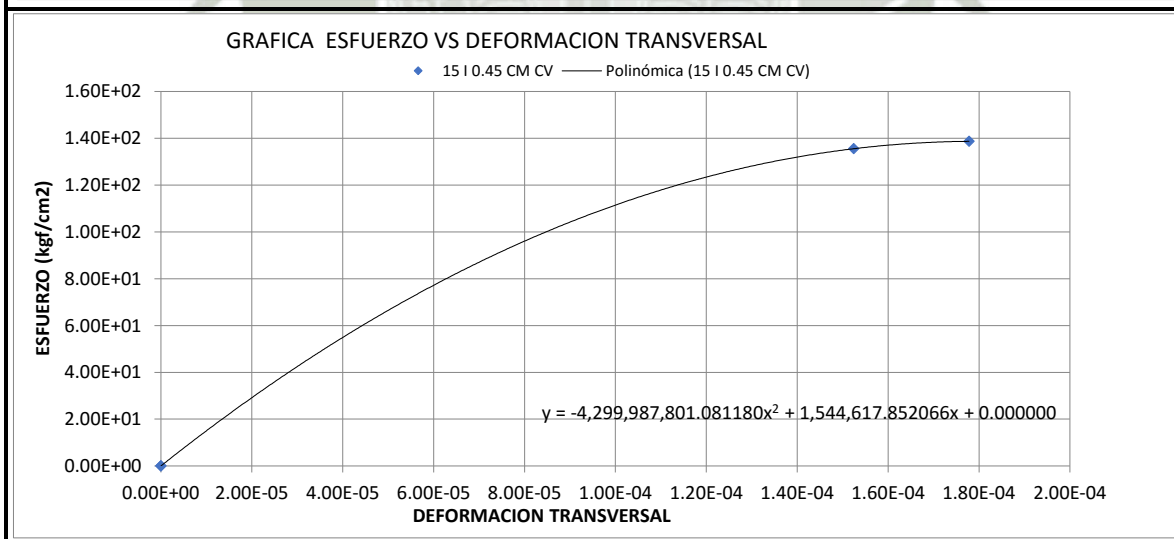
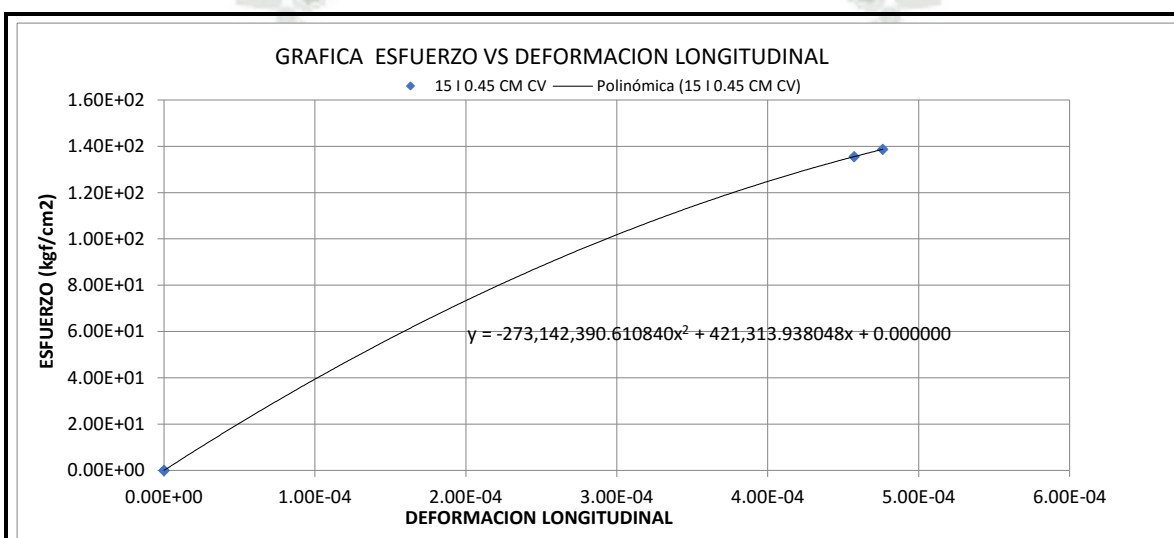


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

15 I 0.45 CM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|--------|
| f _c | 346.77 kg/cm ² | Fecha | 10-May |
| 40% f _c | 138.71 kg/cm ² | Cemento | TIPO I |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 260,706.11 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.45 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 291,208.44 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 15,637.98 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 1.04 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.37 | | |

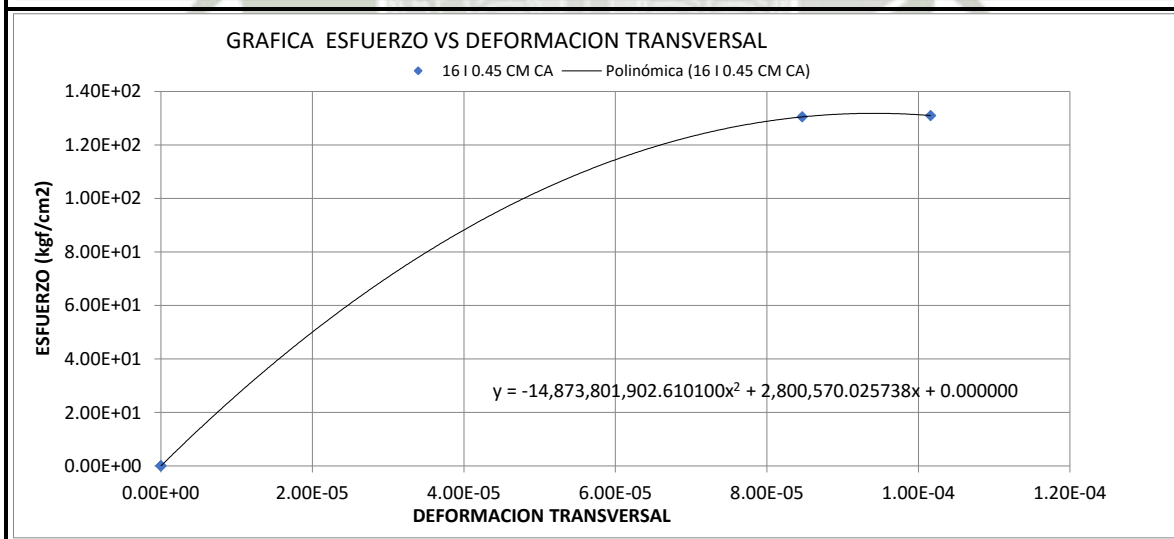
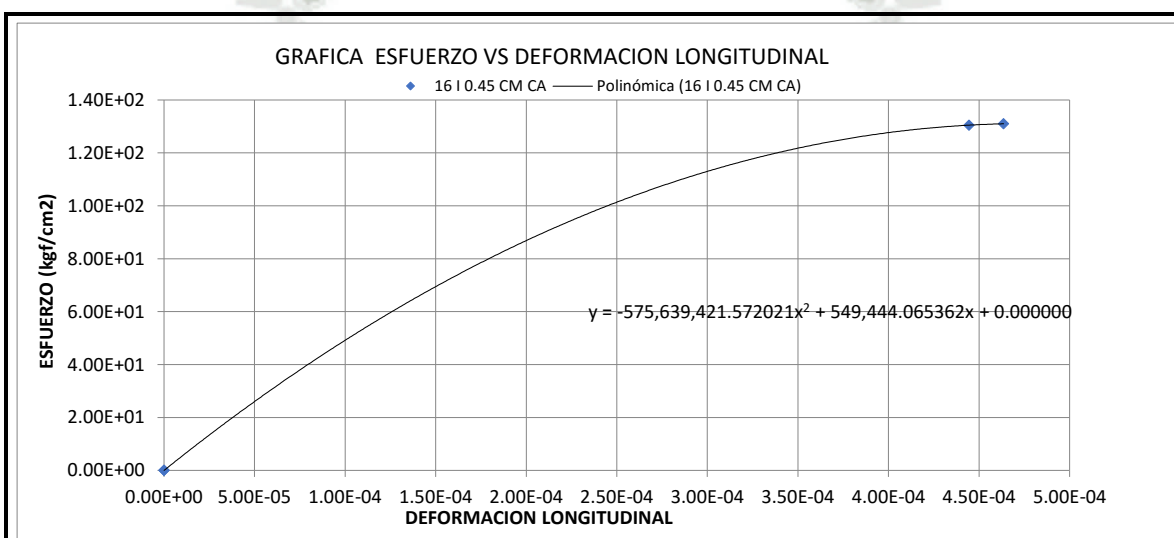


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

16 I 0.45 CM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 325.98 kg/cm ² | Fecha | 9-May |
| 40% f _c | 130.39 kg/cm ² | Cemento | TIPO I |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 252,767.90 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.45 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 296,658.16 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 16,430.94 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 1.10 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.18 | | |

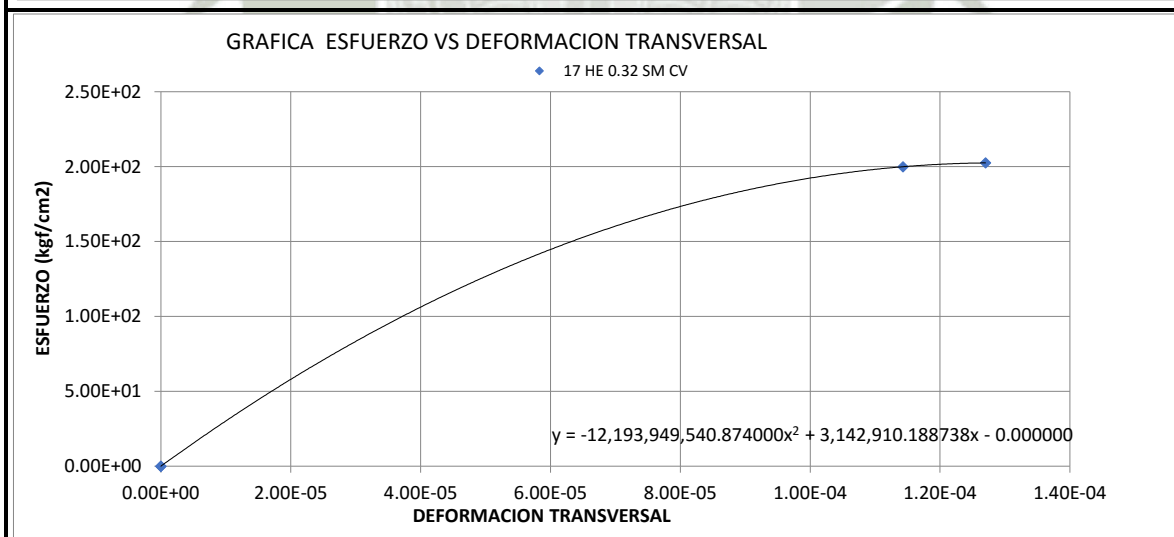
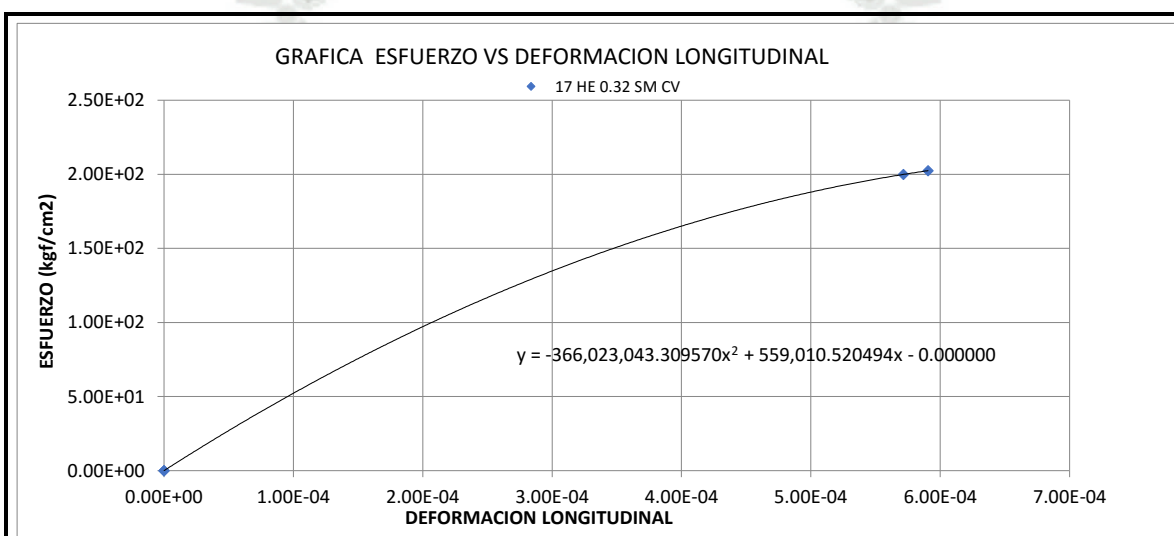


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

17 HE 0.32 SM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------|
| f _c | 499.22 kg/cm ² | Fecha | 3-May |
| 40% f _c | 199.69 kg/cm ² | Cemento | TIPO HE |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 312,806.21 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.32 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 351,174.11 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 15,717.20 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 1.05 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.20 | | |

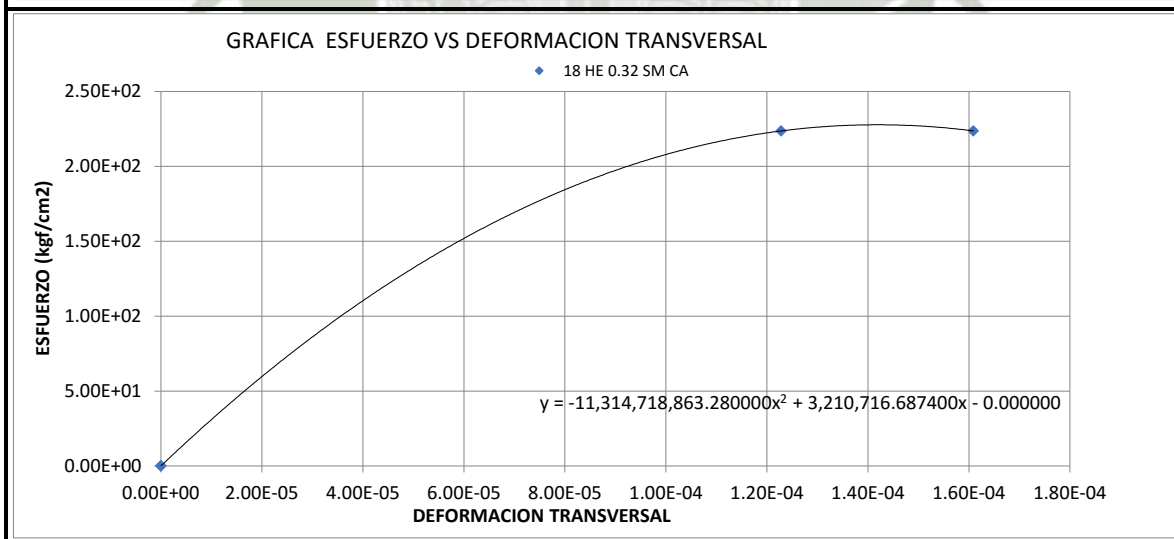
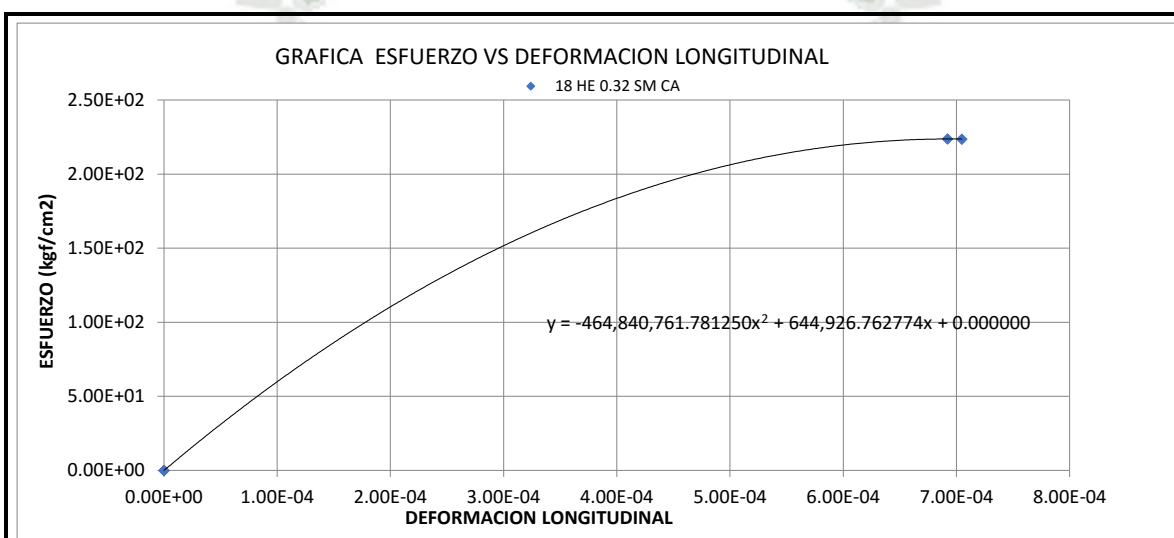


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

18 HE 0.32 SM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 557.45 kg/cm ² | Fecha | 25-Abr |
| 40% f _c | 222.98 kg/cm ² | Cemento | TIPO HE |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 330,546.07 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.32 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 342,618.61 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 14,511.32 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 0.97 | | |
| Coefficiente de Poisson | - 0.54 | | |

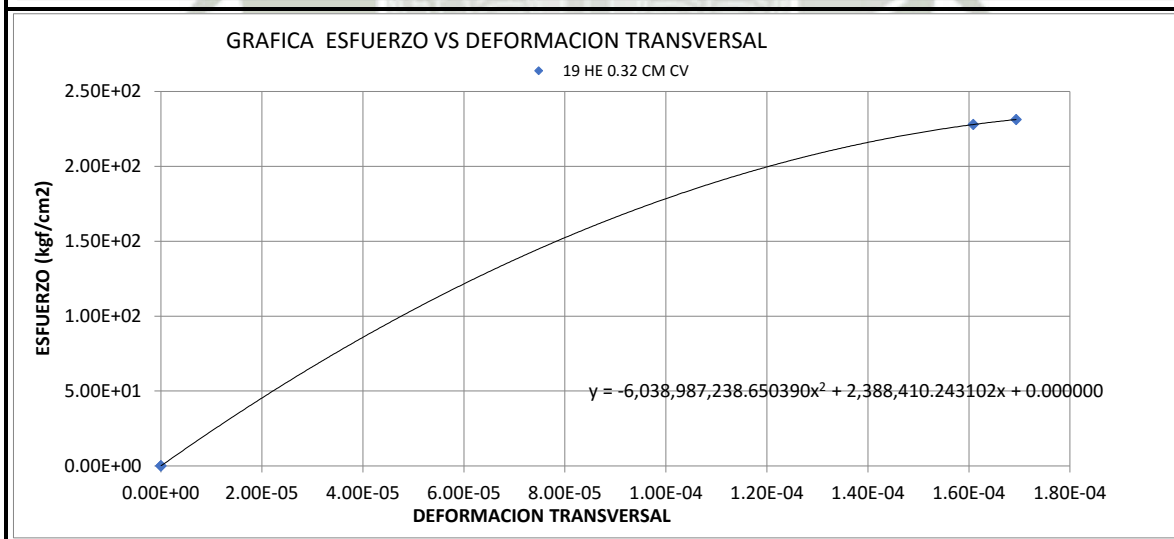
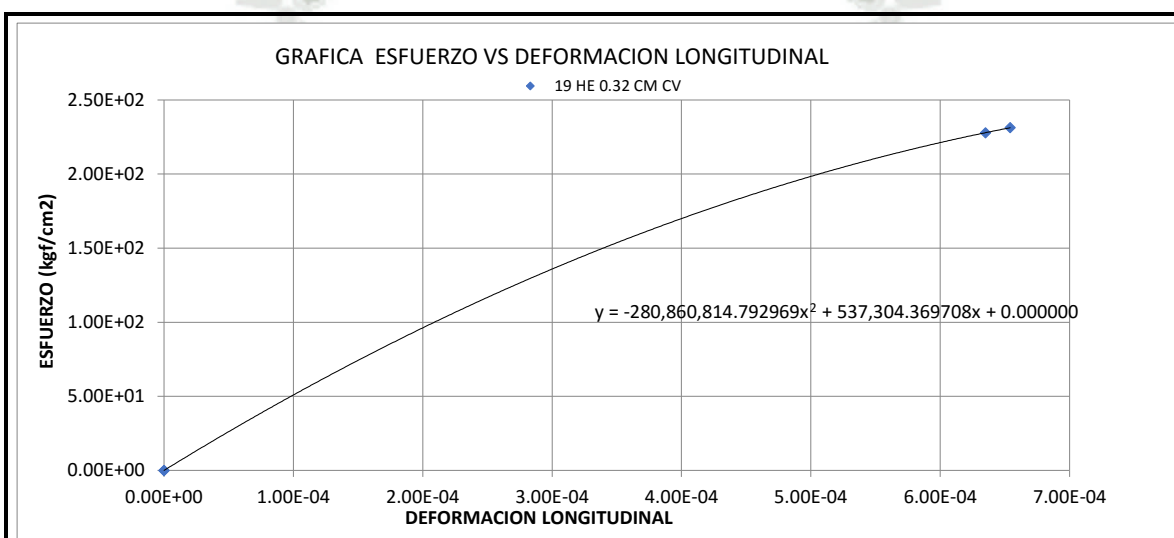


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

19 HE 0.32 CM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------|
| f _c | 569.73 kg/cm ² | Fecha | 24-May |
| 40% f _c | 227.89 kg/cm ² | Cemento | TIPO HE |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 334,166.91 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.32 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 359,491.64 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 15,060.99 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 1.00 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.25 | | |

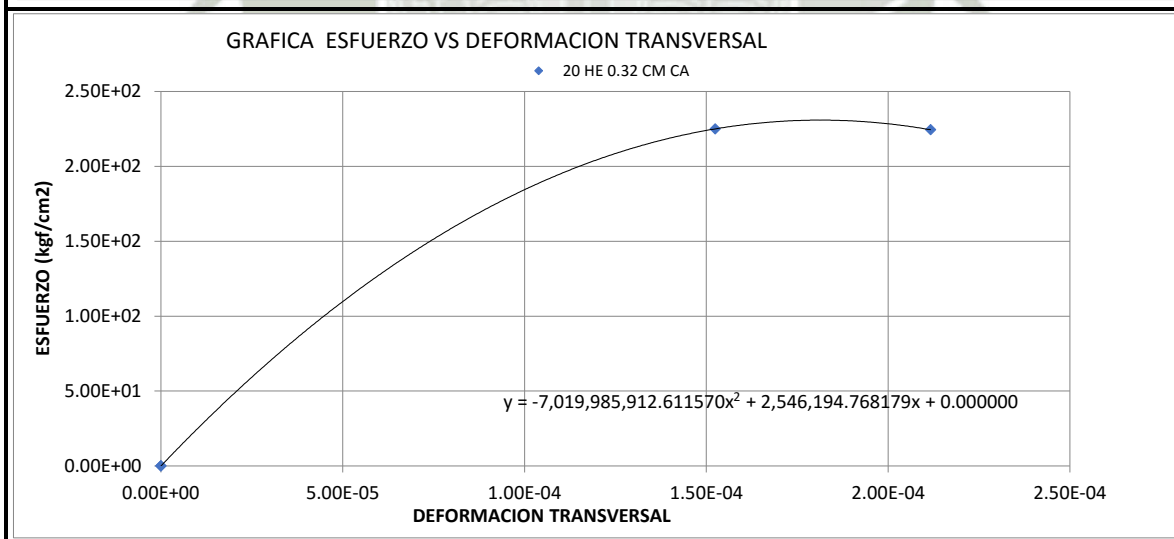
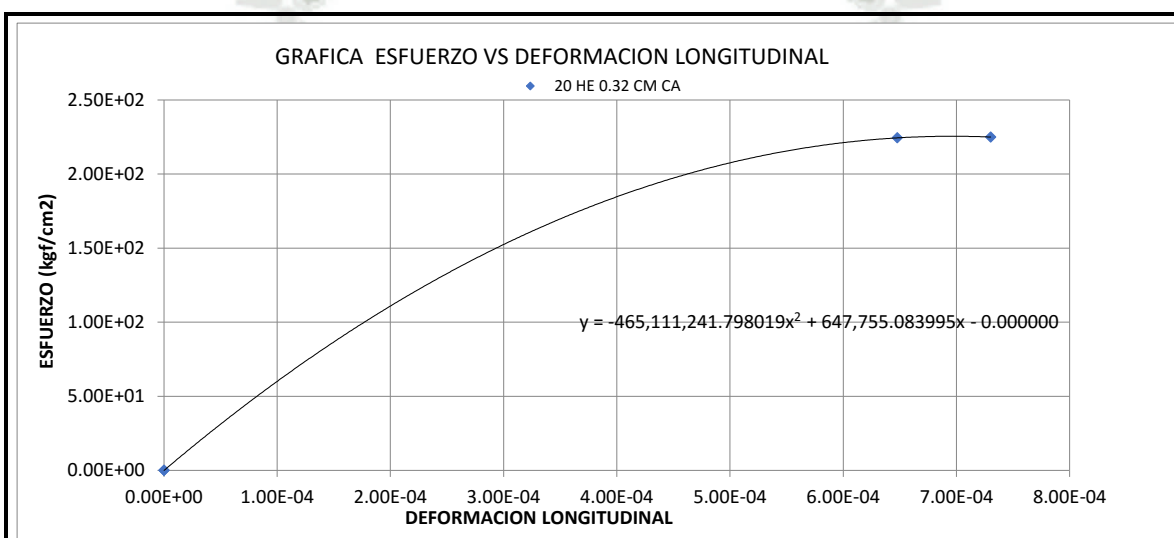


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

20 HE 0.32 CM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 558.24 kg/cm ² | Fecha | 19-May |
| 40% f _c | 223.30 kg/cm ² | Cemento | TIPO HE |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 330,780.87 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.32 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 360,258.35 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 15,247.61 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 1.02 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.55 | | |

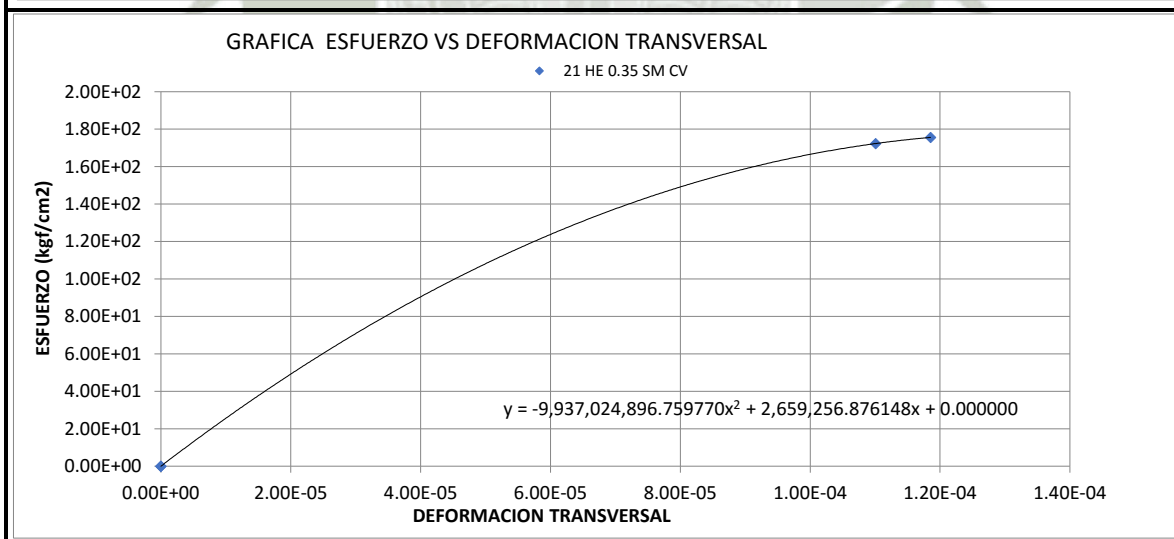
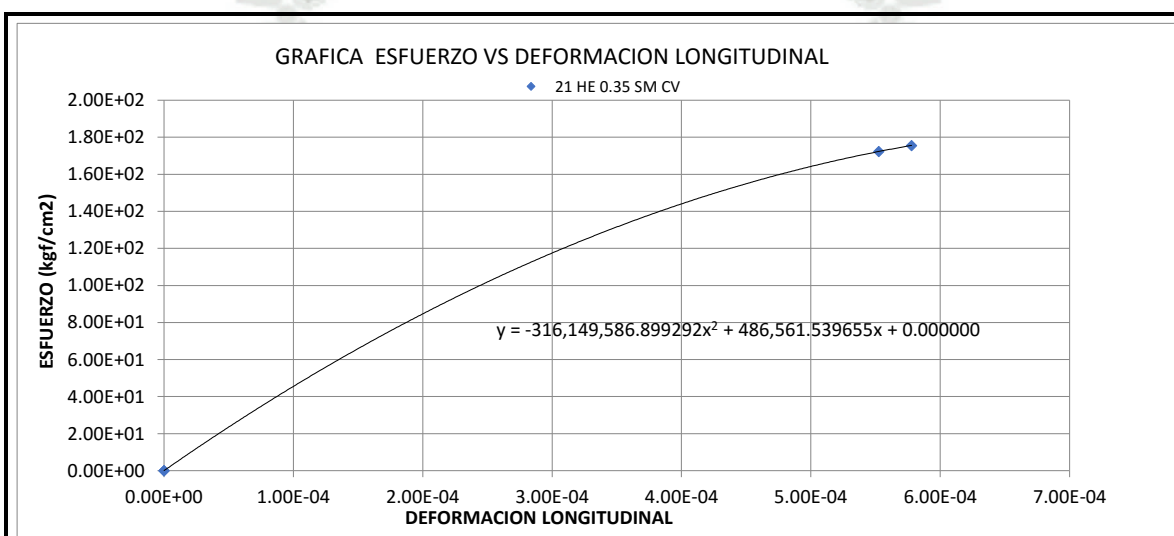


