



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS ACELERANTES
DE FRAGUA SOBRE LA RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN Y TIEMPO DE FRAGUADO DE UN
CONCRETO REALIZADO BAJO CLIMA CÁLIDO
TRUJILLO. 2019

Tesis para optar el título profesional de:
INGENIERO CIVIL

Autores:

Br. Deyver Moises Huamaní Alcalde

Br. Luis Anthony Solon Reyes

Asesor:

Mg. Ing. Wiston Henry Azañedo Medina

Trujillo - Perú

2019

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis padres Lucy Maribel Reyes Loyaga y Andrés Alvarado Campos por el apoyo brindado a lo largo de mi carrera universitaria y en especial en el desarrollo de esta tesis.

Luis Anthony Solon Reyes.

Dedico este trabajo de investigación a mi madre Elisa Alcalde Quiroz y a mi hermana Nayely Huamaní Alcalde por la paciencia y apoyo brindado a lo largo de este proyecto de investigación y en mi carrera universitaria.

Deyver Moises Huamaní Alcalde

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindarnos salud y fortaleza a lo largo de nuestra vida universitaria y en especial en el desarrollo de este trabajo de investigación.

A nuestros familiares, por el apoyo constante brindado en estos años de universidad.

A nuestro asesor, Mg. Ing. Wiston Henry Azañedo Medina por guiarnos a lo largo de la investigación y resolver las dudas que se presentaron a lo largo del desarrollo de la tesis.

A nuestro amigo, Francisco Javier García Tabaco, por apoyarnos en el desarrollo de la tesis.

A los asistentes de laboratorio de ingeniería civil, Wesley Leonardo, Gregorio Ganoza y Ower Carnero por facilitarnos los horarios y los equipos de laboratorio.

A nuestros amigos Johan Pérez, Kevin Vásquez, Mercy Pérez, Vanessa Díaz, Diego Sánchez, José Sánchez, Manfredo Mogrovejo, Denis Fernández, Deborah Ayala, Paola Castillo, Christian Cuadrao, Holly Rivera y Junior Díaz, por brindarnos su amistad sincera y por los momentos compartidos que hicieron placentera nuestra estadía en la universidad.

INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS ACELERANTES DE FRAGUA SOBRE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y TIEMPO DE FRAGUADO DE UN CONCRETO REALIZADO BAJO CLIMA CÁLIDO EN LA CIUDAD DE TRUJILLO, 2019

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	30
2.1. Tipo de investigación	30
2.2. Población	30
2.3. Muestra	31
2.4. Unidad de estudio	32
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	32
2.6. Técnicas e instrumentos de análisis de datos.	33
2.7. Diagrama del proceso experimental.	34
2.8. Procedimiento experimental.	35
2.8.1. Selección de las materias primas.	35
2.8.2. Pruebas piloto.	35
2.8.3. Elaboración del concreto.	35
2.8.4. Ensayos realizados.	36
2.8.4.1. Asentamiento de concreto fresco con el cono de Abrams	36
2.8.4.2. Temperatura del concreto fresco.	37
2.8.4.3. Peso unitario del concreto fresco.	38
2.8.4.4. Elaboración y curado de testigos de concreto.	39
2.8.4.5. Resistencia a la compresión de testigos de concreto.	40
2.8.4.6. Fragua del concreto, método del penetrómetro.	42

CAPÍTULO III. RESULTADOS	43
3.1. Caracterización de agregados	43
3.2. Diseño de mezcla	46
3.3. Asentamiento del concreto en estado fresco	47
3.4. Temperatura del concreto en estado fresco	48
3.5. Peso unitario del concreto en estado fresco	49
3.6. Tiempo de fraguado del concreto	50
3.7. Resistencia a la compresión	52
3.8. Análisis de precios unitarios del concreto adicionado	56
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	59
4.1. DISCUSIÓN	59
4.1.1. Resistencia a la compresión	59
4.1.2. Tiempo de fraguado	63
4.1.3. Temperatura	64
4.1.4. Costos	65
4.1.5. Análisis estadístico	66
4.2. CONCLUSIONES	69
RECOMENDACIONES	71
REFERENCIAS	72
1. Guías de observación	75
2. Cálculos resistencia a la compresión	87
3. Cálculos tiempo de fraguado	105
4. Análisis estadístico utilizando el programa IBM SPSS Statistics 26	132
5. Panel fotográfico	148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Hipótesis específica 1	25
Tabla 2. Hipótesis específica 2	26
Tabla 3. Hipótesis específica 3	26
Tabla 4. Hipótesis específica 4	27
Tabla 5. Hipótesis específica 5	27
Tabla 6. Hipótesis específica 6	28
Tabla 7. Hipótesis específica 7	28
Tabla 8. Hipótesis específica 8	29
Tabla 9. Calculo del número de muestra utilizadas en la investigación.	31
Tabla 10. Principales características del agregado grueso.	43
Tabla 11. Principales características del agregado fino.	43
Tabla 12. Análisis granulométrico del agregado grueso.	44
Tabla 13. Análisis granulométrico del agregado fino.	45
Tabla 15. Análisis de costos unitarios del concreto patrón.	56
Tabla 16. Análisis de costos unitarios del concreto adicionado con Sika Rapid® 1.	57
Tabla 17. Análisis de costos unitarios del concreto adicionado con Z Fragua #5.	58
Tabla 18. Comparación de los tiempos de fraguado inicial y final de los concretos adicionados con acelerante.	64
Tabla 19. Comparación entre el precio del concreto sin adición y los concretos adicionados.	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Esquemas de representación de los grupos de estudio de la investigación.	30
Figura 2 Medidas de los testigos de concreto a utilizar	32
Figura 3 Ejemplo de instrumento de análisis de datos ANOVA.	33
Figura 4 Ensayo de asentamiento del concreto fresco con el cono de Abrams.	37
Figura 5 Ensayo de temperatura del concreto fresco.	37
Figura 6 Ensayo de peso unitario del concreto fresco.	39
Figura 7 Elaboración de testigos de concreto.	40
Figura 8 Resistencia a la compresión de testigos de concreto.	41
Figura 9 Curva granulométrica del agregado grueso	44
Figura 10 Curva granulométrica del agregado fino.	45
Figura 11 Diseño se mezcla siguiendo el comité A.C.I. 211	46
Figura 12 Resultados del asentamiento del concreto fresco	47
Figura 13 Resultados de la temperatura del concreto fresco	48
Figura 14 Resultados del peso unitario del concreto en estado fresco	49
Figura 15 Resultados del tiempo de fraguado del aditivo Sika Rapid® 1	50
Figura 16 Resultados del tiempo de fraguado del aditivo Z fragua #5	51
Figura 17 Resultados de la resistencia a la compresión a tres días de edad	52
Figura 18 Resultados de la resistencia a la compresión a siete días de edad.....	53
Figura 19 Resultados de la resistencia a la compresión a catorce días de edad.....	54
Figura 20 Resultados de la resistencia a la compresión a veintiocho días de edad	55
Figura 21 Incidencia de los aditivos acelerantes al 1.0 % en la resistencia a la compresión del concreto a diferentes edades.	61
Figura 22 Incidencia de los aditivos acelerantes al 1.5 % en la resistencia a la compresión del concreto a diferentes edades	62

Figura 23 Incidencia de los aditivos acelerantes al 2.0 % en la resistencia a la compresión del concreto a diferentes edades	62
Figura 24 Incidencia de los aditivos acelerantes al 2.5 % en la resistencia a la compresión del concreto a diferentes edades	63
Figura 25 Prueba de normalidad IBM SPSS Statistics V.26	67
Figura 26 Prueba de homogeneidad de la varianza IBM SPSS Statistics V.26.....	67
Figura 27 Análisis de la varianza IBM SPSS Statistics V.26	68
Figura 28 Prueba de HSD Tukey IBM SPSS Statistics V.26	68

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Peso unitario del concreto en estado fresco.	38
Ecuación 2 Resistencia a la compresión de testigos de concreto.....	41
Ecuación 3 Resistencia penetración del concreto.	42

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La construcción es considerada a nivel mundial dentro de las actividades económicas más demandantes de mano de obra y ejerce un efecto multiplicador en la economía, ya que es uno de los sectores productivos que más aporta al crecimiento de los países y regiones. (Federación Interamericana de la Industria de la Construcción , 2015)

El último análisis mundial del sector de construcción a largo plazo pronostica que la producción mundial aumentará en un 85% hasta 2030, creciendo US\$8.000 millones para alcanzar US\$15.500 millones, impulsado principalmente por el crecimiento en China, India y Estados Unidos, el cual representa el 57%. Esto a su vez está polarizando la demanda de plantas y maquinaria nuevas y usadas en estos tres mercados, que son seguidos de cerca por Indonesia, Reino Unido, México, Canadá y Nigeria. El pronóstico también dice que para el año 2025 Reino Unido será el mercado más grande de Europa, impulsado principalmente por mega proyectos de infraestructura a medio y largo plazo, superando a Alemania y convirtiéndose en el sexto mercado de construcción más grande del mundo. China es actualmente el mayor mercado de construcción a nivel mundial pero sus actividades en infraestructura e industrialización se están debilitando y la creciente caída en el sector residencial provoca un impacto mayor, por lo que el mercado se enfriará y para el año 2030 éste debería tener un valor total de US\$4.100.000 millones. La transición de China hacia un mercado de consumidores y de servicios también proporciona una oportunidad de crecimiento en nuevos tipos de construcción, incluyendo el sector médico, educativo e infraestructura social, así como el sector de venta minorista y el de productos de consumo masivo. (Pedrosa, 2016)

De acuerdo al Ranking 2013 del tamaño del sector construcción, elaborado por la Federación Interamericana de la Industria de la Construcción (FIIC), Brasil se encuentra en el puesto N°1 en Latinoamérica, teniendo una inversión de 121,343.74 millones de dólares en cuanto a bienes y servicios producidos por ese sector. (Federación Interamericana de la Industria de la Construcción , 2015)

La fabricación de concreto premezclado, en condiciones climáticas extremas, ya sean de altas temperaturas o de bajas temperaturas, influye de manera directa en sus características en cualquier etapa del mismo: mezclado, transporte, colocación, curado, así como en las propiedades físicas y mecánicas. Ello constituye una preocupación tanto para los fabricantes como para los constructores, por las evidentes consecuencias negativas que puede tener. (Ortiz Lozano, Aguado de Cea, Zermeño de León, & Alonso Farrera, 2007)

En Panamá existen ciertas normas y especificaciones con las cuales controlan la calidad del concreto, éstas, se rigen al Comité de ACI 318-19 y establecen claramente los procedimientos que deben tomarse en cuenta para la selección de los materiales, dosificación de la mezcla de concreto, producción, manejo, instalación y curado. Este comité también considera las investigaciones recopiladas y publicadas por otros comités del ACI.

Para el diseño del concreto, se utilizan las recomendaciones de dosificación dadas por el comité ACI 211-91. En cuanto a análisis estadísticos, se utilizan las recomendaciones del comité ACI 214-11. Para la confección de las muestras y las pruebas de laboratorio, se hace referencia a las normas ASTM. Las normas mencionadas han sido adoptadas directa o indirectamente por Reglamento Estructural Panameño (REP- 04). Por lo tanto, deben

ser la guía obligatoria para asegurar un concreto con las características especificadas. (Patiño, 2005)

En Estados Unidos el concreto cada año tiene un mayor avance tecnológico, esta se requiere en el uso de estructuras con características particulares, en las cuales usan otros materiales que trabajen en conjunto con el concreto, de esta manera las estructuras tengan mejores características y mejoren las propiedades, por otro lado, todo este avance tecnológico es regularizado por las normas ACI y ASTM, en las cuales indican los ensayos y materiales a emplear para verificar la calidad del concreto, comprobando su resistencia, análisis y diseño, entre otros. Por otro lado, se sabe que el tiempo de fraguado se rige de acuerdo a la ASTM C 403. (Ideker & Radlinska, 2010)

En el siguiente trabajo de investigación “Las características del efecto de los aditivos Chema y Sika en la ciudad del Cusco para acelerar el tiempo de fragua en concretos expuestos a climas alto andinos, difieren en tiempo de fragua, resistencia a la compresión y costos”, se determinó que al trabajar con una proporción máxima de aditivo Sika 3, en el séptimo día la resistencia del concreto llega a 146.83 kg/cm², disminuyendo la resistencia en 8.86 kg/cm², al día 14 la resistencia es de 138.17 kg/cm², esto refleja una clara disminución de la resistencia a la compresión, no cumpliendo con el diseño de mezcla de $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. (Ponce Córdova, 2016)

En la investigación “Estudio de la influencia de aditivos acelerantes sobre las propiedades del concreto”, llevada a cabo en la ciudad de Lima - Perú, emplea el acelerante Plastocrete 161 FL, el cual tiene como componente principal al nitrato de calcio el cual actúa sobre los aluminatos del cemento tipo I y II, el cemento tipo II, por ser de bajo calor de hidratación, ocasiona el mejor desempeño del aditivo. (Torres Alayo, 2004)

En la investigación “Influencia de los aditivos TIPO C según ASTM C494-17, dosificación y curado sobre la compresión, trabajabilidad y fraguado en un concreto convencional, Trujillo-2018”, se concluye que el mejor porcentaje en el cual trabajan los acelerantes con relación al concreto es del 3% ya que al 4% la mezcla de concreto alcanza un estado fluido, lo cual puede generar problemas en la segregación y exudación del concreto. (Lara Sanchez, 2018)

Según (Gómez Ari, 2009) en su estudio: “Efectos sobre las propiedades del concreto por el uso de dos aditivos, un acelerante de fragua y un plastificante” busca determinar, mediante ensayos de laboratorio, los efectos del empleo de dos aditivos: un plastificante reductor de agua y un aditivo acelerante de fragua, en las propiedades del concreto en su estado fresco y endurecido. Los aditivos empleados son: el aditivo plastificante reductor de agua Plastiment HE, y el aditivo acelerante de fragua Plastocrete 161 HE, distribuidas por la firma SIKA PERU S.A.

(Ponce Córdova, 2016) en su estudio: “El Estudio comparativo del efecto de aditivos Chema y Sika aceleradores de fragua en la ciudad del Cusco, en concretos expuestos a climas alto andinos” , tienen como objetivo identificar las características de los dos aditivos de marca Chema y Sika aceleradores de fragua en concretos expuestos a climas alto andino, evaluando el tiempo de fragua, resistencia a la compresión y diferencia de costos del concreto, utilizando una proporción mínima, media y máxima de aditivo acelerante, recomendado por cada fabricante. Cuando la temperatura ambiente desciende bajo los 5°C, el concreto puede sufrir daño considerable, esto ocurre cuando la temperatura decrece al punto que el agua contenida en mezclas frescas o en concretos jóvenes se congela, es por este motivo que se recomienda el uso de aditivos acelerantes

de fragua comercializados en la ciudad del Cusco en concretos expuestos a climas alto andinos.

(Tengan, 2011) en su estudio: “Análisis comparativo de aditivos acelerantes de fragua libres de Alcalis para concreto proyectado o Shotcrete”, tiene como objetivo obtener un diseño de mezcla para shotcrete óptimo balanceando los factores de calidad y costo, los cuales conllevan a realizar un estudio comparativo entre las diferentes opciones de aditivos acelerantes de fragua existentes en el mercado, los resultados obtenidos de los ensayos de compresión indican que, a pesar de que los 3 aditivos utilizados en el estudio cumplen con las Especificaciones Técnicas del proyecto, el aditivo Meyco SA160 logra optimizar los costos por metro cúbico de shotcrete.

(Alva Ortega & Aguilar Purizaga, 2012) en su estudio: “Estudio comparativo de aditivos para acelerar el tiempo de fragua del concreto en zonas alto andinas” consideran como zona de estudio el Pueblo de Catac, lugar donde se ha realizado la presente investigación y se ha determinado el uso de aditivos acelerante de fragua como el Cherna 3 obteniendo un tiempo promedio de fraguado inicial del concreto de 97 minutos y el Sika 3 de 100 minutos, por lo que llegamos a la conclusión que el mejor aditivo en acelerar el tiempo de fraguado inicial del concreto es el Chema 3 siendo su costo 40% menos que el Sika 3, por lo que la hipótesis de la presente investigación es aceptada. Y es así como de este modo las zonas de menores recursos podrán contar con una construcción de calidad a un precio razonable y sin tantas dificultades por el clima.

En el Perú los aditivos químicos se introdujeron aproximadamente a fines de la década de los años 50. En la década siguiente, se introdujeron los primeros aditivos superplastificantes, revolucionando la tecnología del concreto en esa época, ya que se

crearon concretos fluidos y de alta resistencia para la construcción de elementos esbeltos y de fina apariencia.

Las variaciones climáticas tienen gran influencia en el comportamiento de la mezcla cuando no se hace uso de aditivos. Cuando depende solo del concreto, éste puede estar trabajando en un sitio cálido y a las dos horas ya no sirve la mezcla; sin embargo, en un sitio frío, pueden pasar más de ocho horas y este no llega a endurecer.

El costo y el tiempo de ejecución se encuentran ligados con la seguridad; por ello, es necesario tener un proceso de fraguado lo más rápido posible, ya que de ello depende la ausencia de holguras en las distintas actividades programadas. (Dávila Pablo & Fabián Santiváñez, 2013)

El uso de aditivos en el concreto se ha vuelto muy frecuente en la actualidad, debido a que el concreto con aditivos nos da resultados que no pueden ser logrados por otros métodos y de forma tan económica; esto se debe a que, el uso de aditivos acelerantes en la elaboración de concreto origina una reducción en el tiempo de fraguado y mejores resultados en la resistencia a la compresión del concreto a edades tempranas. El estudio de los aditivos acelerantes es constante, ya que existen en el mercado diversidad de estos productos que son ofrecidos por distintas marcas, sin embargo, no siempre se obtienen los resultados deseados, y en su mayoría, no cumplen todos los requisitos técnicos especificados en las normas. (Torres Alayo, 2004)

De acuerdo a lo señalado anteriormente, es necesario realizar un estudio general del comportamiento de los aditivos acelerantes con la finalidad de brindar la confianza suficiente para su aplicación.

Los aditivos contribuyen a mejorar algunas de las propiedades del concreto, por lo que mejoran su calidad con un incremento en el costo por metro cúbico de mezcla. Sin

embargo, este aumento se ve reflejado en la facilidad de manipulación y calidad que se obtiene al emplearlos.

Debido a estos motivos es que se propone investigar más a fondo sobre la resistencia a la compresión del concreto empleando distintas marcas de aditivos acelerantes, para poder hacer un análisis de los resultados.

1.2. Antecedentes

1.2.1. “Influencia del porcentaje y tipo de acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de un concreto de rápido fraguado”

En la investigación de Baca & Boy (2015), se propone evaluar la influencia que tiene el porcentaje y el tipo de aditivo acelerante sobre la resistencia a la compresión de un concreto de rápido fraguado. Se evaluaron cinco porcentajes de aditivo (1, 2, 3, 4, y 5%) y se elaboraron cinco testigos de concreto por cada porcentaje, esto para ambas marcas (Sika y Chema), obteniendo así, sesenta especímenes de concreto de 6 x 12” que fueron ensayados a los 7 días de edad. Se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión, tiempo de fraguado, calorimetría y temperatura del concreto. Se determinó que con 4% de aditivo acelerante Sika 3 se presentó la mejor resistencia a la compresión a los 7 días de edad, siendo esta de 209.3 kg/cm²; por encima de la resistencia a la compresión de las probetas patrón, la cual fue de 164.3 kg/cm².

Esta investigación nos brindó una idea sobre los posibles porcentajes de adición de aditivo acelerante para la elaboración de los especímenes de concreto, así como también, las edades a las cuales se tendrían que ensayar los mismos.