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

21 HE 0.35 SM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------|
| f _c | 429.65 kg/cm ² | Fecha | 2-May |
| 40% f _c | 171.86 kg/cm ² | Cemento | TIPO HE |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 290,191.20 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.35 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 313,847.72 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 15,141.29 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 1.01 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.20 | | |

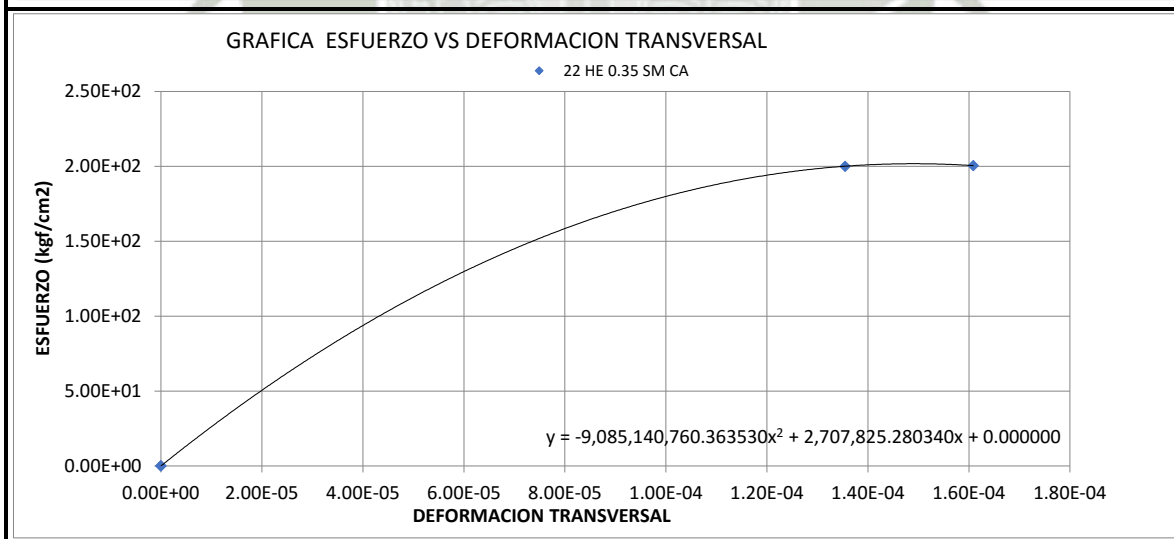
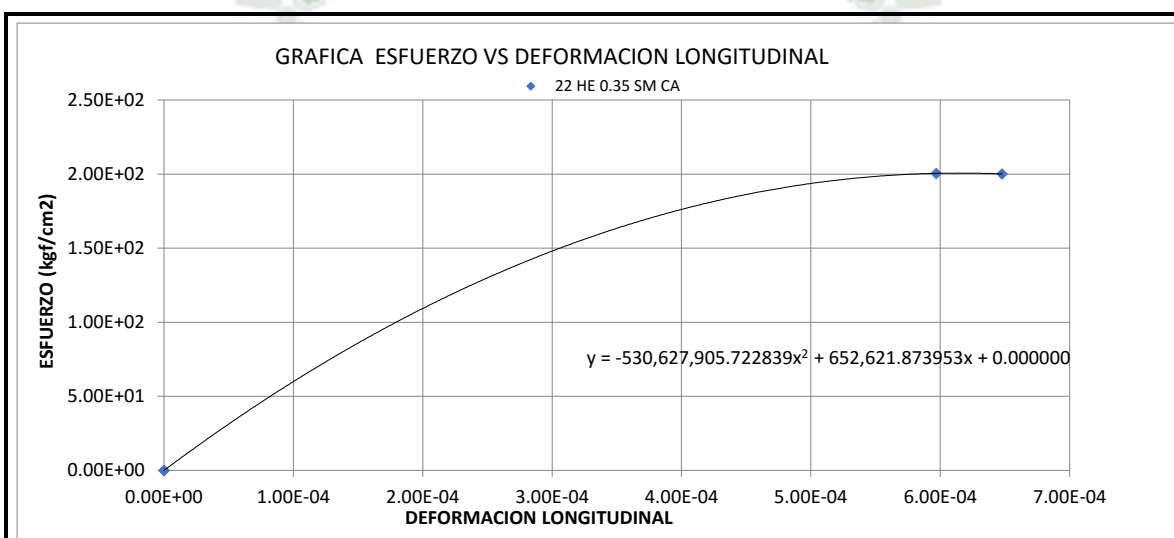


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

22 HE 0.35 SM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 498.91 kg/cm ² | Fecha | 24-Abr |
| 40% f _c | 199.56 kg/cm ² | Cemento | TIPO HE |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 312,708.68 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.35 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 351,885.98 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 15,753.97 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 1.05 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.17 | | |

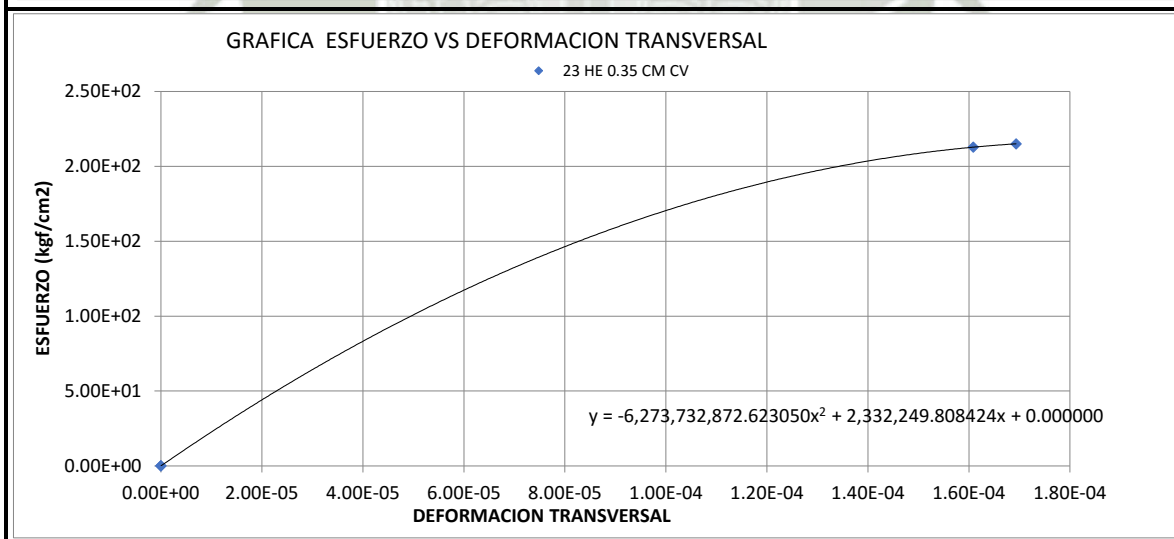
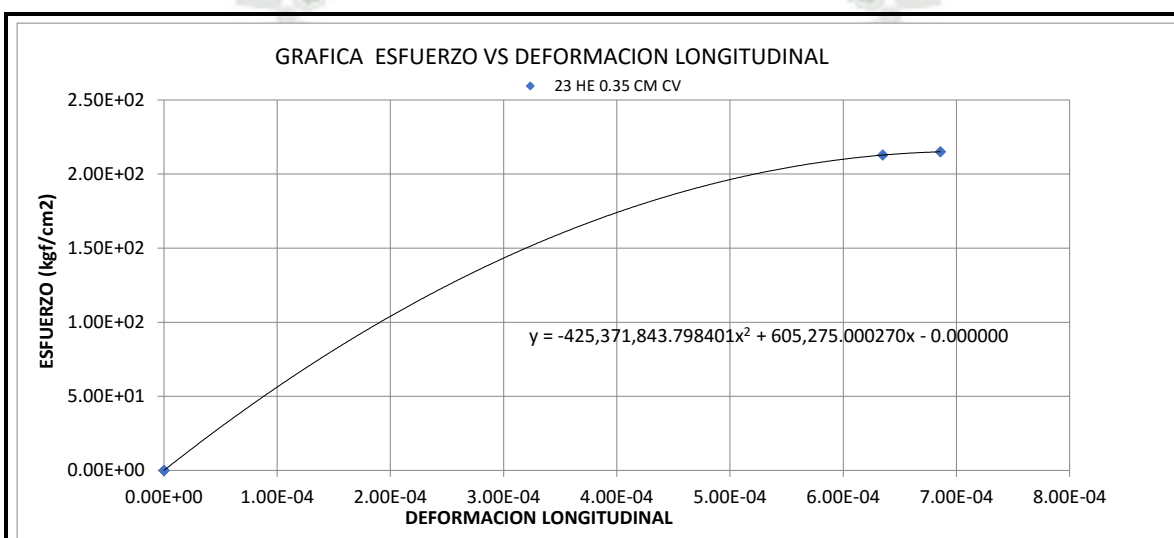


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

23 HE 0.35 CM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------|
| f _c | 533.06 kg/cm ² | Fecha | 19-May |
| 40% f _c | 213.23 kg/cm ² | Cemento | TIPO HE |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 323,234.19 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.35 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 334,060.02 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 14,468.89 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 0.96 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.25 | | |

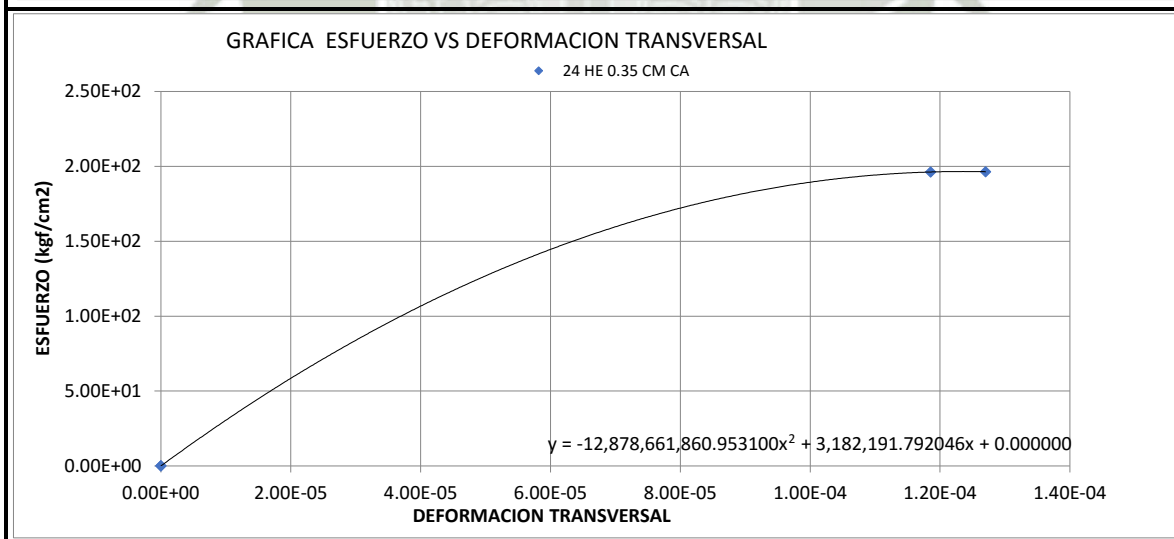
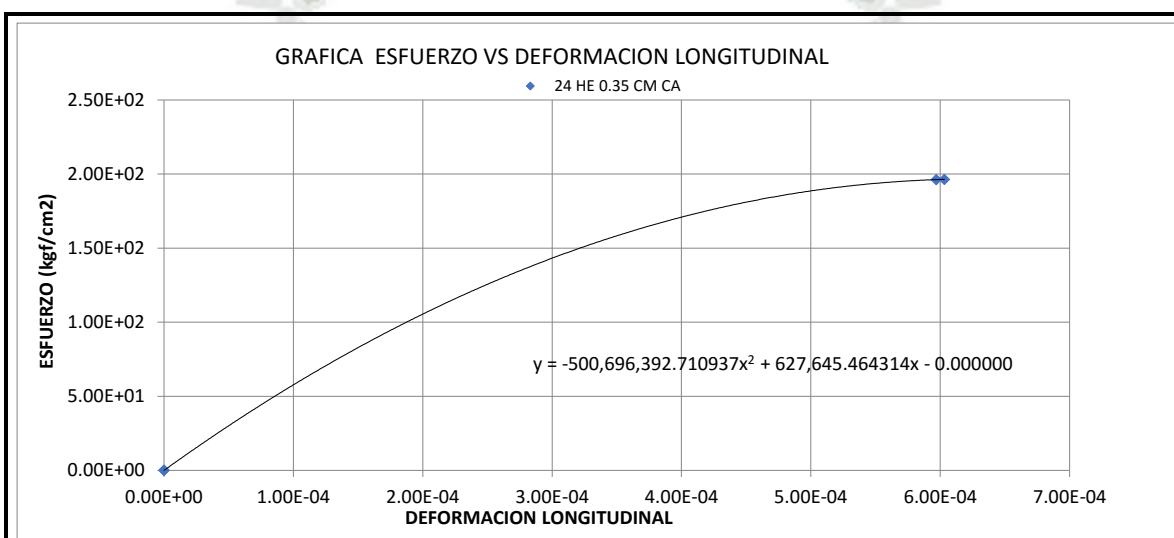


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

24 HE 0.35 CM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 491.36 kg/cm ² | Fecha | 12-May |
| 40% f _c | 196.54 kg/cm ² | Cemento | TIPO HE |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 310,332.13 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.35 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 322,290.63 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 14,539.48 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 0.97 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.22 | | |

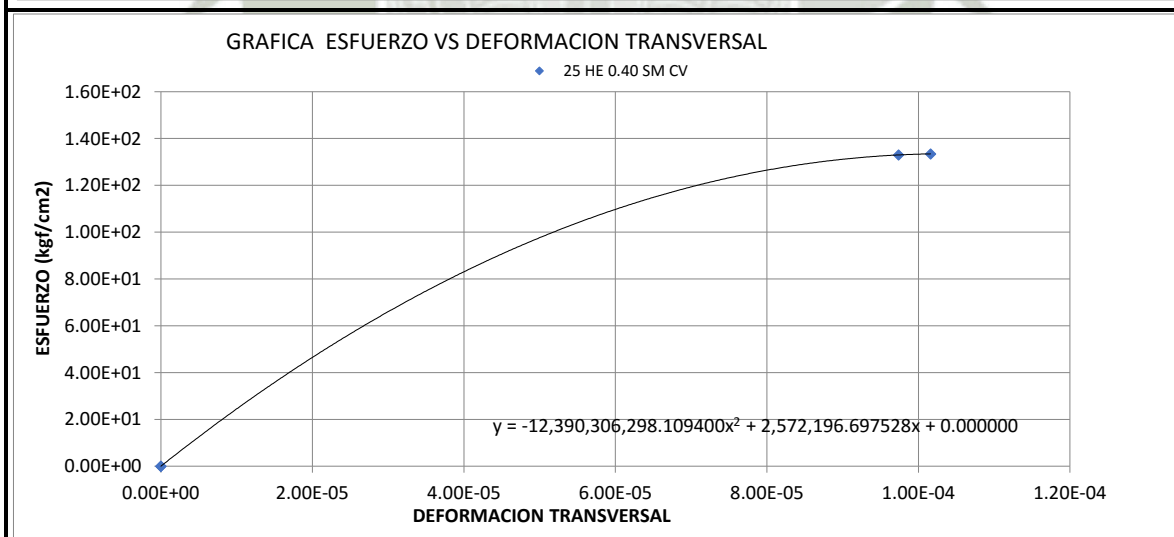
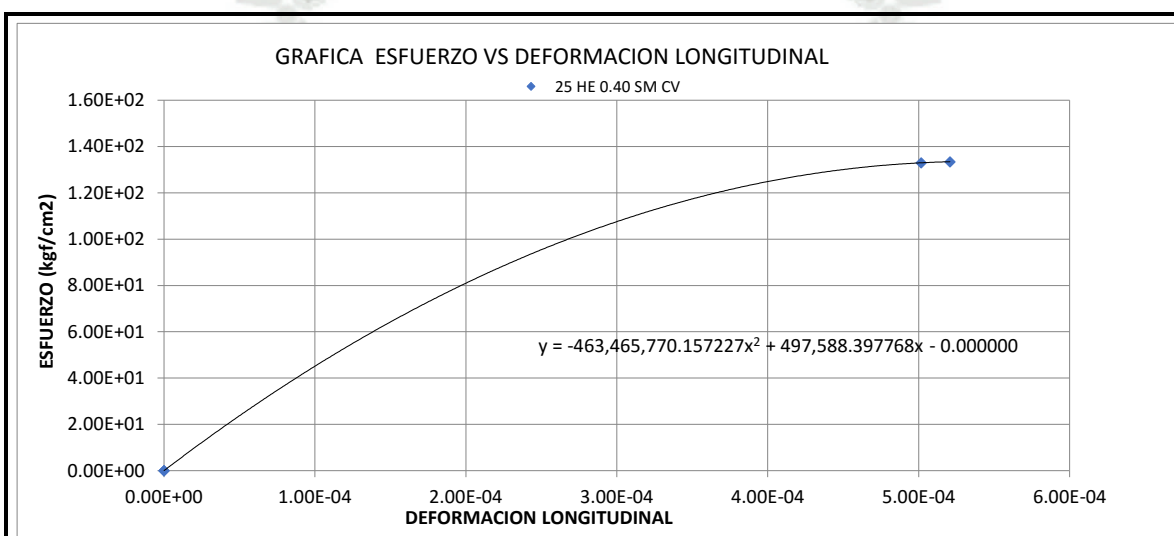


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

25 HE 0.40 SM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------|
| f _c | 333.84 kg/cm ² | Fecha | 26-Abr |
| 40% f _c | 133.54 kg/cm ² | Cemento | TIPO HE |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 255,799.35 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.4 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 250,327.92 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 13,700.55 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 0.91 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.19 | | |

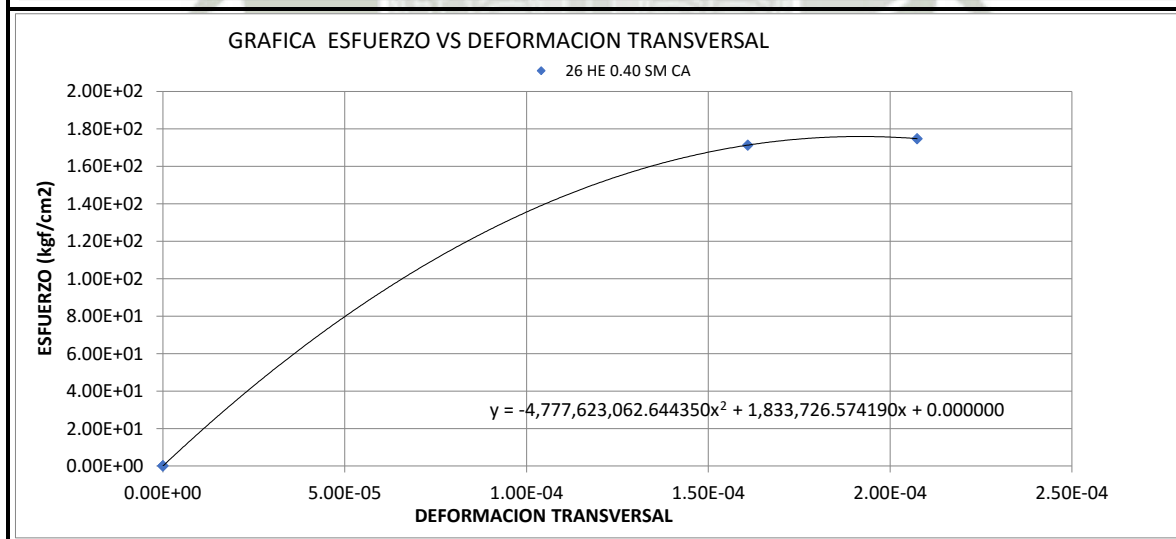
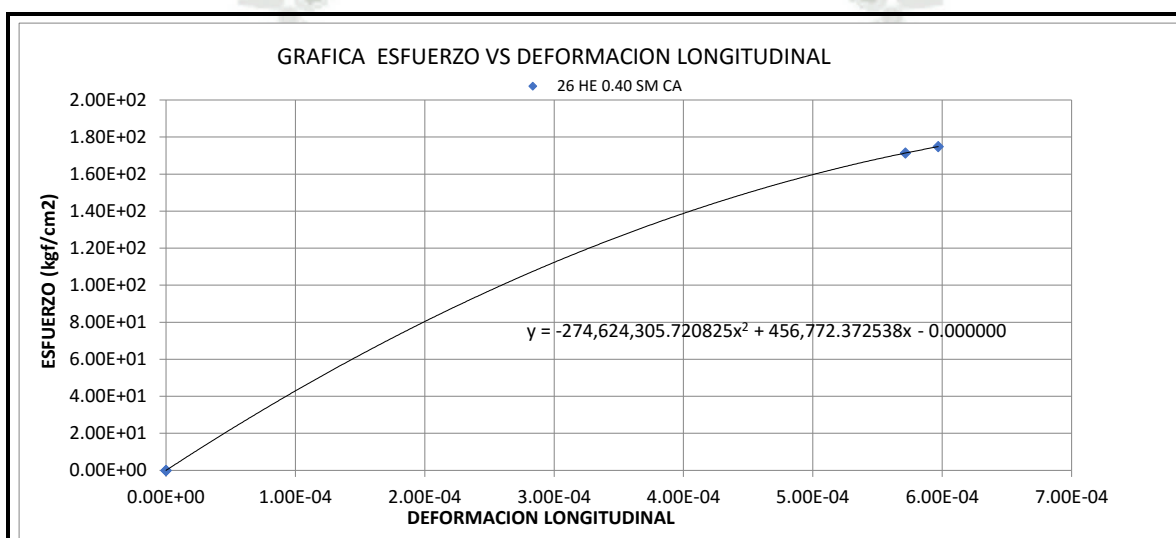


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

26 HE 0.40 SM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 426.14 kg/cm ² | Fecha | 21-Abr |
| 40% f _c | 170.46 kg/cm ² | Cemento | TIPO HE |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 289,003.93 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.4 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 301,687.73 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 14,614.43 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 0.97 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.26 | | |

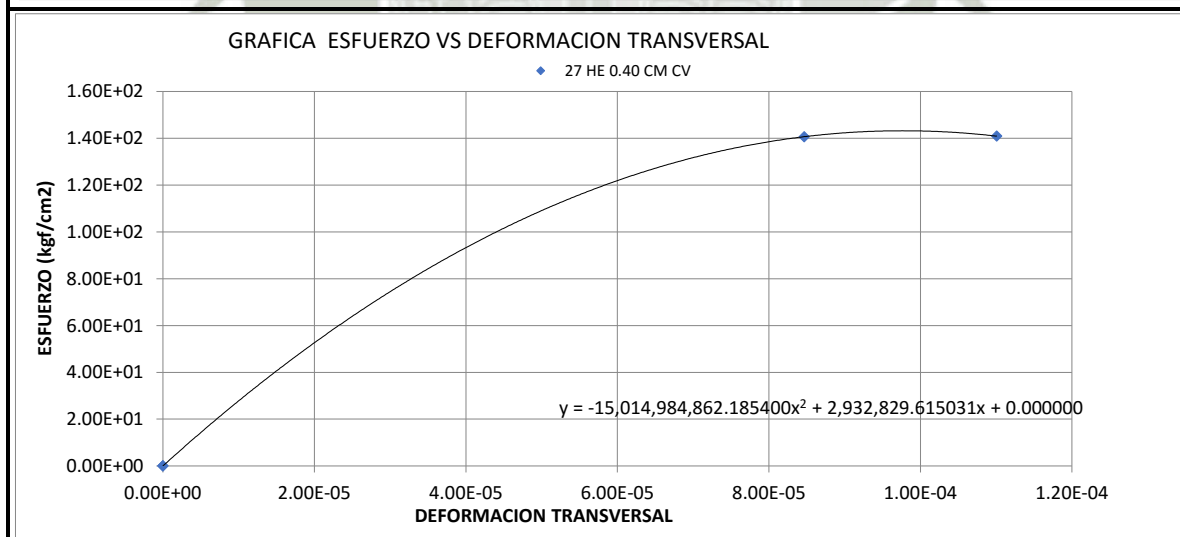
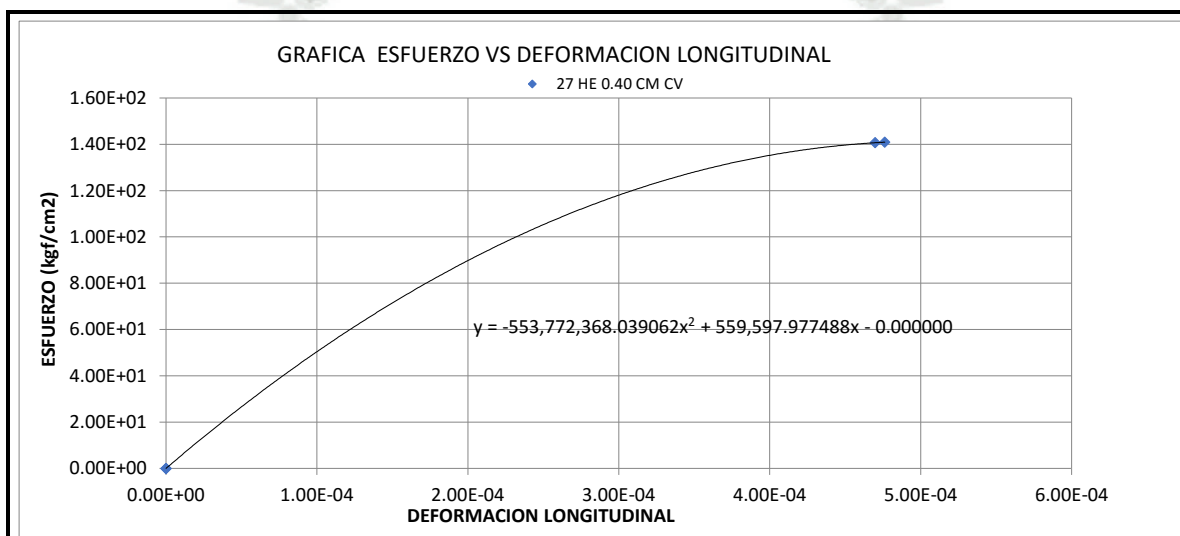


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

27 HE 0.40 CM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------|
| f _c | 352.55 kg/cm ² | Fecha | 15-May |
| 40% f _c | 141.02 kg/cm ² | Cemento | TIPO HE |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 262,866.87 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.4 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 293,535.22 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 15,633.36 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 1.04 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.26 | | |

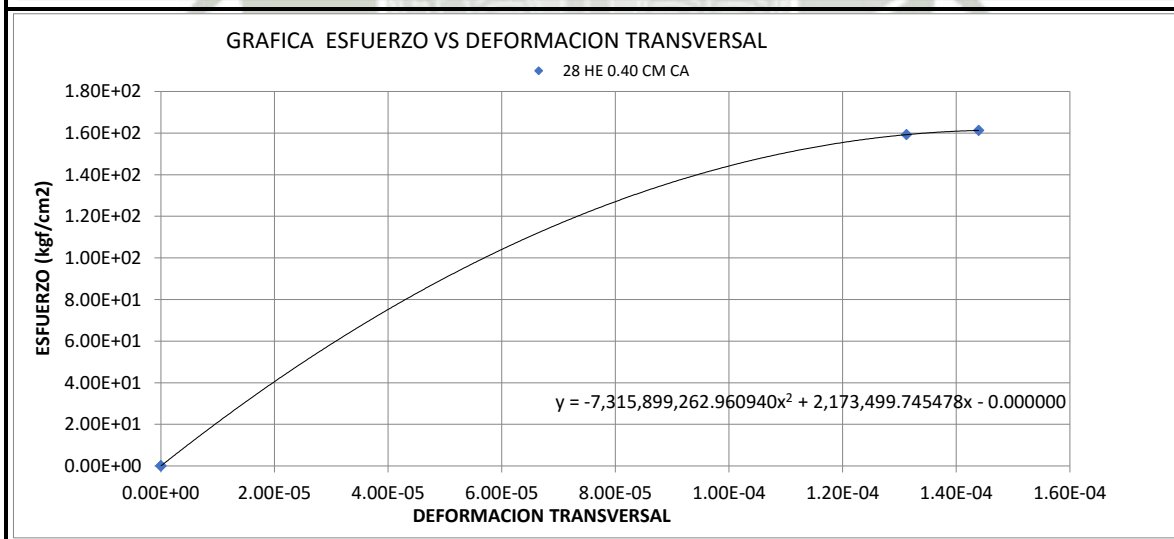
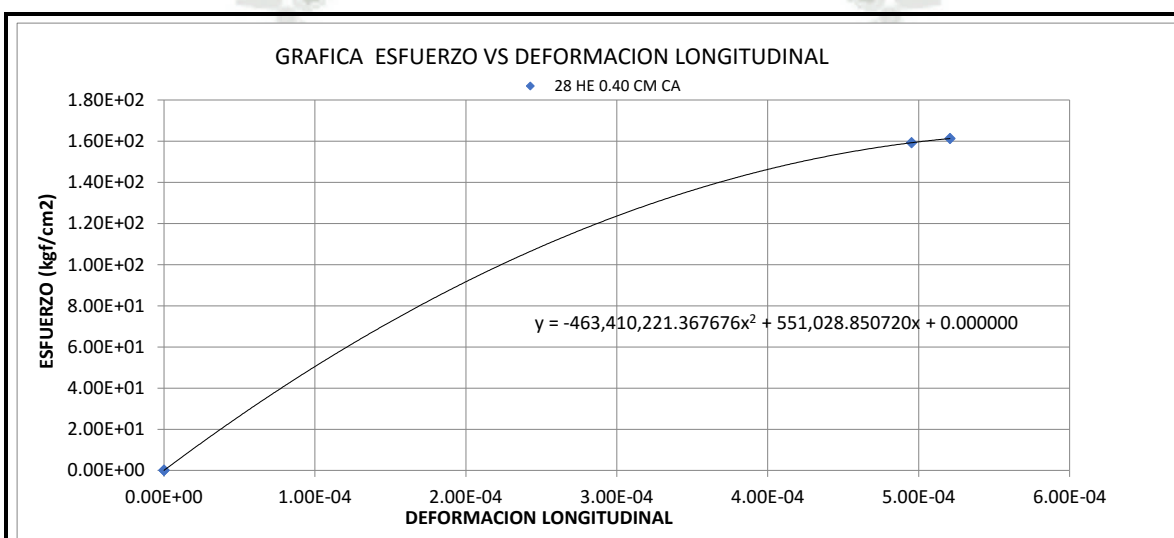


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

28 HE 0.40 CM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 397.25 kg/cm ² | Fecha | 10-May |
| 40% f _c | 158.90 kg/cm ² | Cemento | TIPO HE |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 279,036.10 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.4 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 324,704.48 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 16,291.31 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 1.09 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.26 | | |

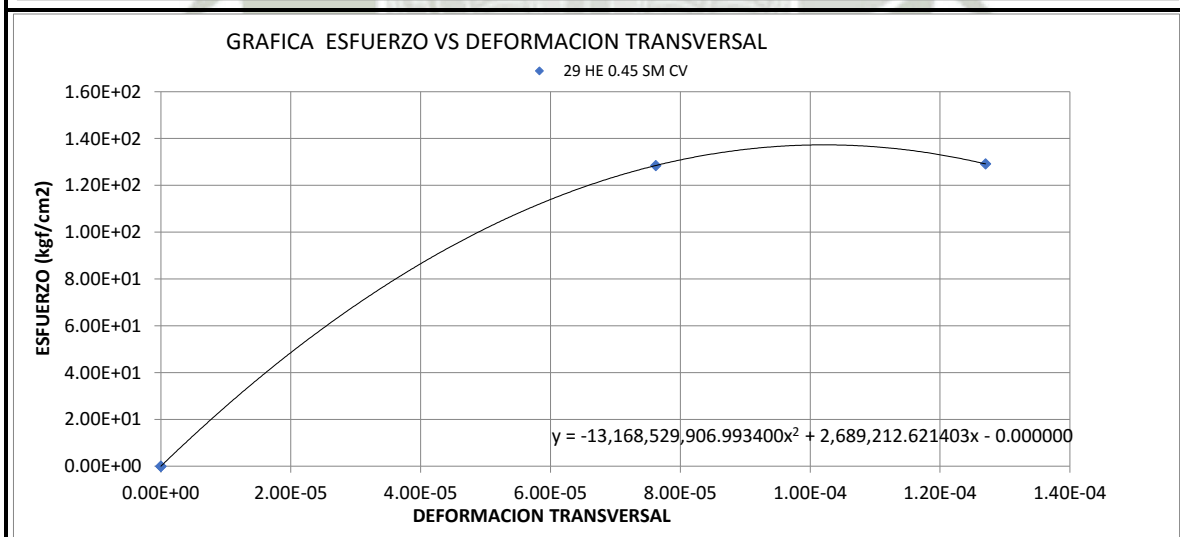
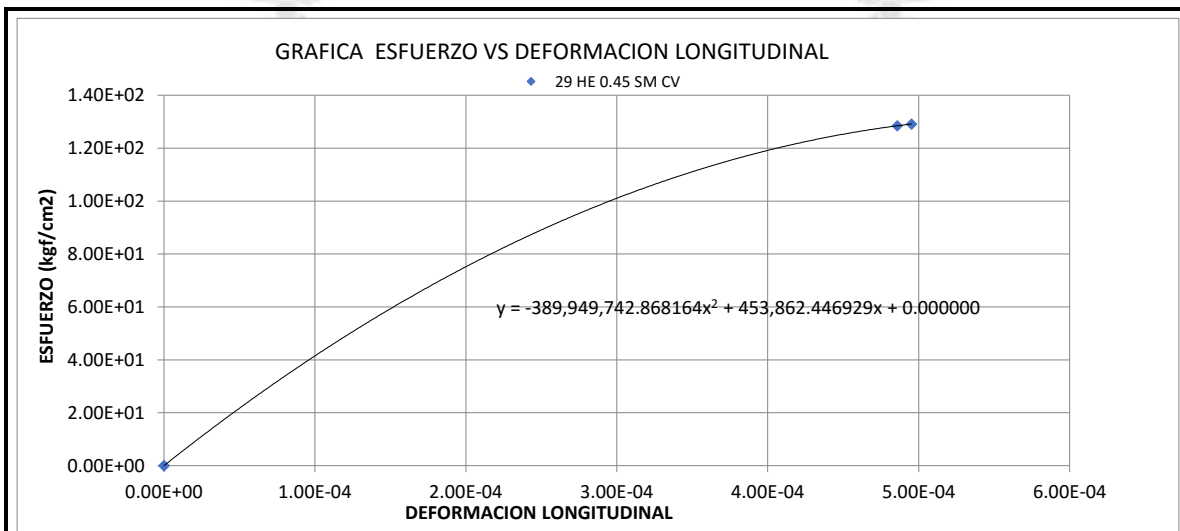


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

29 HE 0.45 SM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------|
| f _c | 320.74 kg/cm ² | Fecha | 25-Abr |
| 40% f _c | 128.30 kg/cm ² | Cemento | TIPO HE |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 250,730.26 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.45 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 265,771.68 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 14,839.87 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 0.99 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.12 | | |

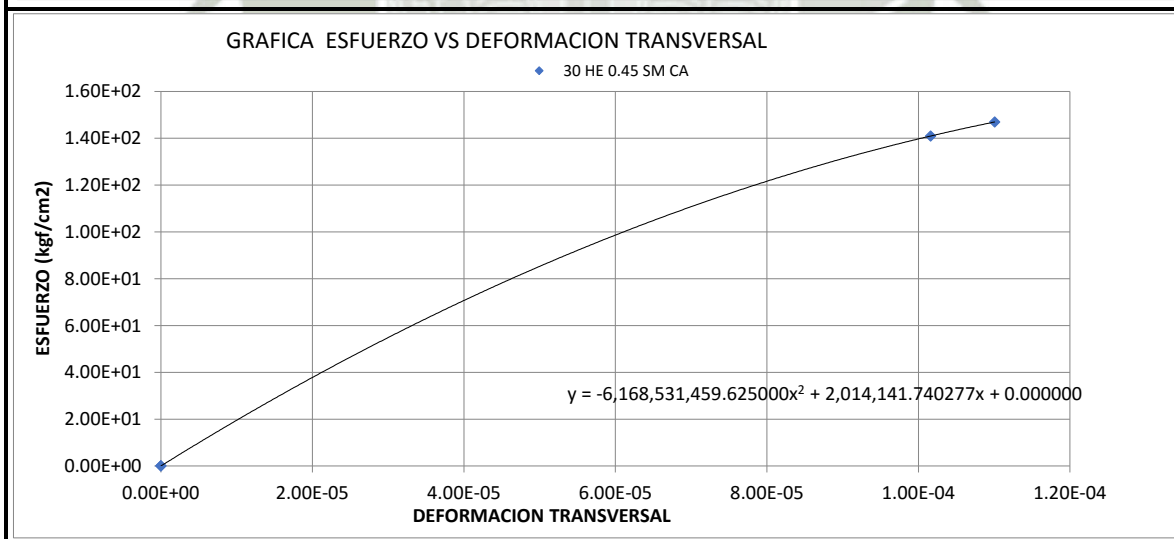
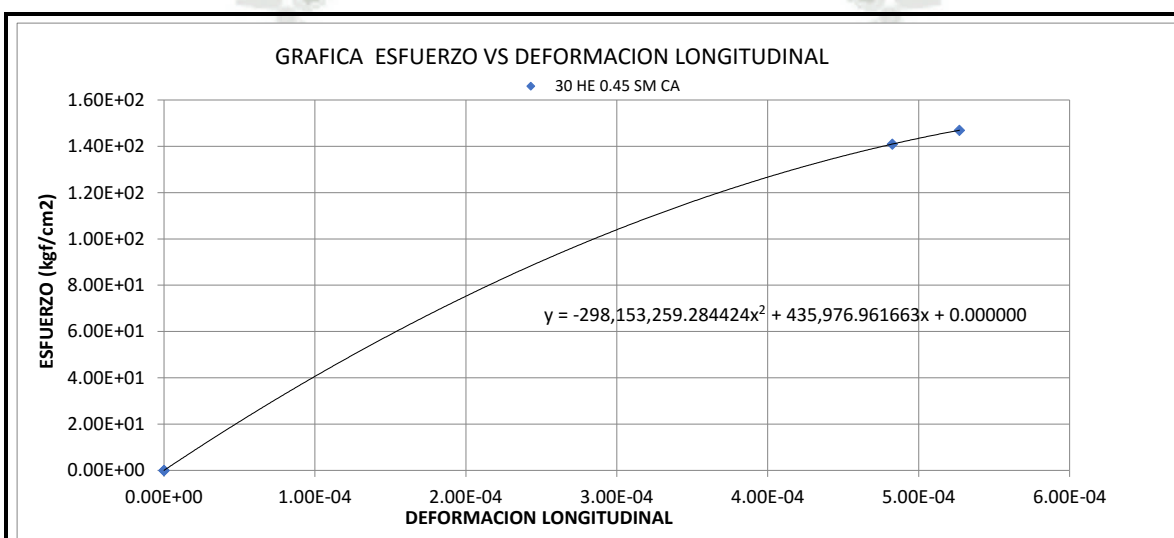


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

30 HE 0.45 SM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 351.02 kg/cm ² | Fecha | 19-Abr |
| 40% f _c | 140.41 kg/cm ² | Cemento | TIPO HE |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 262,296.64 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.45 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 294,869.77 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 15,738.58 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 1.05 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.21 | | |

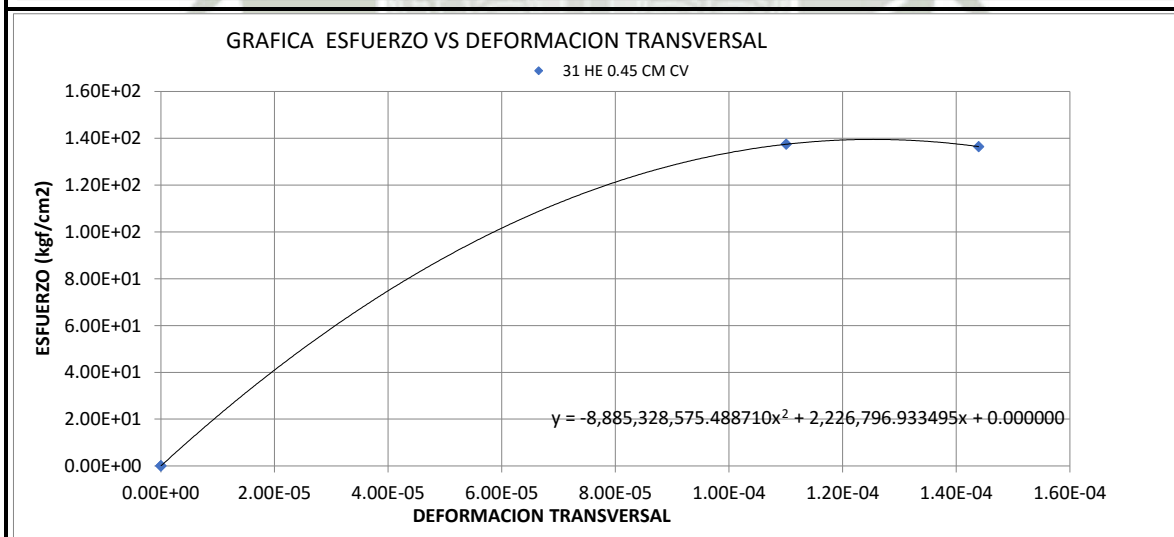
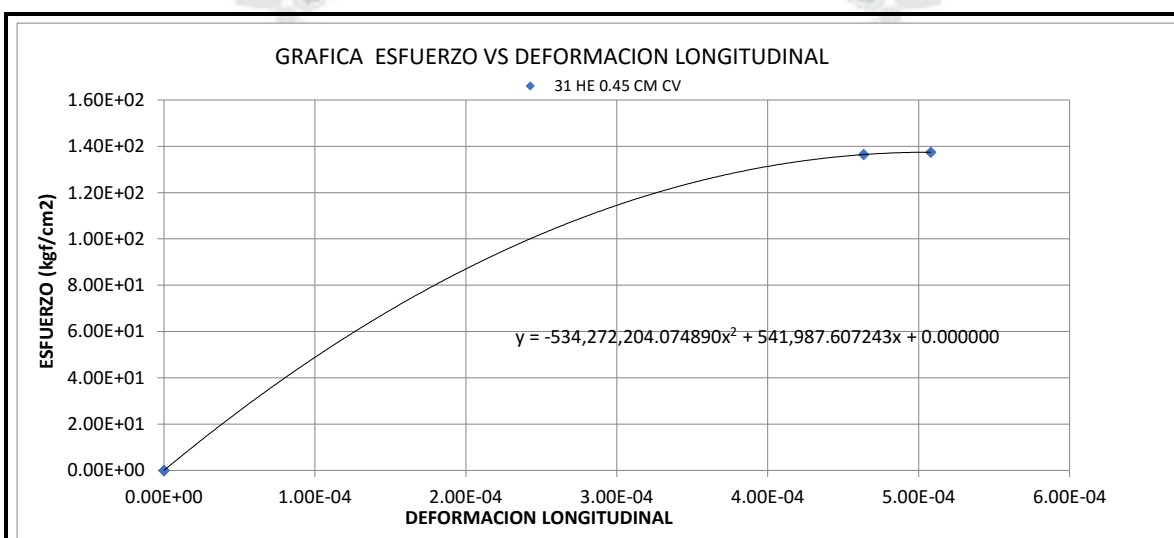


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

31 HE 0.45 CM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------|
| f _c | 339.08 kg/cm ² | Fecha | 9-May |
| 40% f _c | 135.63 kg/cm ² | Cemento | TIPO HE |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 257,796.93 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.45 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 306,162.22 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 16,626.54 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 1.11 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.40 | | |

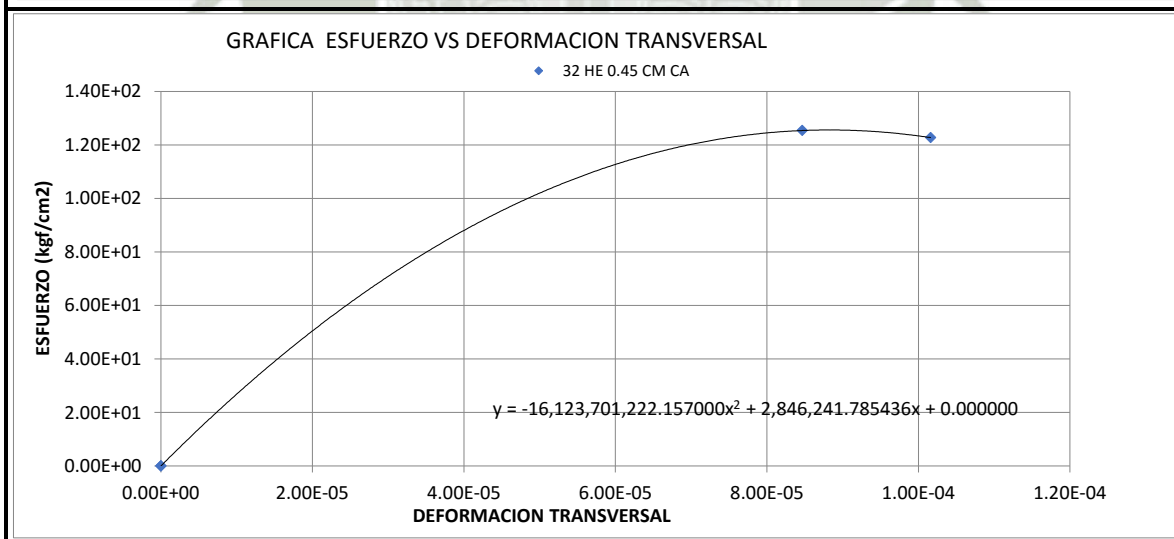
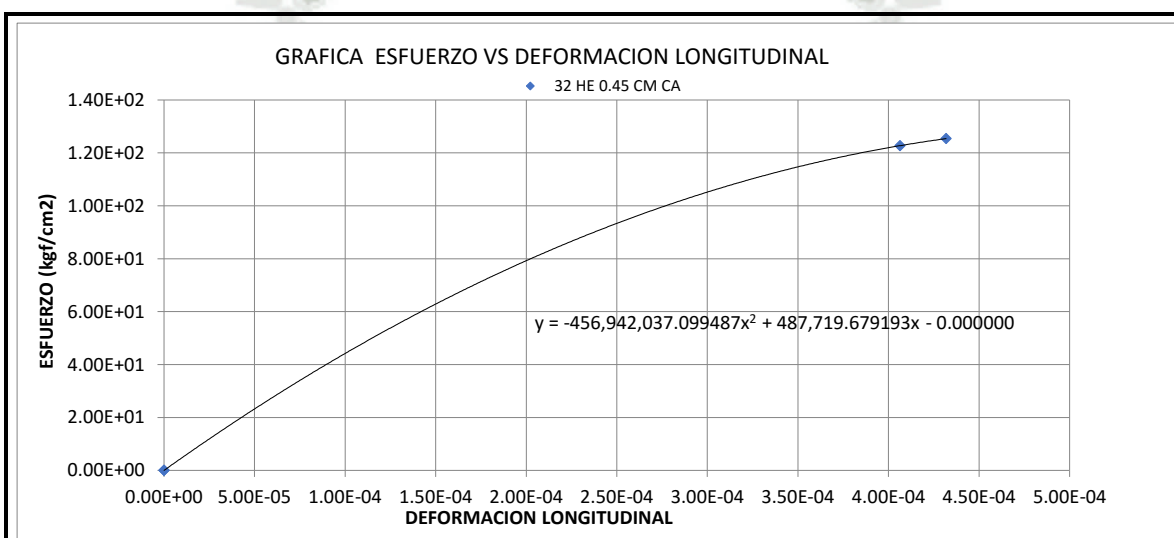


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

32 HE 0.45 CM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 311.58 kg/cm ² | Fecha | 8-May |
| 40% f _c | 124.63 kg/cm ² | Cemento | TIPO HE |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 247,121.16 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.45 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 294,533.45 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 16,686.02 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 1.11 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.21 | | |

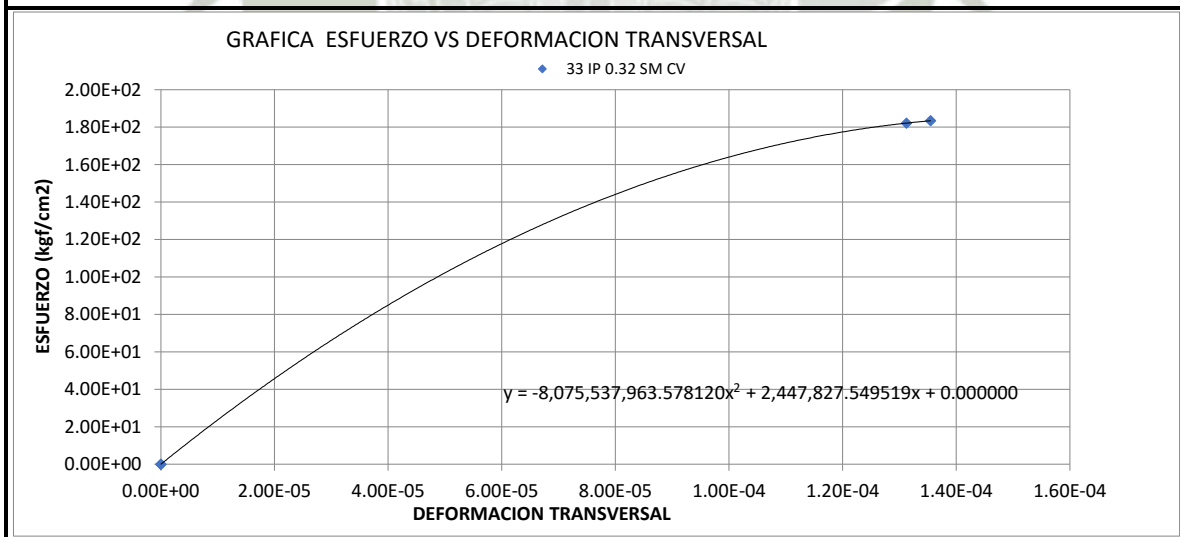
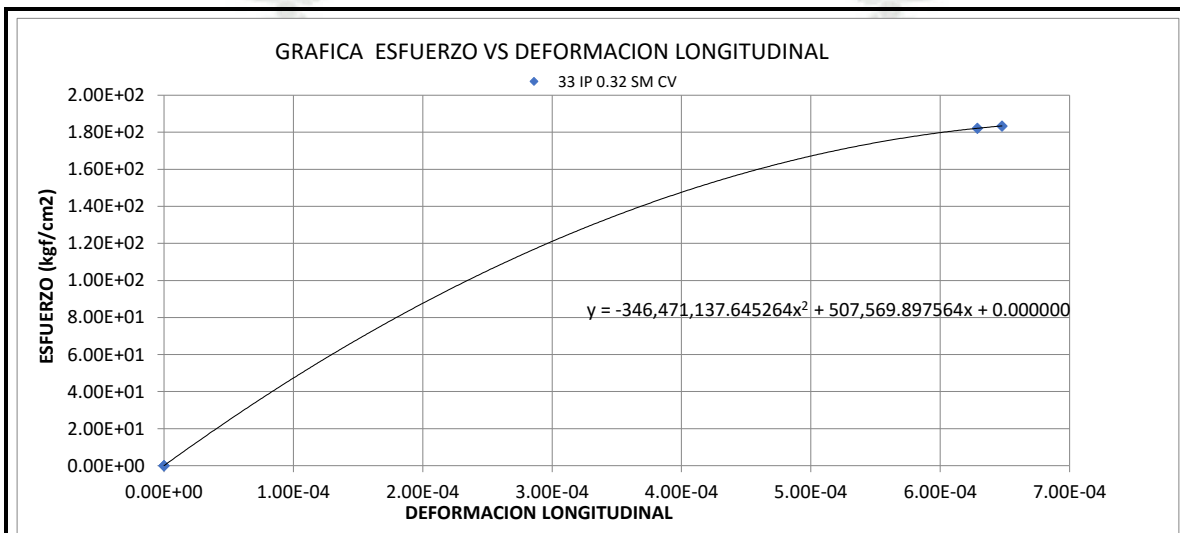


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

33 IP 0.32 SM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------|
| f _c | 454.94 kg/cm ² | Fecha | 17-Abr |
| 40% f _c | 181.98 kg/cm ² | Cemento | TIPO IP |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 298,611.38 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.32 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 290,697.25 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 13,628.96 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 0.91 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.21 | | |

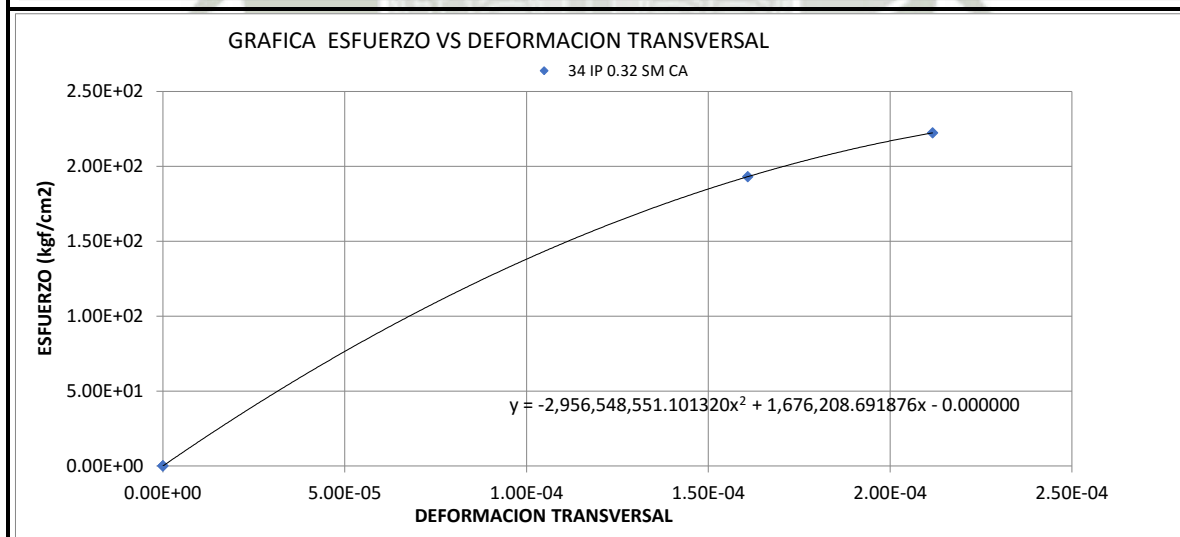
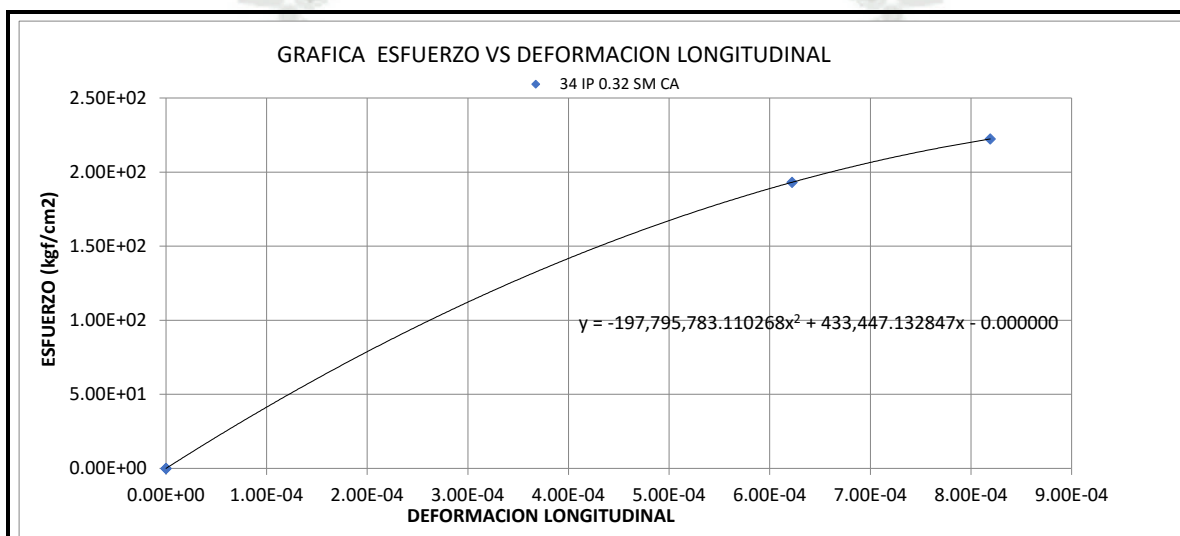