1.2.2. “Tiempos de fraguado, consistencia y propiedades mecánicas de hormigón de ultra alta resistencia con fibras (UHPFRC)”

En la investigación de Giménez, Torres, & Serna (2018), se desarrollaron dosificaciones de concreto de ultra alta resistencia con fibras, de manera que puedan ser utilizados con la técnica de puesta en obra de la proyección. Se analizaron diferentes tipos de aditivos (plastificantes y acelerantes), así como también, diferentes tiempos de fraguado de manera que se obtengan tiempos de fraguado ultra rápidos y altas resistencias mecánicas iniciales. Se estudió, además, la trabajabilidad, la consistencia, el tiempo de fraguado y las resistencias mecánicas. Los resultados mostraron dosificaciones con tiempos de inicio de fraguado inferior a un minuto y muy buenas propiedades mecánicas a las 24 horas, sin afectar la resistencia a los 28 días. De este modo, se proponen diferentes utilidades de estas mezclas, teniendo en cuenta el nuevo contexto en el campo de la construcción, con la aparición de nuevas técnicas de puesta en obra del concreto.

Esta investigación aportó para dar a conocer sobre los ensayos necesarios, de manera que se pueda obtener una información más general sobre la influencia del aditivo en la mezcla de concreto.

1.2.3. “Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivos acelerante de fragua en zonas alto andinas en Huánuco”

En la investigación de Apolinario (2017), se realizó la comparación de especímenes de concreto elaborados a edades de 3, 7, 14 y 28 días con aditivo acelerante de fragua en condiciones de climas fríos en Huánuco para obtener

una mezcla de concreto de 210 kg/cm^2 . Para lograr dicho objetivo, se reunieron todos los materiales necesarios (agregados, cemento, aditivos) y se realizó el diseño de mezcla; posteriormente se hicieron los ensayos a los agregados siguiendo la norma NTP N°400.037, también se realizaron las pruebas de asentamiento siguiendo la norma NTP N°339.045 y finalmente se realizó el ensayo de resistencia a la compresión tal como lo establece la norma N°339.034. Los resultados mostraron que los aditivos tuvieron un comportamiento en la elaboración de la mezcla y en la resistencia a edades ensayadas, en donde el concreto sin aditivo acelerante presentó menores resultados que los esperados en la resistencia a la compresión y el concreto con aditivo acelerante, por lo contrario, obtuvo resultados iguales y mayores a los esperados en los días ensayados.

Esta investigación aportó para dar a conocer sobre la influencia del clima sobre la resistencia a la compresión del concreto, además, nos indica que se debe tener en cuenta no solo el costo unitario del aditivo, sino también los siguientes aspectos: incremento de la trabajabilidad, capacidad reductora de agua, resistencia temprana, retraso de fraguado, resistencia a largo plazo, incorporación de aire y presencia de otros aditivos químicos, de manera que se obtengan los resultados que más se adecuen a los intereses de los usuarios.

1.2.4. “Estudio de la influencia de aditivos acelerantes sobre las propiedades del concreto”

En la investigación de Torres (2004), se pretende evaluar los efectos del aditivo acelerante Plastocrete 161 FL, sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido. Para esto se tuvo como referencia a la NTP 334.088 donde se especifican los requisitos más importantes para aditivos acelerantes; los factores

de estudio en dicha investigación fueron el porcentaje de aditivo acelerante, el tipo de cemento y la relación agua/cemento.

Para cada una de las relaciones a/c de 0.40 y 0.60 se usaron los cementos del tipo I y II Andino, además se emplearon porcentajes de aditivo de 3, 4 y 5% en función al peso del cemento, obteniendo así 16 diseños de mezcla diferentes; el concreto fue diseñado con una trabajabilidad media (slump de 3 a 4”) y se evaluó la consistencia, el peso unitario, el contenido de aire, la exudación, el tiempo de fragua, la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión. Los resultados obtenidos, mostraron que las resistencias mecánicas fueron las adecuadas para edades de 7 días, pero no para edades de 1 y 3 días. Asimismo, se determinó que la capacidad de generación de calor de hidratación de cada tipo de cemento, generó diferencias significativas entre los resultados obtenidos para el tiempo de fraguado.

Esta investigación aportó para dar a conocer sobre la importancia de la capacidad de generación de calor de hidratación del cemento, teniendo en cuenta que se trabajará en una zona de clima cálido.

1.2.5. “Análisis comparativo de aditivos acelerantes de fragua libres de álcalis para concreto proyectado o shotcrete”

En la investigación de Tengan (2011), se propone obtener un diseño de mezcla óptimo de shotcrete balanceando los conceptos de calidad y costos. Para lo cual se evaluaron tres marcas de aditivos: Sika, EUCO y BASF, con tres porcentajes distintos (4, 6 y 8%) y realizando ensayos a las 8 horas, 1, 3, 7 y 28 días de edad, para lo cual se hizo uso de cinco testigos cúbicos de 5 cm de lado por cada marca y porcentaje de aditivo, así como también por cada edad, obteniéndose 225

testigos de shotcrete. Posteriormente se realizaron ensayos de asentamiento, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y temperatura del concreto, de este modo se determinó que todos los aditivos cumplieran con los requerimientos de resistencia del proyecto, sin embargo, los mejores beneficios los obtuvo el aditivo acelerante BASF Meyco SA 160, debido a su influencia en los costos de producción.

Esta investigación aportó para dar a conocer sobre una edad de estudio adicional (3 días), además nos habla de la importancia del análisis que se les realizan a los agregados para realizar un buen diseño de mezcla de concreto con aditivos.

1.2.6. “Influencia de tres aditivos acelerantes en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y 210 kg/cm^2 Chachapoyas- Amazonas 2016”

En la investigación de Valle (2018), se propone determinar la influencia de tres aditivos acelerantes sobre la resistencia a la compresión de un concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y 210 kg/cm^2 en la ciudad de Chachapoyas. Para lo cual, se evaluaron 3 tipos de aditivos: Z Fragua N° 05, Chema 3 y Sika R Sem Acelerante Pe.

Para determinar el mejor aditivo se elaboraron probetas con 2.5%, 3% y 3.5% de aditivo respecto al volumen de la bolsa de cemento y se ensayaron las probetas a los 7, 14 y 28 días de edad, con la finalidad de comparar las resistencias obtenidas con datos de rotura de probetas sin aditivo acelerante. Los datos fueron analizados haciendo uso del software SPSS V23.0. Finalmente, se pudo concluir que el aditivo acelerante que tuvo mayor efecto sobre las resistencias iniciales del

concreto fue el aditivo Sika R Sem Acelerante Pe, además de ser el más económico.

Esta investigación aportó para dar a conocer sobre el óptimo porcentaje de aditivo acelerante, puesto que el autor recomienda emplear el aditivo Sika en porcentajes de 1.5 a 4% sobre el volumen del cemento.

1.3. Definiciones conceptuales

1.3.1. Aditivo acelerante

1.3.1.1. Características generales

Estas sustancias permiten desarrollar las resistencias iniciales del concreto en el rango de comprendido entre el 114% a 131% de acuerdo a las especificaciones del fabricante, densifica el concreto y minimiza la exudación y segregación., así mismo reducen los tiempos de fraguado. Existe una tendencia de los acelerantes, que, si bien provocan un incremento en la resistencia inicial en comparación con un concreto normal, por lo general producen resistencias menores a los 28 días o más días.

Uno de los componentes de mayor incidencia lo constituye el cloruro de calcio (Cl_2Ca), el cual acelera el tiempo de fraguado del concreto, sin embargo, es necesario verificar en campo las bondades del aditivo, debido a que los iones de cloro son corrosivos para el hierro, por lo que no debe usarse en exceso en la mezcla de concreto armado. Entre sus ventajas podemos encontrar:

- Desencofrado en menor tiempo de lo usual.
- Reducción del tiempo de espera necesario para el acabado superficial.
- Reducción de presiones sobre los encofrados, posibilitando mayores alturas de vaciado.

- Contrarresta el efecto de las bajas temperaturas en clima frío, desarrollando con mayor velocidad el calor de hidratación, incrementando la temperatura del concreto y consecuentemente la resistencia.

1.3.1.2. Criterios en el uso de aditivos acelerantes

Se requieren una serie de consideraciones al momento de agregar el aditivo a la mezcla de concreto, debido a que este se encuentra influenciado por diversos factores, algunos de los cuales incrementan y otros disminuyen los efectos del aditivo acelerante. Las consideraciones son las siguientes:

- *Tipo de aditivo empleado:* Varía con la naturaleza del agente acelerante, así como el porcentaje requerido para variar una resistencia requerida. Puede resultar variable para diversas marcas de aditivo.
- *Usos de otros aditivos en simultaneo:* En algunas ocasiones puede presentarse el caso de que se use este aditivo conjuntamente con otro tipo de aditivo, lo cual podría generar una variación en el tiempo de fraguado, por lo que se requiere realizar previamente los análisis correspondientes.
- *Temperatura:* Existen estudios que mencionan que la temperatura del concreto durante el proceso de mezclado es muy importante para determinar la proporción adecuada del aditivo.
- *Mezclado:* La variación en el tiempo de mezclado del concreto origina modificaciones en la aceleración del tiempo de fraguado, sin embargo, el efecto es pequeño dentro de los límites de tiempo usuales.
- *Asentamiento:* Por lo general, cuando se emplea el aditivo acelerante de fraguado se produce una mejora en las propiedades plásticas del concreto. (Pasquel, 1998)

1.3.2. Tiempo de fraguado

Fragua es término que describe la toma de rigidez de la pasta de cemento, podríamos definirlo también, como el instante en que la pasta pasa de fluida a sólida. En la práctica, los términos de Fragua Inicial y Fragua Final son métodos para describir estados escogidos arbitrariamente. La norma ITINTEC (Instituto Nacional de Investigación Tecnológica y de Normas Técnicas) correspondiente, emplea el método de las agujas de Vicat y Gilmore. (Pasquel, 1998)

1.3.3. Concreto

El concreto hidráulico u hormigón es una mezcla homogénea de cemento, agua, arena, grava y en algunos casos de aditivos. Es actualmente, el material más empleado en la industria de la construcción por su duración, resistencia, impermeabilidad, facilidad de producción y economía.

El concreto es una roca fabricada por el hombre, diseñada y producida de acuerdo a normas establecidas para fines y aplicaciones que se requieren en un proyecto determinado y con las características de economía, facilidad de colocación, velocidad de fraguado y apariencia adecuada según su aplicación. (Sánchez de Guzmán, 2001)

1.3.4. Resistencia

El concreto como material estructural se diseña para que tenga una determinada resistencia. La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica más importante de un concreto y se utiliza normalmente para juzgar su calidad. Sin embargo, cuando se diseñan pavimentos rígidos y otras losas que se construyen sobre el terreno, el concreto se diseña para que resista esfuerzos de flexión. (Sánchez de Guzmán, 2001)

1.4. Formulación del problema

¿De qué manera influyen los aditivos Sika Rapid® -1 (S) y Z Fragua #5 (Z) sobre la resistencia a la compresión y el tiempo de fraguado de un concreto $f'c$ 210 kg/cm², elaborado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo?

El uso de aditivos acelerantes de fraguado se ha vuelto muy frecuente en la actualidad, debido a que el concreto con aditivos obtiene características de mucha importancia; sin embargo, existen muchas marcas de aditivos que ofrecen los mismos resultados por lo que se requiere realizar una comparación de las marcas más empleadas en nuestra localidad, de manera que se pueda determinar la opción que más convenga en el aspecto estructural y económico al momento de llevar a cabo cualquier tipo de proyecto.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar el óptimo porcentaje de aditivo acelerante para reducir el tiempo de fraguado en un concreto 210 kg/cm² sin afectar su resistencia en clima cálido.

1.5.2. Objetivos específicos

- Caracterizar los agregados para su utilización en concreto adicionado con acelerantes.
- Desarrollar una dosificación basada en las normas ACI y ASTM empleando aditivo acelerante y obtener un concreto con una resistencia a la compresión aceptable, utilizando materiales de la ciudad de Trujillo.
- Determinar el tiempo de fragua utilizando diferentes tipos de aditivo acelerante de fraguado.

- Comparar los resultados obtenidos para resistencia a la compresión entre los aditivos Sika Rapid® -1 (S) y Z Fragua #5 (Z).
- Determinar la viabilidad económica de la aplicación de aditivos acelerantes en un concreto $f'c$ 210 kg/cm².

1.6. Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

Con el incremento de la dosificación del aditivo en función a la mezcla de concreto, no se reducirá el tiempo de fraguado ni se aumentará la resistencia a la compresión.

1.6.2. Hipótesis específicas

Tabla 1. Hipótesis específica 1

Hipótesis específica 1		Con una dosificación de 1.0 % del aditivo tipo S₁, en función de la mezcla de concreto, no se reducirá el tiempo de fraguado ni se aumentará la resistencia a la compresión de un concreto $f'c$ 210 kg/cm².	
	Variables	Variación	Resistencia a la compresión
Componentes metodológicos	Unidad de Análisis	Concreto $f'c$ 210 kg/cm ²	
	Conectores Lógicos	No mejora la resistencia a la compresión ni el tiempo de fraguado.	
Componentes referenciales	Espacio	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro (Trujillo)	
	Tiempo	Año 2019	

Fuente: Propia

Tabla 2. Hipótesis específica 2

Hipótesis específica 2		Con una dosificación de 1.5 % del aditivo tipo S₂, en función de la mezcla de concreto, no se reducirá el tiempo de fraguado ni se aumentará la resistencia a la compresión de un concreto f'c 210 kg/cm².	
	Variables	Variación	Resistencia a la compresión
Componentes metodológicos	Unidad de Análisis	Concreto f'c 210 kg/cm ²	
	Conectores Lógicos	No mejora la resistencia a la compresión ni el tiempo de fraguado.	
Componentes referenciales	Espacio	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro (Trujillo)	
	Tiempo	Año 2019	

Fuente: Propia

Tabla 3. Hipótesis específica 3

Hipótesis específica 3		Con una dosificación de 2.0 % del aditivo tipo S₃, en función de la mezcla de concreto, no se reducirá el tiempo de fraguado ni se aumentará la resistencia a la compresión de un concreto f'c 210 kg/cm².	
	Variables	Variación	Resistencia a la compresión
Componentes metodológicos	Unidad de Análisis	Concreto f'c 210 kg/cm ²	
	Conectores Lógicos	No mejora la resistencia a la compresión ni el tiempo de fraguado	
Componentes referenciales	Espacio	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro (Trujillo)	
	Tiempo	Año 2019	

Fuente: Propia

Tabla 4. Hipótesis específica 4

Hipótesis específica 4		Con una dosificación de 2.5 % del aditivo tipo S₄, en función de la mezcla de concreto, no se reducirá el tiempo de fraguado ni se aumentará la resistencia a la compresión de un concreto f'c 210 kg/cm².	
Componentes metodológicos	Variables	Variación	Resistencia a la compresión
	Unidad de Análisis	Concreto f'c 210 kg/cm ²	
	Conectores Lógicos	No mejora la resistencia a la compresión ni el tiempo de fraguado.	
Componentes referenciales	Espacio	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro (Trujillo)	
	Tiempo	Año 2019	

Fuente: Propia.

Tabla 5. Hipótesis específica 5

Hipótesis específica 5		Con una dosificación de 1.0 % del aditivo tipo Z₁, en función de la mezcla de concreto, no se reducirá el tiempo de fraguado ni se aumentará la resistencia a la compresión de un concreto f'c 210 kg/cm².	
Componentes metodológicos	Variables	Variación	Resistencia a la compresión
	Unidad de Análisis	Concreto f'c 210 kg/cm ²	
	Conectores Lógicos	No mejora la resistencia a la compresión ni el tiempo de fraguado	
Componentes referenciales	Espacio	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro (Trujillo)	
	Tiempo	Año 2019	

Fuente: Propia

Tabla 6. Hipótesis específica 6

Hipótesis específica 6		Con una dosificación de 1.5 % del aditivo tipo Z₂ , en función de la mezcla de concreto, no se reducirá el tiempo de fraguado ni se aumentará la resistencia a la compresión de un concreto f'c 210 kg/cm².	
	Variables	Variación	Resistencia a la compresión
Componentes metodológicos	Unidad de Análisis	Concreto f'c 210 kg/cm ²	
	Conectores Lógicos	No mejora la resistencia a la compresión ni el tiempo de fraguado.	
Componentes referenciales	Espacio	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro (Trujillo)	
	Tiempo	Año 2019	

Fuente: Propia

Tabla 7. Hipótesis específica 7

Hipótesis específica 7		Con una dosificación de 2.0 % del aditivo tipo Z₃ , en función de la mezcla de concreto, no se reducirá el tiempo de fraguado ni se aumentará la resistencia a la compresión de un concreto f'c 210 kg/cm².	
	Variables	Variación	Resistencia a la compresión
Componentes metodológicos	Unidad de Análisis	Concreto f'c 210 kg/cm ²	
	Conectores Lógicos	No mejora la resistencia a la compresión ni el tiempo de fraguado	
Componentes referenciales	Espacio	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro (Trujillo)	
	Tiempo	Año 2019	

Fuente: Propia

Tabla 8. Hipótesis específica 8

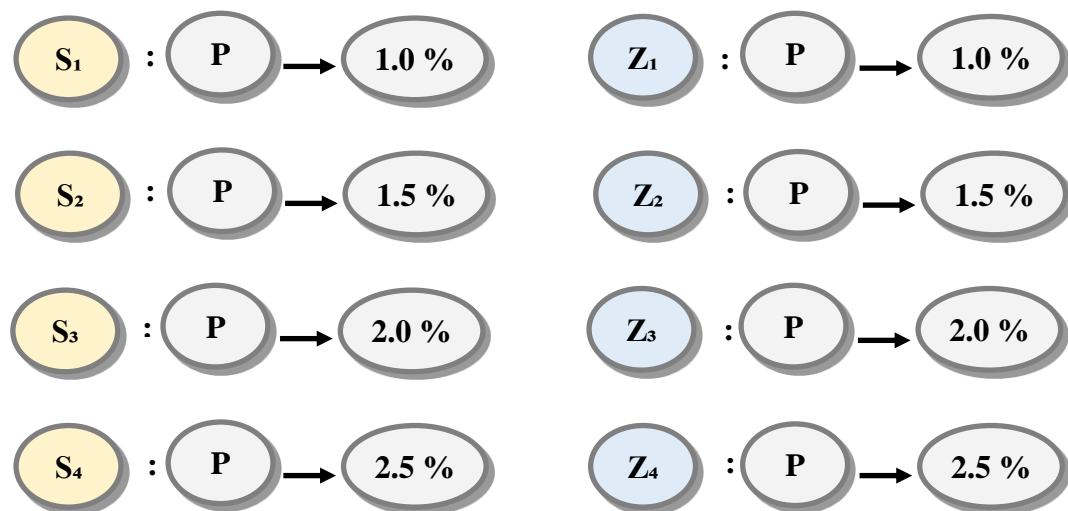
Hipótesis específica 8		Con una dosificación de 2.5 % del aditivo tipo Z₄, en función de la mezcla de concreto, no se reducirá el tiempo de fraguado ni se aumentará la resistencia a la compresión de un concreto f'c 210 kg/cm².	
	Variables	Variación	Resistencia a la compresión
Componentes metodológicos	Unidad de Análisis	Concreto f'c 210 kg/cm ²	
	Conectores Lógicos	No mejora la resistencia a la compresión ni el tiempo de fraguado.	
Componentes referenciales	Espacio	Laboratorio de la Universidad Privada del Norte - Sede San Isidro (Trujillo)	
	Tiempo	Año 2019	

Fuente: Propia

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

El presente proyecto es una investigación experimental, cuasi-experimental con un diseño de pos prueba únicamente y grupos intactos; debido a que se aplicara una prueba previa al tratamiento experimental (muestras patrón), después se le administraran los tratamientos (adición del aditivo acelerante Sika Rapid® 1 y Z fragua #5) y finalmente se le aplicara otra prueba (ensayo de tiempo de fraguado y resistencia a la compresión de probetas adicionadas). A continuación, se presentan los esquemas que representan a los grupos de trabajo de la investigación. Ver Figura 1.



Fuente: Propia

Figura 1 Esquemas de representación de los grupos de estudio de la investigación, los de color amarillo representan a los adicionados con acelerante Sika Rapid® - 1 y los azules a los que contienen Z fragua #5.

2.2. Población

Todos los concretos convencionales adicionados con acelerante elaborados en la ciudad de Trujillo en el año 2019.

2.3. Muestra

La técnica de muestreo utilizada es no probabilística: Por cuota, ya que se tomó como cuota la cantidad mínima de repeticiones que te pide el método de validación de hipótesis del análisis de la varianza para dar un f ratio menor y con rangos más estables, esto para un nivel de confianza mayor al momento de utilizar este método de validación de hipótesis. Por consiguiente, se estableció como cuota grupos de 10 testigos de concreto o su equivalente en peso de mezcla. Teniendo como muestra para cada grupo de estudio la que se presenta en la Tabla 2.1 a continuación descrita.

Tabla 9. Calculo del número de muestra utilizadas en la investigación.

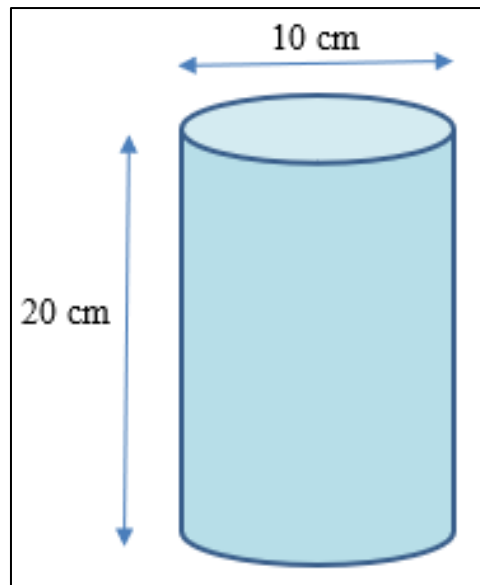
Grupos	Patrón	3 Días	7 Días	14 Días	28 Días
S ₁	10	10	10	10	10
S ₂	10	10	10	10	10
S ₃	10	10	10	10	10
S ₄	10	10	10	10	10
Z ₁	-	10	10	10	10
Z ₂	-	10	10	10	10
Z ₃	-	10	10	10	10
Z ₄	-	10	10	10	10
Sub Total	40	80	80	80	80
Total			360		

Fuente: Propia

La presente tabla muestra la cantidad de testigos de concreto que se utilizaron en la realización de la presente investigación, incluyendo todos los ensayos realizados, se utilizaron 360 testigos o su equivalencia en peso para la realización de la investigación.

2.4. Unidad de estudio

La unidad de estudio se la presente investigación serán 10 testigos cilíndricos de concreto de 10 cm * 20 cm o su equivalencia en peso. Como se muestra en la Figura



Fuente: Adaptado del American Concrete Institute.

Figura 2 Medidas de los testigos de concreto a utilizar, en la figura se muestran las medidas de los testigos que se utilizaran en la elaboración de la investigación esto también puede servir para determinar el volumen de concreto utilizado.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

La técnica de recolección de datos que se empleó en la presente investigación empírica fue la observación, ya que fue la técnica que se adaptó perfectamente al tipo de investigación. Mediante la observación se describieron todos los ensayos realizados en el desarrollo de la investigación. El instrumento de recolección de datos que se realizó fue la guía de observación, la cual se adaptó a la perfección a la investigación, puesto que es un instrumento muy versátil y práctico. Ver Anexo 1.

2.6. Técnicas e instrumentos de análisis de datos.

La técnica de análisis de datos utilizada fue la estadística, concretamente la relaciones numéricas-nominales, esto debido a que esta técnica analiza los datos para establecer posibles relaciones entre un grupo con una variable; estableciendo datos numéricos los cuales se analizan para darte la aceptación o rechazo de una hipótesis.

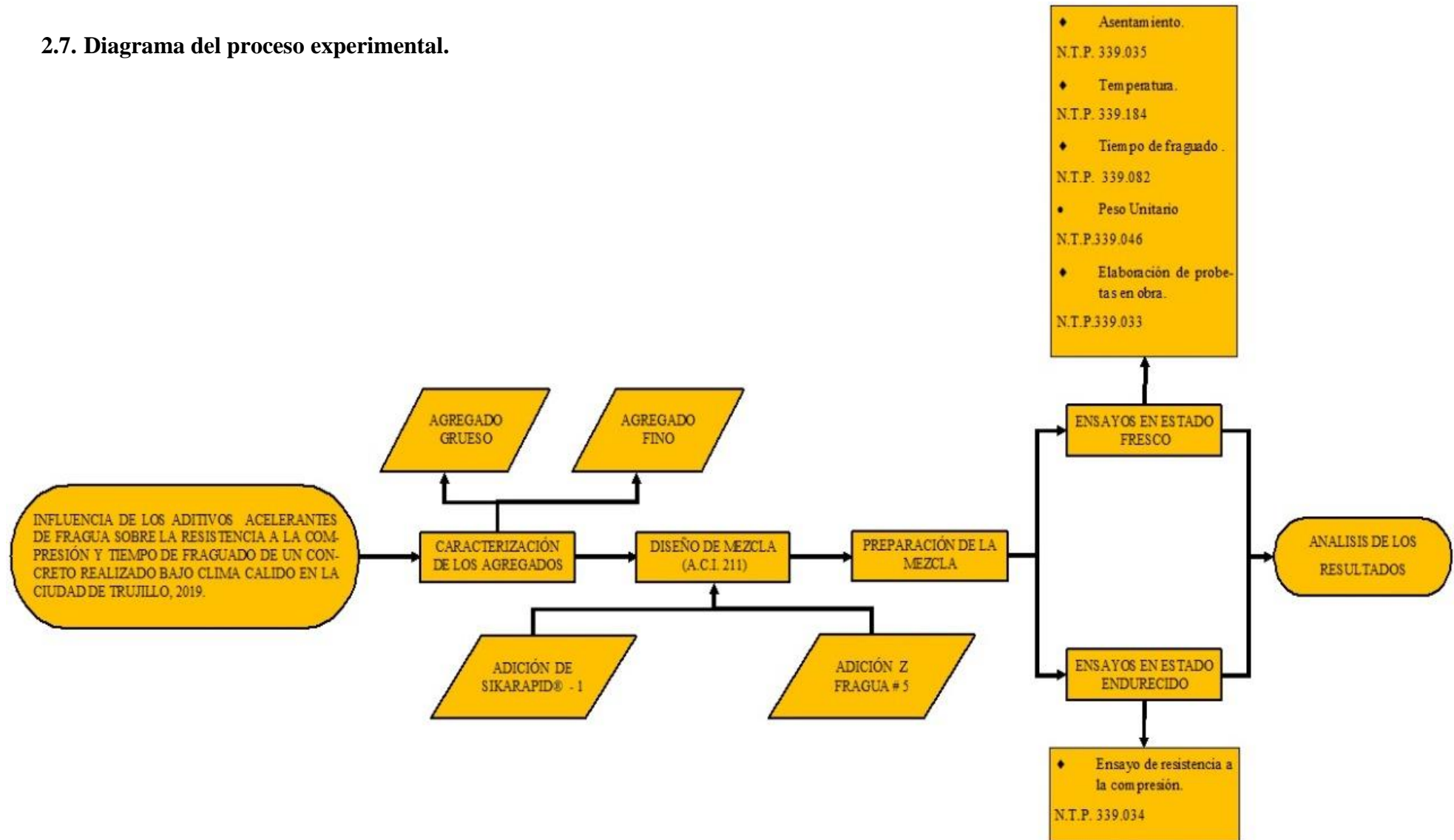
El instrumento de análisis de datos utilizado fue el análisis de la varianza o ANOVA esto por ser simple, confiable y el instrumento de validación de hipótesis que mejor se adaptó a la investigación. A continuación, se muestra un ejemplo de cuadro resumen de este instrumento estadístico. Ver Figura 2.3.

ANOVA					
Fc	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,000	0	,000	,000	,000
Dentro de grupos	,000	0	,000		
Total	,000	0			

Fuente: Propia

Figura 3 Ejemplo de instrumento de análisis de datos ANOVA, en el cuadro se muestra los datos que debe de contener un cuadro resumen del análisis de la varianza y su respectiva valoración de la hipótesis nula, en este caso rechazándola.

2.7. Diagrama del proceso experimental.



2.8. Procedimiento experimental.

2.8.1. Selección de las materias primas.

En primer término, se realizó la compra de las materias primas del concreto en este caso se seleccionaron agregados de la cantera ‘La Soledad’ ubicada en el sector El Tablazo del distrito de Huanchaco, Trujillo; los agregados fueron arena gruesa y piedra de 3/8”. Del mismo modo se seleccionó el cemento en este caso se utilizó Mochica UG (bolsa roja), ya que este era el cemento de mayor uso durante el desarrollo de la tesis. Por otra parte, se seleccionaron los aditivos acelerante Sika Rapid® 1 y Z fragua #5 el primero por ser el mejor posicionado en el mercado y tener cualidades ampliamente reconocidas y el segundo por no ser muy conocido así mismo de menor costo. Se utilizó agua corriente de la distribución local de SEDALIB.

2.8.2. Pruebas piloto.

Se realizaron tres pruebas piloto con 6.0%, 5.0% y 4.0% de adición de ambos aditivos estudiados, los cuales se ensayaron a la edad de 3 días obteniendo resultados por debajo de las muestras patrón; concluyendo con esto que esas cantidades de adición eran excesivas y el lugar de generar ganancia de resistencia disminuían la misma, esto en parte porque la investigación se realizó en los meses de verano del año de se especifica en el título de la misma. Con esto en mente se optó por utilizar porcentajes de aditivo bajos del orden del 1.0%; 1.5%; 2.0% y 2.5%, esto con la finalidad de evitar la pérdida de resistencia y así poder obtener buenos resultados en la investigación.

2.8.3. Elaboración del concreto.

La mezcla fue elaborada en el laboratorio de concreto de la Universidad Privada del Norte sede Trujillo campus San Isidro durante los meses de enero a marzo. Se realizaron tandas de 75 kg, esto para realizar las pruebas de asentamiento, temperatura y peso

unitario del concreto en estado fresco, la elaboración de 10 testigos de las características antes mencionadas y la elaboración de la muestra que fue destinada al tiempo de fraguado.

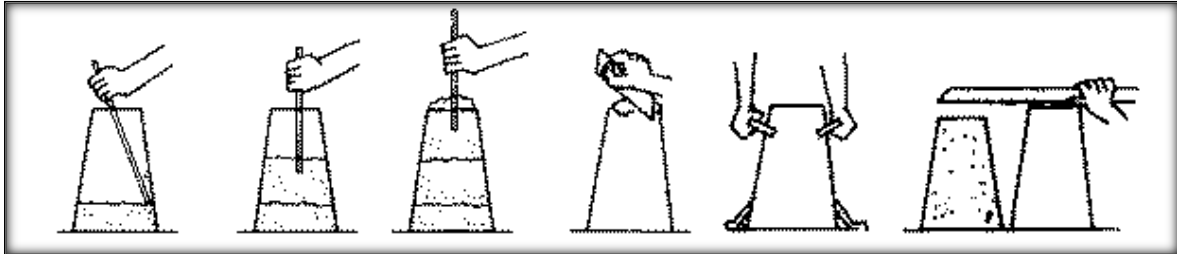
2.8.4. Ensayos realizados.

2.8.4.1. Asentamiento de concreto fresco con el cono de Abrams

El ensayo se realizó siguiendo la norma técnica peruana NTP 339.035. Para lo cual se procedió de la siguiente manera:

- ❖ Humedecer todos los instrumentos que van a tener contacto con el concreto.
- ❖ Colocar el cono en una placa base y presionar con los pies, para evitar fugas.
- ❖ Llenar el cono en su primera parte, hasta más o menos un tercio de la altura del cono, compactar mediante 25 golpes de varilla repartidos uniformemente en toda la base del cono.
- ❖ Llenar la segunda parte del cono, hasta más o menos dos tercios de la altura del cono, compactar mediante 25 golpes de varilla repartidos uniformemente en toda la base del cono, los cuales no deberán sobrepasar la capa de llenado.
- ❖ Llenar la tercera parte del cono, hasta alcanzar la altura del mismo, compactar mediante 25 golpes de varilla repartidos uniformemente en toda la base del cono. De ver que el concreto no llena por completo el cono se suspende el varillado y se agrega concreto hasta tener la certeza que este va a llenar el cono, después se completan los 25 golpes de varilla.
- ❖ Retirar cualquier residuo de concreto de la parte superior del cono y de la placa base.
- ❖ Se retira el cono de manera vertical, de un solo golpe sin detenciones.

- ❖ Voltear el cono a un lado del concreto y nivelar con la varilla. Medir la altura de asentamiento del concreto, usando el flexómetro.



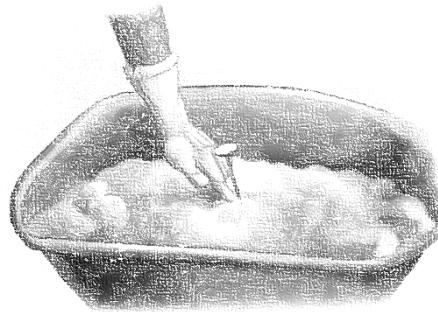
Fuente: American Concrete Institute.

Figura 4 Ensayo de asentamiento del concreto fresco con el cono de Abrams, la figura muestra el procedimiento a seguir en el ensayo de asentamiento del concreto fresco.

2.8.4.2. Temperatura del concreto fresco.

El ensayo se realizó siguiendo la norma técnica peruana NTP 339.184. Para lo cual se procedió de la siguiente manera:

- ❖ Humedecer todos los instrumentos que van a tener contacto con el concreto.
- ❖ Colocar la mezcla en un recipiente que provea por lo menos 3” de separación entre sus caras externas y el sensor de temperatura a utilizar.
- ❖ Colocar un sensor de temperatura de 0.2 °C de precisión en medio de la mezcla y dejar hasta que la lectura se estabilice, tomar nota del valor en las guías de observación.



Fuente: Instituto mexicano del cemento y del concreto.

Figura 5 Ensayo de temperatura del concreto fresco, la imagen muestra el cómo debe de ser colocado el sensor de temperatura en la mezcla.

2.8.4.3. Peso unitario del concreto fresco.

El ensayo se realizó siguiendo la norma técnica peruana NTP 339.046.

- ❖ Humedecer todos los instrumentos que van a tener contacto con el concreto.
- ❖ Pesar el recipiente en una balanza de precisión ± 1 gr.
- ❖ Colocar el recipiente en una base metálica, para evitar desperdicios.
- ❖ Llenar el primer tercio del recipiente con mezcla dar 25 golpes de varilla y 15 golpes de mazo de goma, ambos repartidos por todo el contorno del recipiente.
- ❖ Llenar el segundo tercio del recipiente y volver a dar 25 golpes de varilla y 15 golpes de mazo de goma, ambos repartidos por todo el contorno del recipiente, sin tocar la capa inferior.
- ❖ Llenar el último tercio del recipiente y volver a dar 25 golpes de varilla y golpes de mazo de goma, si hace falta rellenar nuevamente con mezcla hasta llenar y volver a compactar.
- ❖ Enrazar la superficie del recipiente utilizando la varilla hasta obtener una superficie lisa y nivelada.
- ❖ Finalmente pesar el recipiente lleno de mezcla en una balanza de precisión ± 1 gr. Anotar este valor en la guía de observación.
- ❖ Calcular el peso unitario del concreto en estado fresco utilizando la siguiente ecuación.

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

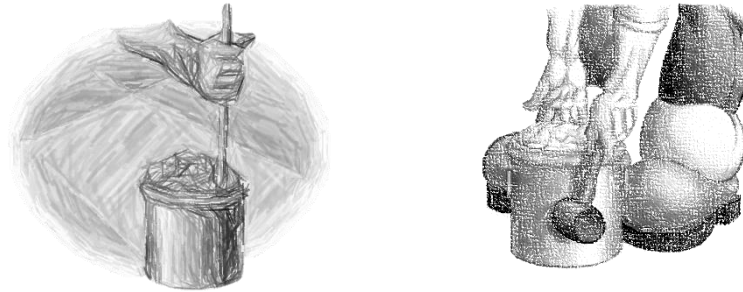
Ecuación 1. Peso unitario del concreto en estado fresco.

Donde:

M_c = Masa del concreto.

M_m = Masa del molde.

V_m = Volumen del molde.



Fuente: Instituto mexicano del cemento y del concreto.

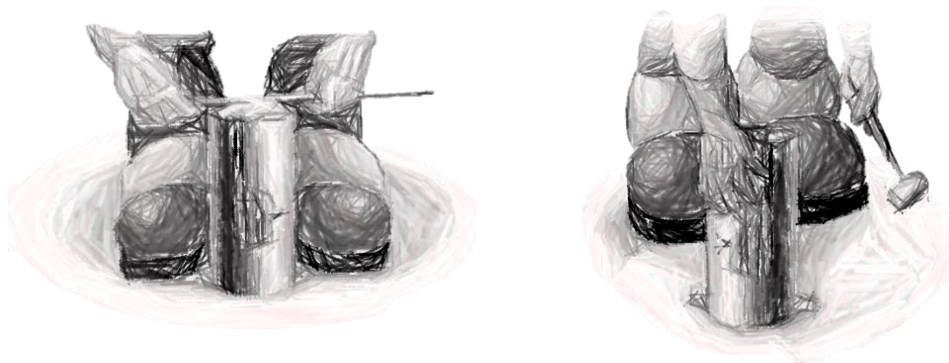
Figura 6 Ensayo de peso unitario del concreto fresco, en la imagen se muestra la forma de compactado de la mezcla en el recipiente volumétrico.

2.8.4.4. Elaboración y curado de testigos de concreto.

El ensayo se realizó siguiendo la norma técnica peruana NTP 339.033.

- ❖ Humedecer todos los instrumentos que van a tener contacto con el concreto.
- ❖ Lubricar el interior del molde cilíndrico a utilizar.
- ❖ Colocar el molde en una base metálica, para evitar desperdicios.
- ❖ Llenar el primer tercio del molde con mezcla dar 25 golpes de varilla y 15 golpes de mazo de goma, ambos repartidos por todo el contorno del molde.
- ❖ Llenar el segundo tercio del molde y volver a dar 25 golpes de varilla y 15 golpes de mazo de goma, ambos repartidos por todo el contorno del molde, sin tocar la capa inferior.
- ❖ Llenar el último tercio del molde y volver a dar 25 golpes de varilla y golpes de mazo de goma, si hace falta rellenar nuevamente con mezcla hasta llenar y volver a compactar.
- ❖ Enrazar la superficie del molde utilizando la varilla o una llana hasta obtener una superficie lisa y nivelada, sellar los moldes.

- ❖ Pasadas 24 horas de la elaboración de los testigos de concreto se procede a desmoldar los mismos. Se pueden tener al aire por un tiempo no mayor a 30 minutos.
- ❖ Colocar en una poza con agua y cal a una temperatura de 23 ± 2 °C, esto hasta la fecha de ensayo del testigo de concreto.



Fuente: Instituto mexicano del cemento y del
concreto.

Figura 7 Elaboración de testigos de concreto, en la figura se muestra el enrazado superior del molde que contiene el concreto y la compactación con el mazo de goma.

2.8.4.5. Resistencia a la compresión de testigos de concreto.

El ensayo se realizó siguiendo las normas técnicas peruanas NTP 339.034 y NTP 339.216.

- ❖ Sacar de la poza de curado los testigos a ser ensayados, secar superficialmente con un paño.
- ❖ Medir tres diámetros en ambas caras del testigo, sacar el promedio.
- ❖ Colocar las almohadillas de neopreno en las mordazas de rotura.
- ❖ Colocar los testigos en las mordazas y centrar en la prensa hidráulica.

- ❖ Empezar el ensayo teniendo la prensa hidráulica a velocidad constante, hasta el momento de falla del testigo. Anotar la carga máxima en la guía de observación.
- ❖ Calcular la resistencia a la compresión utilizando la siguiente ecuación.

$$f_c = \frac{Cm}{\frac{\pi D^2}{4}}$$

Ecuación 2 Resistencia a la compresión de testigos de concreto.

Donde:

Cm= Carga máxima alcanzada.

D =. Diámetro promedio.



Fuente: Instituto mexicano del cemento y del concreto.

Figura 8 Resistencia a la compresión de testigos de concreto, en la figura se muestra el testigo de concreto sometido a carga en una prensa hidráulica.