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

34 IP 0.32 SM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 535.52 kg/cm ² | Fecha | 7-Abr |
| 40% f _c | 214.21 kg/cm ² | Cemento | TIPO IP |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 323,979.65 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.32 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 285,475.05 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 12,336.12 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 0.82 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.26 | | |

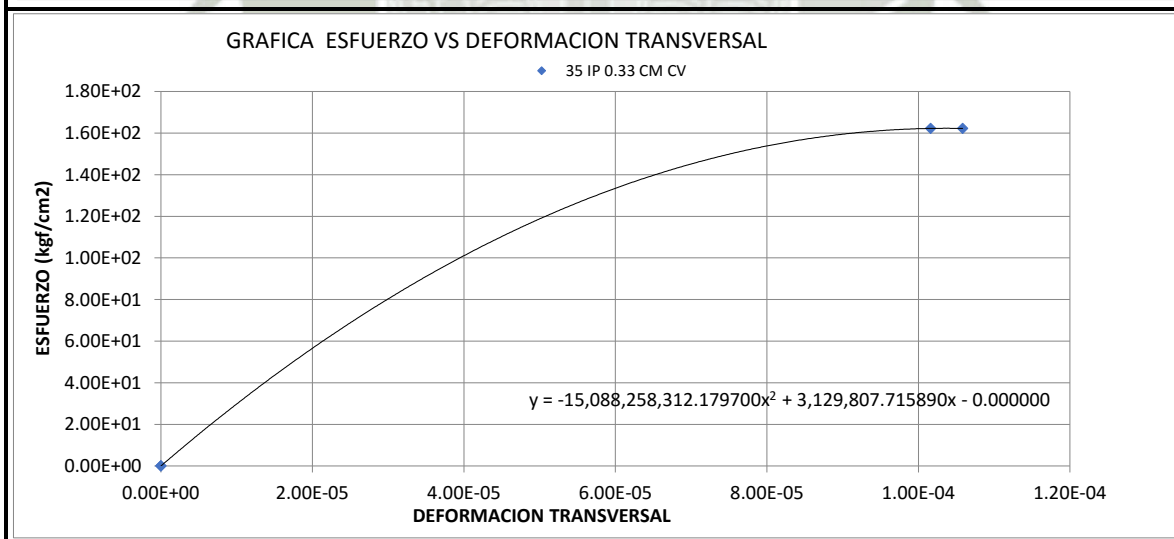
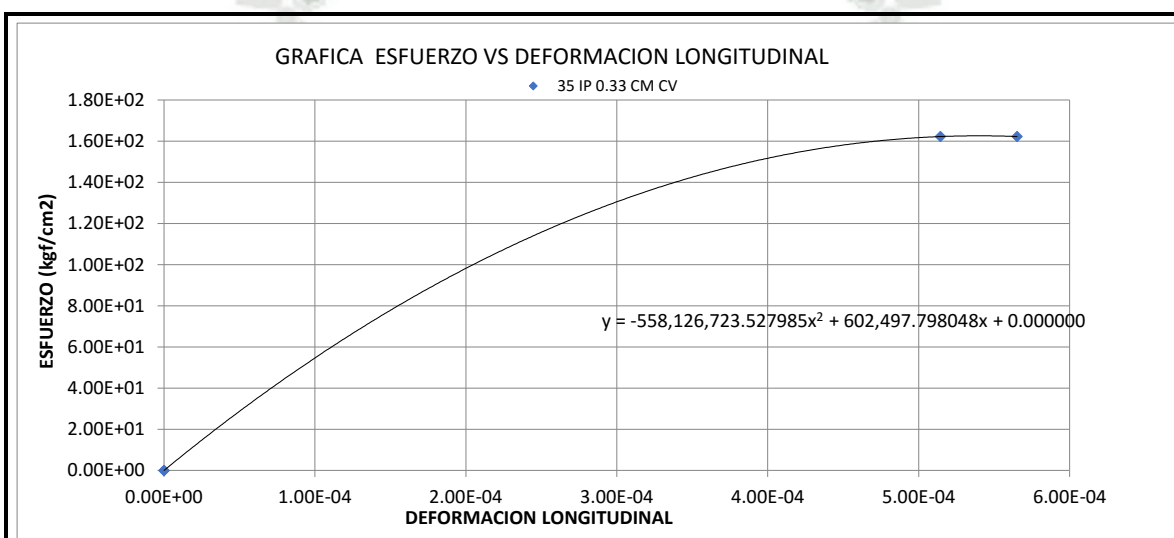


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

35 IP 0.33 CM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------|
| f _c | 403.28 kg/cm ² | Fecha | 23-May |
| 40% f _c | 161.31 kg/cm ² | Cemento | TIPO IP |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 281,144.75 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.33 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 329,492.39 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 16,407.54 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 1.09 | | |
| Coefficiente de Poisson | - | 0.02 | |

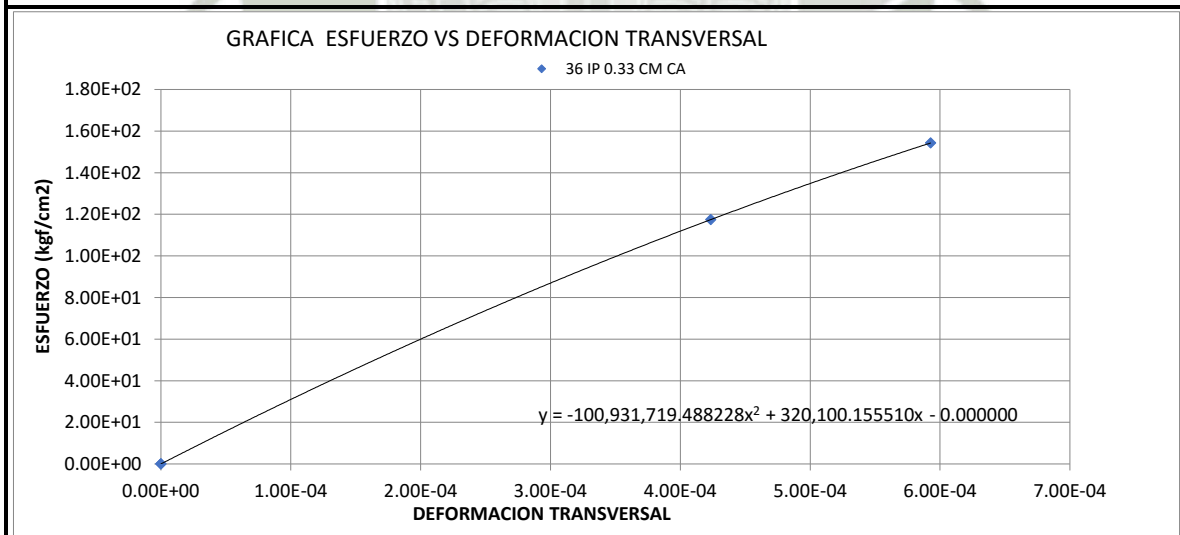
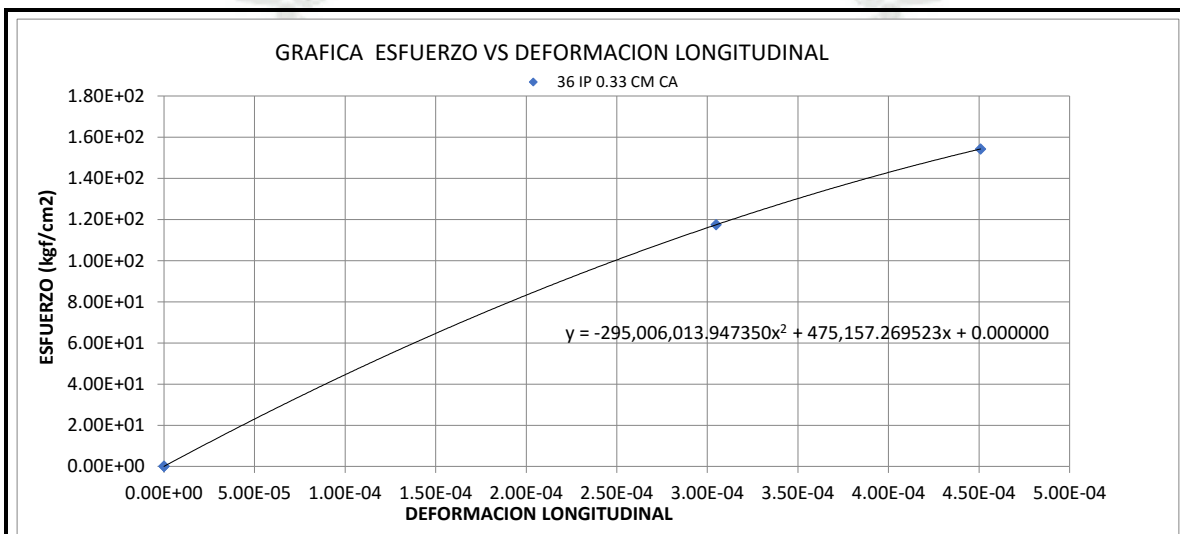


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

36 IP 0.33 CM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 373.96 kg/cm ² | Fecha | 17-May |
| 40% f _c | 149.59 kg/cm ² | Cemento | TIPO IP |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 270,734.30 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.33 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 343,713.04 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 17,773.82 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 1.18 | | |
| Coefficiente de Poisson | 1.32 | | |

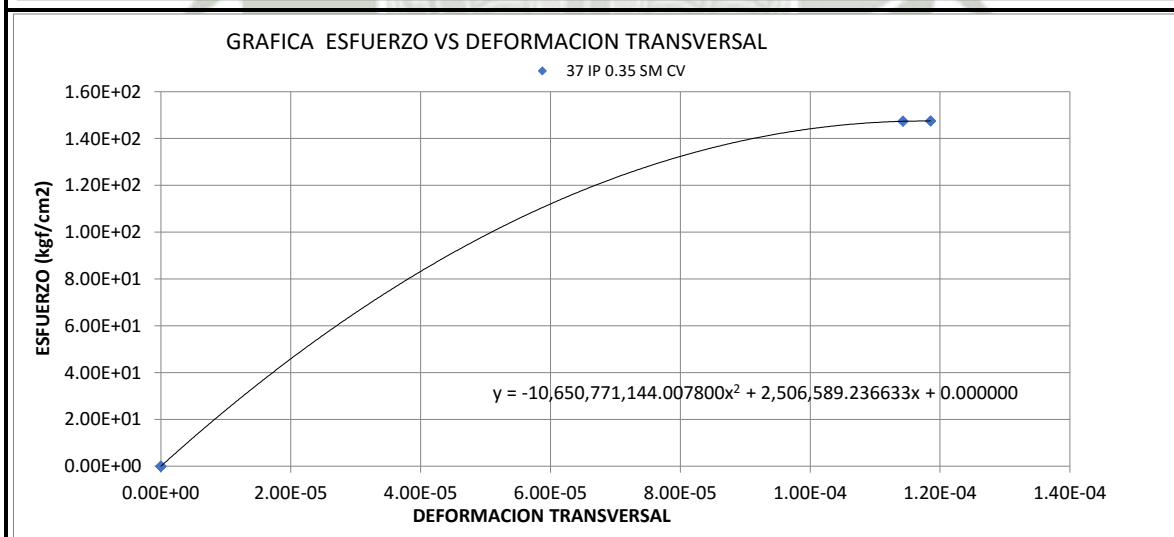
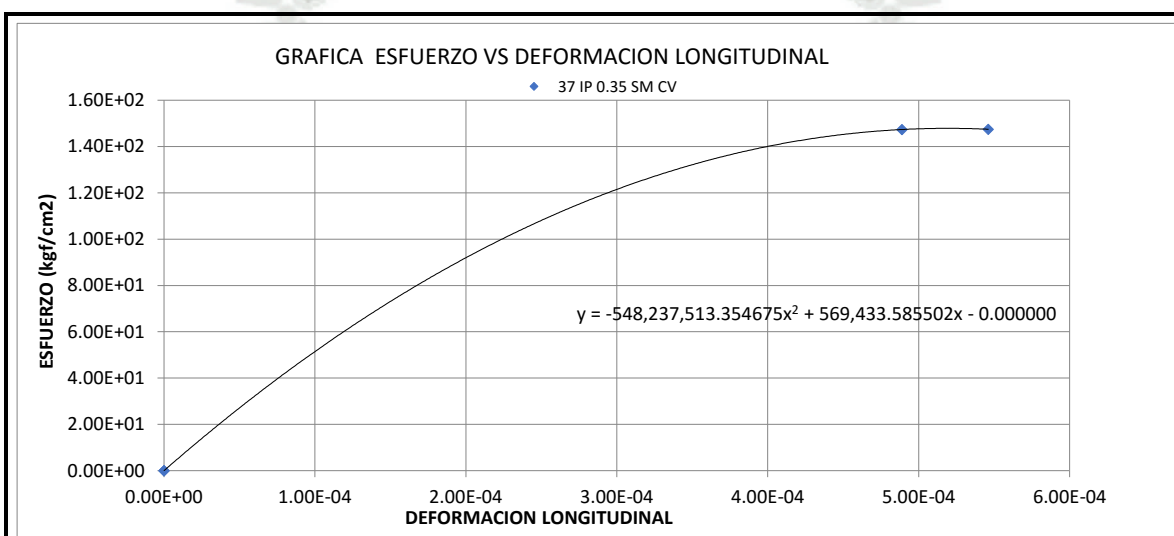


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

37 IP 0.35 SM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------|
| f _c | 362.34 kg/cm ² | Fecha | 4-Abr |
| 40% f _c | 144.93 kg/cm ² | Cemento | TIPO IP |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 266,491.64 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.35 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 331,689.73 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 17,425.15 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 1.16 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.03 | | |

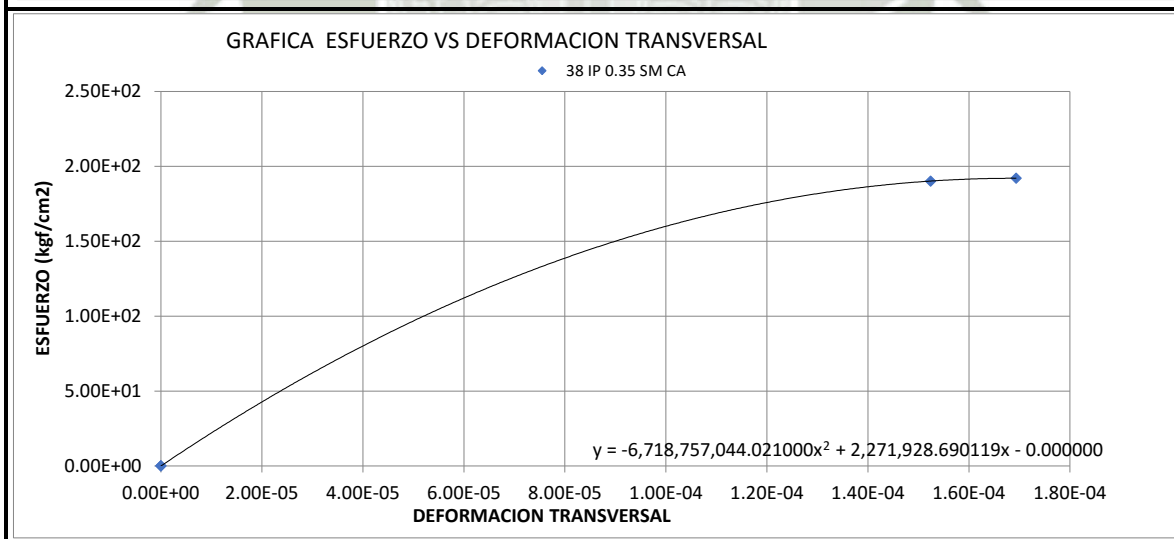
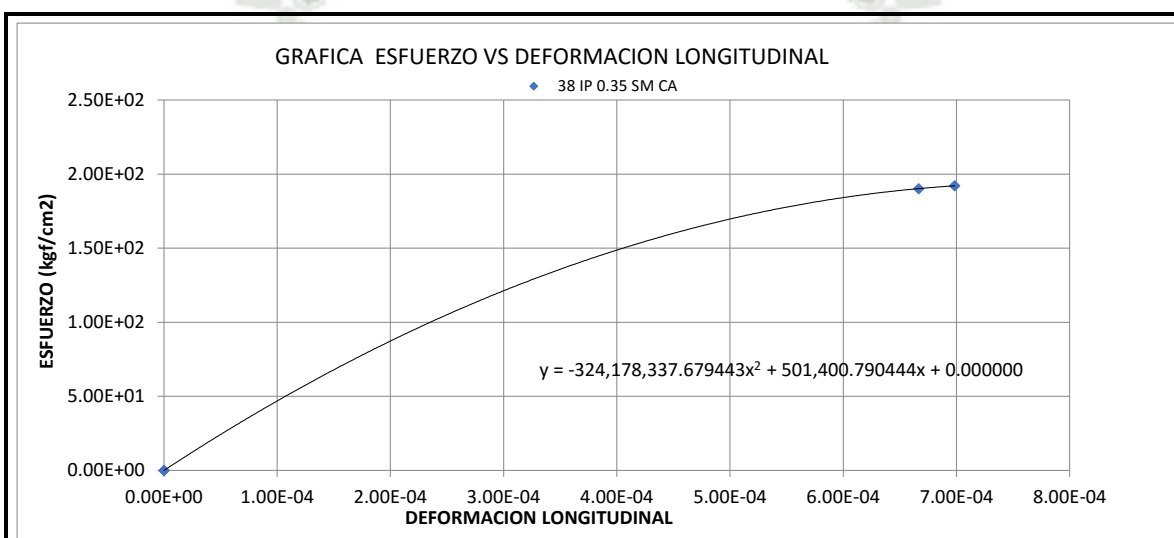


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

38 IP 0.35 SM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 473.90 kg/cm ² | Fecha | 28-Mar |
| 40% f _c | 189.56 kg/cm ² | Cemento | TIPO IP |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 304,769.34 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.35 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 289,191.26 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 13,284.40 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 0.89 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.22 | | |

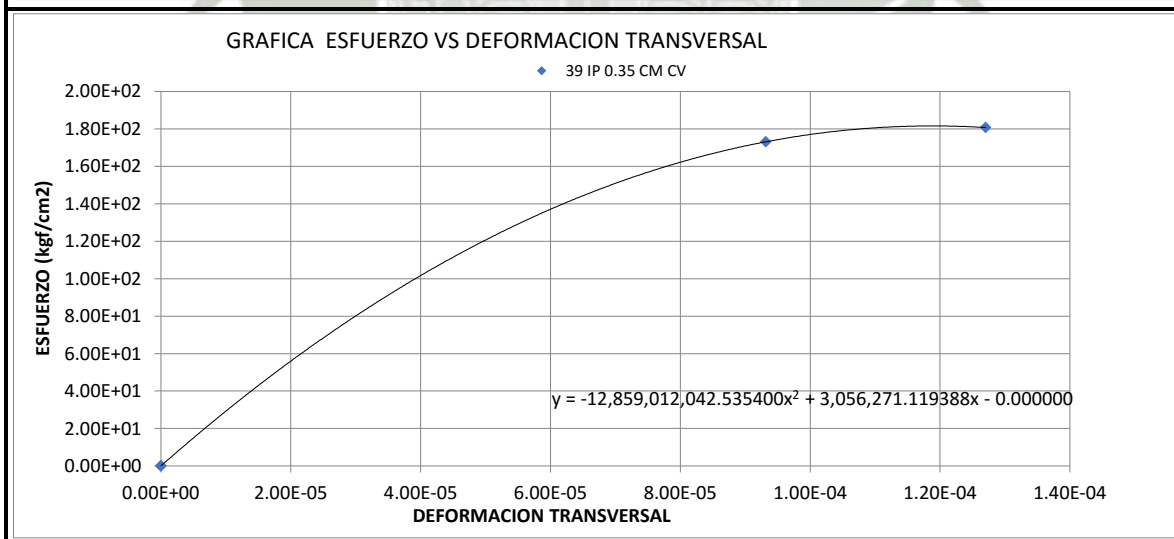
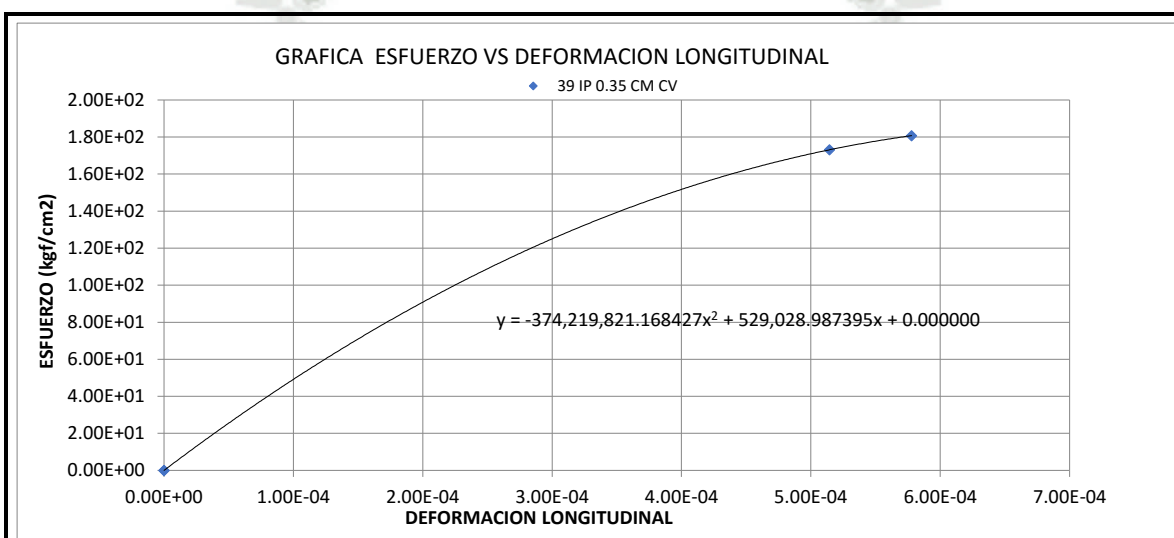


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

39 IP 0.35 CM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------|
| f _c | 432.59 kg/cm ² | Fecha | 17-May |
| 40% f _c | 173.04 kg/cm ² | Cemento | TIPO IP |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 291,183.24 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.35 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 339,305.51 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 16,313.70 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 1.09 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.18 | | |

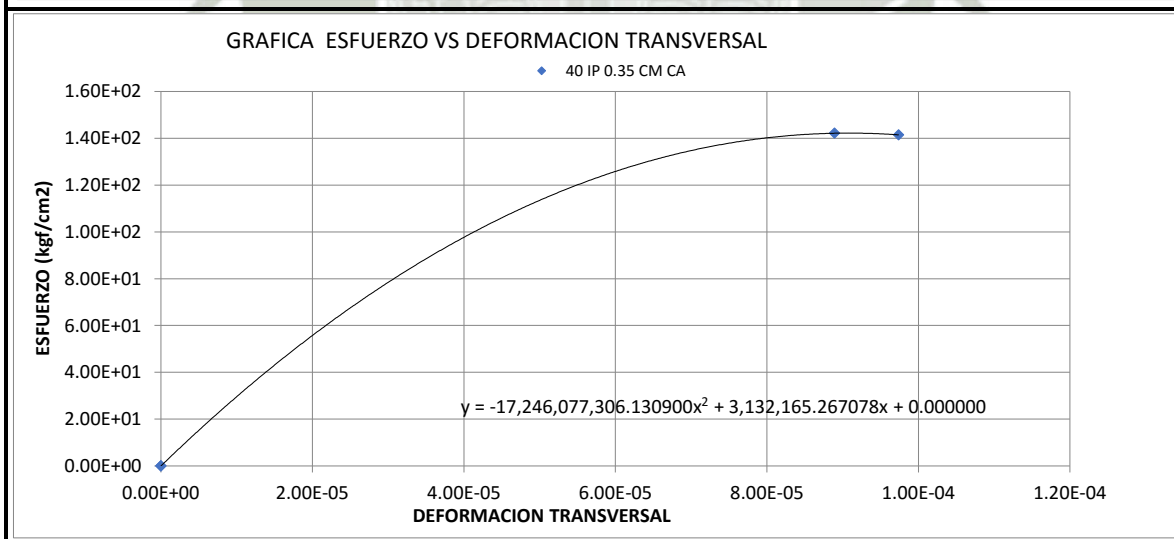
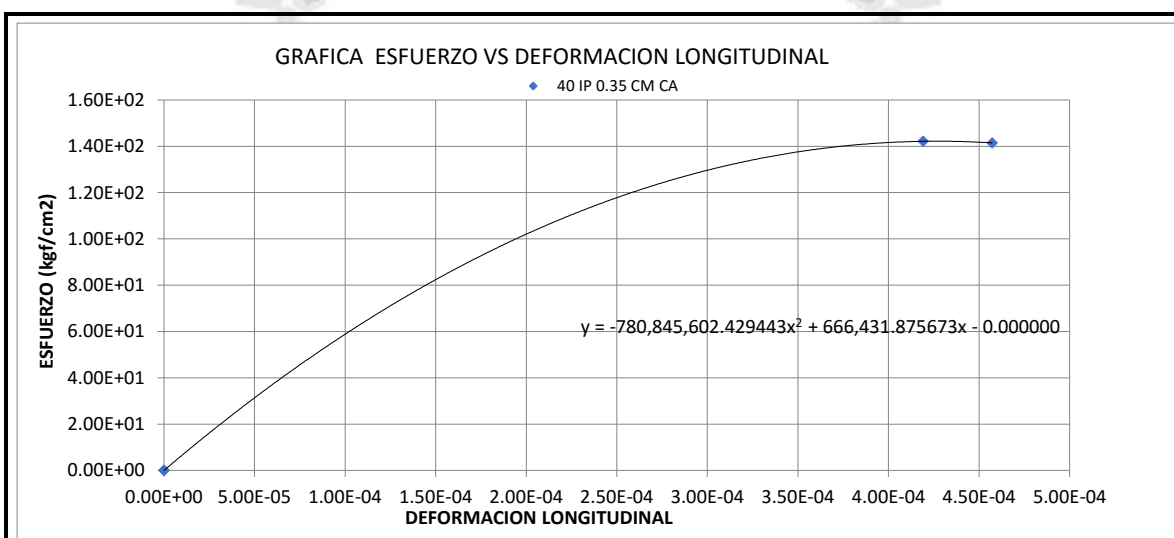


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

40 IP 0.35 CM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 354.78 kg/cm ² | Fecha | 12-May |
| 40% f _c | 141.91 kg/cm ² | Cemento | TIPO IP |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 263,698.88 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.35 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 349,332.14 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 18,546.34 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 1.24 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.23 | | |

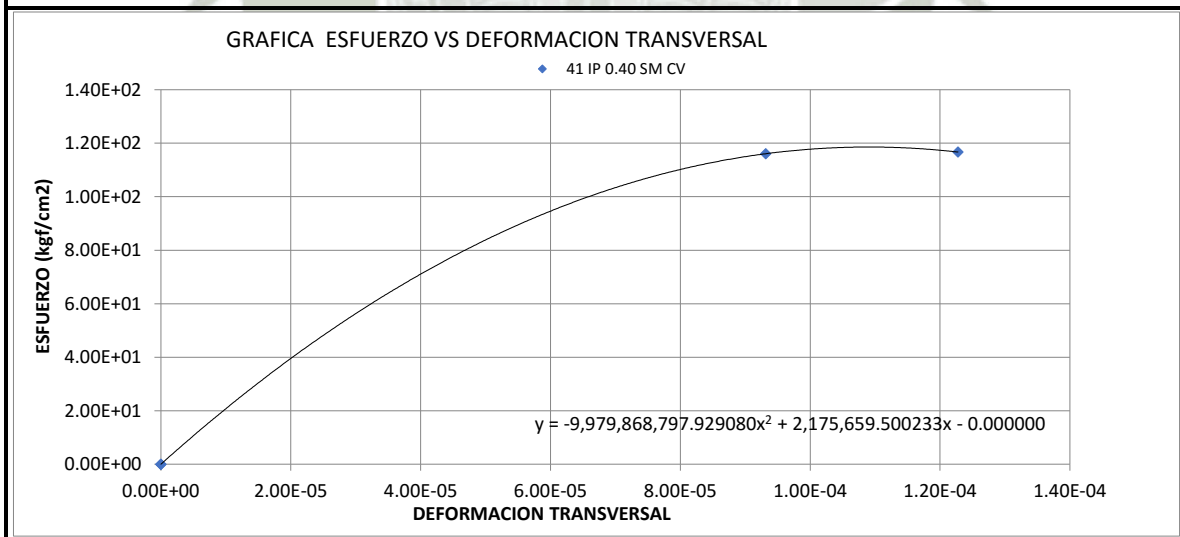
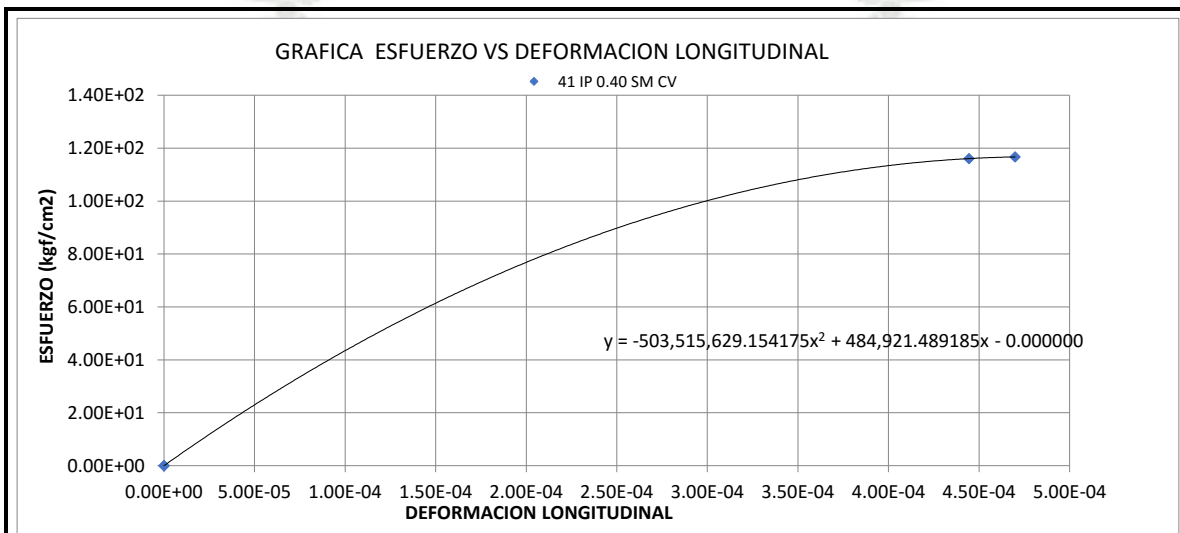