2.8.4.6. Fragua del concreto, método del penetrómetro.

El ensayo se realizó siguiendo las normas técnicas peruanas NTP 339.082. Para lo cual se procedió de la siguiente manera:

- ❖ Tamizar la mezcla por la malla N° 4, esto para separar el agregado grueso de la mezcla del concreto.
- ❖ Llenar en tres capas un molde de 15 x 30 cm. Compactando cada capa mediante el método de la varilla y el mazo de goma. Dejar un espacio de una pulgada entre el mortero y la parte superior del molde.
- ❖ Dejar fraguar por una hora, tapado con paño húmedo.
- ❖ Realizar la primera penetración con la aguja de 2.5 cm de diámetro, si el dial marca una carga entre 50 y 80 libras proseguir con el ensayo si no es así dejar fraguar otra hora y volver a tomar realizar otra penetración.
- ❖ Penetrar el concreto dejando 30 minutos entre cada penetración, anotar la carga que muestra el dial y tomar la temperatura del mortero.
- ❖ Penetrar el mortero hasta que sobrepase las 120 libras con la última aguja del juego que trae el penetrómetro.
- ❖ Anotar la hora de las penetraciones, la carga obtenida y la temperatura.
- ❖ Calcular la resistencia a la penetración del mortero usando la siguiente formula.

$$Rp = \frac{Cp}{Da}$$

Ecuación 3 Resistencia penetración del concreto.

Donde:

Cp= Carga obtenida.

Da =. Diámetro de la aguja.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Caracterización de agregados

El agregado se caracterizó siguiendo las normas técnicas peruanas pertinentes y teniéndose que el diseño de mezcla se realizó por el método del American Concrete Institute 211, realizando los ensayos de: El análisis granulométrico, peso específico, absorción, contenido de humedad, peso unitario suelto y compactado.

Tabla 10. Principales características del agregado grueso.

Contenido de humedad (%)	Absorción (%)	Peso específico (Ton/m ³)	Peso unitario suelto (Ton/m ³)	Peso unitario compactado (Ton/m ³)
0.36	1.35	2.68	1.56	1.69

La presente tabla muestra las principales características del agregado grueso obtenidas en la caracterización con fines de diseño de mezcla mediante el método del A.C.I 211.

Tabla 11. Principales características del agregado fino.

Contenido de humedad (%)	Absorción (%)	Peso específico (Ton/m ³)	Peso unitario suelto (Ton/m ³)	Peso unitario compactado (Ton/m ³)
1.28	1.35	2.68	1.59	1.69

La presente tabla muestra las principales características del agregado fino obtenidas en la caracterización con fines de diseño de mezcla mediante el método del A.C.I 211.

Tabla 12. Análisis granulométrico del agregado grueso.

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante
2"	50.80	0.0	0	0	100
1 1/2"	38.20	0.0	0	0	100
1"	25.40	0.0	0	0	100
3/4"	19.00	0.0	0	0	100
1/2"	12.70	18.2	2	2	98
3/8"	9.53	73.1	7	9	91
# 4	4.75	762.6	76	85	15
#8	2.360	137.8	14	99	1
#16	1.180	6.4	1	100	0
fondo	-	1.4	0	100	0
		1000	100		
Tamaño máximo nominal		3/8"			

La presente tabla muestra el análisis granulométrico al que fue sometido el agregado grueso, teniendo también el tamaño máximo nominal del agregado.

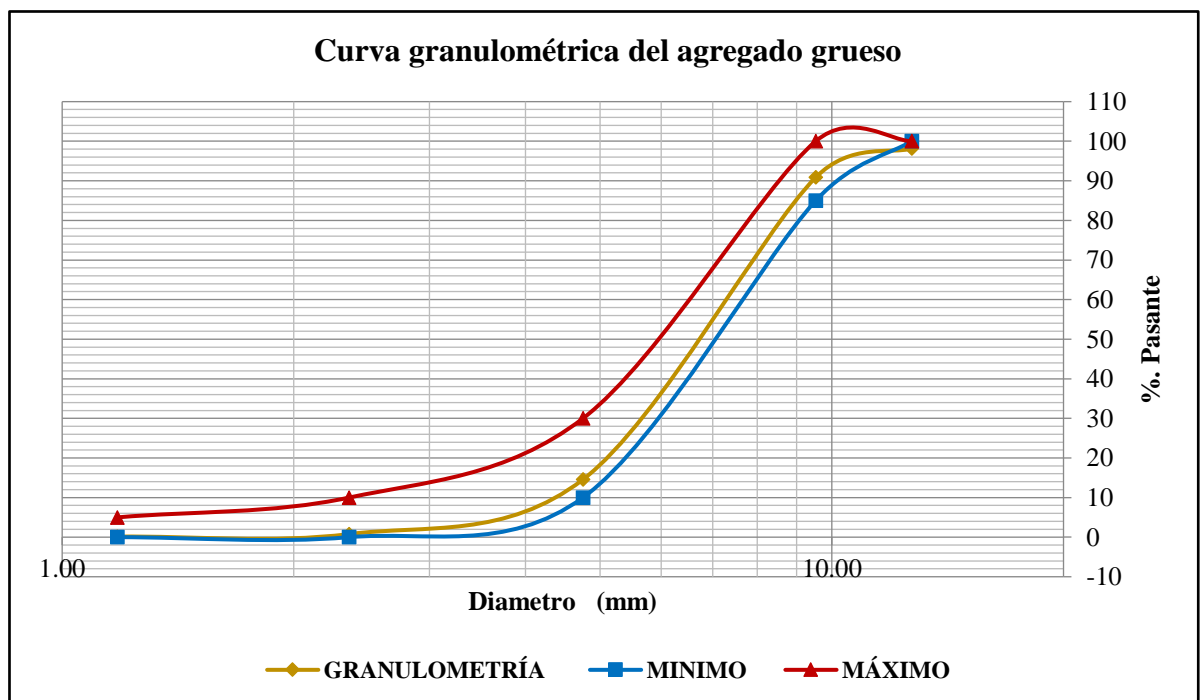


Figura 9 Curva granulométrica del agregado grueso, en la figura se muestran tres curvas siendo la dorada la del agregado estudiados y la roja y azul los límites del huso granulométrico N° 8.

Tabla 13. Análisis granulométrico del agregado fino.

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% Pasante
#4	4.760	0.0	0	0	100
#8	2.360	94.5	9	9	91
#16	1.180	119.7	12	21	79
#30	0.600	149.5	15	36	64
#50	0.300	174.1	17	54	46
#100	0.150	322.3	32	86	14
#200	0.075	86.5	9	95	5
fondo	-	53.1	5	100	0
		1000	100		
Módulo de finura		2.07			

La presente tabla muestra el análisis granulométrico al que fue sometido el agregado fino, teniendo también el módulo de finura del mismo.

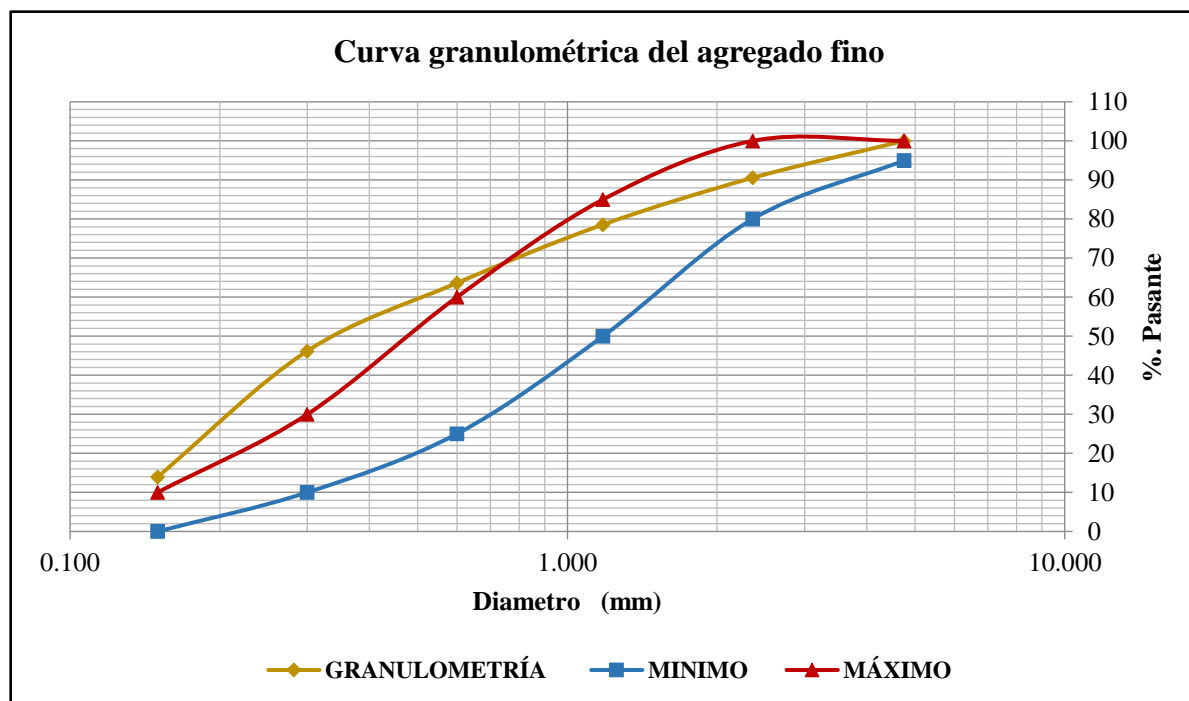


Figura 10 Curva granulométrica del agregado fino, en la figura se muestran tres curvas siendo la dorada la del agregado estudiados y la roja y azul los límites del huso estándar para la elaboración de concreto.

3.2. Diseño de mezcla

El diseño de mezcla se realizó conforme al American Concrete Institute (A.C.I.) comité 211, el procedimiento se detalla a continuación:

<u>Datos Generales</u>			<u>Peso de los materiales por m³</u>		
F'c	210	Kg/cm ²	Cemento	408.3	Kg
F'cr	294	Kg/cm ²	Arena	795.8	Kg
Aire	3	%	Piedra	782.0	Kg
Slump	3 - 4	pulgadas	Agua	230.7	Kg
Agua	228	L/m ³		2217	
A/C	0.56		<u>Material para 10 testigos de 10 x 20 cm</u>		
Cemento	408.3	Kg/m ³	Peso de la mezcla	75	Kg
Factor A.G.	0.46		Cemento	13.81	Kg
Peso A.G.	779	Kg	Arena	26.92	Kg
<u>Volúmenes (m³)</u>			Piedra	26.46	Kg
Cemento	0.138		Agua	7.81	Kg
Piedra	0.291		<u>Peso del aditivo (gr.)</u>		
Agua	0.228				
Aire	0.030				
	0.687				
Arena	0.313				
Peso A.F.	786	Kg			
<u>Corrección por humedad</u>					
Arena	795.8	Kg			
Piedra	782.0	Kg			
<u>Aporte de agua a la mezcla</u>					
Arena	5.0	Kg			
Piedra	-7.7	Kg			
	-2.72				

Figura 11 Diseño de mezcla siguiendo el comité A.C.I. 211, se muestra el procedimiento seguido para obtener las diferentes cantidades de insumos necesarios para la elaboración del concreto.

3.3. Asentamiento del concreto en estado fresco

El asentamiento se realizó siguiendo la norma técnica peruana N.T.P. 339.035, se vio que el asentamiento patrón era ligeramente menor que el de diseño, sabiendo que los aditivos mejoraban la trabajabilidad se decidió seguir con el diseño original obteniendo los resultados que se presentan a continuación.

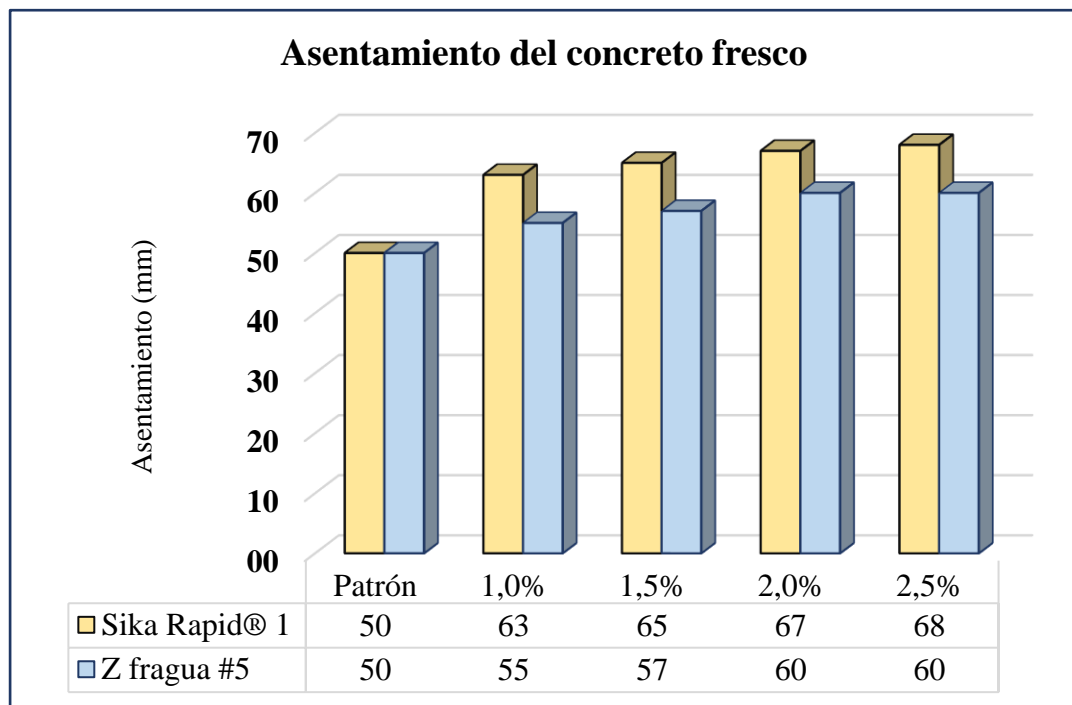


Figura 12 Resultados del asentamiento del concreto fresco obtenidos en la presenta investigación a su vez compara ambos aditivos objetos de estudio.

3.4. Temperatura del concreto en estado fresco

La temperatura se tomó siguiendo la norma técnica peruana N.T.P. 339.184, se observó que la temperatura del ambiente tenía una influencia directa en la temperatura del concreto, ya que la temperatura variaba en algunos casos de mezcla en mezcla, visto esto se obtuvieron los resultados que se presentan a continuación.

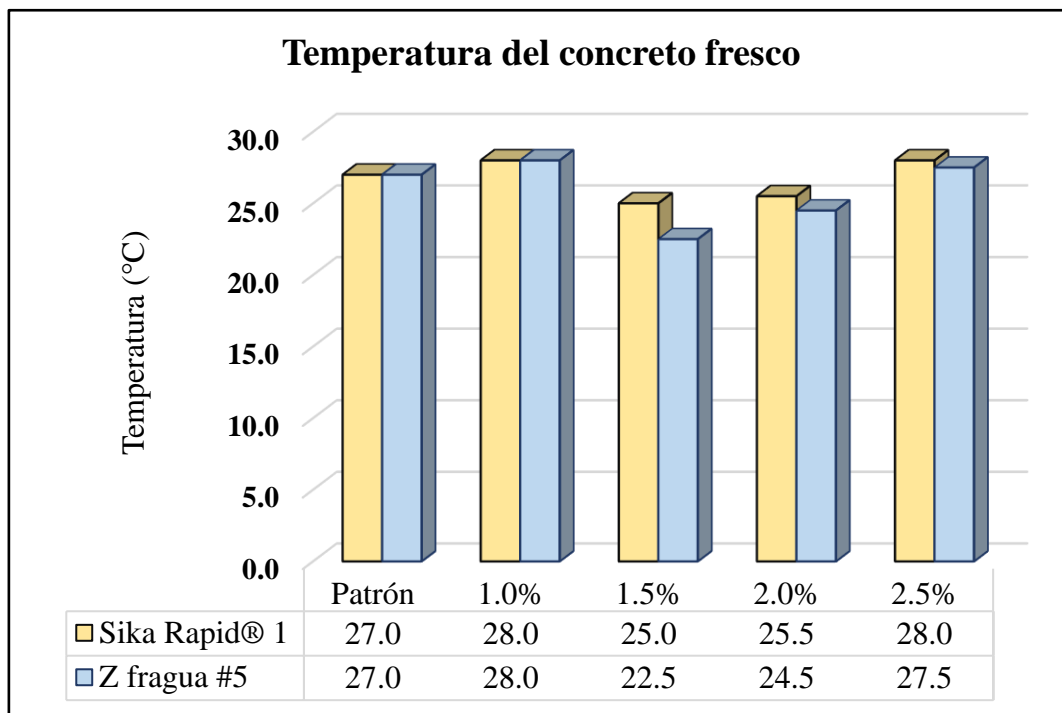


Figura 13 Resultados de la temperatura del concreto fresco. La figura muestra las temperaturas obtenidas en la investigación y la comparación de las mismas entre aditivos y porcentajes utilizados, esto con un afán didáctico.

3.5. Peso unitario del concreto en estado fresco

El peso unitario se determinó siguiendo la norma técnica peruana N.T.P. 339.046, se observó que al aditivo ser líquido y al quitarle agua de mezcla en proporción al aditivo los pesos unitarios se resultaron siendo como a continuación se describen.

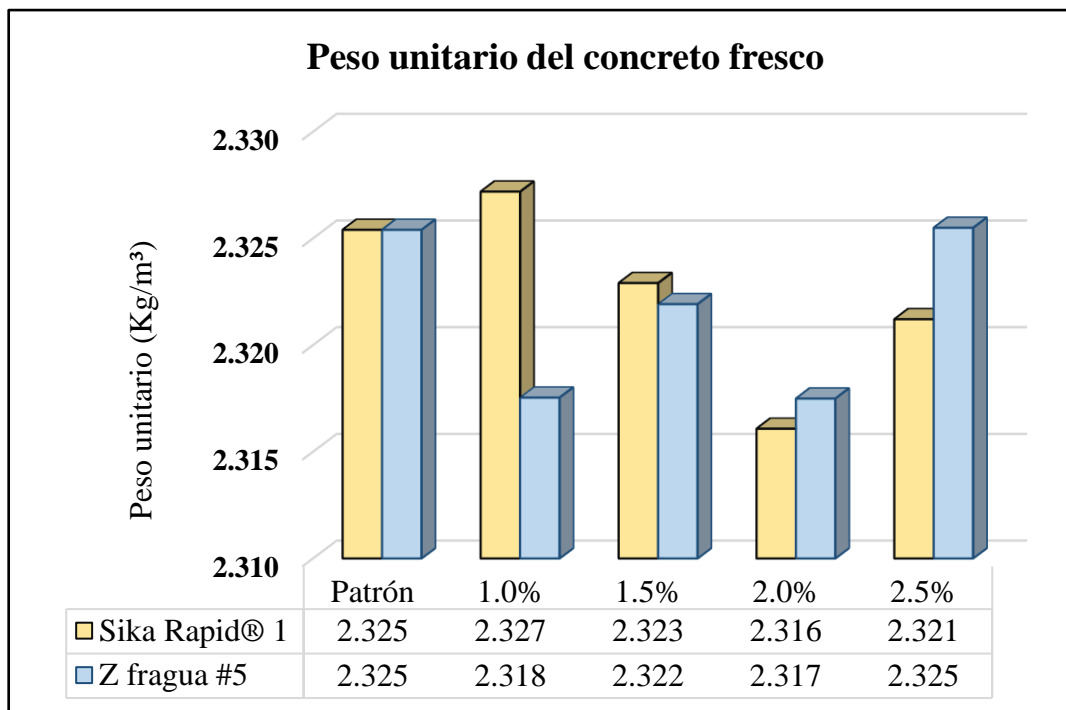


Figura 14 Resultados del peso unitario del concreto en estado fresco. La figura muestra que los pesos unitarios obtenidos son muy parecidos unos con otros, siendo esto una constante en todos los porcentajes y aditivos estudiados.

3.6. Tiempo de fraguado del concreto

El tiempo de fraguado se determinó siguiendo la norma técnica peruana N.T.P. 339.082, para esto se realizaron tres pruebas para obtener un promedio, esto para cada grupo de estudio; los resultados de los promedios se muestran a continuación.

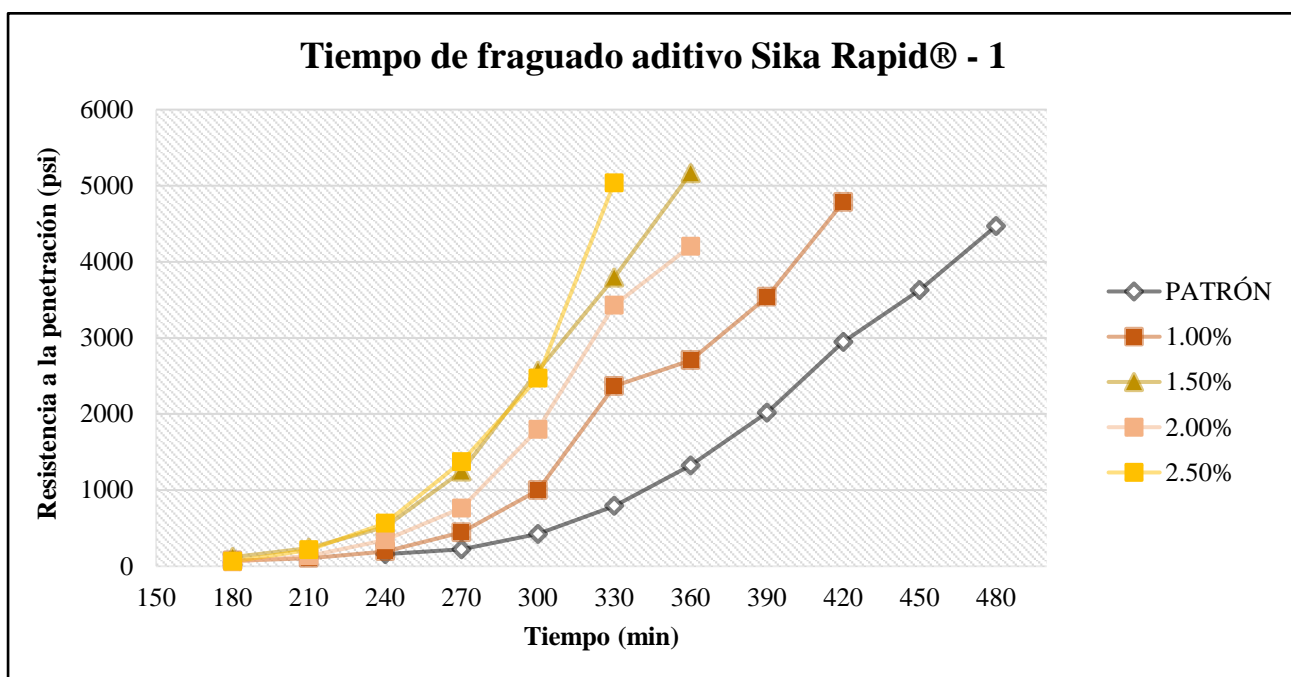


Figura 15 Resultados del tiempo de fraguado del aditivo Sika Rapid® 1. La figura muestra como la resistencia a la penetración del concreto aumentaba más rápidamente en el tiempo conforme se le iba adicionando mayor cantidad de aditivo

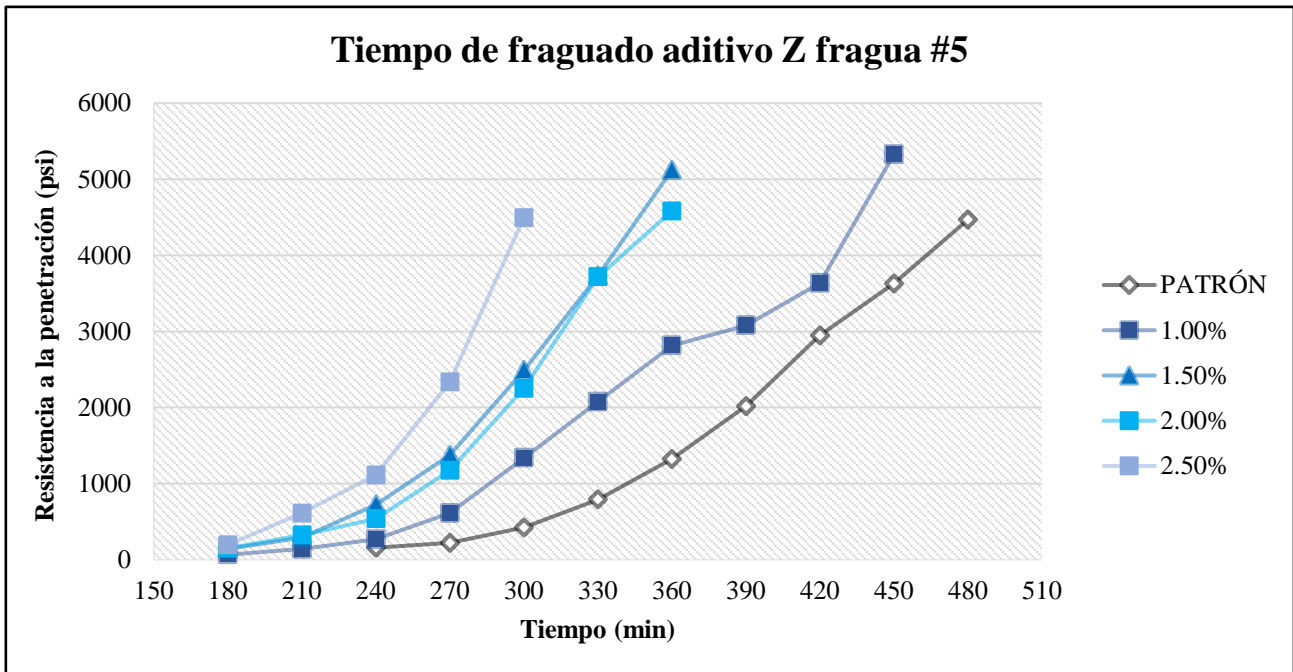


Figura 16 Resultados del tiempo de fraguado del aditivo Z fragua #5. La figura muestra como la resistencia a la penetración del concreto aumentaba más rápidamente en el tiempo conforme se le iba adicionando mayor cantidad de aditivo.

3.7. Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión se determinó siguiendo la norma técnica peruana N.T.P. 339.034, con este fin se realizaron diez ensayos obteniendo un promedio esto para cada edad de curado y grupo de estudio; los resultados de los promedios se muestran a continuación.

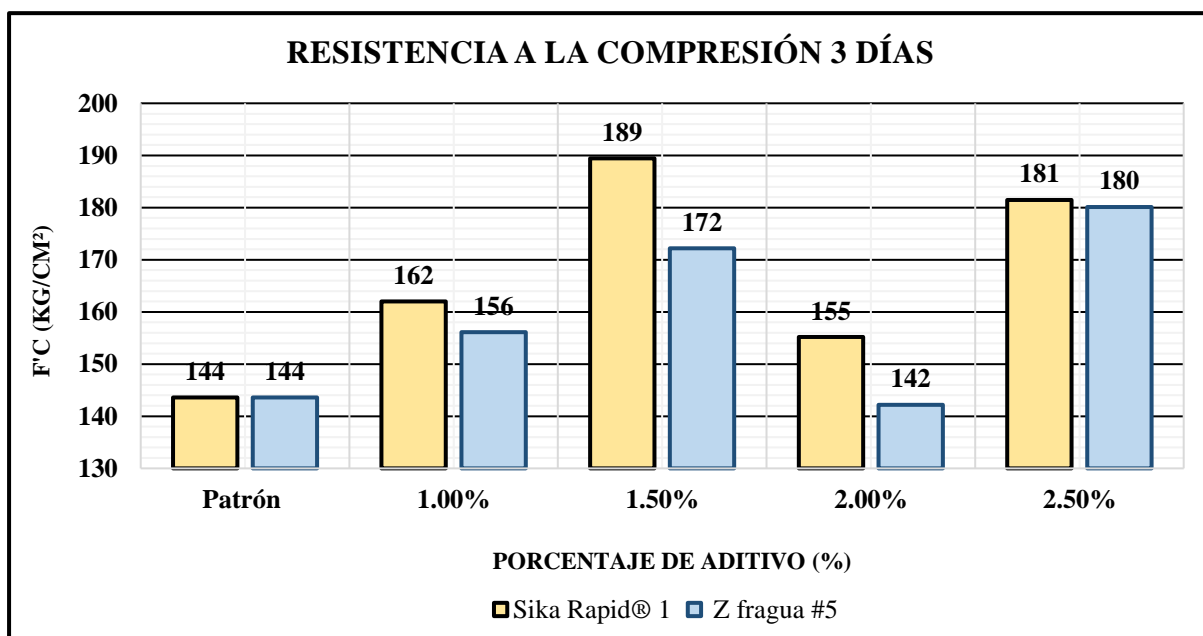


Figura 17 Resultados de la resistencia a la compresión a tres días de edad. La figura muestra las resistencias promedio obtenidas para cada porcentaje de aditivo a tres días de edad, del mismo modo hace una comparación entre ambos aditivos.

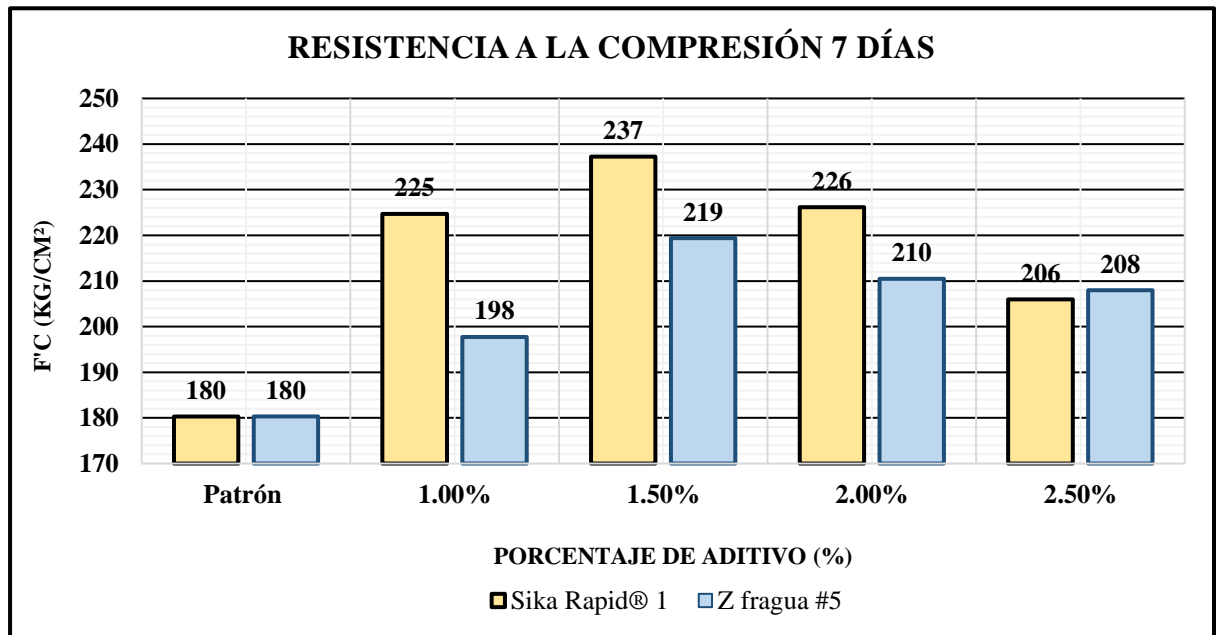


Figura 18 Resultados de la resistencia a la compresión a siete días de edad. La figura muestra las resistencias promedio obtenidas para cada porcentaje de aditivo a siete días de edad, del mismo modo hace una comparación entre ambos aditivos.

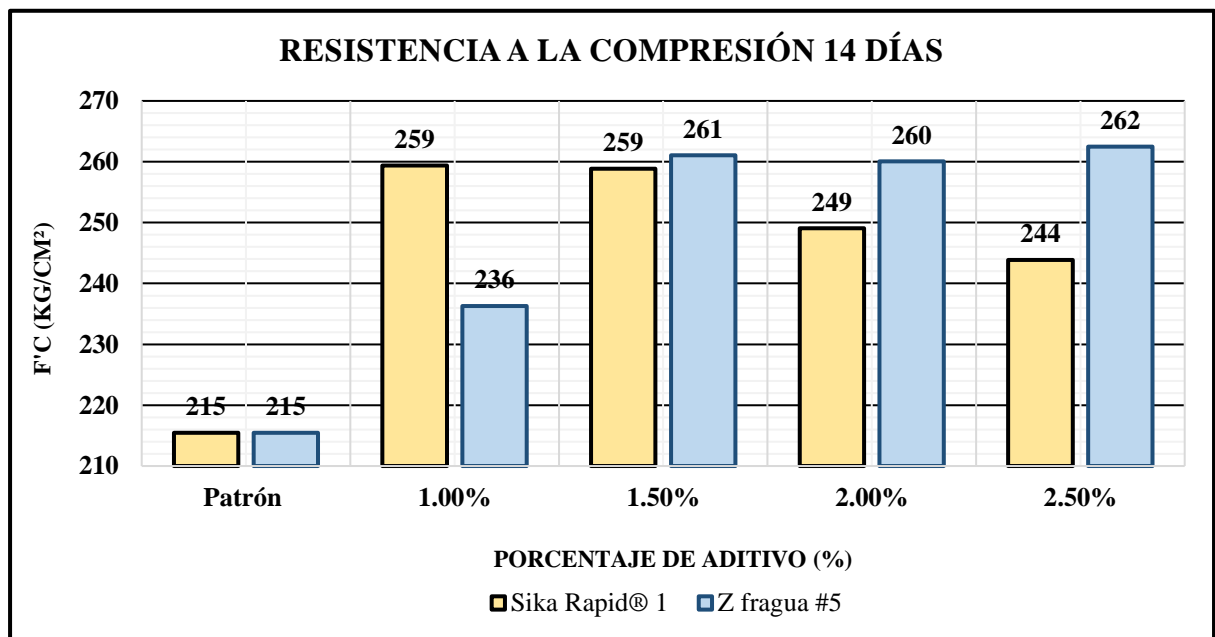


Figura 19 Resultados de la resistencia a la compresión a catorce días de edad. La figura muestra las resistencias promedio obtenidas para cada porcentaje de aditivo a catorce días de edad, del mismo modo hace una comparación entre ambos aditivos.

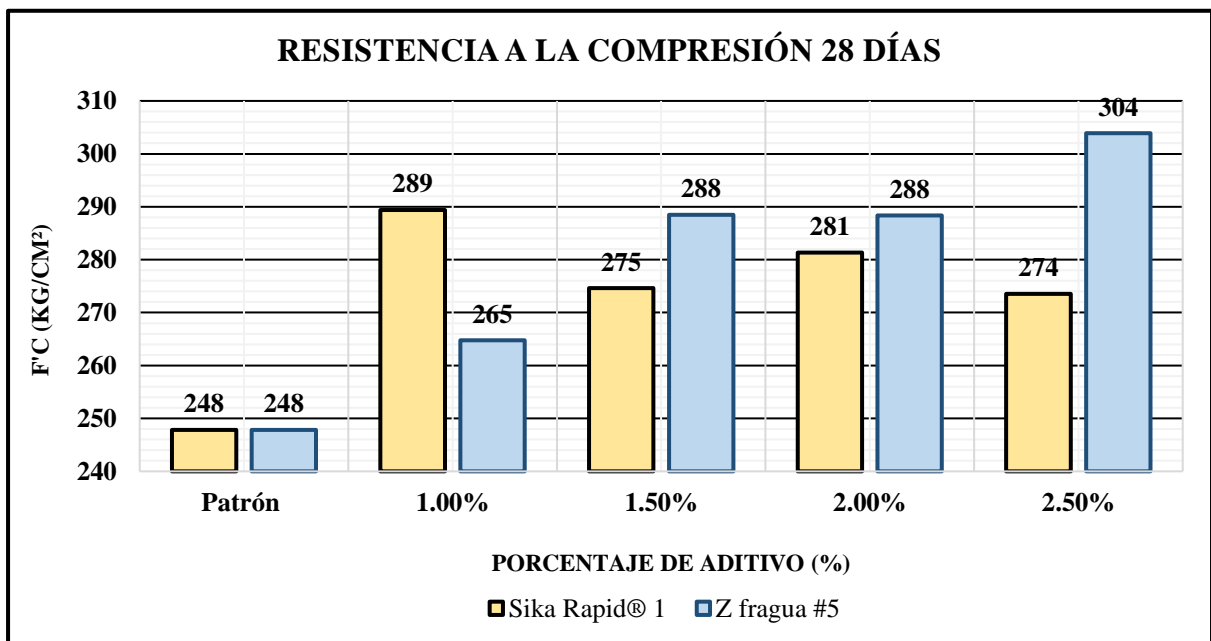


Figura 20 Resultados de la resistencia a la compresión a veintiocho días de edad. La figura muestra las resistencias promedio obtenidas para cada porcentaje de aditivo a veintiocho días de edad, del mismo modo hace una comparación entre ambos aditivos.

3.8. Análisis de precios unitarios del concreto adicionado

El análisis de los precios unitarios se llevó a cabo para un metro cubico de concreto patrón, adicionado con el 1.5 % de Sika Rapid® 1 y con el 2.5 % de Z fragua #5. Para un elemento estructural vertical.

Tabla 14. Análisis de costos unitarios del concreto patrón.

ANÁLISIS DE COSTOS CONCRETO POR M ³						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P. UNIT.	PARCIAL	TOTAL
RENDIMIENTO: 10 M³/DÍA						
COSTO UNITARIO DIRECTO POR M³ :						S/441,84
MANO DE OBRA						S/198,27
OPERARIO	HH	2,00	1,60	22,92	36,67	
OFICIAL	HH	2,00	1,60	18,25	29,20	
PEÓN	HH	10,00	8,00	16,55	132,40	
MATERIALES						S/214,50
PIEDRA CHANCADA 3/8" - 1/2"	M3		0,29	43,46	12,65	
ARENA GRUESA	M3		0,31	29,52	9,24	
CEMENTO PORTLAND TIPO UG 42.5 kg	BOL		9,61	18,86	181,24	
AGUA	M3		0,23	5,08	1,16	
DESPERDICIO	% MAT	0,05		204,29	10,21	
EQUIPOS						S/27,29
MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 p3	HM	1,00	0,80	15,20	12,16	
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	HM	1,00	0,80	13,70	10,96	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,00	138,86	4,17	

La presente tabla muestra el análisis de precios unitarios de un metro cubico de concreto patrón, realizado con el diseño de mezcla de la presente investigación y con costos de material producto de una breve investigación de mercado realizada en la ciudad de Trujillo en el presente año.

Tabla 15. Análisis de costos unitarios del concreto adicionado con Sika Rapid® 1.

ANÁLISIS DE COSTOS CONCRETO POR M³ ADICIONADO CON SIKA RAPID® 1						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P. UNIT.	PARCIAL	TOTAL
RENDIMIENTO: 10 M³/DÍA						
COSTO UNITARIO DIRECTO POR M³ :						S/521,47
MANO DE OBRA						S/198,27
OPERARIO	HH	2,00	1,60	22,92	36,67	
OFICIAL	HH	2,00	1,60	18,25	29,20	
PEÓN	HH	10,00	8,00	16,55	132,40	
MATERIALES						S/294,13
PIEDRA CHANCADA 3/8" - 1/2"	M3		0,29	43,46	12,65	
ARENA GRUESA	M3		0,31	29,52	9,24	
CEMENTO PORTLAND TIPO UG 42.5 kg	BOL		9,61	18,86	181,24	
AGUA	M3		0,23	5,08	1,16	
ADITIVO 1.5 % DEL CEMENTO	GLN		1,21	62,90	75,83	
DESPERDICIO	% MAT	0,05		280,12	14,01	
EQUIPOS						S/27,29
MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 p3	HM	1,00	0,80	15,20	12,16	
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	HM	1,00	0,80	13,70	10,96	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,00	138,86	4,17	

La presente tabla muestra el análisis de precios unitarios de un metro cubico de concreto adicionado con Sika Rapid® 1, realizado con el diseño de mezcla de la presente investigación y con costos de material producto de una breve investigación de mercado realizada en la ciudad de Trujillo en el presente año.

Tabla 16. Análisis de costos unitarios del concreto adicionado con Z Fragua #5.