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

41 IP 0.40 SM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------|
| f _c | 291.03 kg/cm ² | Fecha | 3-Abr |
| 40% f _c | 116.41 kg/cm ² | Cemento | TIPO IP |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 238,836.17 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.4 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 256,431.28 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 15,031.38 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 1.00 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.24 | | |

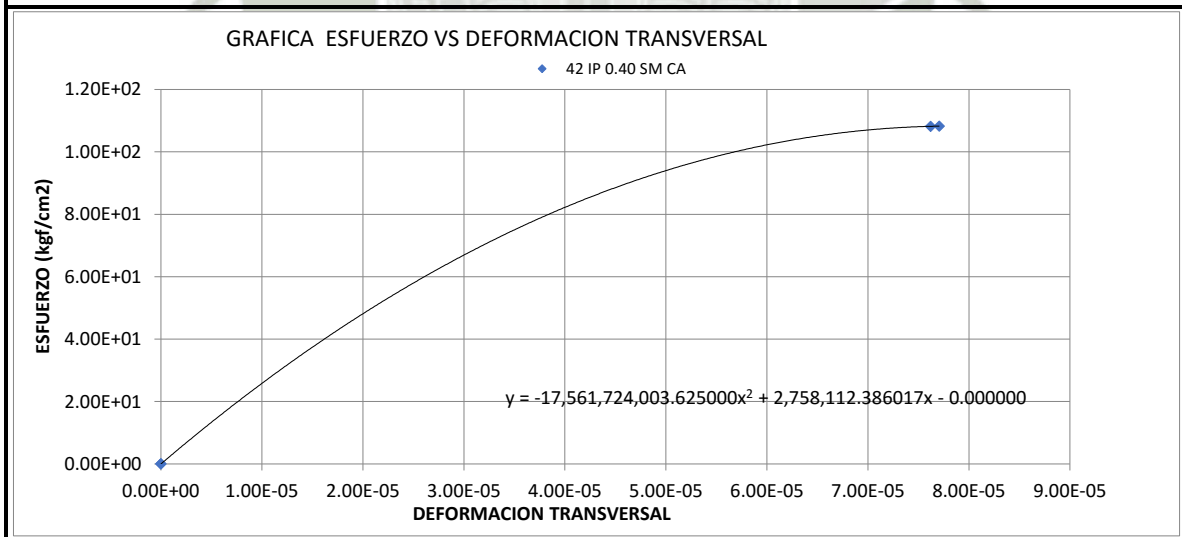
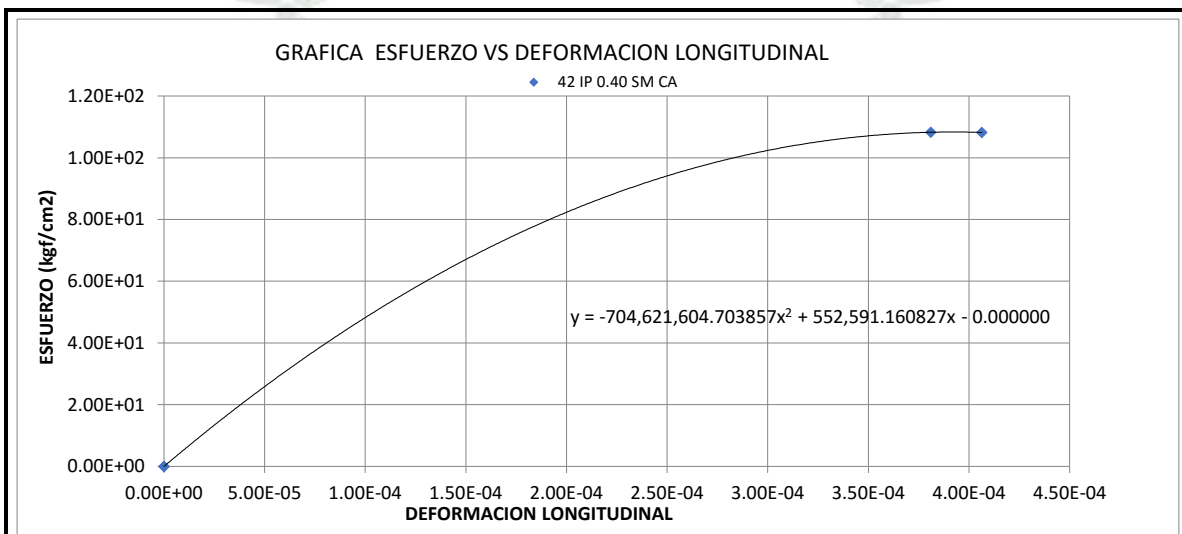


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

42 IP 0.40 SM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 270.21 kg/cm ² | Fecha | 14-Mar |
| 40% f _c | 108.08 kg/cm ² | Cemento | TIPO IP |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 230,132.80 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.4 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 293,389.36 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 17,848.18 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 1.19 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.20 | | |

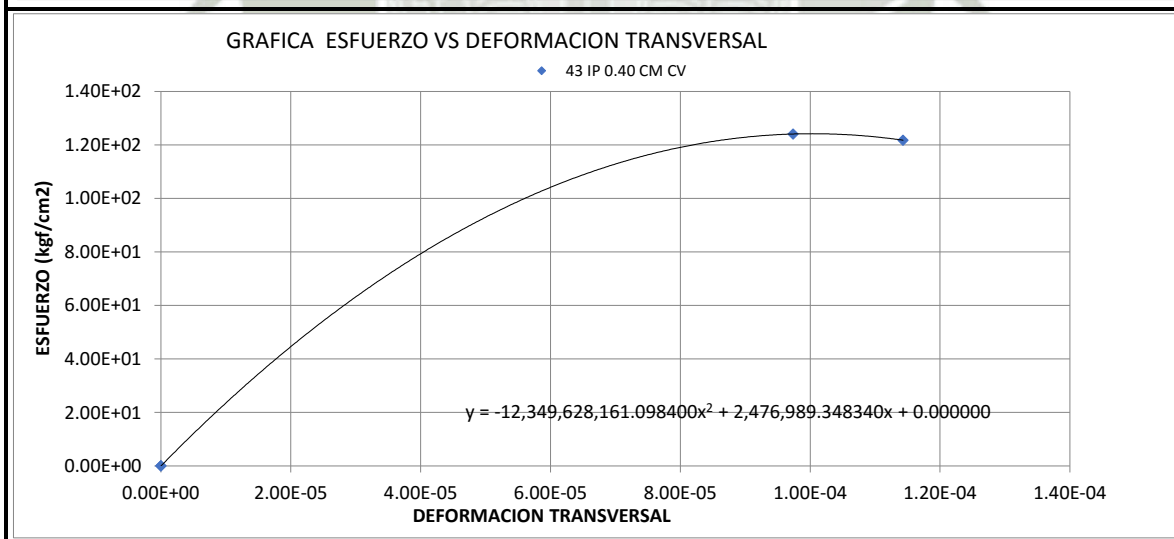
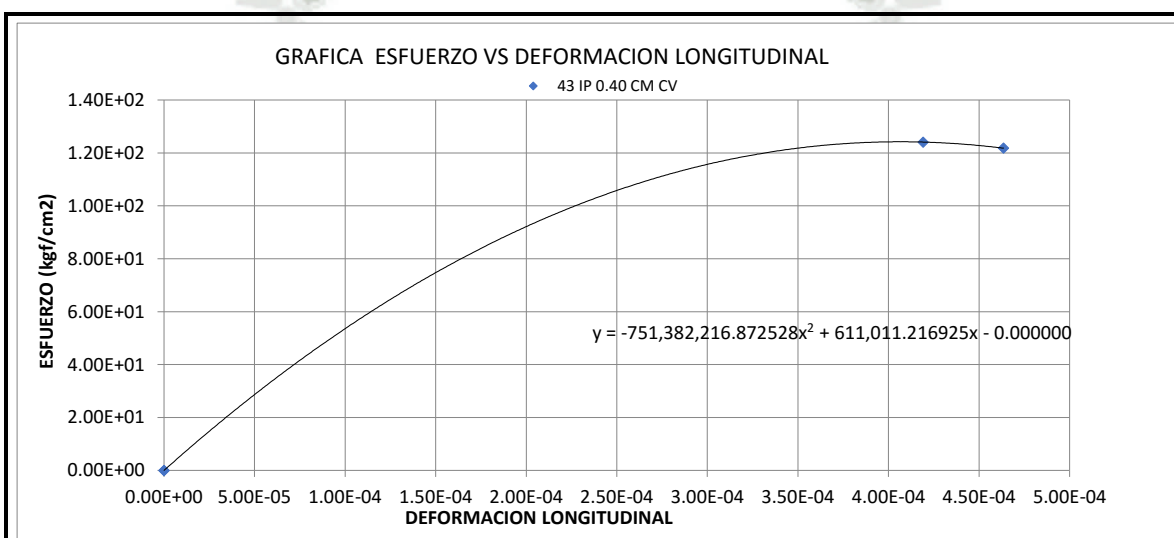


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

43 IP 0.40 CM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------|
| f _c | 305.46 kg/cm ² | Fecha | 12-May |
| 40% f _c | 122.19 kg/cm ² | Cemento | TIPO IP |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 244,685.52 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.4 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 352,517.01 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 20,169.72 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 1.34 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.33 | | |

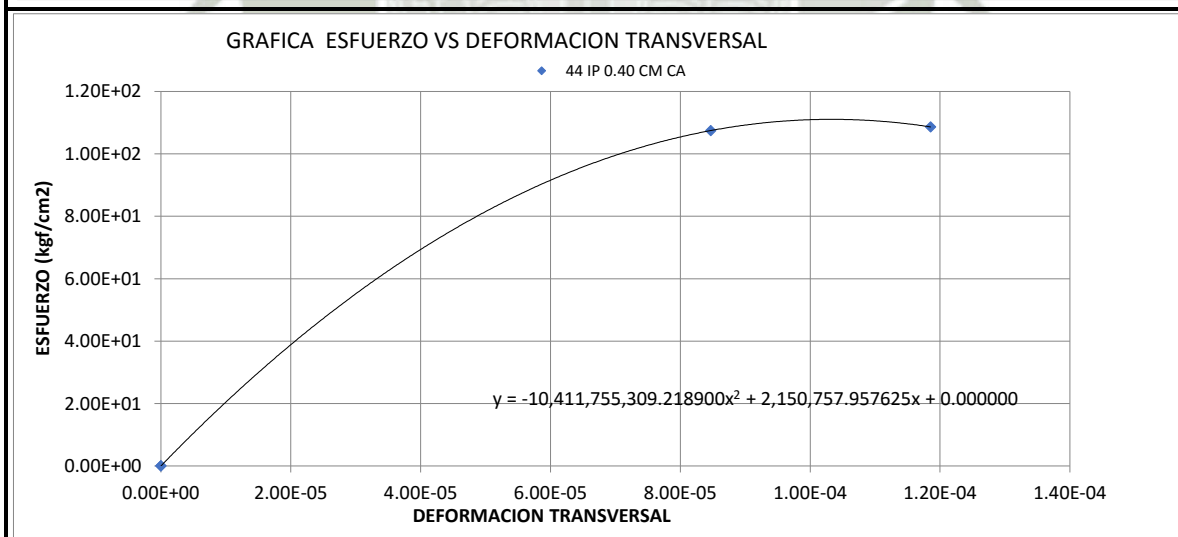
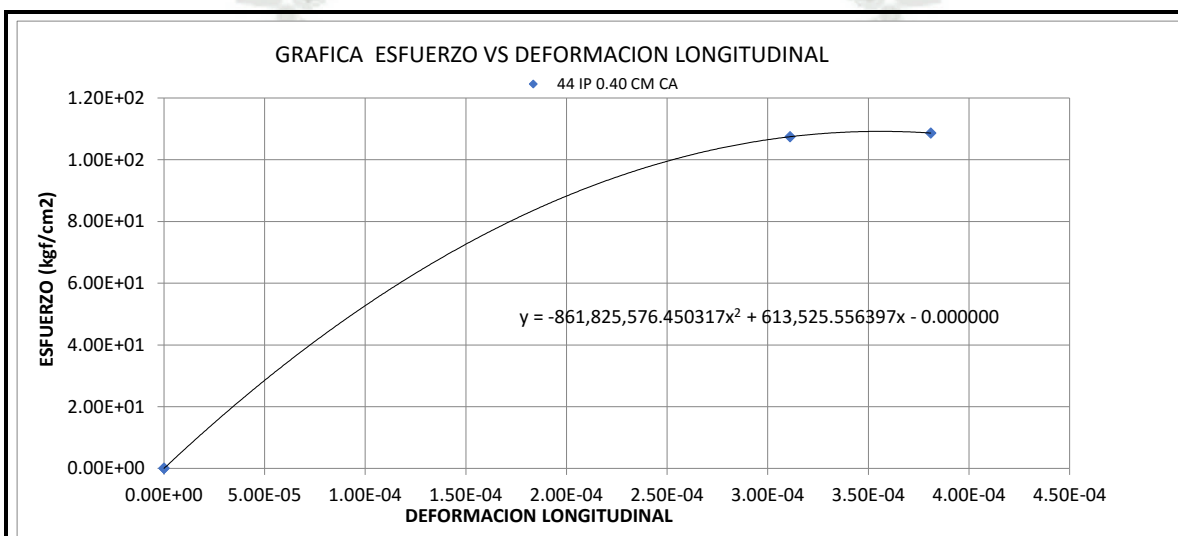


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

44 IP 0.40 CM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 267.24 kg/cm ² | Fecha | 9-May |
| 40% f _c | 106.90 kg/cm ² | Cemento | TIPO IP |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 228,864.18 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.4 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 352,392.57 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 21,556.44 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 1.44 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.22 | | |

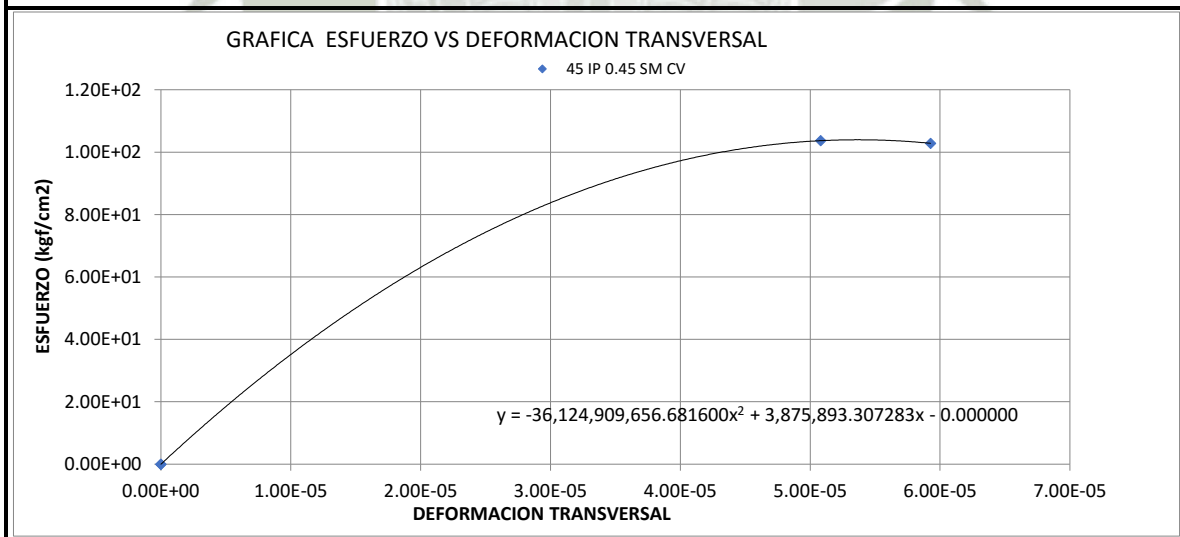
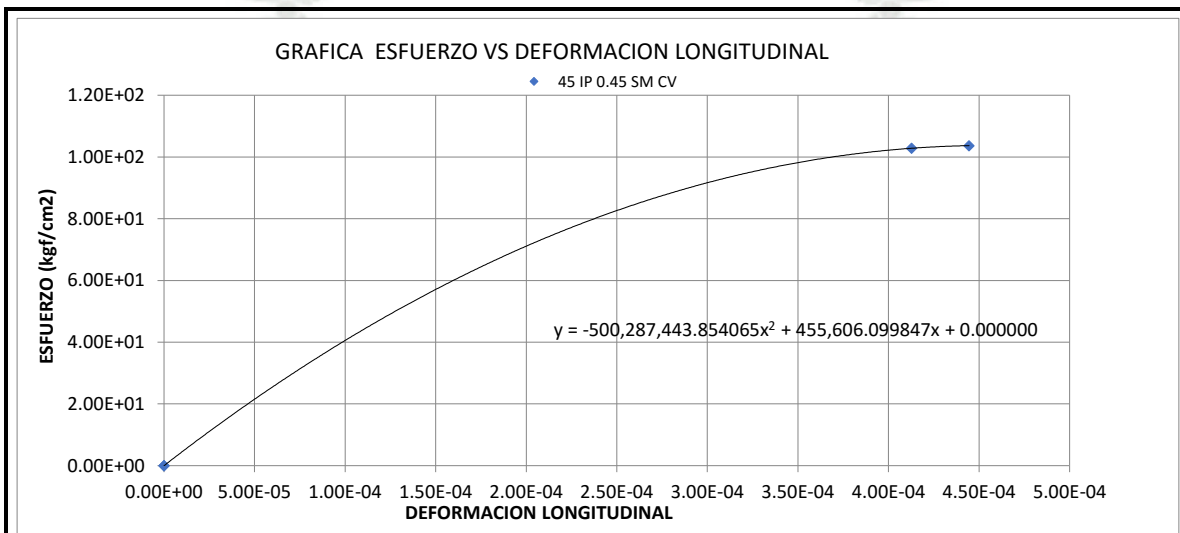


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

45 IP 0.45 SM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------|
| f _c | 254.96 kg/cm ² | Fecha | 29-Mar |
| 40% f _c | 101.98 kg/cm ² | Cemento | TIPO IP |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 223,544.16 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.45 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 258,540.66 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 16,191.74 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 1.08 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.17 | | |

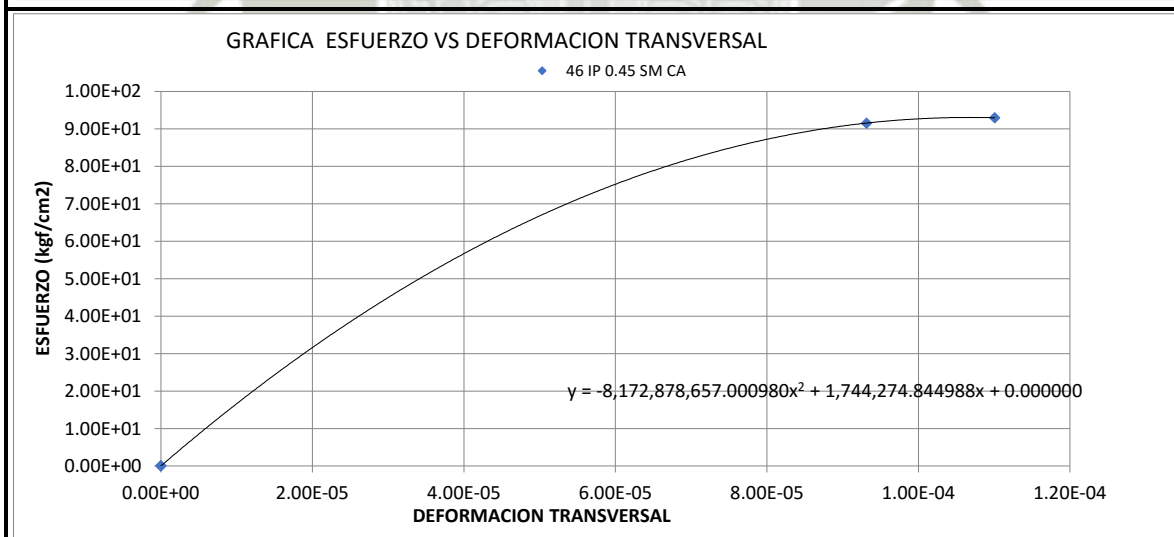
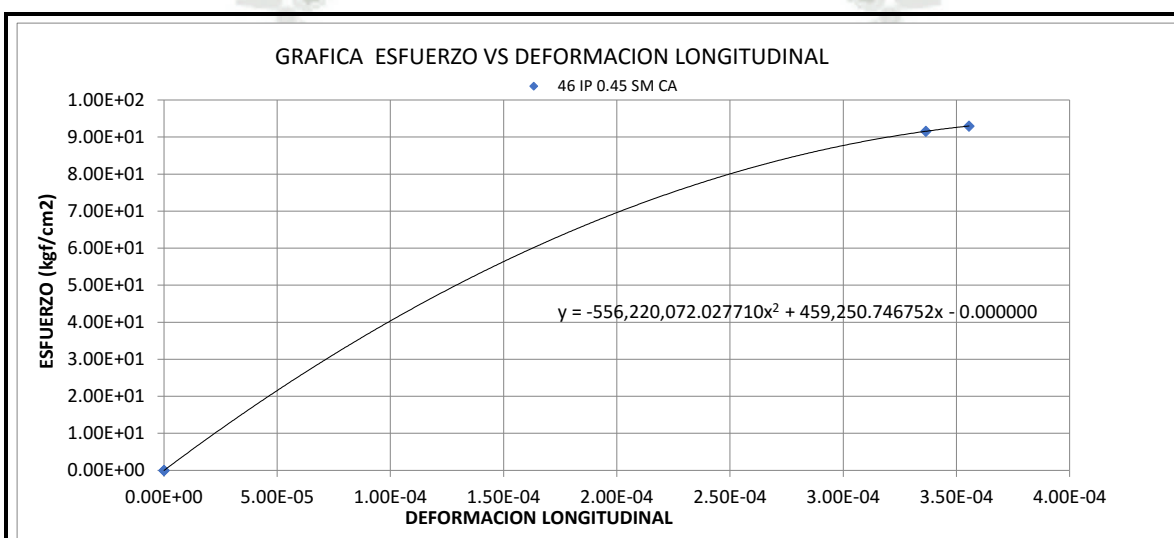


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

46 IP 0.45 SM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 229.07 kg/cm ² | Fecha | 13-Mar |
| 40% f _c | 91.63 kg/cm ² | Cemento | TIPO IP |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 211,890.79 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.45 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 271,529.56 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 17,940.44 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 1.20 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.28 | | |

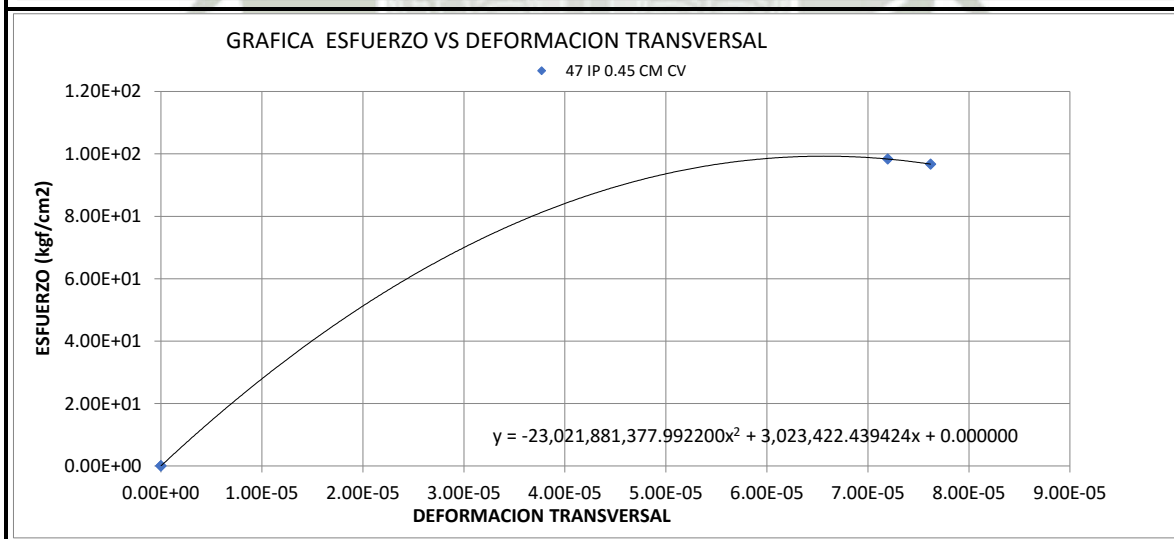
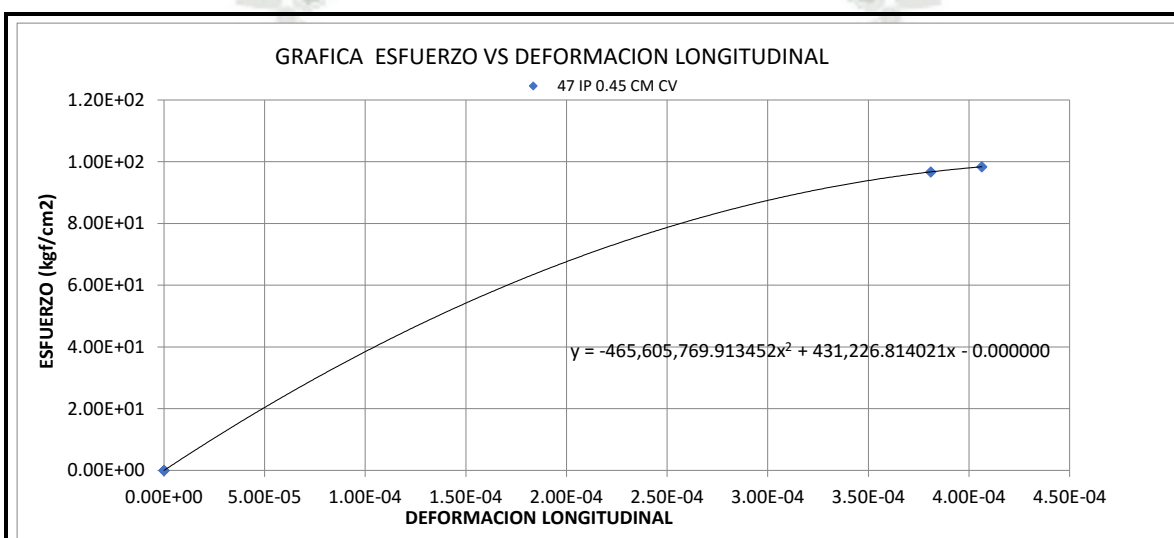


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

47 IP 0.45 CM CV

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|---------|
| f _c | 245.54 kg/cm ² | Fecha | 8-May |
| 40% f _c | 98.21 kg/cm ² | Cemento | TIPO IP |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 219,374.76 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.45 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 243,342.23 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 15,529.55 | Curado | VAPOR |
| Factor de Variación | 1.04 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.18 | | |