ANÁLISIS DE COSTOS CONCRETO POR M³ ADICIONADO CON Z FRAGUA #5						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	P.UNIT.	PARCIAL	TOTAL
RENDIMIENTO: 10 M³/DÍA						
COSTO UNITARIO DIRECTO POR M³ :						S/523,39
MANO DE OBRA						S/198,27
OPERARIO	HH	2,00	1,60	22,92	36,67	
OFICIAL	HH	2,00	1,60	18,25	29,20	
PEÓN	HH	10,00	8,00	16,55	132,40	
MATERIALES						S/296,05
PIEDRA CHANCADA 3/8" - 1/2"	M3		0,29	43,46	12,65	
ARENA GRUESA	M3		0,31	29,52	9,24	
CEMENTO PORTLAND TIPO UG 42.5 kg	BOL		9,61	18,86	181,24	
AGUA	M3		0,23	5,08	1,16	
ADITIVO 2.5 % DEL CEMENTO	GLN		2,22	35,00	77,67	
DESPERDICIO	% MAT	0,05		281,96	14,10	
EQUIPOS						S/27,29
MEZCLADORA DE CONCRETO 9-11 p3	HM	1,00	0,80	15,20	12,16	
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	HM	1,00	0,80	13,70	10,96	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,00	138,86	4,17	

La presente tabla muestra el análisis de precios unitarios de un metro cubico de concreto adicionado con Z Fragua #5, realizado con el diseño de mezcla de la presente investigación y con costos de material producto de una breve investigación de mercado realizada en la ciudad de Trujillo en el presente año.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. DISCUSIÓN

En la presente investigación se pretende dar a conocer cuál es la influencia de los aditivos acelerantes Sika Rapid -1 y Z Fragua #5 sobre el tiempo de fraguado y la resistencia a la compresión a edades tempranas de un concreto convencional elaborado en un clima cálido. Para dicho fin, se realizaron los ensayos correspondientes en el laboratorio de concreto de nuestra universidad.

4.1.1. Resistencia a la compresión

Los resultados de la presente investigación tuvieron ciertas similitudes con respecto a los resultados obtenidos por los ingenieros Baca y Boy (2015) en sus tesis “Influencia del porcentaje y tipo de acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de un concreto de rápido fraguado”, debido a que el concreto tuvo un aumento en su resistencia a la compresión a la edad de 7 días; además, en ambas investigaciones el aditivo Sika Rapid -1 obtuvo los mejores resultados para el ensayo mencionado anteriormente, habiéndose empleado distintos porcentajes de aditivo, ya que Baca y Boy, emplearon porcentajes de 1, 2%, 3% y 4%, sin embargo, en la presente investigación se elaboraron los especímenes de concreto con una adición de 1%, 1.5%, 2% y 2.5% de aditivo acelerante.

Se siguió lo planteado por Tengan (2011) en su investigación “Análisis comparativo de aditivos acelerantes de fragua libres de álcalis para concreto proyectado o shotcrete”, en la cual propone realizar ensayos de rotura a edades muy tempranas (8 horas, 1, 3 y 7 días), de manera que se pueda tener una mejor idea sobre el comportamiento del aditivo acelerante de fraguado, por lo que, en la

presente investigación se realizaron ensayos de rotura adicionales a los 3 días, para poder tener conocimiento del comportamiento del concreto a edades tempranas. Según lo planteado por Torres (2004) en su investigación “Estudio de la influencia de aditivos acelerantes sobre las propiedades del concreto”, se evaluaron los efectos del aditivo Plastocrete 161 FL sobre las propiedades del concreto fresco y endurecido, para lo cual se tuvieron dos relaciones a/c diferentes y se usaron cementos del tipo I y II Andino, además, se adicionaron diferentes porcentajes de aditivo a la mezcla de cemento (3%, 4% y 5%), obteniendo de esta forma 16 diseños de mezcla diferentes; los resultados obtenidos mostraron que las resistencias mecánicas fueron las ideales para edades de 7 días, pero no para edades de 1 y 3 días, en las cuales se tuvieron resistencias menores y/o iguales a las resistencias de los especímenes de concreto con aditivo acelerante; por lo contrario, en la presente investigación se tuvieron resistencias mayores a las esperadas a la edad de 3 días para los especímenes de concreto con aditivo acelerante, las cuales además, fueron mayores a las resistencias obtenidas por los especímenes de concreto sin adición.

De la misma manera, se tuvo en consideración lo planteado por Valle (2018), en su investigación “Influencia de tres aditivos acelerantes en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y 210 kg/cm^2 Chachapoyas-Amazonas 2016”, en la cual se determinó la influencia de tres aditivos acelerantes (Z Fragua #5, Chema 03 y Sika R Sem Acelerante Pe) sobre la resistencia a la compresión del concreto elaborado bajo el clima cálido de la ciudad de Chachapoyas. Estos aditivos fueron añadidos a la mezcla de concreto en una proporción de 2.5%, 3% y 3.5% respecto al volumen de la bolsa de

cemento; por lo que, de acuerdo al estudio realizado por Valle, se tomaron porcentajes similares para la presente investigación, obteniendo como resultado, en ambos estudios, que el aditivo de la marca Sika presenta un mayor efecto sobre las resistencias iniciales. A continuación, se muestran los gráficos de resistencia a la compresión obtenidos en la presente investigación:

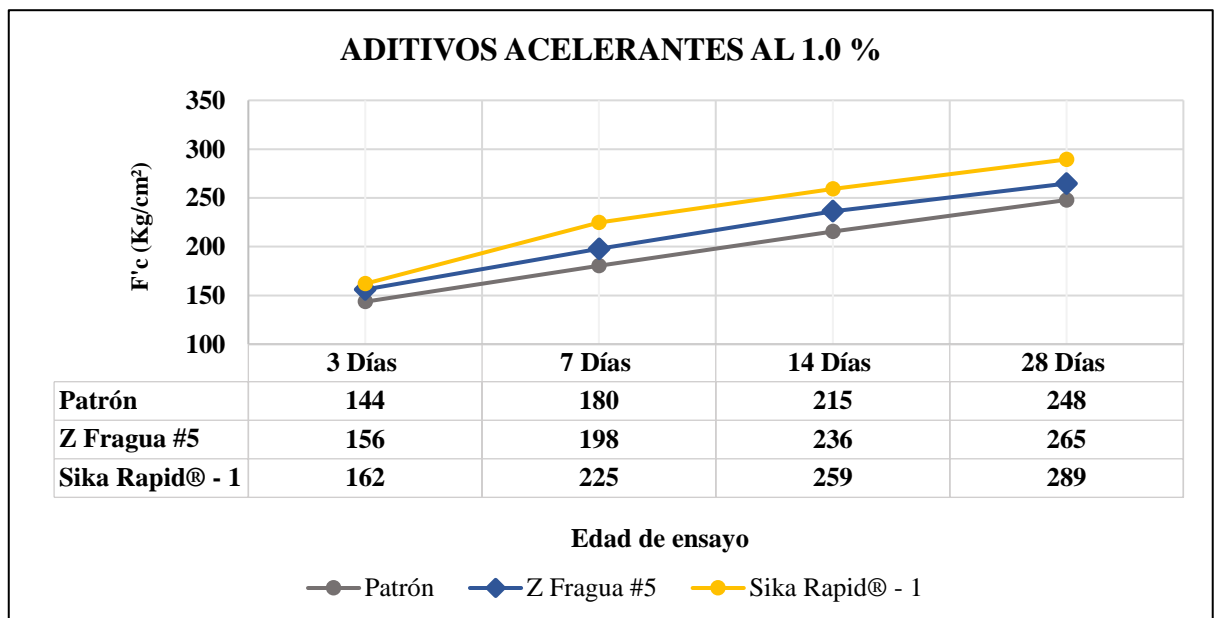


Figura 21 Incidencia de los aditivos acelerantes al 1.0 % en la resistencia a la compresión del concreto a diferentes edades, en la figura se muestra como varía la resistencia a la compresión de los concretos adicionados con acelerantes respecto a la mezcla patrón sin acelerante.

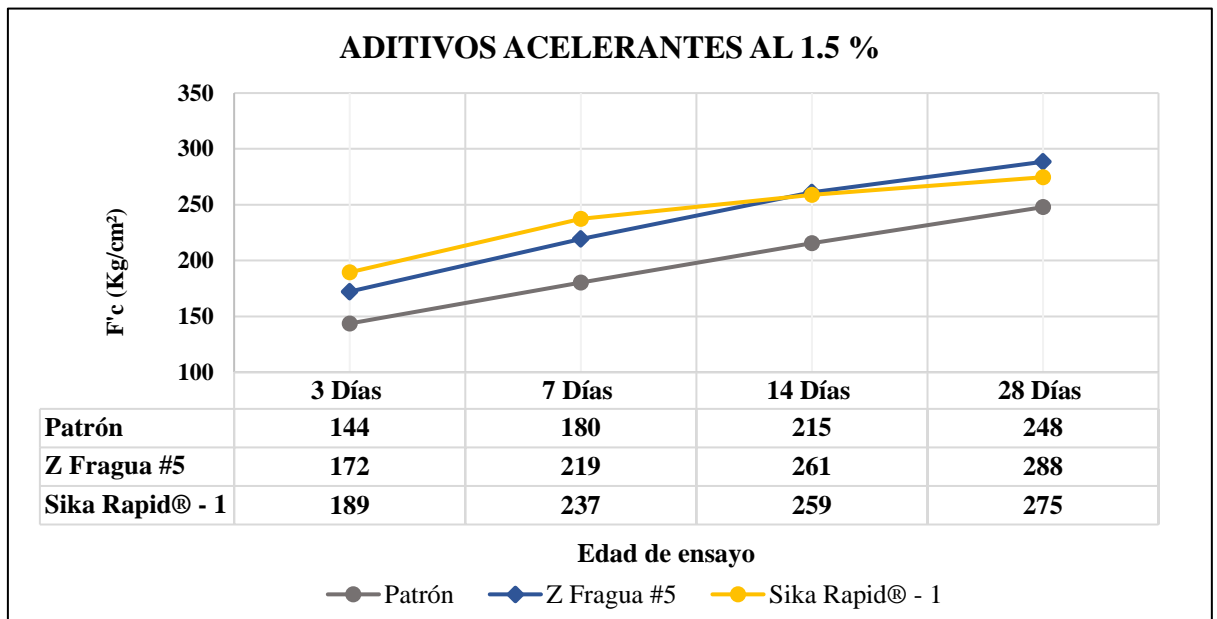


Figura 22 Incidencia de los aditivos acelerantes al 1.5 % en la resistencia a la compresión del concreto a diferentes edades, en la figura se muestra como varia la resistencia a la compresión de los concretos adicionados con acelerantes respecto a la mezcla patrón sin acelerante.

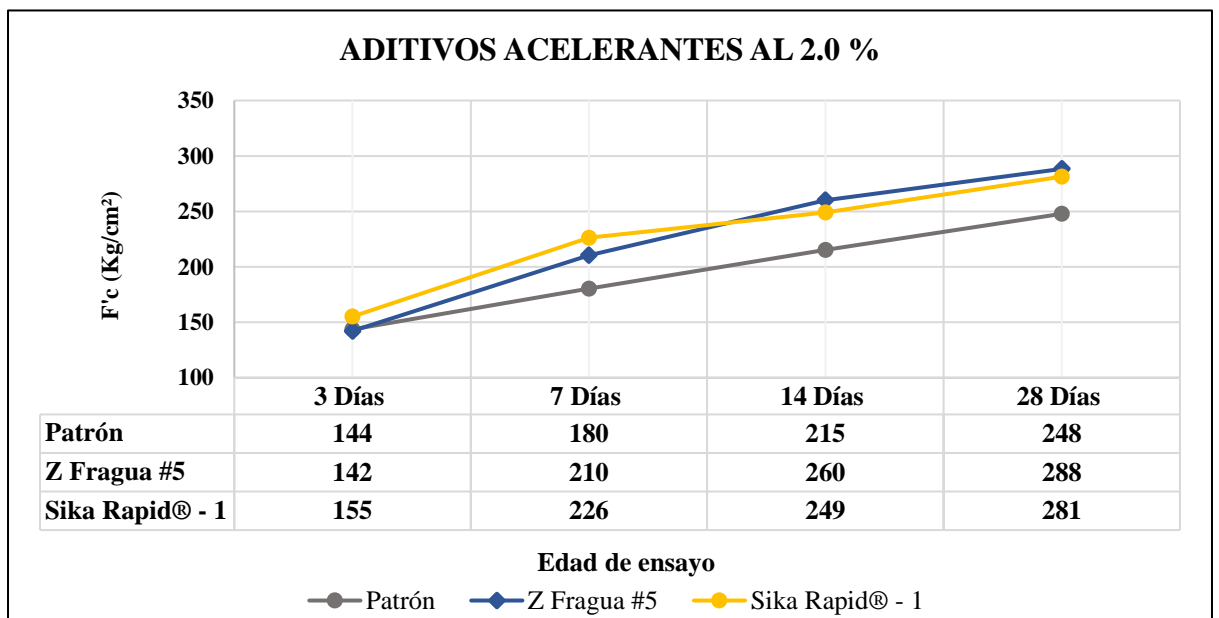


Figura 23 Incidencia de los aditivos acelerantes al 2.0 % en la resistencia a la compresión del concreto a diferentes edades, en la figura se muestra como varia la resistencia a la compresión de los concretos adicionados con acelerantes respecto a la mezcla patrón sin acelerante.

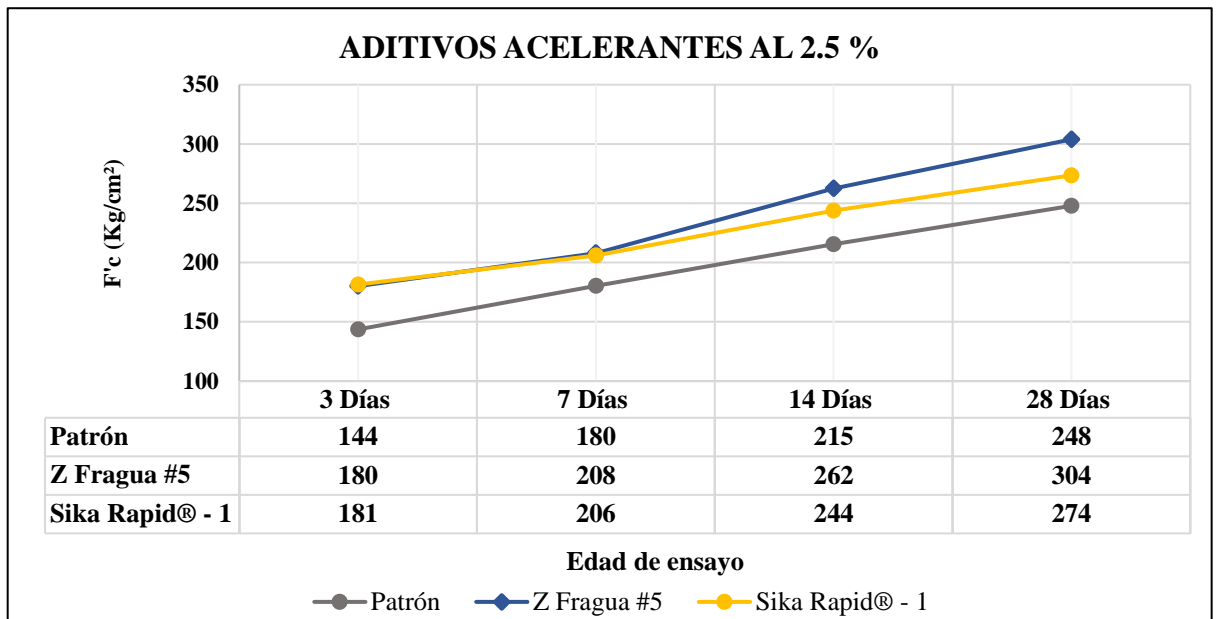


Figura 24 Incidencia de los aditivos acelerantes al 2.5 % en la resistencia a la compresión del concreto a diferentes edades, en la figura se muestra como varia la resistencia a la compresión de los concretos adicionados con acelerantes respecto a la mezcla patrón sin acelerante.

4.1.2. Tiempo de fraguado

Se siguió lo planteado por los investigadores Giménez, Torres & Cerna (2018) en su tesis “Tiempos de fraguado, consistencia y propiedades mecánicas de hormigón de ultra alta resistencia con fibras (UHPFRC)” en la cual se llegó a tener como resultado tiempos de fraguado menores a 1 min, en comparación al tiempo de fraguado obtenido en la presente investigación, el cual dio inicio a los 180 min; esta gran diferencia fue debido a la rigurosa caracterización de materiales (Cemento CEM I 52.5R, humo de sílice de dos tipos, filler calizo OMNIA (FC), Sika Viscocrete 225P, entre otros materiales) que realizaron los investigadores Giménez, Torres y Cerna y debido a la gran exactitud que se tuvo al momento de realizar su dosificación, todo esto con la finalidad de elaborar un concreto con tiempos de fraguado ultrarrápidos y altas resistencias mecánicas iniciales.

Tabla 17. Comparación de los tiempos de fraguado inicial y final de los concretos adicionados con acelerante.

ITEM	Fragua inicial (min)	Reducción inicial (%)	Fraguado final (min)	Reducción final (%)
Patrón	310	-	474	-
Z al 1.0 %	263	15.1	425	10.3
Z al 1.5 %	231	25.6	334	29.6
Z al 2.0 %	234	24.4	336	29.0
Z al 2.5 %	211	32.0	293	38.1
Sika al 1.0 %	279	10.0	396	16.4
Sika al 1.5 %	239	22.9	330	30.3
Sika al 2.0 %	260	16.0	347	26.8
Sika al 2.5 %	243	21.6	316	33.4

La presente tabla muestra los diferentes tiempos de fraguado inicial y final obtenidos en la investigación a su vez se muestra la disminución en porcentaje de los tiempos de fragua antes mencionados.

4.1.3. Temperatura

Según lo planteado por Apolinario (2017) en su investigación “Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivos acelerante de fragua en zonas alto andinas en Huánuco”, se realizó la comparación de especímenes de concreto elaborados a edades de 3, 7, 14 y 28 días con aditivo acelerante de fraguado en condiciones de climas fríos en Huánuco, lo cual tuvo influencia en que se obtuvieran resistencias por debajo de las esperadas en los especímenes de concreto elaborados sin aditivo acelerante, a comparación de los especímenes de concreto elaborados sin aditivo acelerante en la presente investigación, los cuales obtuvieron resistencias mayores a las esperadas, esto principalmente, por las condiciones climáticas en la que se realizaron las muestras de concreto.

4.1.4. Costos

Por otro lado, con respecto a los costos unitarios para la elaboración de las diferentes dosificaciones de las mezclas de concreto (según los resultados mostrados por los ensayos de resistencia a la compresión), si bien el aditivo Z Fragua #5 es más económico, los mejores resultados obtenidos fueron con la adición del 1.5% de aditivo acelerante Sika® Rapid 1, los cuales fueron similares a los resultados obtenidos con la adición del 2.5% de aditivo acelerante Z Fragua #5, lo cual significa un mayor costo unitario en el diseño de mezcla. Por lo que, el aditivo más conveniente para la elaboración de los especímenes de concreto, fue el aditivo acelerante Sika® Rapid 1, debido a que se obtuvieron mejores resultados con una menor adición de aditivo acelerante. La diferencia en los costos de producción se muestra a continuación:

Tabla 18. Comparación entre el precio del concreto sin adición y los concretos adicionados.

	Patrón	Sika Rapid® 1	Z Fragua #5
Costo de producción (m ³)	S/441,84	S/521,47	S/523,39
Costo de producción (%)	100	125.1	125.7

La presente tabla muestra los costos de producción del concreto patrón y adicionados, a su vez muestra el incremento de los costos de producción en porcentaje esto siempre en comparación con la muestra patrón.