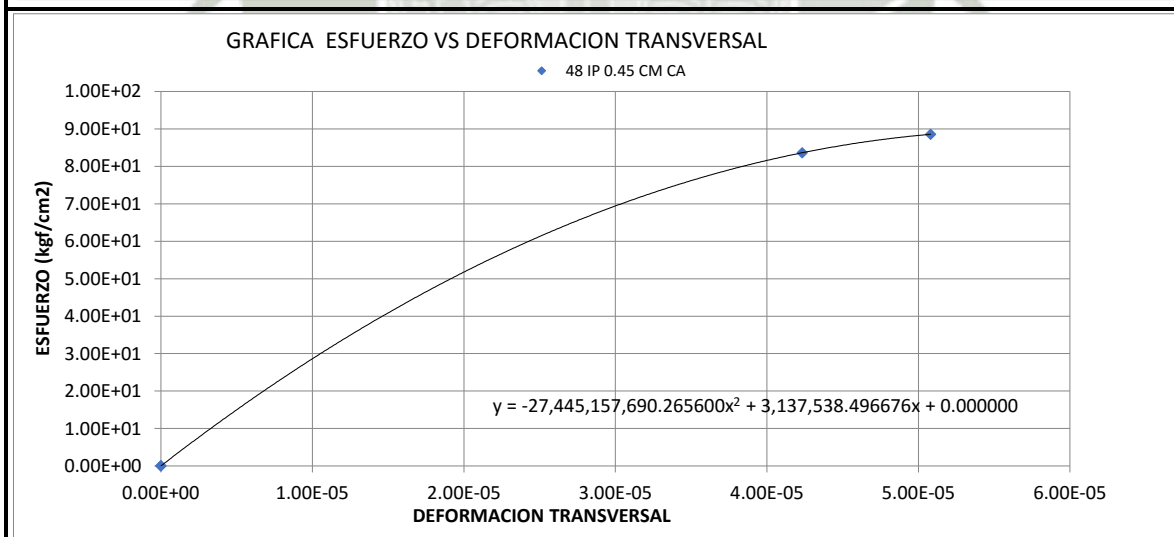
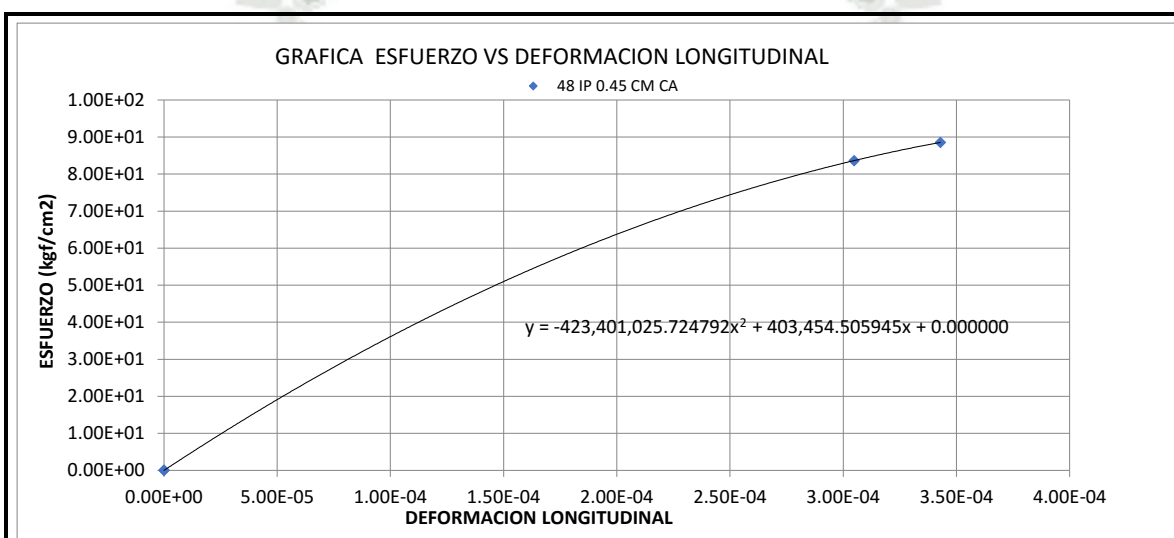


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

48 IP 0.45 CM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|------------|
| f _c | 206.86 kg/cm ² | Fecha | 8-May |
| 40% f _c | 82.74 kg/cm ² | Cemento | TIPO IP |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 201,356.30 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.45 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 277,475.75 kg/cm ² | Microsilice | SI |
| Constante | 19,292.47 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 1.29 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.14 | | |

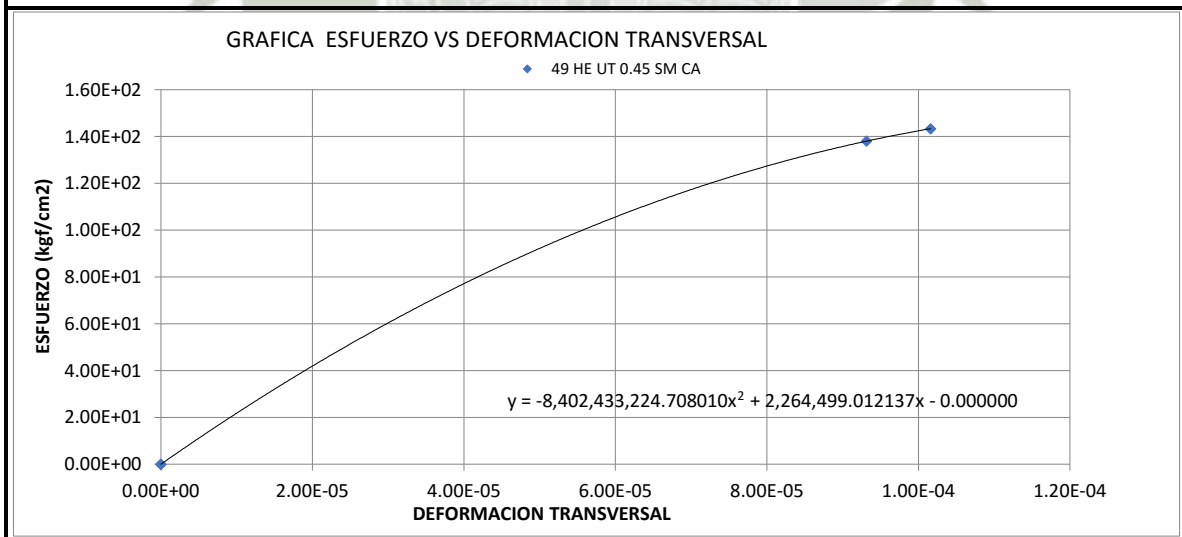
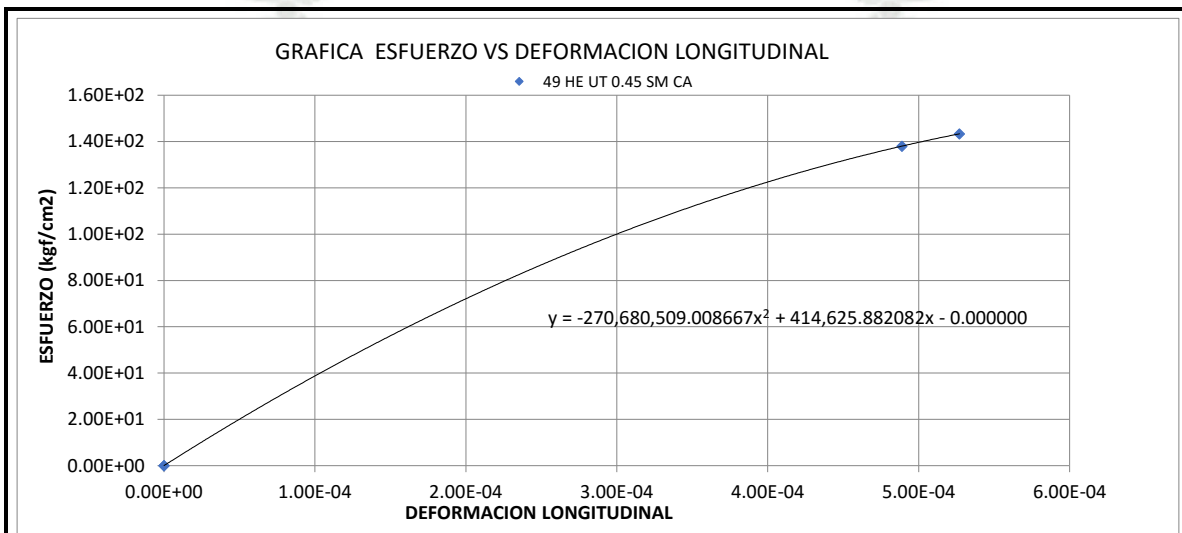


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

49 HE UT 0.45 SM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|-------------------|
| f _c | 352.91 kg/cm ² | Fecha | 3-May |
| 40% f _c | 141.17 kg/cm ² | Cemento | TIPO HE; ULTRAVAL |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 263,003.97 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.45 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 275,721.33 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 14,676.96 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 0.98 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.19 | | |

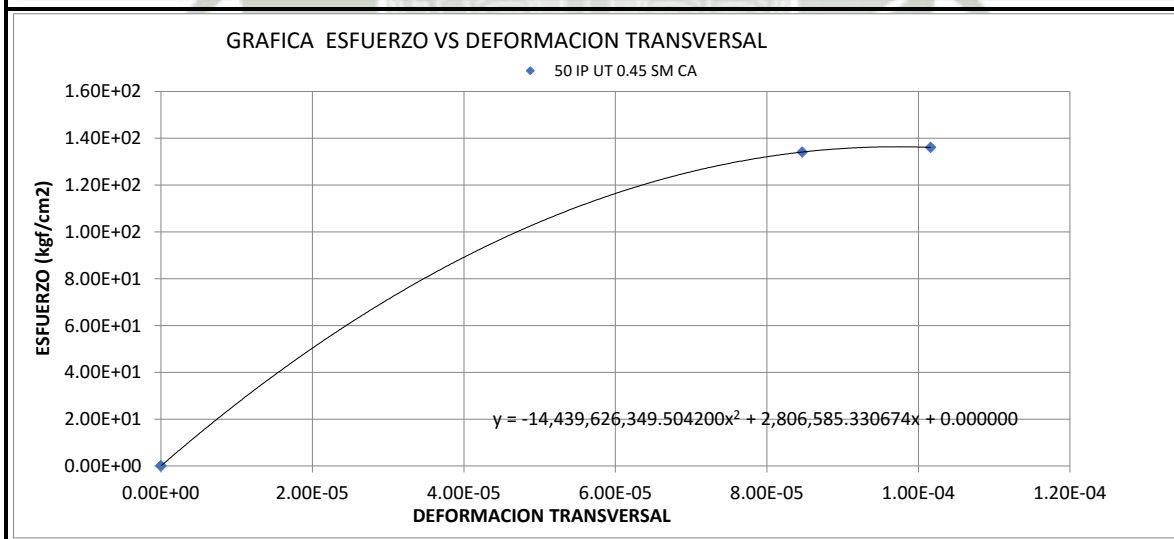
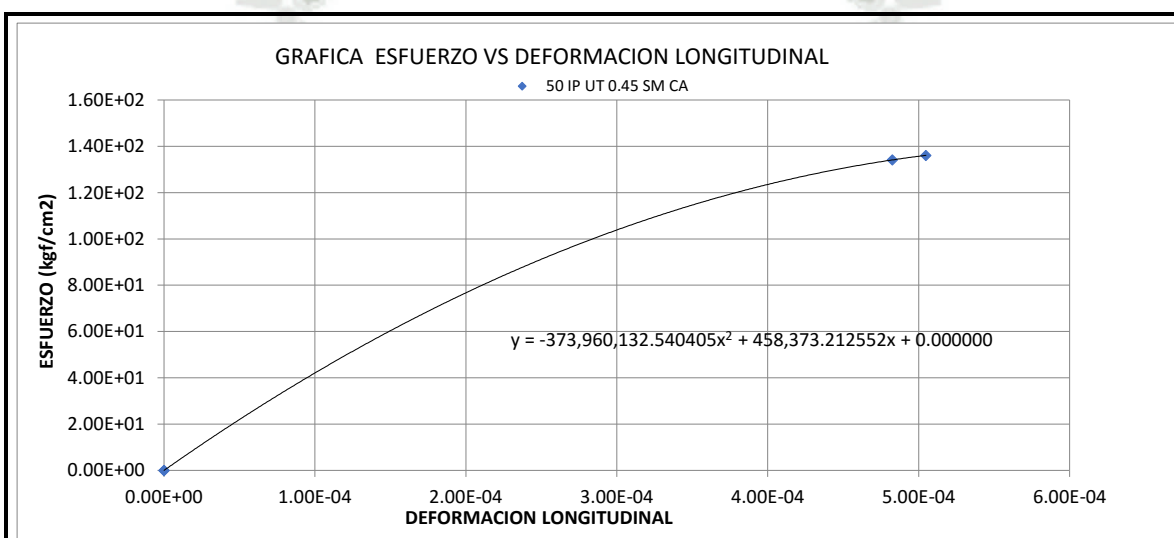


MODULO DE ELASTICIDAD Y COEFICIENTE DE POISSON DEL CONCRETO

CODIGO DE DISEÑO

50 IP UT 0.45 SM CA

| | | | |
|------------------------------------|-------------------------------|--------------|-------------------|
| f _c | 335.71 kg/cm ² | Fecha | 3-May |
| 40% f _c | 134.28 kg/cm ² | Cemento | TIPO IP; ULTRAVAL |
| Modulo de Elasticidad Teórico | 256,513.79 kg/cm ² | Relacion A/C | 0.45 |
| Modulo de Elasticidad Experimental | 277,168.49 kg/cm ² | Microsilice | NO |
| Constante | 15,127.29 | Curado | ADIABATICO |
| Factor de Variación | 1.01 | | |
| Coefficiente de Poisson | 0.18 | | |





Anexo I. Resultado Permeabilidad al Agua Bajo Presión

1 I 0.32 SM CV



| | |
|-----------------|----------|
| Cemento | TIPO I |
| Relación A/C | 0.32 |
| Microsílice | S/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 12-Jun |
| Hora de Ensayo | 12:10 |
| Altura Media | 14.00 mm |
| Altura Máxima | 22.00 mm |
| Clasificación | Baja |

2 I 0.32 SM CA



| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO I |
| Relación A/C | 0.32 |
| Microsílice | S/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 9-Jun |
| Hora de Ensayo | 11:10 |
| Altura Media | 12.87 mm |
| Altura Máxima | 15.50 mm |
| Clasificación | Baja |

3 I 0.32 CM CV



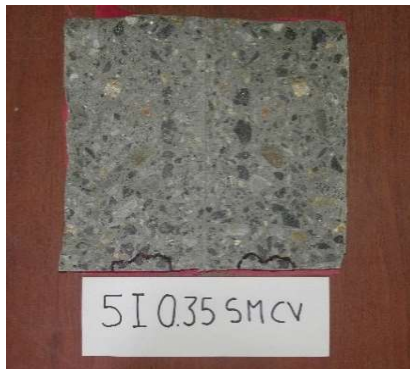
| | |
|-----------------|---------|
| Cemento | TIPO I |
| Relación A/C | 0.32 |
| Microsílice | C/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 30-Jun |
| Hora de Ensayo | 10:06 |
| Altura Media | 6.63 mm |
| Altura Máxima | 7.10 mm |
| Clasificación | Baja |

4 I 0.32 CM CA



| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO I |
| Relación A/C | 0.32 |
| Microsílice | C/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 30-Jun |
| Hora de Ensayo | 10:06 |
| Altura Media | 8.50 mm |
| Altura Máxima | 10.70 mm |
| Clasificación | Baja |

5 I 0.35 SM CV



| | |
|-----------------|----------|
| Cemento | TIPO I |
| Relación A/C | 0.35 |
| Microsílice | S/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 9-Jun |
| Hora de Ensayo | 11:10 |
| Altura Media | 15.00 mm |
| Altura Máxima | 19.00 mm |
| Clasificación | Baja |

6 I 0.35 SM CA



| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO I |
| Relación A/C | 0.35 |
| Microsílice | S/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 9-Jun |
| Hora de Ensayo | 11:10 |
| Altura Media | 17.03 mm |
| Altura Máxima | 34.20 mm |
| Clasificación | Media |

7 I 0.35 CM CV



| | |
|-----------------|----------|
| Cemento | TIPO I |
| Relación A/C | 0.35 |
| Microsílice | C/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 30-Jun |
| Hora de Ensayo | 10:06 |
| Altura Media | 25.80 mm |
| Altura Máxima | 31.40 mm |
| Clasificación | Media |

8 I 0.35 CM CA



| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO I |
| Relación A/C | 0.35 |
| Microsílice | C/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 27-Jun |
| Hora de Ensayo | 8:10 |
| Altura Media | 6.82 mm |
| Altura Máxima | 9.90 mm |
| Clasificación | Baja |

9 I 0.40 SM CV



| | |
|-----------------|----------|
| Cemento | TIPO I |
| Relación A/C | 0.4 |
| Microsilíce | S/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 5-Jun |
| Hora de Ensayo | 15:50 |
| Altura Media | 19.50 mm |
| Altura Máxima | 28.00 mm |
| Clasificación | Baja |

10 I 0.40 SM CA



| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO I |
| Relación A/C | 0.4 |
| Microsilíce | S/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 5-Jun |
| Hora de Ensayo | 15:50 |
| Altura Media | 21.50 mm |
| Altura Máxima | 25.00 mm |
| Clasificación | Baja |

11 I 0.40 CM CV



| | |
|-----------------|----------|
| Cemento | TIPO I |
| Relación A/C | 0.4 |
| Microsilíce | C/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 27-Jun |
| Hora de Ensayo | 8:10 |
| Altura Media | 36.95 mm |
| Altura Máxima | 56.80 mm |
| Clasificación | Media |

12 I 0.40 CM CA



| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO I |
| Relación A/C | 0.4 |
| Microsilíce | C/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 23-Jun |
| Hora de Ensayo | 8:10 |
| Altura Media | 14.03 mm |
| Altura Máxima | 18.90 mm |
| Clasificación | Baja |

13 I 0.45 SM CV



| | |
|-----------------|----------|
| Cemento | TIPO I |
| Relación A/C | 0.45 |
| Microsílice | S/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 9-Jun |
| Hora de Ensayo | 11:10 |
| Altura Media | 27.37 mm |
| Altura Máxima | 39.60 mm |
| Clasificación | Media |

14 I 0.45 SM CA



| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO I |
| Relación A/C | 0.45 |
| Microsílice | S/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 5-Jun |
| Hora de Ensayo | 15:50 |
| Altura Media | 23.33 mm |
| Altura Máxima | 36.00 mm |
| Clasificación | Media |

15 I 0.45 CM CV



| | |
|-----------------|----------|
| Cemento | TIPO I |
| Relación A/C | 0.45 |
| Microsílice | C/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 19-Jun |
| Hora de Ensayo | 14:34 |
| Altura Media | 81.83 mm |
| Altura Máxima | 99.00 mm |
| Clasificación | Alta |

16 I 0.45 CM CA



| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO I |
| Relación A/C | 0.45 |
| Microsílice | C/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 19-Jun |
| Hora de Ensayo | 14:34 |
| Altura Media | 24.00 mm |
| Altura Máxima | 29.00 mm |
| Clasificación | Baja |

17 HE 0.32 SM CV



| | |
|-----------------|----------|
| Cemento | TIPO HE |
| Relación A/C | 0.32 |
| Microsílice | S/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 16-Jun |
| Hora de Ensayo | 10:00 |
| Altura Media | 14.93 mm |
| Altura Máxima | 20.80 mm |
| Clasificación | Baja |

18 HE 0.32 SM CA



| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO HE |
| Relación A/C | 0.32 |
| Microsílice | S/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 12-Jun |
| Hora de Ensayo | 12:10 |
| Altura Media | 10.67 mm |
| Altura Máxima | 13.00 mm |
| Clasificación | Baja |

19 HE 0.32 CM CV



| | |
|-----------------|----------|
| Cemento | TIPO HE |
| Relación A/C | 0.32 |
| Microsílice | C/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 30-Jun |
| Hora de Ensayo | 10:06 |
| Altura Media | 10.30 mm |
| Altura Máxima | 16.90 mm |
| Clasificación | Baja |

20 HE 0.32 CM CA



| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO HE |
| Relación A/C | 0.32 |
| Microsílice | C/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 27-Jun |
| Hora de Ensayo | 8:10 |
| Altura Media | 13.42 mm |
| Altura Máxima | 20.60 mm |
| Clasificación | Baja |

21 HE 0.35 SM CV



| | |
|-----------------|----------|
| Cemento | TIPO HE |
| Relación A/C | 0.35 |
| Microsilíce | S/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 16-Jun |
| Hora de Ensayo | 10:00 |
| Altura Media | 24.72 mm |
| Altura Máxima | 31.30 mm |
| Clasificación | Media |

22 HE 0.35 SM CA



| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO HE |
| Relación A/C | 0.35 |
| Microsilíce | S/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 12-Jun |
| Hora de Ensayo | 12:10 |
| Altura Media | 13.50 mm |
| Altura Máxima | 17.00 mm |
| Clasificación | Baja |

23 HE 0.35 CM CV



| | |
|-----------------|----------|
| Cemento | TIPO HE |
| Relación A/C | 0.35 |
| Microsilíce | C/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 27-Jun |
| Hora de Ensayo | 8:10 |
| Altura Media | 14.37 mm |
| Altura Máxima | 16.50 mm |
| Clasificación | Baja |

24 HE 0.35 CM CA



| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO HE |
| Relación A/C | 0.35 |
| Microsilíce | C/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 23-Jun |
| Hora de Ensayo | 8:10 |
| Altura Media | 15.23 mm |
| Altura Máxima | 18.80 mm |
| Clasificación | Baja |

25 HE 0.40 SM CV



| | |
|-----------------|----------|
| Cemento | TIPO HE |
| Relación A/C | 0.4 |
| Microsilíce | S/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 16-Jun |
| Hora de Ensayo | 10:00 |
| Altura Media | 74.10 mm |
| Altura Máxima | 83.70 mm |
| Clasificación | Alta |

26 HE 0.40 SM CA



| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO HE |
| Relación A/C | 0.4 |
| Microsilíce | S/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 12-Jun |
| Hora de Ensayo | 12:10 |
| Altura Media | 20.50 mm |
| Altura Máxima | 26.00 mm |
| Clasificación | Baja |

27 HE 0.40 CM CV



| | |
|-----------------|----------|
| Cemento | TIPO HE |
| Relación A/C | 0.4 |
| Microsilíce | C/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 23-Jun |
| Hora de Ensayo | 8:10 |
| Altura Media | 48.15 mm |
| Altura Máxima | 62.20 mm |
| Clasificación | Alta |

28 HE 0.40 CM CA



| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO HE |
| Relación A/C | 0.4 |
| Microsilíce | C/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 23-Jun |
| Hora de Ensayo | 8:10 |
| Altura Media | 19.22 mm |
| Altura Máxima | 24.10 mm |
| Clasificación | Baja |

29 HE 0.45 SM CV



| | |
|-----------------|----------|
| Cemento | TIPO HE |
| Relación A/C | 0.45 |
| Microsilíce | S/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 12-Jun |
| Hora de Ensayo | 12:10 |
| Altura Media | 38.83 mm |
| Altura Máxima | 56.00 mm |
| Clasificación | Media |

30 HE 0.45 SM CA



| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO HE |
| Relación A/C | 0.45 |
| Microsilíce | S/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 9-Jun |
| Hora de Ensayo | 11:10 |
| Altura Media | 21.37 mm |
| Altura Máxima | 34.20 mm |
| Clasificación | Media |

31 HE 0.45 CM CV



| | |
|-----------------|----------|
| Cemento | TIPO HE |
| Relación A/C | 0.45 |
| Microsilíce | C/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 19-Jun |
| Hora de Ensayo | 14:34 |
| Altura Media | 89.00 mm |
| Altura Máxima | 98.00 mm |
| Clasificación | Alta |

32 HE 0.45 CM CA



| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO HE |
| Relación A/C | 0.45 |
| Microsilíce | C/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 19-Jun |
| Hora de Ensayo | 14:34 |
| Altura Media | 19.83 mm |
| Altura Máxima | 23.00 mm |
| Clasificación | Baja |

33 IP 0.32 SM CV



| | |
|-----------------|-----------|
| Cemento | TIPO IP |
| Relación A/C | 0.32 |
| Microsilíce | S/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 5-Jun |
| Hora de Ensayo | 15:50 |
| Altura Media | 73.67 mm |
| Altura Máxima | 122.00 mm |
| Clasificación | Alta |

34 IP 0.32 SM CA



| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO IP |
| Relación A/C | 0.32 |
| Microsilíce | S/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 5-Jun |
| Hora de Ensayo | 15:50 |
| Altura Media | 18.83 mm |
| Altura Máxima | 25.00 mm |
| Clasificación | Baja |

35 IP 0.33 CM CV



| | |
|-----------------|----------|
| Cemento | TIPO IP |
| Relación A/C | 0.33 |
| Microsilíce | C/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 30-Jun |
| Hora de Ensayo | 10:06 |
| Altura Media | 30.65 mm |
| Altura Máxima | 39.20 mm |
| Clasificación | Media |

36 IP 0.33 CM CA



| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO IP |
| Relación A/C | 0.33 |
| Microsilíce | C/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 27-Jun |
| Hora de Ensayo | 8:10 |
| Altura Media | 7.00 mm |
| Altura Máxima | 10.80 mm |
| Clasificación | Baja |

37 IP 0.35 SM CV



| | |
|-----------------|----------|
| Cemento | TIPO IP |
| Relación A/C | 0.35 |
| Microsílice | S/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 9-May |
| Hora de Ensayo | 8:30 |
| Altura Media | 46.67 mm |
| Altura Máxima | 68.00 mm |
| Clasificación | Alta |

38 IP 0.35 SM CA



| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO IP |
| Relación A/C | 0.35 |
| Microsílice | S/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 9-May |
| Hora de Ensayo | 8:30 |
| Altura Media | 16.17 mm |
| Altura Máxima | 22.00 mm |
| Clasificación | Baja |

39 IP 0.35 CM CV



| | |
|-----------------|----------|
| Cemento | TIPO IP |
| Relación A/C | 0.35 |
| Microsílice | C/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 27-Jun |
| Hora de Ensayo | 8:10 |
| Altura Media | 16.52 mm |
| Altura Máxima | 20.30 mm |
| Clasificación | Baja |

40 IP 0.35 CM CA



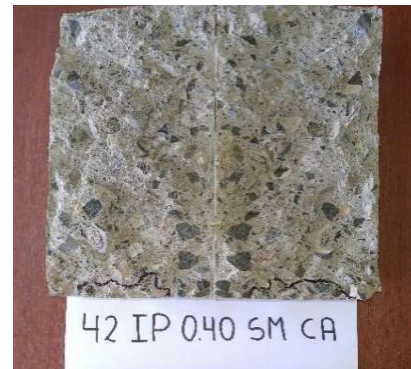
| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO IP |
| Relación A/C | 0.35 |
| Microsílice | C/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 23-Jun |
| Hora de Ensayo | 8:10 |
| Altura Media | 17.27 mm |
| Altura Máxima | 24.50 mm |
| Clasificación | Baja |

41 IP 0.40 SM CV



| | |
|-----------------|----------|
| Cemento | TIPO IP |
| Relación A/C | 0.4 |
| Microsílice | S/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 9-May |
| Hora de Ensayo | 8:30 |
| Altura Media | 31.50 mm |
| Altura Máxima | 49.00 mm |
| Clasificación | Media |

42 IP 0.40 SM CA



| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO IP |
| Relación A/C | 0.4 |
| Microsílice | S/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 9-May |
| Hora de Ensayo | 8:30 |
| Altura Media | 22.50 mm |
| Altura Máxima | 27.00 mm |
| Clasificación | Baja |

43 IP 0.40 CM CV



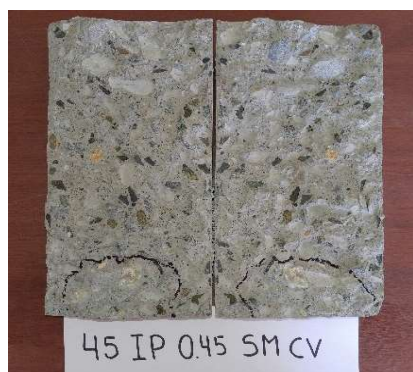
| | |
|-----------------|----------|
| Cemento | TIPO IP |
| Relación A/C | 0.4 |
| Microsílice | C/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 23-Jun |
| Hora de Ensayo | 8:10 |
| Altura Media | 70.63 mm |
| Altura Máxima | 92.60 mm |
| Clasificación | Alta |

44 IP 0.40 CM CA



| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO IP |
| Relación A/C | 0.4 |
| Microsílice | C/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 19-Jun |
| Hora de Ensayo | 14:34 |
| Altura Media | 16.50 mm |
| Altura Máxima | 20.00 mm |
| Clasificación | Baja |

45 IP 0.45 SM CV



| | |
|-----------------|----------|
| Cemento | TIPO IP |
| Relación A/C | 0.45 |
| Microsilíce | S/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 9-May |
| Hora de Ensayo | 8:30 |
| Altura Media | 49.50 mm |
| Altura Máxima | 62.00 mm |
| Clasificación | Alta |