4.1.5. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el software IBM SPSS Statistics V.26, debido a que en los antecedentes se vio la necesidad de usar un software estadístico para la validación de las hipótesis. En el cálculo estadístico se basó en el análisis de la varianza, el cual para su correcta aplicación tiene dos criterios que cumplir: La normalidad de la muestra y la homocedacidad de la misma; para validar el cumplimiento de las mismas en los antecedentes se usaron pruebas tales como Kolmogorov – Smirnov y Shapiro - Wilk para normalidad, a su vez, la prueba F y la prueba de Levene para homocedacidad. Otro punto importante en la validación de la hipótesis fue ver cuál era el porcentaje que más variaba estadísticamente hablando de la muestra patrón, para esto después de realizado el análisis de la varianza se realizó una prueba post – hoc, teniendo como alternativas la prueba de HSD Tukey y la prueba de Schelle. Finalmente, se decidió por el tamaño de la muestra y el tipo de investigación que se realizó utilizar los siguientes métodos para la validación de la hipótesis: La prueba de Shapiro – Wilk para normalidad, la prueba de Levene para homocedacidad, el análisis de la varianza para validar las hipótesis, la prueba de Tukey para ver cuál era el porcentaje de aditivo que más variaba en relación al concreto patrón y se trabajó con un nivel de confianza del 95 % (0.95) y un error del 5% (0.05).

A continuación, se muestran los cuadros obtenidos del programa IBM SPSS Statistics V.26 para cada una de las pruebas realizadas en la validación de las hipótesis.

Mezclas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Fc Mezcla Patrón	,148	10	,200*	,947	10	,060
Muestra 1	,132	10	,200*	,984	10	,060
Muestra 2	,154	10	,200*	,962	10	,060
Muestra 3	,142	10	,200*	,927	10	,060
Muestra 4	,158	10	,200*	,943	10	,060

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 25 Prueba de normalidad IBM SPSS Statistics V.26. La figura muestra los resultados que arroja el software IBM SPSS Statistics para la prueba de normalidad, la presente investigación trabajara con la prueba de Shapiro – Wilk, ya que el tamaño de muestra es acorde a los parámetros de esta prueba. La parte resaltada son los datos que se tienen que analizar en esta prueba la columna Sig. debe ser mayor que el error con el que se trabaja en este caso un error de 5.0 % o 0.05 como lo toma el software.

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Fc	Se basa en la media	2,908	4	45	,060
	Se basa en la mediana	2,823	4	45	,060
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,823	4	31,000	,060
	Se basa en la media recortada	2,899	4	45	,060

Figura 26 Prueba de homogeneidad de la varianza IBM SPSS Statistics V.26. La presente figura muestra los resultados que arroja el software IBM SPSS Statistics para la prueba de homogeneidad de la varianza de la muestra, la presente investigación trabaja con la prueba de Levene debido a su gran confiabilidad y a que se adaptó al tamaño de la muestra. En esta prueba los datos resaltados son los más importantes siendo la intercepción de la columna Sig. y la fila ‘Se baja en la media’ la más importante teniendo que ser mayor que el error de 0.05 para aceptar la hipótesis de que todas las varianzas son iguales.

ANOVA					
F'c	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	14227,633	4	3556,908	211,561	,040
Dentro de grupos	756,572	45	16,813		
Total	14984,205	49			

Figura 27 Análisis de la varianza IBM SPSS Statistics V.26. La presente tabla muestra los resultados que arroja el software IBM SPSS Statistics para el análisis de la varianza o ANOVA, la parte resaltada de la tabla es la más importante, ya que nos muestra el valor de la significancia estadística de este análisis, el cual debe ser menor que el error de 0.05 para negar la hipótesis nula de que ninguna mezcla se diferencia significativamente de la mezcla patrón.

F'c						
HSD Tukey ^a						
Mezclas	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
Mezcla Patrón	10	100,000				
Muestra 1	10		120,000			
Muestra 2	10			140,000		
Muestra 3	10				160,000	
Muestra 4	10					180,000
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

Figura 28 Prueba de HSD Tukey IBM SPSS Statistics V.26. La presente tabla muestra los resultados que arroja el software IBM SPSS Statistics para la prueba post – hoc de HSD Tukey la cual nos muestra cuan diferentes son las resistencias de las diferentes mezclas con relación al patrón, en este caso la muestra que se encuentre más abajo y que este más a la derecha es la que tiene mayor diferencia de resistencia con la mezcla patrón.

4.2. CONCLUSIONES

- ❖ El óptimo porcentaje de aditivo acelerante Sika Rapid® 1 que reduce el tiempo de fraguado y no afecta la resistencia a la compresión de un concreto 210 kg/cm² realizado en clima cálido es el 1.5 % de aditivo en relación al peso del cemento de la mezcla.
- ❖ El óptimo porcentaje de aditivo acelerante Z Fragua #5 que reduce el tiempo de fraguado y no afecta la resistencia a la compresión de un concreto 210 kg/cm² realizado en clima cálido es el 2.5 % de aditivo en relación al peso del cemento de la mezcla.
- ❖ El tiempo de fraguado final obtenido con el porcentaje óptimo de aditivo acelerante Sika Rapid® 1 fue de 330 minutos lo que significa una disminución de 144 minutos (30 %) respecto al tiempo de fraguado patrón de 474 minutos.
- ❖ El tiempo de fraguado final obtenido con el porcentaje óptimo de aditivo acelerante Z Fragua #5 fue de 293 minutos lo que significa una disminución de 181 minutos (38 %) respecto al tiempo de fraguado patrón de 474 minutos.
- ❖ Se observó un incremento de 1.5 cm (30%) en el asentamiento del concreto adicionado con Sika Rapid® 1, esto para el porcentaje optimo encontrado.
- ❖ Se observó un incremento de 1.0 cm (20%) en el asentamiento del concreto adicionado con Z Fragua #5, esto para el porcentaje optimo encontrado.
- ❖ La temperatura del concreto fresco adicionado con Sika Rapid® 1 se mantuvo en un rango estable disminuyendo 2°C (7.5%) respecto a la muestra patrón.
- ❖ La temperatura del concreto fresco adicionado con Z Fragua #5 se mantuvo en un rango estable subiendo 0.5 °C (1.9%) respecto a la muestra patrón.

- ❖ Los pesos unitarios de los concretos adicionados con ambos acelerante se mantuvieron constantes, no mostrando incrementos ni disminuciones considerables.
- ❖ Se compararon los resultados de la resistencia a la compresión obtenidos de cada porcentaje de aditivo y cada edad estudiada; obteniendo así las conclusiones principales de la investigación líneas arriba descritas.
- ❖ Los precios de producción del concreto adicionado con Sika Rapid® 1 y Z Fragua #5 aumentan en relación con el precio del concreto patrón en S/. 79.62 y S/. 81.54 respectivamente, esto para los mejores porcentajes de ambos aditivos. Del mismo modo se concluye que el precio de producción de ambos concretos adicionado se puede considerar muy similar en el caso de los porcentajes estudiados.
- ❖ Se caracterizó los agregados de la cantera ‘La Soledad’, observando que con ellos si se puede realizar un diseño de mezcla de concreto adicionado con aditivos acelerante de fragua.
- ❖ Se desarrolló un diseño de mezcla según el A.C.I comité 211 empleando aditivos acelerantes lográndose obtener incrementos de las resistencias de edades tempranas y avanzadas.

RECOMENDACIONES

- ❖ Se recomienda no utilizar porcentajes elevados de aditivos acelerantes en climas cálidos siendo el máximo cuatro por ciento de adición, esto en relación al peso del cemento de la mezcla. Esto debido a que con más de 4.0% se obtuvieron resultados negativos en lo que se refiriere a la resistencia a la compresión.
- ❖ Se recomienda quitar la misma cantidad de agua que aditivo se va a utilizar en la mezcla, esto para ver de mejor manera el desempeño del aditivo acelerante como plastificante de la mezcla.
- ❖ Se recomienda en el caso de investigaciones posteriores colocar los testigos de concreto en agua fría una vez cumplido su fraguado final, esto para mantenerlas a una temperatura constante y no dejar que el calor de hidratación del concreto unido al calor generado por el aditivo micro fisuren los testigos y haya pérdidas de resistencia.
- ❖ En caso se utilicen aditivos acelerantes en climas cálidos en construcciones cotidianas, se recomienda regar los elementos estructurales con agua corriente una vez cumplido el tiempo de fraguado final, esto para evitar pérdidas de resistencia.
- ❖ Se recomienda utilizar otro tipo de cemento para futuras investigaciones del mismo modo agregados de otras canteras con un tamaño máximo nominal distinto así también otras marcas de aditivos acelerantes u otros tipos de los mismos.
- ❖ Se recomienda utilizar equipos y materiales normados; del mismo modo tener un gran control de la calidad de los materiales a ser utilizados en siguientes investigaciones.

REFERENCIAS

- ACI. (1991). *211-91 Práctica estándar para seleccionar el proporcionamiento de concreto normal, pesado y masivo*. Michigan.
- ACI. (2011). *214-11 Guía para la evaluación de resultados de ensayos de resistencia del concreto*. Michigan.
- ACI. (2019). *318-19 Requisitos del código de construcción para hormigón estructural*. Michigan.
- Alva Ortega, S. E., & Aguilar Purizaga, L. A. (2012). *Estudio comparativo de aditivos para acelerar el tiempo de fragua del concreto en zonas alto andinas*. Nuevo Chimbote.
- Apolinario, F. (2017). *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivos acelerante de fragua en zonas alto andinas en Huánuco*. Huánuco.
- Baca Pinelo, J. F., & Boy Sanchez, J. R. (2015). *Influencia del porcentaje y tipo de acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de un concreto de rápido fraguado*. Trujillo.
- Dávila Pablo, M., & Fabián Santiváñez, C. (2013). *Estudio experimental de la influencia del tiempo de desencofrado en el comportamiento de los elementos estructurales en edificios de ductilidad limitada*. Lima.
- Federación Interamericana de la Industria de la Construcción . (2015). *Tendencias de mercado para el sector Construcción en países de Latinoamérica. El sector construcción en los países de Latinoamérica*, 15.
- Giménez Carbó, E., Torres Remón, R., & Serna Ros, P. (2018). *Tiempos de fraguado, consistencia y propiedades mecánicas de hormigón de ultra alta resistencia con fibras (UHPFRC)*. Valencia.
- Gómez Ari, I. (2009). *Efectos sobre las propiedades del concreto por el uso de dos aditivos, un acelerante de fragua y un plastificante*. Trujillo.

- Ideker, J. H., & Radlinska, A. (2010). *American Concrete Institute, ACI Special Publication: Preface. American Concrete Institute, ACI Special Publication. Chicago .*
- INACAL. (1999). *NTP N° 334.088. CEMENTOS. Aditivos químicos en pastas, morteros y hormigón (concreto).*
- INACAL. (1999). *NTP N° 339.033. Método de ensayo para la elaboración y curado de probetas cilíndricas de concreto en obra.*
- INACAL. (2001). *NTP N° 339.082. Método de ensayo para determinar el tiempo de fraguado de mezclas por medio de su resistencia a la penetración.*
- INACAL. (2002). *NTP N° 339.184. Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto.*
- INACAL. (2007). *NTP N° 339.216. Método para la utilización de cabezales con almohadillas de neopreno en el ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto endurecido.*
- INACAL. (2008). *NTP N° 339.035. Metodo de ensayo normalizado para la determinación del asentamiento de la mezcla de concreto.*
- INACAL. (2008). *NTP N° 339.046. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire del hormigón.*
- INACAL. (2014). *NTP N° 339.034. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.*
- INACAL. (2014). *NTP N° 400.037. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto.*
- Lara Sanchez, D. (2018). *Influencia de los aditivos tipo C según ASTM C494-17, dosificación y curado sobre la compresión, trabajabilidad y fraguado en un concreto convencional, Trujillo-2018. Trujillo.*
- Ortiz Lozano, J. A., Aguado de Cea, A., Zermeño de León, M. E., & Alonso Farrera, F. A. (2007). *Influencia de la temperatura ambiental en las propiedades del concreto hidráulico. Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY, 13-20.*

- Pasquel Carbajal, E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Patiño, O. (2005). *Control de Calidad del Concreto*. Panamá: RIDTEC.
- Pedrosa, M. J. (Diciembre de 2016). *Construcción Panamericana*. Obtenido de www.construccion-pa.com/noticias/panorama-mundial-la-construccion
- Ponce Córdova, E. S. (2016). *Estudio comparativo del efecto de aditivos Chema y Sika aceleradores de fragua en la ciudad del Cusco en concretos expuestos a climas alto andinos*. Cusco.
- Sánchez de Guzmán, D. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero*. Bogotá: Bhandar Editores.
- Tengan, C. A. (2011). *Análisis comparativo de aditivos acelerantes de fragua libres de Alkalís para concreto proyectado o Shotcrete*. Lima.
- Torres Alayo, J. C. (2004). *Estudio de la influencia de aditivos acelerantes sobre las propiedades del concreto*. Lima.
- Valle Gómez, Q. (2018). *Influencia de tres aditivos acelerantes en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$ y 210 kg/cm^2 Chachapoyas-Amazonas 2016*. Chachapoyas.

ANEXOS

1. Guías de observación

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Investigación : 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde, Deyver Moises
Solon Reyes, Luis Anthony

Fecha: Del 10 al 17 de Enero

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

AGREGADO GRUESO

Contenido de humedad

	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Peso natural de la muestra (gr)	500.4	500.0	500.7	500.3	500.3
Peso de la muestra seca (gr)	498.0	498.5	499.2	498.6	498.4

Peso específico

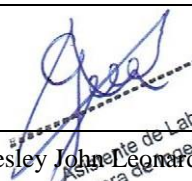
	M-1	Absorción	M-1
Peso de la muestra s.s.s. (gr)	1,428.90	Peso de la muestra s.s.s. (gr)	872.5
Peso de la muestra seca (gr)	1,409.90	Peso de la muestra seca (gr)	860.9
Peso de la muestra sumergida (gr)	903		

Peso unitario suelto

	M-1	M-2	M-3
Volumen de la tara (m ³)		0.0071	
Peso de la tara (kg)	3.36	3.37	3.36
Peso del agregado + tara (kg)	14.4	14.37	14.34

Peso unitario compactado

	M-1	M-2	M-3
Volumen de la tara (m ³)		0.0071	
Peso de la tara (kg)	3.36	3.37	3.36
Peso del agregado + tara (kg)	15.36	15.39	15.31


 Wesley John Leonardo Carrasco
 Encargado de Laboratorio Ing. Civil.

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Investigación : 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde, Deyver Moises
Solon Reyes, Luis Anthony

Fecha: Del 10 al 17 de Enero

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

AGREGADO FINO

Contenido de humedad

	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
Peso natural de la muestra (gr)	500.3	500.5	500.2	500.3	500.1
Peso de la muestra seca (gr)	494.1	494.0	494.1	493.8	493.9

Peso específico


	M-1	Absorción	M-1
Peso de la fiola+agua+mezcla (gr)	960.7	Peso de la muestra s.s.s. (gr)	500.2
Peso de la fiola+agua (gr)	663.2	Peso de la muestra seca (gr)	497.0
Peso de la muestra s.s.s. (gr)	500.2		
Peso de la muestra seca (gr)	497.0		

Peso unitario suelto

	M-1	M-2	M-3
Volumen de la tara (m ³)		0.0071	
Peso de la tara (kg)	3.36	3.37	3.36
Peso del agregado + tara (kg)	14.59	14.55	14.67

Peso unitario compactado

	M-1	M-2	M-3
Volumen de la tara (m ³)		0.0071	
Peso de la tara (kg)	3.36	3.37	3.36
Peso del agregado + tara (kg)	16.46	16.57	16.58



 Wesley John Leonardo Carrasco
 Encargado de Laboratorio Ing. Civil.

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Investigación : ' Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde, Deyver Moises
Solon Reyes, Luis Anthony

Fecha: Del 10 al 17 de Enero

CARACTERIZACIÓN DE AGREGADOS

AGREGADO GRUESO


Análisis granulométrico

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)
2"	50.80	0.0
1 1/2"	38.20	0.0
1"	25.40	0.0
3/4"	19.00	0.0
1/2"	12.70	18.2
3/8"	9.53	73.1
# 4	4.75	762.6
#8	2.360	137.8
#16	1.180	6.4
fondo	-	1.4

AGREGADO FINO

Análisis granulométrico

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)
#4	4.760	0.0
#8	2.360	94.5
#16	1.180	119.7
#30	0.600	149.5
#50	0.300	174.1
#100	0.150	322.3
#200	0.075	86.5
fondo	-	53.1


Wesley John Leonardo Carrasco
Encargado de Laboratorio Ing. Civil.

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises **Fecha:** Del 11 al 12 de Febrero
Solon Reyes Luis Anthony

CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO FRESCO - MUESTRA PATRÓN

Asentamiento

	M-1	M-2	M-3
Asentamiento (cm)	5.0	5.5	4.5

Temperatura

	M-1	M-2	M-3
Temperatura (°C)	28.0	27.0	26.5

Peso unitario

	M-1	M-2	M-3
Volumen de la tara (m ³)		0.0071	
Peso de la tara (kg)	3.36	3.36	3.36
Peso del concreto + tara (kg)	19.786	19.852	19.834

Elaboración de testigos

Edades	3 Días	7 Días	14 Días	28 Días
CÓDIGOS	P - 3d - 1	P - 7d - 1	P - 14d - 1	P - 28d - 1
	P - 3d - 2	P - 7d - 2	P - 14d - 2	P - 28d - 2
	P - 3d - 3	P - 7d - 3	P - 14d - 3	P - 28d - 3
	P - 3d - 4	P - 7d - 4	P - 14d - 4	P - 28d - 4
	P - 3d - 5	P - 7d - 5	P - 14d - 5	P - 28d - 5
	P - 3d - 6	P - 7d - 6	P - 14d - 6	P - 28d - 6
	P - 3d - 7	P - 7d - 7	P - 14d - 7	P - 28d - 7
	P - 3d - 8	P - 7d - 8	P - 14d - 8	P - 28d - 8
	P - 3d - 9	P - 7d - 9	P - 14d - 9	P - 28d - 9
	P - 3d - 10	P - 7d - 10	P - 14d - 10	P - 28d - 10
Fecha de ensayo	14/02/2019	18/02/2019	26/02/2019	12/03/2019


 Wesley John Leonardo Carrasco
 Encargado de Laboratorio Ing. Civil.

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises **Fecha:** 19 - 20 - 25 - 26 de Febrero
Solon Reyes Luis Anthony

CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO FRESCO - MUESTRA SIKA® RAPID-1 AL 1.0 %

Asentamiento

	M-1	M-2	M-3
Asentamiento (cm)	6.0	6.5	6.5

Temperatura

	M-1	M-2	M-3
Temperatura (°C)	27.5	28.0	29.0

Peso unitario

	M-1	M-2	M-3
Volumen de la tara (m ³)		0.0071	
Peso de la tara (kg)	3.36	3.36	3.36
Peso del concreto + tara (kg)	19.83	19.8	19.88

Elaboración de testigos

Edades	3 Días	7 Días	14 Días	28 Días
CÓDIGOS	S1 - 3d - 1	S1 - 7d - 1	S1 - 14d - 1	S1 - 28d - 1
	S1 - 3d - 2	S1 - 7d - 2	S1 - 14d - 2	S1 - 28d - 2
	S1 - 3d - 3	S1 - 7d - 3	S1 - 14d - 3	S1 - 28d - 3
	S1 - 3d - 4	S1 - 7d - 4	S1 - 14d - 4	S1 - 28d - 4
	S1 - 3d - 5	S1 - 7d - 5	S1 - 14d - 5	S1 - 28d - 5
	S1 - 3d - 6	S1 - 7d - 6	S1 - 14d - 6	S1 - 28d - 6
	S1 - 3d - 7	S1 - 7d - 7	S1 - 14d - 7	S1 - 28d - 7
	S1 - 3d - 8	S1 - 7d - 8	S1 - 14d - 8	S1 - 28d - 8
	S1 - 3d - 9	S1 - 7d - 9	S1 - 14d - 9	S1 - 28d - 9
	S1 - 3d - 10	S1 - 7d - 10	S1 - 14d - 10	S1 - 28d - 10
Fecha de ensayo	22/02/2019	27/02/2019	4/03/2019	26/03/2019

Wesley John Leonardo Carrasco
Encargado de Laboratorio Ing. Civil.