46 IP 0.45 SM CA



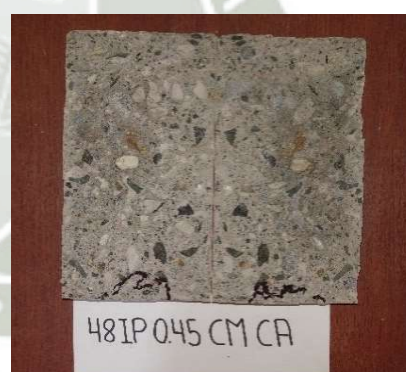
| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO IP |
| Relación A/C | 0.45 |
| Microsilíce | S/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 9-May |
| Hora de Ensayo | 8:30 |
| Altura Media | 20.67 mm |
| Altura Máxima | 23.00 mm |
| Clasificación | Baja |

47 IP 0.45 CM CV



| | |
|-----------------|----------|
| Cemento | TIPO IP |
| Relación A/C | 0.45 |
| Microsilíce | C/M |
| Curado | VAPOR |
| Fecha de Ensayo | 19-Jun |
| Hora de Ensayo | 14:34 |
| Altura Media | 84.00 mm |
| Altura Máxima | 94.00 mm |
| Clasificación | Alta |

48 IP 0.45 CM CA



| | |
|-----------------|------------|
| Cemento | TIPO IP |
| Relación A/C | 0.45 |
| Microsilíce | C/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 16-Jun |
| Hora de Ensayo | 10:00 |
| Altura Media | 20.02 mm |
| Altura Máxima | 29.80 mm |
| Clasificación | Baja |

49 HE UT 0.45 SM CA



| | |
|-----------------|--------------|
| Cemento | TIPO HE + UT |
| Relación A/C | 0.45 |
| Microsílice | S/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 16-Jun |
| Hora de Ensayo | 10:00 |
| Altura Media | 27.85 mm |
| Altura Máxima | 35.20 mm |
| Clasificación | Media |

50 IP UT 0.45 SM CA



| | |
|-----------------|--------------|
| Cemento | TIPO IP + UT |
| Relación A/C | 0.45 |
| Microsílice | S/M |
| Curado | ADIABATICO |
| Fecha de Ensayo | 16-Jun |
| Hora de Ensayo | 10:00 |
| Altura Media | 29.30 mm |
| Altura Máxima | 39.30 mm |
| Clasificación | Media |



Anexo J. Análisis De Costos

Unitarios

| | | | | | |
|--|-------------------------------|------------------|-----------------|---------------|----------------|
| CEMENTO | TIPO I | | | | |
| RELACION A/C | 0.32 | | | | |
| MICROSILICE | NO | | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | | |
| Codigo | | I 0.32 SM | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Materiales | | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 470.00 | S/0.444 | 208.68 |
| 002 | AGUA | L | 150.40 | S/0.017 | 2.56 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 750.17 | S/0.009 | 7.05 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 866.52 | S/0.017 | 14.56 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 222.75 | S/0.021 | 4.68 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | - | S/2.86 | - |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 | - |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | - | S/9.20 | - |
| 009 | EUCO WR75 | KG | - | S/2.64 | - |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | 7.52 | S/7.50 | 56.40 |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | 1.18 | S/2.50 | 2.95 |
| 012 | MASTER AIR | KG | 0.05 | S/3.69 | 0.18 |
| Costo unitario por M3 : | | | | | 297.06 |
| CEMENTO | TIPO I | | | | |
| RELACION A/C | 0.32 | | | | |
| MICROSILICE | 5% | | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | | |
| Codigo | | I 0.32 CM | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Materiales | | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 446.50 | S/0.444 | 198.25 |
| 002 | AGUA | L | 150.40 | S/0.017 | 2.56 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 750.17 | S/0.009 | 7.05 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 866.52 | S/0.017 | 14.56 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 222.75 | S/0.021 | 4.68 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | 23.50 | S/2.86 | 67.21 |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 | - |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | - | S/9.20 | - |
| 009 | EUCO WR75 | KG | - | S/2.64 | - |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | 7.52 | S/7.50 | 56.40 |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | 1.18 | S/2.50 | 2.95 |
| 012 | MASTER AIR | KG | 0.05 | S/3.69 | 0.18 |
| Costo unitario por M3 : | | | | | 353.83 |

| | | | | |
|--|-------------------------------|------------------|-----------------|---------------|
| CEMENTO | TIPO I | | | |
| RELACION A/C | 0.35 | | | |
| MICROSILICE | NO | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | |
| Codigo | | I 0.35 SM | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio |
| Materiales | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 450.00 | S/0.444 |
| 002 | AGUA | L | 157.50 | S/0.017 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 785.16 | S/0.009 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 855.15 | S/0.017 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 214.87 | S/0.021 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | - | S/2.86 |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | - | S/9.20 |
| 009 | EUCO WR75 | KG | - | S/2.64 |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | 5.40 | S/7.50 |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | 1.13 | S/2.50 |
| 012 | MASTER AIR | KG | 0.03 | S/3.69 |
| Costo unitario por M3 : | | | | 272.18 |
| CEMENTO | TIPO I | | | |
| RELACION A/C | 0.35 | | | |
| MICROSILICE | 5% | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | |
| Codigo | | I 0.35 CM | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio |
| Materiales | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 427.50 | S/0.444 |
| 002 | AGUA | L | 157.50 | S/0.017 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 785.16 | S/0.009 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 855.15 | S/0.017 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 214.87 | S/0.021 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | 22.50 | S/2.86 |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | - | S/9.20 |
| 009 | EUCO WR75 | KG | - | S/2.64 |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | 5.54 | S/7.50 |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | 1.13 | S/2.50 |
| 012 | MASTER AIR | KG | 0.03 | S/3.69 |
| Costo unitario por M3 : | | | | 327.59 |

| | | | | | |
|--|-------------------------------|------------------|-----------------|---------------|----------------|
| CEMENTO | TIPO I | | | | |
| RELACION A/C | 0.4 | | | | |
| MICROSILICE | NO | | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | | |
| Codigo | | I 0.40 SM | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Materiales | | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 420.00 | S/0.444 | 186.48 |
| 002 | AGUA | L | 168.00 | S/0.017 | 2.86 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 819.88 | S/0.009 | 7.71 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 823.64 | S/0.017 | 13.84 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 206.95 | S/0.021 | 4.35 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | - | S/2.86 | - |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 | - |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | 1.68 | S/9.20 | 15.46 |
| 009 | EUCO WR75 | KG | 0.63 | S/2.64 | 1.66 |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | - | S/7.50 | - |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | - | S/2.50 | - |
| 012 | MASTER AIR | KG | 0.01 | S/3.69 | 0.03 |
| Costo unitario por M3 : | | | | | 232.37 |
| CEMENTO | TIPO I | | | | |
| RELACION A/C | 0.4 | | | | |
| MICROSILICE | 5% | | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | | |
| Codigo | | I 0.40 CM | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Materiales | | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 399.00 | S/0.444 | 177.16 |
| 002 | AGUA | L | 168.00 | S/0.017 | 2.86 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 819.88 | S/0.009 | 7.71 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 823.64 | S/0.017 | 13.84 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 206.95 | S/0.021 | 4.35 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | 21.00 | S/2.86 | 60.06 |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 | - |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | 2.52 | S/9.20 | 23.18 |
| 009 | EUCO WR75 | KG | 0.63 | S/2.64 | 1.66 |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | - | S/7.50 | - |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | - | S/2.50 | - |
| 012 | MASTER AIR | KG | 0.01 | S/3.69 | 0.03 |
| Costo unitario por M3 : | | | | | 290.84 |

| | | | | | |
|--|-------------------------------|------------------|-----------------|---------------|----------------|
| CEMENTO | TIPO I | | | | |
| RELACION A/C | 0.45 | | | | |
| MICROSILICE | NO | | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | | |
| Codigo | | I 0.45 SM | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Materiales | | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 390.00 | S/0.444 | 173.16 |
| 002 | AGUA | L | 175.50 | S/0.017 | 2.98 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 858.21 | S/0.009 | 8.07 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 795.61 | S/0.017 | 13.37 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 199.91 | S/0.021 | 4.20 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | - | S/2.86 | - |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 | - |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | 1.44 | S/9.20 | 13.28 |
| 009 | EUCO WR75 | KG | 0.47 | S/2.64 | 1.24 |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | - | S/7.50 | - |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | - | S/2.50 | - |
| 012 | MASTER AIR | KG | - | S/3.69 | - |
| Costo unitario por M3 : | | | | | 216.29 |
| CEMENTO | TIPO I | | | | |
| RELACION A/C | 0.45 | | | | |
| MICROSILICE | 5% | | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | | |
| Codigo | | I 0.45 CM | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Materiales | | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 370.50 | S/0.444 | 164.50 |
| 002 | AGUA | L | 175.50 | S/0.017 | 2.98 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 858.21 | S/0.009 | 8.07 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 795.61 | S/0.017 | 13.37 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 199.91 | S/0.021 | 4.20 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | 19.50 | S/2.86 | 55.77 |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 | - |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | 1.85 | S/9.20 | 17.05 |
| 009 | EUCO WR75 | KG | 0.47 | S/2.64 | 1.24 |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | - | S/7.50 | - |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | - | S/2.50 | - |
| 012 | MASTER AIR | KG | - | S/3.69 | - |
| Costo unitario por M3 : | | | | | 267.17 |

| | | | | | |
|--|-------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|----------------|
| CEMENTO | TIPO HE | | | | |
| RELACION A/C | 0.32 | | | | |
| MICROSILICE | NO | | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | | |
| Codigo | | HE 0.32 SM | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Materiales | | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 500.00 | S/0.444 | 222.00 |
| 002 | AGUA | L | 160.00 | S/0.017 | 2.72 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 702.27 | S/0.009 | 6.60 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 864.80 | S/0.017 | 14.53 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 217.29 | S/0.021 | 4.56 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | - | S/2.86 | - |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 | - |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | - | S/9.20 | - |
| 009 | EUCO WR75 | KG | - | S/2.64 | - |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | 5.75 | S/7.50 | 43.13 |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | 1.25 | S/2.50 | 3.13 |
| 012 | MASTER AIR | KG | 0.06 | S/3.69 | 0.22 |
| Costo unitario por M3 : | | | | | 296.88 |
| CEMENTO | TIPO HE | | | | |
| RELACION A/C | 0.32 | | | | |
| MICROSILICE | 5% | | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | | |
| Codigo | | HE 0.32 CM | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Materiales | | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 475.00 | S/0.444 | 210.90 |
| 002 | AGUA | L | 160.00 | S/0.017 | 2.72 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 702.27 | S/0.009 | 6.60 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 864.80 | S/0.017 | 14.53 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 217.29 | S/0.021 | 4.56 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | 25.00 | S/2.86 | 71.50 |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 | - |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | - | S/9.20 | - |
| 009 | EUCO WR75 | KG | - | S/2.64 | - |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | 6.25 | S/7.50 | 46.88 |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | 1.25 | S/2.50 | 3.13 |
| 012 | MASTER AIR | KG | 0.06 | S/3.69 | 0.22 |
| Costo unitario por M3 : | | | | | 361.03 |

| | | | | | |
|--|-------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|----------------|
| CEMENTO | TIPO HE | | | | |
| RELACION A/C | 0.35 | | | | |
| MICROSILICE | NO | | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | | |
| Codigo | | HE 0.35 SM | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Materiales | | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 480.00 | S/0.444 | 213.12 |
| 002 | AGUA | L | 168.00 | S/0.017 | 2.86 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 735.23 | S/0.009 | 6.91 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 834.02 | S/0.017 | 14.01 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 209.56 | S/0.021 | 4.40 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | - | S/2.86 | - |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 | - |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | - | S/9.20 | - |
| 009 | EUCO WR75 | KG | - | S/2.64 | - |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | 5.04 | S/7.50 | 37.80 |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | 1.20 | S/2.50 | 3.00 |
| 012 | MASTER AIR | KG | 0.03 | S/3.69 | 0.13 |
| Costo unitario por M3 : | | | | | 282.22 |
| CEMENTO | TIPO HE | | | | |
| RELACION A/C | 0.35 | | | | |
| MICROSILICE | 5% | | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | | |
| Codigo | | HE 0.35 CM | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Materiales | | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 456.00 | S/0.444 | 202.46 |
| 002 | AGUA | L | 168.00 | S/0.017 | 2.86 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 735.23 | S/0.009 | 6.91 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 834.02 | S/0.017 | 14.01 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 209.56 | S/0.021 | 4.40 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | 24.00 | S/2.86 | 68.64 |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 | - |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | - | S/9.20 | - |
| 009 | EUCO WR75 | KG | - | S/2.64 | - |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | 5.42 | S/7.50 | 40.68 |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | 1.20 | S/2.50 | 3.00 |
| 012 | MASTER AIR | KG | 0.03 | S/3.69 | 0.13 |
| Costo unitario por M3 : | | | | | 343.09 |

| | | | | | |
|--|-------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|----------------|
| CEMENTO | TIPO HE | | | | |
| RELACION A/C | 0.4 | | | | |
| MICROSILICE | NO | | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | | |
| Codigo | | HE 0.40 SM | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Materiales | | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 450.00 | S/0.444 | 199.80 |
| 002 | AGUA | L | 180.00 | S/0.017 | 3.06 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 767.40 | S/0.009 | 7.21 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 802.64 | S/0.017 | 13.48 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 201.67 | S/0.021 | 4.24 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | - | S/2.86 | - |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 | - |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | 1.58 | S/9.20 | 14.49 |
| 009 | EUCO WR75 | KG | 0.68 | S/2.64 | 1.78 |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | - | S/7.50 | - |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | - | S/2.50 | - |
| 012 | MASTER AIR | KG | 0.01 | S/3.69 | 0.03 |
| Costo unitario por M3 : | | | | | 244.10 |
| CEMENTO | TIPO HE | | | | |
| RELACION A/C | 0.4 | | | | |
| MICROSILICE | 5% | | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | | |
| Codigo | | HE 0.40 CM | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Materiales | | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 427.50 | S/0.444 | 189.81 |
| 002 | AGUA | L | 180.00 | S/0.017 | 3.06 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 767.40 | S/0.009 | 7.21 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 802.64 | S/0.017 | 13.48 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 201.67 | S/0.021 | 4.24 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | 22.50 | S/2.86 | 64.35 |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 | - |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | 1.89 | S/9.20 | 17.39 |
| 009 | EUCO WR75 | KG | 0.68 | S/2.64 | 1.78 |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | - | S/7.50 | - |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | - | S/2.50 | - |
| 012 | MASTER AIR | KG | 0.01 | S/3.69 | 0.03 |
| Costo unitario por M3 : | | | | | 301.36 |

| | | | | | |
|--|-------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|----------------|
| CEMENTO | TIPO HE | | | | |
| RELACION A/C | 0.45 | | | | |
| MICROSILICE | NO | | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | | |
| Codigo | | HE 0.45 SM | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Materiales | | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 420.00 | S/0.444 | 186.48 |
| 002 | AGUA | L | 189.00 | S/0.017 | 3.21 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 803.00 | S/0.009 | 7.55 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 774.89 | S/0.017 | 13.02 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 194.70 | S/0.021 | 4.09 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | - | S/2.86 | - |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 | - |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | 1.18 | S/9.20 | 10.82 |
| 009 | EUCO WR75 | KG | 0.50 | S/2.64 | 1.33 |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | - | S/7.50 | - |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | - | S/2.50 | - |
| 012 | MASTER AIR | KG | - | S/3.69 | - |
| Costo unitario por M3 : | | | | | 226.50 |
| CEMENTO | TIPO HE | | | | |
| RELACION A/C | 0.45 | | | | |
| MICROSILICE | 5% | | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | | |
| Codigo | | HE 0.45 CM | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Materiales | | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 399.00 | S/0.444 | 177.16 |
| 002 | AGUA | L | 189.00 | S/0.017 | 3.21 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 803.00 | S/0.009 | 7.55 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 774.89 | S/0.017 | 13.02 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 194.70 | S/0.021 | 4.09 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | 21.00 | S/2.86 | 60.06 |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 | - |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | 1.68 | S/9.20 | 15.46 |
| 009 | EUCO WR75 | KG | 0.50 | S/2.64 | 1.33 |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | - | S/7.50 | - |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | - | S/2.50 | - |
| 012 | MASTER AIR | KG | - | S/3.69 | - |
| Costo unitario por M3 : | | | | | 281.87 |

| | | | | | |
|--|-------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|----------------|
| CEMENTO | TIPO IP | | | | |
| RELACION A/C | 0.32 | | | | |
| MICROSILICE | NO | | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | | |
| Codigo | | IP 0.32 SM | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Materiales | | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 530.00 | S/0.444 | 235.32 |
| 002 | AGUA | L | 169.60 | S/0.017 | 2.88 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 656.92 | S/0.009 | 6.18 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 843.25 | S/0.017 | 14.17 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 211.88 | S/0.021 | 4.45 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | - | S/2.86 | - |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 | - |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | - | S/9.20 | - |
| 009 | EUCO WR75 | KG | - | S/2.64 | - |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | 5.57 | S/7.50 | 41.78 |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | 1.33 | S/2.50 | 3.33 |
| 012 | MASTER AIR | KG | 0.10 | S/3.69 | 0.35 |
| Costo unitario por M3 : | | | | | 308.44 |
| CEMENTO | TIPO IP | | | | |
| RELACION A/C | 0.33 | | | | |
| MICROSILICE | 5% | | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | | |
| Codigo | | IP 0.33 CM | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Materiales | | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 494.00 | S/0.444 | 219.34 |
| 002 | AGUA | L | 171.60 | S/0.017 | 2.92 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 658.52 | S/0.009 | 6.19 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 845.29 | S/0.017 | 14.20 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 212.39 | S/0.021 | 4.46 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | 26.00 | S/2.86 | 74.36 |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 | - |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | - | S/9.20 | - |
| 009 | EUCO WR75 | KG | - | S/2.64 | - |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | 4.78 | S/7.50 | 35.85 |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | 1.46 | S/2.50 | 3.65 |
| 012 | MASTER AIR | KG | 0.16 | S/3.69 | 0.59 |
| Costo unitario por M3 : | | | | | 361.55 |

| | | | | | |
|--|-------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|----------------|
| CEMENTO | TIPO IP | | | | |
| RELACION A/C | 0.35 | | | | |
| MICROSILICE | NO | | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | | |
| Codigo | | IP 0.35 SM | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Materiales | | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 510.00 | S/0.444 | 226.44 |
| 002 | AGUA | L | 178.50 | S/0.017 | 3.03 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 687.85 | S/0.009 | 6.47 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 812.87 | S/0.017 | 13.66 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 204.24 | S/0.021 | 4.29 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | - | S/2.86 | - |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 | - |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | - | S/9.20 | - |
| 009 | EUCO WR75 | KG | - | S/2.64 | - |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | 3.88 | S/7.50 | 29.10 |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | 1.53 | S/2.50 | 3.83 |
| 012 | MASTER AIR | KG | 0.04 | S/3.69 | 0.15 |
| Costo unitario por M3 : | | | | | 286.96 |
| CEMENTO | TIPO IP | | | | |
| RELACION A/C | 0.35 | | | | |
| MICROSILICE | 5% | | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | | |
| Codigo | | IP 0.35 CM | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Materiales | | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 484.50 | S/0.444 | 215.12 |
| 002 | AGUA | L | 178.50 | S/0.017 | 3.03 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 687.85 | S/0.009 | 6.47 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 812.87 | S/0.017 | 13.66 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 204.24 | S/0.021 | 4.29 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | 25.50 | S/2.86 | 72.93 |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 | - |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | - | S/9.20 | - |
| 009 | EUCO WR75 | KG | - | S/2.64 | - |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | 4.34 | S/7.50 | 32.55 |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | 1.53 | S/2.50 | 3.83 |
| 012 | MASTER AIR | KG | 0.04 | S/3.69 | 0.15 |
| Costo unitario por M3 : | | | | | 352.02 |

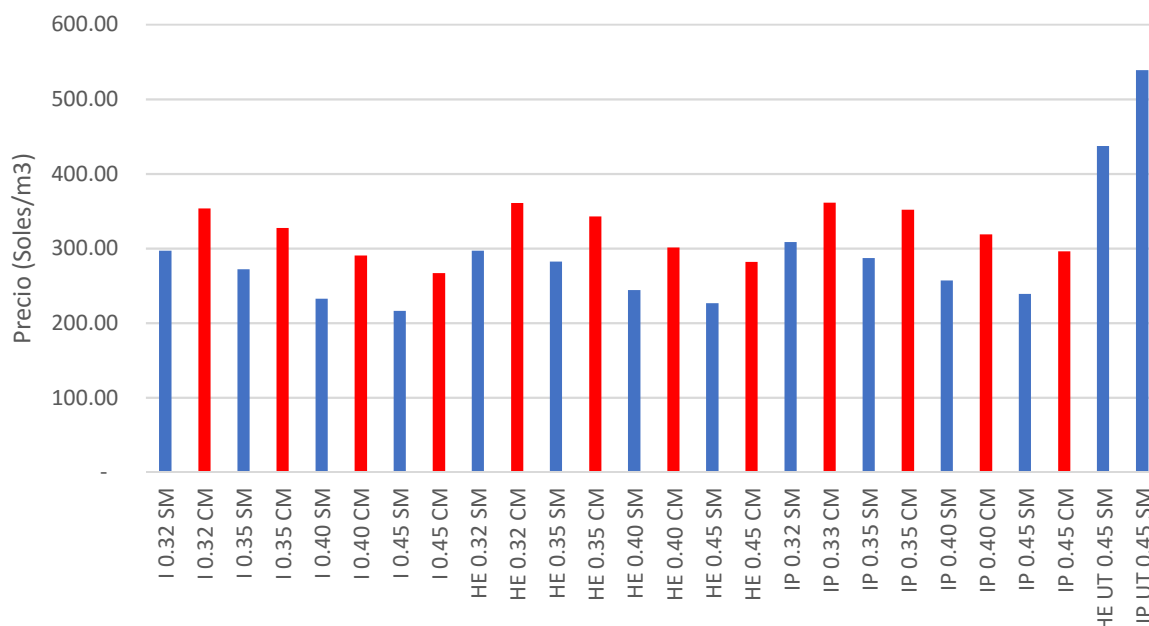
| | | | | |
|--|-------------------------------|---------------|-----------------|---------------|
| CEMENTO | TIPO IP | | | |
| RELACION A/C | 0.4 | | | |
| MICROSILICE | NO | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | |
| Codigo | IP 0.40 SM | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio |
| Materiales | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 480.00 | S/0.444 |
| 002 | AGUA | L | 190.00 | S/0.017 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 703.32 | S/0.009 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 797.83 | S/0.017 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 200.46 | S/0.021 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | - | S/2.86 |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | 1.58 | S/9.20 |
| 009 | EUCO WR75 | KG | 0.72 | S/2.64 |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | - | S/7.50 |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | - | S/2.50 |
| 012 | MASTER AIR | KG | 0.02 | S/3.69 |
| Costo unitario por M3 : | | | | 257.10 |
| CEMENTO | TIPO IP | | | |
| RELACION A/C | 0.4 | | | |
| MICROSILICE | 5% | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | |
| Codigo | IP 0.40 CM | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio |
| Materiales | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 456.00 | S/0.444 |
| 002 | AGUA | L | 190.00 | S/0.017 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 703.32 | S/0.009 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 797.83 | S/0.017 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 200.46 | S/0.021 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | 24.00 | S/2.86 |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | 2.02 | S/9.20 |
| 009 | EUCO WR75 | KG | 0.72 | S/2.64 |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | - | S/7.50 |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | - | S/2.50 |
| 012 | MASTER AIR | KG | 0.02 | S/3.69 |
| Costo unitario por M3 : | | | | 319.13 |

| | | | | | |
|--|-------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|----------------|
| CEMENTO | TIPO IP | | | | |
| RELACION A/C | 0.45 | | | | |
| MICROSILICE | NO | | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | | |
| Codigo | | IP 0.45 SM | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Materiales | | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 450.00 | S/0.444 | 199.80 |
| 002 | AGUA | L | 202.50 | S/0.017 | 3.44 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 733.94 | S/0.009 | 6.90 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 767.64 | S/0.017 | 12.90 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 192.88 | S/0.021 | 4.05 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | - | S/2.86 | - |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 | - |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | 1.13 | S/9.20 | 10.35 |
| 009 | EUCO WR75 | KG | 0.54 | S/2.64 | 1.43 |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | - | S/7.50 | - |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | - | S/2.50 | - |
| 012 | MASTER AIR | KG | - | S/3.69 | - |
| Costo unitario por M3 : | | | | | 238.86 |
| CEMENTO | TIPO IP | | | | |
| RELACION A/C | 0.45 | | | | |
| MICROSILICE | 5% | | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | | |
| Codigo | | IP 0.45 CM | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Materiales | | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 427.50 | S/0.444 | 189.81 |
| 002 | AGUA | L | 202.50 | S/0.017 | 3.44 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 733.94 | S/0.009 | 6.90 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 767.64 | S/0.017 | 12.90 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 192.88 | S/0.021 | 4.05 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | 22.50 | S/2.86 | 64.35 |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | - | S/2.10 | - |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | 1.44 | S/9.20 | 13.25 |
| 009 | EUCO WR75 | KG | 0.54 | S/2.64 | 1.43 |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | - | S/7.50 | - |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | - | S/2.50 | - |
| 012 | MASTER AIR | KG | - | S/3.69 | - |
| Costo unitario por M3 : | | | | | 296.12 |

| | | | | | |
|--|-------------------------------|---------------|-----------------|---------------|----------------|
| CEMENTO | TIPO HE; CEMENTO ULTRAVAL | | | | |
| RELACION A/C | 0.45 | | | | |
| MICROSILICE | NO | | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | | |
| Codigo | HE UT 0.45 SM | | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Materiales | | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 294.00 | S/0.444 | 130.54 |
| 002 | AGUA | L | 189.00 | S/0.017 | 3.21 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 803.00 | S/0.009 | 7.55 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 774.89 | S/0.017 | 13.02 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 194.70 | S/0.021 | 4.09 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | - | S/2.86 | - |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | 126.00 | S/2.10 | 264.60 |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | 1.39 | S/9.20 | 12.79 |
| 009 | EUCO WR75 | KG | 0.50 | S/2.64 | 1.32 |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | - | S/7.50 | - |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | - | S/2.50 | - |
| 012 | MASTER AIR | KG | - | S/3.69 | - |
| Costo unitario por M3 : | | | | | 437.11 |
| CEMENTO | TIPO IP; CEMENTO ULTRAVAL | | | | |
| RELACION A/C | 0.45 | | | | |
| MICROSILICE | NO | | | | |
| CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS | | | | | |
| Codigo | IP UT 0.45 SM | | | | |
| Item | Descripción Insumo | Unidad | Cantidad | Precio | Parcial |
| Materiales | | | | | |
| 001 | CEMENTO TIPO I | KG | 270.00 | S/0.444 | 119.88 |
| 002 | AGUA | L | 202.50 | S/0.017 | 3.44 |
| 003 | ARENA GRUESA | KG | 733.94 | S/0.009 | 6.90 |
| 004 | PIEDRA CHANCADA DE 3/4" | KG | 767.64 | S/0.017 | 12.90 |
| 005 | PIEDRA CHANCADA DE 1" | KG | 192.88 | S/0.021 | 4.05 |
| 006 | MICROSILICE MASTER LIFE SF100 | KG | - | S/2.86 | - |
| 007 | CEMENTO ULTRAVAL | KG | 180.00 | S/2.10 | 378.00 |
| 008 | NEOPLAST 8500 | KG | 1.35 | S/9.20 | 12.42 |
| 009 | EUCO WR75 | KG | 0.54 | S/2.64 | 1.43 |
| 010 | VISCOCRETE 1110 | KG | - | S/7.50 | - |
| 011 | PLASTIMENT TM-12 | KG | - | S/2.50 | - |
| 012 | MASTER AIR | KG | - | S/3.69 | - |
| Costo unitario por M3 : | | | | | 539.01 |

| CUADRO RESUMEN DEL ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS | | | | | |
|---|---------------|-----------|------------|--------|-------|
| # | CODIGO | PRECIO/M3 | f'c 3 DIAS | | |
| | | | CONV. | ADIAB. | VAPOR |
| 1 | I 0.32 SM | 297.06 | 557 | 549 | 487 |
| 2 | I 0.32 CM | 353.83 | 541 | 577 | 618 |
| 3 | I 0.35 SM | 272.18 | 486 | 519 | 509 |
| 4 | I 0.35 CM | 327.59 | 529 | 473 | 577 |
| 5 | I 0.40 SM | 232.37 | 351 | 334 | 315 |
| 6 | I 0.40 CM | 290.84 | 417 | 462 | 421 |
| 7 | I 0.45 SM | 216.29 | 302 | 319 | 313 |
| 8 | I 0.45 CM | 267.17 | 351 | 337 | 348 |
| 9 | HE 0.32 SM | 296.88 | 507 | 533 | 502 |
| 10 | HE 0.32 CM | 361.03 | 532 | 565 | 530 |
| 11 | HE 0.35 SM | 282.22 | 461 | 484 | 419 |
| 12 | HE 0.35 CM | 343.09 | 506 | 519 | 522 |
| 13 | HE 0.40 SM | 244.10 | 396 | 396 | 327 |
| 14 | HE 0.40 CM | 301.36 | 397 | 410 | 344 |
| 15 | HE 0.45 SM | 226.50 | 340 | 307 | 344 |
| 16 | HE 0.45 CM | 281.87 | 318 | 342 | 333 |
| 17 | IP 0.32 SM | 308.44 | 412 | 440 | 419 |
| 18 | IP 0.33 CM | 361.55 | 367 | 382 | 401 |
| 19 | IP 0.35 SM | 286.96 | 376 | 374 | 345 |
| 20 | IP 0.35 CM | 352.02 | 348 | 376 | 423 |
| 21 | IP 0.40 SM | 257.10 | 289 | 283 | 278 |
| 22 | IP 0.40 CM | 319.13 | 284 | 282 | 324 |
| 23 | IP 0.45 SM | 238.86 | 223 | 209 | 202 |
| 24 | IP 0.45 CM | 296.12 | 221 | 238 | 257 |
| 25 | HE UT 0.45 SM | 437.11 | 392 | 409 | - |
| 26 | IP UT 0.45 SM | 539.01 | 387 | 339 | - |

CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA A EDADES TEMPRANAS
ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS



Anexo K. ASR- Reacción Álcali

Agregado

Laboratorio del Concreto

INFORME DE RESULTADOS

| Agregado Fino | |
|--|--|
| Tipo: Arena Gruesa a Evaluar | |
| Fuente: Cantera La Poderosa - Lima Perú | |

| Agregado Grueso | |
|-----------------------------------|--|
| Tipo: Agregado No Reactivo | |
| Fuente: Gravillera Albania | |
| Gradación: Intermedia | |

| Cemento | |
|---|--|
| Tipo: IP | |
| Fuente: Yura S.A.S. Lima - Perú | |
| Porcentaje de óxido de Potasio (K₂O): --- % | |
| Porcentaje de óxido de Sodio (Na₂O): --- % | |
| Porcentaje Na₂O Equivalente: 2,82 % | |
| Hidróxido de Sodio (NaOH) Adicionado | |
| Cantidad: 0,00 % | |

LECTURAS DE MEDICIONES

| Vigueta | 1 | 2 | 3 | |
|------------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|-----------------|
| Edad | Lectura inicial 1 día | | | |
| Fecha Lectura | 2015-04-16 | 2015-04-16 | 2015-04-16 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,584 | 0,584 | 0,584 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 2,314 | 1,681 | 2,784 | |
| Almacenamiento a 38.0 ± 2°C | | | | |
| Edad | 7 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-04-22 | 2015-04-22 | 2015-04-22 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,765 | 0,765 | 0,765 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 2,499 | 1,864 | 2,965 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,002 | 0,001 | 0,000 | 0,001 |
| Edad | 28 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-05-13 | 2015-05-13 | 2015-05-13 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,497 | 0,497 | 0,497 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 2,237 | 1,601 | 2,704 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,004 | 0,003 | 0,003 | 0,003 |
| Edad | 56 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-06-10 | 2015-06-10 | 2015-06-10 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,572 | 0,572 | 0,572 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 2,315 | 1,679 | 2,788 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,005 | 0,004 | 0,006 | 0,005 |
| Edad | 90 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-07-14 | 2015-07-14 | 2015-07-14 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,607 | 0,607 | 0,607 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 2,360 | 1,716 | 2,823 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,009 | 0,005 | 0,006 | 0,007 |
| Edad | 120 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-08-13 | 2015-08-13 | 2015-08-13 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,589 | 0,589 | 0,589 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 2,341 | 1,706 | 2,810 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,009 | 0,008 | 0,008 | 0,008 |
| Edad | 150 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-09-12 | 2015-09-12 | 2015-09-12 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,590 | 0,590 | 0,590 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 2,347 | 1,712 | 2,815 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,011 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |

| Vigueta | 1 | 2 | 3 | |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|-----------------|
| Edad | 180 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-10-12 | 2015-10-12 | 2015-10-12 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,595 | 0,595 | 0,595 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 2,356 | 1,720 | 2,825 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,012 | 0,011 | 0,012 | 0,012 |
| Edad | 210 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-11-11 | 2015-11-11 | 2015-11-11 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,598 | 0,598 | 0,598 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 2,360 | 1,727 | 2,831 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,013 | 0,013 | 0,013 | 0,013 |
| Edad | 240 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-12-11 | 2015-12-11 | 2015-12-11 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,599 | 0,599 | 0,599 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 2,365 | 1,734 | 2,838 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,014 | 0,015 | 0,016 | 0,015 |
| Edad | 270 días | | | |
| Fecha Lectura | 2016-01-10 | 2016-01-10 | 2016-01-10 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,604 | 0,604 | 0,604 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 2,378 | 1,750 | 2,844 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,018 | 0,020 | 0,016 | 0,018 |
| Edad | 300 días | | | |
| Fecha Lectura | 2016-02-09 | 2016-02-09 | 2016-02-09 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,603 | 0,603 | 0,603 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 2,383 | 1,757 | 2,849 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,020 | 0,023 | 0,018 | 0,020 |
| Edad | 330 días | | | |
| Fecha Lectura | 2016-03-10 | 2016-03-10 | 2016-03-10 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,607 | 0,607 | 0,607 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 2,398 | 1,769 | 2,868 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,024 | 0,026 | 0,024 | 0,025 |
| Edad | 365 días | | | |
| Fecha Lectura | 2016-04-14 | 2016-04-14 | 2016-04-14 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,606 | 0,606 | 0,606 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 2,403 | 1,774 | 2,884 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,027 | 0,028 | 0,031 | 0,029 |

OBSERVACIONES: **Ninguna.**

Sede Principal:

Calle 103 No. 15-80
PBX: (571) 618 0018
PBX: (571) 756 0990
Bogotá D.C., Colombia

Noticreto
Biblioteca
del Concreto

Instituto
del Concreto
Reunión
del Concreto

Laboratorio
del Concreto
Premios Excelencia
en Concreto

www.asocreto.co

**Laboratorio
del Concreto:**

Calle 79B No. 51-45
PBX: (571) 610 0797
PBX: (571) 547 1700
Bogotá D.C., Colombia

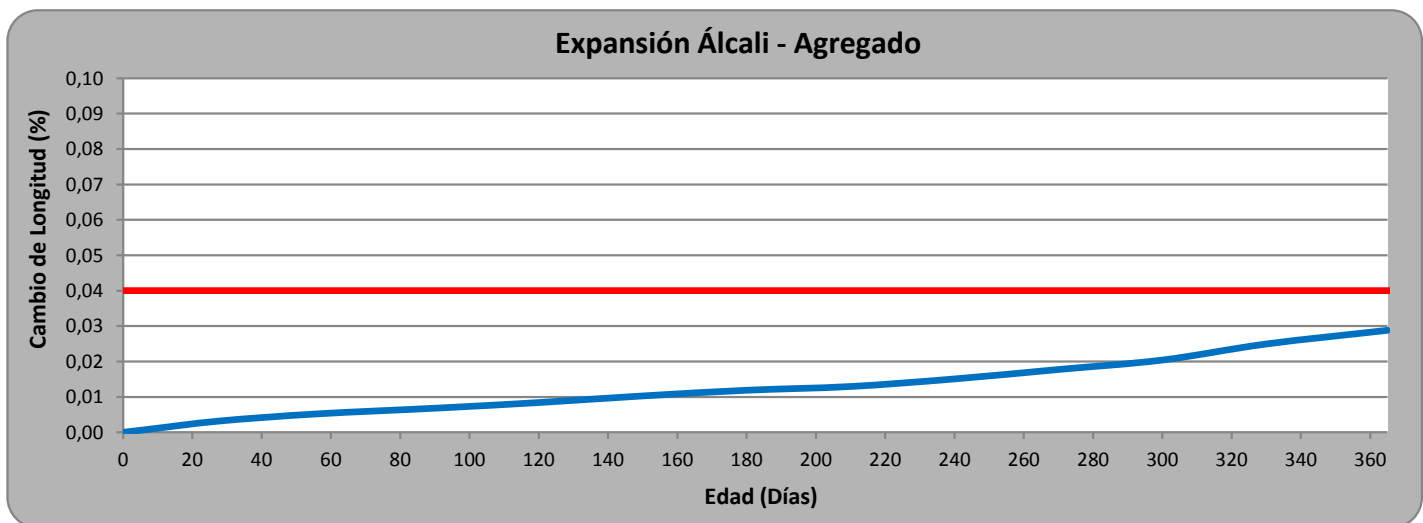


Laboratorio del Concreto

INFORME DE RESULTADOS

| | |
|---|--|
| Agregado Fino | Reductor de Agua |
| Tipo: Arena Gruesa a Evaluar | Tipo: Viscocrete 1110 PE |
| Fuente: Cantera La Poderosa - Lima Perú | Cantidad: 16,4 g |
| Agregado Grueso | Material Cementante |
| Tipo: Agregado No Reactivo | Tipo: ----- |
| Fuente: Gravillera Albania | Fuente: ----- |
| Gradación: Intermedia | Cantidad: ----- |
| Cemento | Datos de Mezcla de Concreto |
| Tipo: IP | Relación ^a/m^c: 0,45 |
| Fuente: Yura S.A.S. Lima - Perú | Asentamiento: 228 mm |
| Porcentaje de óxido de Potasio (K₂O): --- % | Rendimiento Y (m³): 0,01 |
| Porcentaje de óxido de Sodio (Na₂O): --- % | Contenido de Aire (%): 0,3 |
| Porcentaje Na₂O Equivalente: 2,82 % | Fecha de vaciado: 2015-04-15 |
| Hidróxido de Sodio (NaOH) Adicionado | Observaciones Generales: |
| Cantidad: 0,00 % | El Equivalente de Álcalis fue suministrado por el cliente. |

GRÁFICA DE EXPANSIÓN



OBSERVACIONES: **Ninguna.**

Sede Principal:
 Calle 103 No. 15-80
 PBX: (571) 618 0018
 PBX: (571) 756 0990
 Bogotá D.C., Colombia

www.asocreto.co

Laboratorio del Concreto:
 Calle 79B No. 51-45
 PBX: (571) 610 0797
 PBX: (571) 547 1700
 Bogotá D.C., Colombia

Laboratorio del Concreto

INFORME DE RESULTADOS

| Agregado Fino | |
|----------------|---------------------------------|
| Tipo: | Arena Gruesa a Evaluar |
| Fuente: | Cantera La Poderosa - Lima Perú |

| Agregado Grueso | |
|-------------------|----------------------|
| Tipo: | Agregado No Reactivo |
| Fuente: | Gravillera Albania |
| Gradación: | Intermedia |

| Cemento | |
|---|-------------------------|
| Tipo: | I |
| Fuente: | Yura S.A.S. Lima - Perú |
| Porcentaje de óxido de Potasio (K₂O): | --- % |
| Porcentaje de óxido de Sodio (Na₂O): | --- % |
| Porcentaje Na₂O Equivalente: | 0,72 % |
| Hidróxido de Sodio (NaOH) Adicionado | |
| Cantidad: | 0,12 % |

LECTURAS DE MEDICIONES

| Vigueta | 1 | 2 | 3 | |
|------------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|-----------------|
| Edad | Lectura inicial 1 día | | | |
| Fecha Lectura | 2015-04-16 | 2015-04-16 | 2015-04-16 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,576 | 0,576 | 0,576 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 1,881 | 0,658 | 1,423 | |
| Almacenamiento a 38.0 ± 2°C | | | | |
| Edad | 7 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-04-22 | 2015-04-22 | 2015-04-22 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,758 | 0,758 | 0,758 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 2,069 | 0,844 | 1,610 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 0,002 |
| Edad | 28 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-05-13 | 2015-05-13 | 2015-05-13 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,465 | 0,465 | 0,465 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 1,778 | 0,559 | 1,321 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,003 | 0,005 | 0,004 | 0,004 |
| Edad | 56 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-06-10 | 2015-06-10 | 2015-06-10 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,568 | 0,568 | 0,568 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 1,891 | 0,663 | 1,431 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,007 | 0,005 | 0,006 | 0,006 |
| Edad | 90 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-07-14 | 2015-07-14 | 2015-07-14 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,571 | 0,571 | 0,571 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 1,907 | 0,678 | 1,445 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,012 | 0,010 | 0,011 | 0,011 |
| Edad | 120 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-08-13 | 2015-08-13 | 2015-08-13 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,589 | 0,589 | 0,589 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 1,928 | 0,711 | 1,478 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,014 | 0,016 | 0,017 | 0,015 |
| Edad | 150 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-09-12 | 2015-09-12 | 2015-09-12 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,591 | 0,591 | 0,591 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 1,940 | 0,720 | 1,485 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,018 | 0,019 | 0,019 | 0,018 |

| Vigueta | 1 | 2 | 3 | |
|---------------------------|-----------------|--------------|--------------|-----------------|
| Edad | 180 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-10-12 | 2015-10-12 | 2015-10-12 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,595 | 0,595 | 0,595 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 1,955 | 0,728 | 1,497 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,022 | 0,020 | 0,022 | 0,021 |
| Edad | 210 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-11-11 | 2015-11-11 | 2015-11-11 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,594 | 0,594 | 0,594 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 1,960 | 0,737 | 1,503 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,024 | 0,024 | 0,025 | 0,025 |
| Edad | 240 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-12-11 | 2015-12-11 | 2015-12-11 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,595 | 0,595 | 0,595 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 1,968 | 0,743 | 1,509 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,027 | 0,026 | 0,027 | 0,027 |
| Edad | 270 días | | | |
| Fecha Lectura | 2016-01-10 | 2016-01-10 | 2016-01-10 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,603 | 0,603 | 0,603 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 1,984 | 0,765 | 1,521 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,030 | 0,032 | 0,028 | 0,030 |
| Edad | 300 días | | | |
| Fecha Lectura | 2016-02-09 | 2016-02-09 | 2016-02-09 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,604 | 0,604 | 0,604 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 1,994 | 0,773 | 1,532 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,034 | 0,035 | 0,032 | 0,034 |
| Edad | 330 días | | | |
| Fecha Lectura | 2016-03-10 | 2016-03-10 | 2016-03-10 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,605 | 0,605 | 0,605 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 2,006 | 0,774 | 1,547 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,038 | 0,035 | 0,038 | 0,037 |
| Edad | 365 días | | | |
| Fecha Lectura | 2016-04-14 | 2016-04-14 | 2016-04-14 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,606 | 0,606 | 0,606 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 2,013 | 0,789 | 1,563 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,041 | 0,040 | 0,044 | 0,042 |

OBSERVACIONES: **Ninguna.**

Sede Principal:

Calle 103 No. 15-80

PBX: (571) 618 0018

PBX: (571) 756 0990

Bogotá D.C., Colombia

Noticreto
Biblioteca
del Concreto

Instituto
del Concreto
Reunión
del Concreto

Laboratorio
del Concreto
Premios Excelencia
en Concreto

www.asocreto.co

**Laboratorio
del Concreto:**

Calle 79B No. 51-45

PBX: (571) 610 0797

PBX: (571) 547 1700

Bogotá D.C., Colombia



INFORME DE RESULTADOS

| Agregado Fino |
|--|
| Tipo: Arena Gruesa a Evaluar |
| Fuente: Cantera La Poderosa - Lima Perú |

| Reductor de Agua |
|---------------------------------|
| Tipo: Viscocrete 1110 PE |
| Cantidad: 16,4 g |

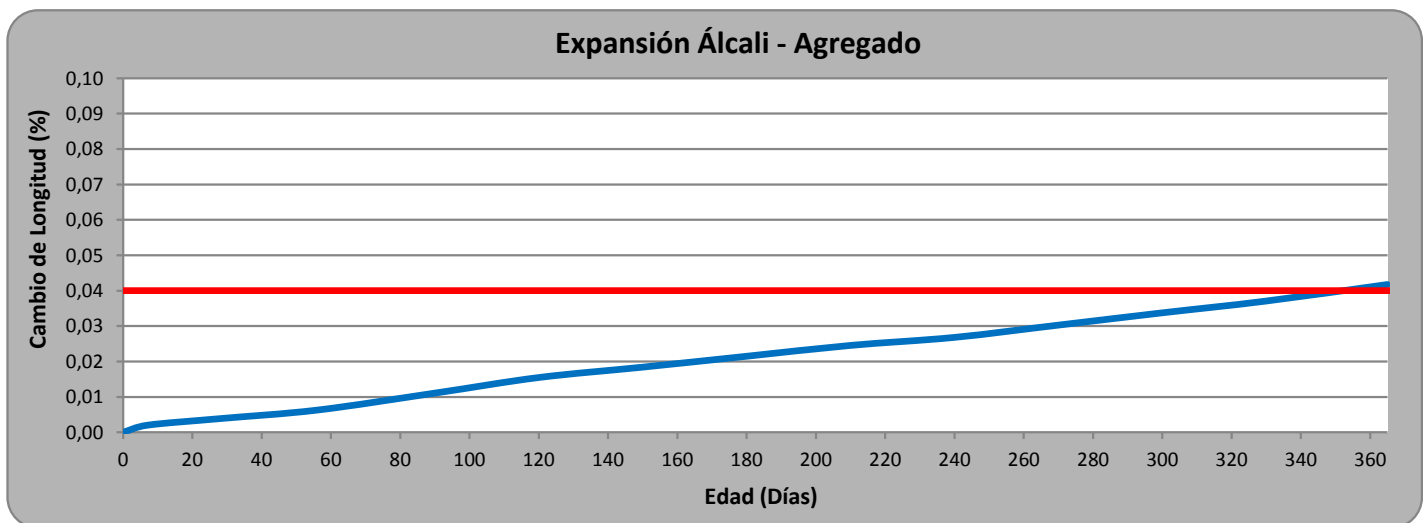
| Agregado Grueso |
|-----------------------------------|
| Tipo: Agregado No Reactivo |
| Fuente: Albania |
| Gradación: Intermedia |

| Material Cementante |
|------------------------|
| Tipo: ----- |
| Fuente: ----- |
| Cantidad: ----- |

| Cemento |
|---|
| Tipo: I |
| Fuente: Yura S.A.S. Lima - Perú |
| Porcentaje de óxido de Potasio (K₂O): --- % |
| Porcentaje de óxido de Sodio (Na₂O): --- % |
| Porcentaje Na₂O Equivalente: 0,72 % |
| Hidróxido de Sodio (NaOH) Adicionado |
| Cantidad: 0,12 % |

| Datos de Mezcla de Concreto |
|--|
| Relación ^a/mc: 0,45 |
| Asentamiento: 200 mm |
| Rendimiento Y (m³): 0,01 |
| Contenido de Aire (%): 0,1 |
| Fecha de vaciado: 2015-04-15 |
| Observaciones Generales: |
| El Equivalente de Álcalis fue suministrado por el cliente. |

GRÁFICA DE EXPANSIÓN



OBSERVACIONES: **Ninguna.**

Sede Principal:
Calle 103 No. 15-80
PBX: (571) 618 0018
PBX: (571) 756 0990
Bogotá D.C., Colombia

www.asocreto.co

**Laboratorio
del Concreto:**
Calle 79B No. 51-45
PBX: (571) 610 0797
PBX: (571) 547 1700
Bogotá D.C., Colombia

Laboratorio del Concreto

INFORME DE RESULTADOS

| Agregado Fino | |
|----------------|---------------------------------|
| Tipo: | Arena Gruesa a Evaluar |
| Fuente: | Cantera La Poderosa - Lima Perú |

| Agregado Grueso | |
|-------------------|----------------------|
| Tipo: | Agregado No Reactivo |
| Fuente: | Gravillera Albania |
| Gradación: | Intermedia |

| Cemento | |
|---|-------------------------|
| Tipo: | HE |
| Fuente: | Yura S.A.S. Lima - Perú |
| Porcentaje de óxido de Potasio (K₂O): | --- % |
| Porcentaje de óxido de Sodio (Na₂O): | --- % |
| Porcentaje Na₂O Equivalente: | 1,58 % |
| Hidróxido de Sodio (NaOH) Adicionado | |
| Cantidad: | 0,00 % |

LECTURAS DE MEDICIONES

| Vigueta | 1 | 2 | 3 |
|----------------------|-----------------------|------------|------------|
| Edad | Lectura inicial 1 día | | |
| Fecha Lectura | 2015-04-17 | 2015-04-17 | 2015-04-17 |
| Lect Referencia (mm) | 0,606 | 0,606 | 0,606 |
| Lectura Vigueta (mm) | 3,706 | 3,422 | 2,190 |

| Almacenamiento a 38.0 ± 2°C | | | | |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| 7 días | | | | |
| Edad | 7 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-04-23 | 2015-04-23 | 2015-04-23 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,762 | 0,762 | 0,762 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 3,868 | 3,580 | 2,348 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,002 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |

| | | | | |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| Edad | 28 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-05-14 | 2015-05-14 | 2015-05-14 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,469 | 0,469 | 0,469 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 3,576 | 3,289 | 2,057 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,003 | 0,002 | 0,002 | 0,002 |

| | | | | |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| Edad | 56 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-06-11 | 2015-06-11 | 2015-06-11 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,601 | 0,601 | 0,601 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 3,713 | 3,430 | 2,195 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,005 | 0,005 | 0,004 | 0,005 |

| | | | | |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| Edad | 90 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-07-15 | 2015-07-15 | 2015-07-15 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,590 | 0,590 | 0,590 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 3,727 | 3,436 | 2,207 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,015 | 0,012 | 0,013 | 0,013 |

| | | | | |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| Edad | 120 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-08-14 | 2015-08-14 | 2015-08-14 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,583 | 0,583 | 0,583 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 3,743 | 3,449 | 2,215 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,024 | 0,020 | 0,019 | 0,021 |

| | | | | |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| Edad | 150 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-09-13 | 2015-09-13 | 2015-09-13 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,584 | 0,584 | 0,584 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 3,752 | 3,471 | 2,236 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,027 | 0,028 | 0,027 | 0,028 |

| Vigueta | 1 | 2 | 3 | |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------------|
| Edad | 180 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-10-13 | 2015-10-13 | 2015-10-13 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,585 | 0,585 | 0,585 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 3,765 | 3,484 | 2,246 | |
| Cambio Longitud(%) | 0,032 | 0,033 | 0,031 | Promedio 0,032 |

| | | | | |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| Edad | 210 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-11-12 | 2015-11-12 | 2015-11-12 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,586 | 0,586 | 0,586 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 3,774 | 3,493 | 2,258 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,035 | 0,036 | 0,035 | 0,036 |

| | | | | |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| Edad | 240 días | | | |
| Fecha Lectura | 2015-12-12 | 2015-12-12 | 2015-12-12 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,588 | 0,588 | 0,588 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 3,788 | 3,501 | 2,269 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,040 | 0,039 | 0,039 | 0,039 |

| | | | | |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| Edad | 270 días | | | |
| Fecha Lectura | 2016-01-11 | 2016-01-11 | 2016-01-11 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,586 | 0,586 | 0,586 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 3,799 | 3,511 | 2,280 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,045 | 0,044 | 0,044 | 0,044 |

| | | | | |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| Edad | 300 días | | | |
| Fecha Lectura | 2016-02-10 | 2016-02-10 | 2016-02-10 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,590 | 0,590 | 0,590 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 3,812 | 3,524 | 2,293 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,049 | 0,047 | 0,048 | 0,048 |

| | | | | |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| Edad | 330 días | | | |
| Fecha Lectura | 2016-03-11 | 2016-03-11 | 2016-03-11 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,588 | 0,588 | 0,588 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 3,819 | 3,531 | 2,301 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,052 | 0,051 | 0,052 | 0,052 |

| | | | | |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|
| Edad | 365 días | | | |
| Fecha Lectura | 2016-04-15 | 2016-04-15 | 2016-04-15 | |
| Lect Referencia (mm) | 0,588 | 0,588 | 0,588 | |
| Lectura Vigueta (mm) | 3,822 | 3,538 | 2,314 | Promedio |
| Cambio Longitud(%) | 0,054 | 0,054 | 0,057 | 0,055 |

OBSERVACIONES: **Ninguna.**

Sede Principal:

Calle 103 No. 15-80

PBX: (571) 618 0018

PBX: (571) 756 0990

Bogotá D.C., Colombia

Noticreto
Biblioteca
del Concreto

Instituto
del Concreto
Reunión
del Concreto

Laboratorio
del Concreto
Premios Excelencia
en Concreto

www.asocreto.co

**Laboratorio
del Concreto:**

Calle 79B No. 51-45

PBX: (571) 610 0797

PBX: (571) 547 1700

Bogotá D.C., Colombia



INFORME DE RESULTADOS

| Agregado Fino |
|--|
| Tipo: Arena Gruesa a Evaluar |
| Fuente: Cantera La Poderosa - Lima Perú |

| Reductor de Agua |
|---------------------------------|
| Tipo: Viscocrete 1110 PE |
| Cantidad: 16,4 g |

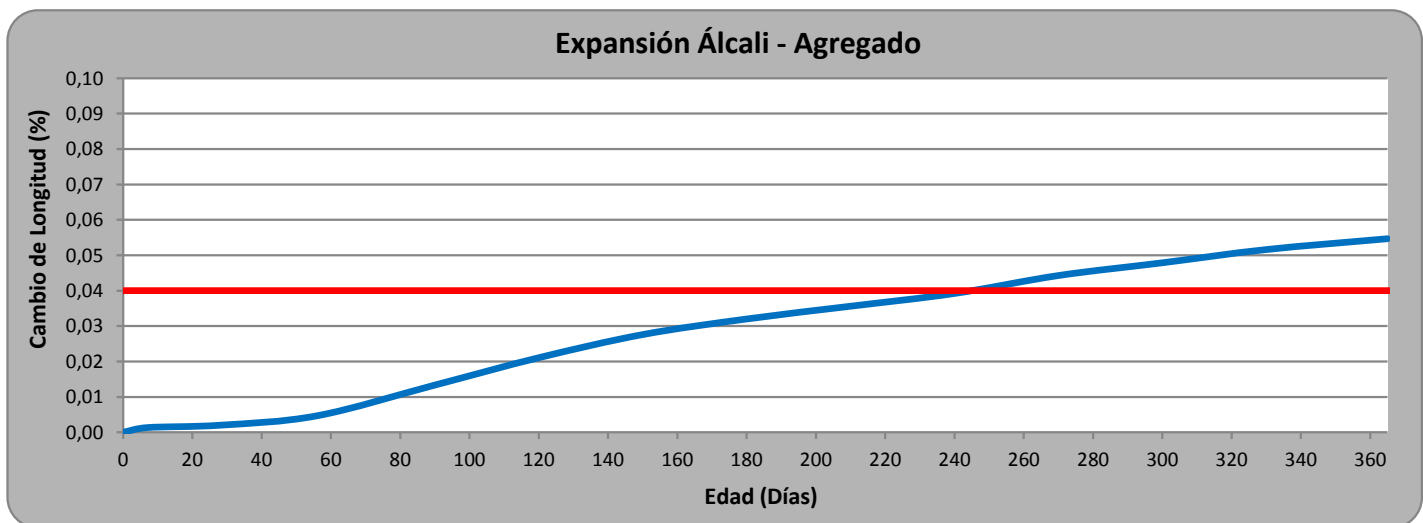
| Agregado Grueso |
|-----------------------------------|
| Tipo: Agregado No Reactivo |
| Fuente: Gravillera Albania |
| Gradación: Intermedia |

| Material Cementante |
|----------------------------|
| Tipo: ----- |
| Fuente: ----- |
| Cantidad: ----- |

| Cemento |
|---|
| Tipo: HE |
| Fuente: Yura S.A.S. Lima - Perú |
| Porcentaje de óxido de Potasio (K₂O): --- % |
| Porcentaje de óxido de Sodio (Na₂O): --- % |
| Porcentaje Na₂O Equivalente: 1,58 % |
| Hidróxido de Sodio (NaOH) Adicionado |
| Cantidad: 0,00 % |

| Datos de Mezcla de Concreto |
|--|
| Relación ^a/mc: 0,45 |
| Asentamiento: 100 mm |
| Rendimiento Y (m³): 0,01 |
| Contenido de Aire (%): 0,3 |
| Fecha de vaciado: 2015-04-16 |
| Observaciones Generales: |
| El Equivalente de Álcalis fue suministrado por el cliente. |

GRÁFICA DE EXPANSIÓN



OBSERVACIONES: **Ninguna.**

Sede Principal:
Calle 103 No. 15-80
PBX: (571) 618 0018
PBX: (571) 756 0990
Bogotá D.C., Colombia

NotiCreto
Biblioteca del Concreto

Instituto del Concreto
Reunión del Concreto

Laboratorio del Concreto
Premios Excelencia en Concreto

www.asocreto.co

Laboratorio del Concreto:
Calle 79B No. 51-45
PBX: (571) 610 0797
PBX: (571) 547 1700
Bogotá D.C., Colombia