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises **Fecha:** 19 - 20 - 25 - 26 de Febrero
Solon Reyes Luis Anthony

CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO FRESCO - MUESTRA Z FRAGUA #5 AL 1.0 %

Asentamiento

	M-1	M-2	M-3
Asentamiento (cm)	5.0	6.0	5.5

Temperatura

	M-1	M-2	M-3
Temperatura (°C)	28.0	29.0	27.5

Peso unitario

	M-1	M-2	M-3
Volumen de la tara (m ³)		0.0071	
Peso de la tara (kg)	3.36	3.36	3.36
Peso del concreto + tara (kg)	19.77	19.82	19.715

Elaboración de testigos

Edades	3 Días	7 Días	14 Días	28 Días
CÓDIGOS	Z1 - 3d - 1	Z1 - 7d - 1	Z1 - 14d - 1	Z1 - 28d - 1
	Z1 - 3d - 2	Z1 - 7d - 2	Z1 - 14d - 2	Z1 - 28d - 2
	Z1 - 3d - 3	Z1 - 7d - 3	Z1 - 14d - 3	Z1 - 28d - 3
	Z1 - 3d - 4	Z1 - 7d - 4	Z1 - 14d - 4	Z1 - 28d - 4
	Z1 - 3d - 5	Z1 - 7d - 5	Z1 - 14d - 5	Z1 - 28d - 5
	Z1 - 3d - 6	Z1 - 7d - 6	Z1 - 14d - 6	Z1 - 28d - 6
	Z1 - 3d - 7	Z1 - 7d - 7	Z1 - 14d - 7	Z1 - 28d - 7
	Z1 - 3d - 8	Z1 - 7d - 8	Z1 - 14d - 8	Z1 - 28d - 8
	Z1 - 3d - 9	Z1 - 7d - 9	Z1 - 14d - 9	Z1 - 28d - 9
	Z1 - 3d - 10	Z1 - 7d - 10	Z1 - 14d - 10	Z1 - 28d - 10
Fecha de ensayo	22/02/2019	27/02/2019	4/03/2019	26/03/2019

Wesley John Leonardo Carrasco
Encargado de Laboratorio Ing. Civil.

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: 27 - 28 de Febrero,
1 de Marzo y 4 de Marzo

CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO FRESCO - MUESTRA SIKA® RAPID-1 AL 1.5 %

Asentamiento

	M-1	M-2	M-3
Asentamiento (cm)	8.0	6.0	5.5

Temperatura

	M-1	M-2	M-3
Temperatura (°C)	26.0	24.5	25.0

Peso unitario

	M-1	M-2	M-3
Volumen de la tara (m ³)		0.0071	
Peso de la tara (kg)	3.36	3.36	3.36
Peso del concreto + tara (kg)	19.825	19.778	19.816

Elaboración de testigos

Edades	3 Días	7 Días	14 Días	28 Días
CÓDIGOS	S2 - 3d - 1	S2 - 7d - 1	S2 - 14d - 1	S2 - 28d - 1
	S2 - 3d - 2	S2 - 7d - 2	S2 - 14d - 2	S2 - 28d - 2
	S2 - 3d - 3	S2 - 7d - 3	S2 - 14d - 3	S2 - 28d - 3
	S2 - 3d - 4	S2 - 7d - 4	S2 - 14d - 4	S2 - 28d - 4
	S2 - 3d - 5	S2 - 7d - 5	S2 - 14d - 5	S2 - 28d - 5
	S2 - 3d - 6	S2 - 7d - 6	S2 - 14d - 6	S2 - 28d - 6
	S2 - 3d - 7	S2 - 7d - 7	S2 - 14d - 7	S2 - 28d - 7
	S2 - 3d - 8	S2 - 7d - 8	S2 - 14d - 8	S2 - 28d - 8
	S2 - 3d - 9	S2 - 7d - 9	S2 - 14d - 9	S2 - 28d - 9
	S2 - 3d - 10	S2 - 7d - 10	S2 - 14d - 10	S2 - 28d - 10
Fecha de ensayo	4/03/2019	6/03/2019	15/03/2019	28/03/2019

Wesley John Leónardo Carrasco
Encargado de Laboratorio Ing. Civil.

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: 27 - 28 de Febrero,
1 de Marzo y 4 de Marzo

CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO FRESCO - MUESTRA Z FRAGUA #5 AL 1.5 %

Asentamiento

	M-1	M-2	M-3
Asentamiento (cm)	6.0	5.0	6.0

Temperatura

	M-1	M-2	M-3
Temperatura (°C)	22.5	22.0	22.5

Peso unitario

	M-1	M-2	M-3
Volumen de la tara (m ³)		0.0071	
Peso de la tara (kg)	3.36	3.36	3.36
Peso del concreto + tara (kg)	19.816	19.836	19.746

Elaboración de testigos

Edades	3 Días	7 Días	14 Días	28 Días
CÓDIGOS	Z2 - 3d - 1	Z2 - 7d - 1	Z2 - 14d - 1	Z2 - 28d - 1
	Z2 - 3d - 2	Z2 - 7d - 2	Z2 - 14d - 2	Z2 - 28d - 2
	Z2 - 3d - 3	Z2 - 7d - 3	Z2 - 14d - 3	Z2 - 28d - 3
	Z2 - 3d - 4	Z2 - 7d - 4	Z2 - 14d - 4	Z2 - 28d - 4
	Z2 - 3d - 5	Z2 - 7d - 5	Z2 - 14d - 5	Z2 - 28d - 5
	Z2 - 3d - 6	Z2 - 7d - 6	Z2 - 14d - 6	Z2 - 28d - 6
	Z2 - 3d - 7	Z2 - 7d - 7	Z2 - 14d - 7	Z2 - 28d - 7
	Z2 - 3d - 8	Z2 - 7d - 8	Z2 - 14d - 8	Z2 - 28d - 8
	Z2 - 3d - 9	Z2 - 7d - 9	Z2 - 14d - 9	Z2 - 28d - 9
	Z2 - 3d - 10	Z2 - 7d - 10	Z2 - 14d - 10	Z2 - 28d - 10
Fecha de ensayo	4/03/2019	6/03/2019	15/03/2019	28/03/2019


 Wesley John Leonardo Carrasco
 Encargado de Laboratorio Ing. Civil.

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: Del 18 al 19 de Marzo y del 25 al 26 de Marzo.

CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO FRESCO - MUESTRA SIKA® RAPID-1 AL 2.0 %

Asentamiento

	M-1	M-2	M-3
Asentamiento (cm)	7.5	6.0	6.5

Temperatura


	M-1	M-2	M-3
Temperatura (°C)	26.0	25.0	25.5

Peso unitario

	M-1	M-2	M-3
Volumen de la tara (m ³)	0.0071		
Peso de la tara (kg)	3.36	3.36	3.36
Peso del concreto + tara (kg)	19.772	19.756	19.746

Elaboración de testigos

Edades	3 Días	7 Días	14 Días	28 Días
CÓDIGOS	S3 - 3d - 1	S3 - 7d - 1	S3 - 14d - 1	S3 - 28d - 1
	S3 - 3d - 2	S3 - 7d - 2	S3 - 14d - 2	S3 - 28d - 2
	S3 - 3d - 3	S3 - 7d - 3	S3 - 14d - 3	S3 - 28d - 3
	S3 - 3d - 4	S3 - 7d - 4	S3 - 14d - 4	S3 - 28d - 4
	S3 - 3d - 5	S3 - 7d - 5	S3 - 14d - 5	S3 - 28d - 5
	S3 - 3d - 6	S3 - 7d - 6	S3 - 14d - 6	S3 - 28d - 6
	S3 - 3d - 7	S3 - 7d - 7	S3 - 14d - 7	S3 - 28d - 7
	S3 - 3d - 8	S3 - 7d - 8	S3 - 14d - 8	S3 - 28d - 8
	S3 - 3d - 9	S3 - 7d - 9	S3 - 14d - 9	S3 - 28d - 9
	S3 - 3d - 10	S3 - 7d - 10	S3 - 14d - 10	S3 - 28d - 10
Fecha de ensayo	21/03/2019	26/03/2019	8/04/2019	23/04/2019


 Wesley John Leonardo Carrasco
 Asistente de Laboratorio
 Encargado de Laboratorio Ing. Civil.

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: Del 18 al 19 de Marzo y del 25 al 26 de Marzo.

CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO FRESCO - MUESTRA Z FRAGUA #5 AL 2.0 %

Asentamiento

	M-1	M-2	M-3
Asentamiento (cm)	5.5	6.0	6.5

Temperatura

	M-1	M-2	M-3
Temperatura (°C)	24.5	25.0	24.5

Peso unitario

	M-1	M-2	M-3
Volumen de la tara (m ³)		0.0071	
Peso de la tara (kg)	3.36	3.36	3.36
Peso del concreto + tara (kg)	19.764	19.764	19.776

Elaboración de testigos

Edades	3 Días	7 Días	14 Días	28 Días
CÓDIGOS	Z3 - 3d - 1	Z3 - 7d - 1	Z3 - 14d - 1	Z3 - 28d - 1
	Z3 - 3d - 2	Z3 - 7d - 2	Z3 - 14d - 2	Z3 - 28d - 2
	Z3 - 3d - 3	Z3 - 7d - 3	Z3 - 14d - 3	Z3 - 28d - 3
	Z3 - 3d - 4	Z3 - 7d - 4	Z3 - 14d - 4	Z3 - 28d - 4
	Z3 - 3d - 5	Z3 - 7d - 5	Z3 - 14d - 5	Z3 - 28d - 5
	Z3 - 3d - 6	Z3 - 7d - 6	Z3 - 14d - 6	Z3 - 28d - 6
	Z3 - 3d - 7	Z3 - 7d - 7	Z3 - 14d - 7	Z3 - 28d - 7
	Z3 - 3d - 8	Z3 - 7d - 8	Z3 - 14d - 8	Z3 - 28d - 8
	Z3 - 3d - 9	Z3 - 7d - 9	Z3 - 14d - 9	Z3 - 28d - 9
	Z3 - 3d - 10	Z3 - 7d - 10	Z3 - 14d - 10	Z3 - 28d - 10
Fecha de ensayo	21/03/2019	26/03/2019	8/04/2019	23/04/2019

Wesley John Leonardo Carrasco
Encargado de Laboratorio Ing. Civil.

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises **Fecha:** Del 2 al 5 de Abril
Solon Reyes Luis Anthony

CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO FRESCO - MUESTRA SIKA® RAPID-1 AL 2.5 %

Asentamiento

	M-1	M-2	M-3
Asentamiento (cm)	5.0	8.0	7.5

Temperatura

	M-1	M-2	M-3
Temperatura (°C)	28.5	26.5	28.5

Peso unitario

	M-1	M-2	M-3
Volumen de la tara (m ³)		0.0071	
Peso de la tara (kg)	3.36	3.36	3.36
Peso del concreto + tara (kg)	19.728	19.835	19.82

Elaboración de testigos

Edades	3 Días	7 Días	14 Días	28 Días
CÓDIGOS	S4 - 3d - 1	S4 - 7d - 1	S4 - 14d - 1	S4 - 28d - 1
	S4 - 3d - 2	S4 - 7d - 2	S4 - 14d - 2	S4 - 28d - 2
	S4 - 3d - 3	S4 - 7d - 3	S4 - 14d - 3	S4 - 28d - 3
	S4 - 3d - 4	S4 - 7d - 4	S4 - 14d - 4	S4 - 28d - 4
	S4 - 3d - 5	S4 - 7d - 5	S4 - 14d - 5	S4 - 28d - 5
	S4 - 3d - 6	S4 - 7d - 6	S4 - 14d - 6	S4 - 28d - 6
	S4 - 3d - 7	S4 - 7d - 7	S4 - 14d - 7	S4 - 28d - 7
	S4 - 3d - 8	S4 - 7d - 8	S4 - 14d - 8	S4 - 28d - 8
	S4 - 3d - 9	S4 - 7d - 9	S4 - 14d - 9	S4 - 28d - 9
	S4 - 3d - 10	S4 - 7d - 10	S4 - 14d - 10	S4 - 28d - 10
Fecha de ensayo	5/04/2019	10/04/2019	18/04/2019	2/05/2019

Wesley John Leonardo Carrasco
Encargado de Laboratorio Ing. Civil.

GUÍA DE OBSERVACIÓN

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: Del 2 al 5 de Abril

CONTROL DE CALIDAD DEL CONCRETO FRESCO - MUESTRA Z FRAGUA #5 AL 2.5 %

Asentamiento

	M-1	M-2	M-3
Asentamiento (cm)	6.5	6.0	5.5

Temperatura

	M-1	M-2	M-3
Temperatura (°C)	28.0	26.5	27.5

Peso unitario

	M-1	M-2	M-3
Volumen de la tara (m ³)		0.0071	
Peso de la tara (kg)	3.36	3.36	3.36
Peso del concreto + tara (kg)	19.884	19.875	19.715

Elaboración de testigos

Edades	3 Días	7 Días	14 Días	28 Días
CÓDIGOS	Z4 - 3d - 1	Z4 - 7d - 1	Z4 - 14d - 1	Z4 - 28d - 1
	Z4 - 3d - 2	Z4 - 7d - 2	Z4 - 14d - 2	Z4 - 28d - 2
	Z4 - 3d - 3	Z4 - 7d - 3	Z4 - 14d - 3	Z4 - 28d - 3
	Z4 - 3d - 4	Z4 - 7d - 4	Z4 - 14d - 4	Z4 - 28d - 4
	Z4 - 3d - 5	Z4 - 7d - 5	Z4 - 14d - 5	Z4 - 28d - 5
	Z4 - 3d - 6	Z4 - 7d - 6	Z4 - 14d - 6	Z4 - 28d - 6
	Z4 - 3d - 7	Z4 - 7d - 7	Z4 - 14d - 7	Z4 - 28d - 7
	Z4 - 3d - 8	Z4 - 7d - 8	Z4 - 14d - 8	Z4 - 28d - 8
	Z4 - 3d - 9	Z4 - 7d - 9	Z4 - 14d - 9	Z4 - 28d - 9
	Z4 - 3d - 10	Z4 - 7d - 10	Z4 - 14d - 10	Z4 - 28d - 10
Fecha de ensayo	5/04/2019	10/04/2019	18/04/2019	2/05/2019

Wesley John Leonardo Carrasco

Encargado de Laboratorio Ing. Civil.

2. Cálculos resistencia a la compresión

GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: 14 y 18 de Febrero

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MUESTRA PATRÓN

3 DÍAS DE EDAD						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
P -3d -1	10.10	10.15	10.25	10.17	11,363	139.97
P -3d -2	10.11	10.12	10.25	10.16	11,457	141.32
P -3d -3	10.10	10.15	10.30	10.18	11,942	146.62
P -3d -4	10.25	10.10	10.15	10.17	11,202	137.99
P -3d -5	10.10	10.15	10.28	10.18	11,704	143.89
P -3d -6	10.30	10.18	10.10	10.19	12,391	151.84
P -3d -7	10.10	10.15	10.25	10.17	11,212	138.11
P -3d -8	10.10	10.15	10.20	10.15	11,913	147.23
P -3d -9	10.28	10.20	10.10	10.19	11,630	142.51
P -3d -10	10.10	10.12	10.25	10.16	11,884	146.68
Promedio f'c (Kg/cm²)						143.6

7 DÍAS DE EDAD						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
P -7d -1	10.10	10.10	10.20	10.13	14,184	175.88
P -7d -2	10.10	10.10	10.18	10.13	14,602	181.30
P -7d -3	10.20	10.10	10.10	10.13	13,964	173.15
P -7d -4	10.08	10.10	10.15	10.11	14,868	185.21
P -7d -5	10.10	10.15	10.15	10.13	15,342	190.23
P -7d -6	10.20	10.15	10.10	10.15	14,837	183.37
P -7d -7	10.20	10.10	10.10	10.13	15,222	188.75
P -7d -8	10.10	10.10	10.20	10.13	14,291	177.20
P -7d -9	10.10	10.10	10.20	10.13	14,772	183.17
P -7d -10	10.20	10.10	10.10	10.13	13,305	164.98
Promedio f'c (Kg/cm²)						180.3

GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: 26 de Febrero y 12 de Marzo

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MUESTRA PATRÓN

14 DÍAS DE EDAD						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
P-14d -1	10.25	10.15	10.10	10.17	17,727	218.37
P-14d -2	10.10	10.20	10.20	10.17	16,641	204.99
P-14d -3	10.30	10.20	10.10	10.20	17,579	215.13
P-14d -4	10.10	10.15	10.25	10.17	18,048	222.32
P-14d -5	10.25	10.15	10.15	10.18	17,956	220.47
P-14d -6	10.10	10.20	10.25	10.18	17,637	216.55
P-14d -7	10.20	10.20	10.10	10.17	16,662	205.25
P-14d -8	10.10	10.10	10.20	10.13	18,091	224.32
P-14d -9	10.15	10.25	10.10	10.17	17,354	213.77
P-14d -10	10.10	10.20	10.25	10.18	17,365	213.21
Promedio f'c (Kg/cm²)						215.4

28 DÍAS DE EDAD						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
P -28d -1	10.25	10.20	10.10	10.18	19,573	240.32
P -28d -2	10.30	10.20	10.10	10.20	20,034	245.18
P -28d -3	10.30	10.15	10.10	10.18	20,842	255.90
P -28d -4	10.30	10.20	10.10	10.20	19,815	242.50
P -28d -5	10.30	10.20	10.15	10.22	20,158	245.89
P -28d -6	10.15	10.20	10.15	10.17	19,475	239.90
P -28d -7	10.25	10.20	10.15	10.20	21,067	257.82
P -28d -8	10.25	10.15	10.15	10.18	20,987	257.68
P -28d -9	10.25	10.20	10.10	10.18	19,998	245.54
P -28d -10	10.25	10.20	10.15	10.20	20,235	247.64
Promedio f'c (Kg/cm²)						247.8

GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: 22 de Febrero

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 3 DÍAS DE EDAD 1.0% DE ADITIVO

SIKA® RAPID 1						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
S1-3d-1	10.20	10.30	10.20	10.23	12,985	157.88
S1-3d-2	10.30	10.15	10.15	10.20	12,985	158.91
S1-3d-3	10.35	10.20	10.15	10.23	12,538	152.44
S1-3d-4	10.30	10.20	10.15	10.22	13,005	158.64
S1-3d-5	10.30	10.15	10.10	10.18	13,470	165.39
S1-3d-6	10.25	10.15	10.10	10.17	13,215	162.79
S1-3d-7	10.20	10.15	10.10	10.15	13,018	160.89
S1-3d-8	10.15	10.20	10.30	10.22	13,406	163.53
S1-3d-9	10.20	10.15	10.10	10.15	13,545	167.40
S1-3d-10	10.20	10.15	10.10	10.15	13,958	172.50
Promedio f'c (Kg/cm²)						162.0

Z FRAGUA #5						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
Z1- 3d-1	10.30	10.15	10.15	10.20	12,125	148.39
Z1- 3d-2	10.20	10.15	10.10	10.15	12,436	153.69
Z1- 3d-3	10.10	10.10	10.25	10.15	12,744	157.50
Z1- 3d-4	10.20	10.10	10.10	10.13	12,550	155.61
Z1- 3d-5	10.20	10.10	10.10	10.13	12,565	155.80
Z1- 3d-6	10.10	10.10	10.15	10.12	13,201	164.23
Z1- 3d-7	10.20	10.15	10.10	10.15	12,936	159.87
Z1- 3d-8	10.20	10.15	10.10	10.15	12,323	152.30
Z1- 3d-9	10.15	10.10	10.10	10.12	12,698	157.97
Z1- 3d-10	10.30	10.20	10.10	10.20	12,731	155.80
Promedio f'c (Kg/cm²)						156.1

GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: 27 de Febrero

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 7 DÍAS DE EDAD 1.0% DE ADITIVO

SIKA® RAPID 1						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
S1-7d-1	10.20	10.10	10.20	10.17	17,924	220.79
S1-7d-2	10.20	10.10	10.10	10.13	18,242	226.19
S1-7d-3	10.25	10.20	10.10	10.18	17,679	217.06
S1-7d-4	10.20	10.15	10.10	10.15	17,203	212.61
S1-7d-5	10.25	10.20	10.15	10.20	17,751	217.24
S1-7d-6	10.25	10.15	10.10	10.17	18,919	233.05
S1-7d-7	10.25	10.20	10.10	10.18	18,243	223.99
S1-7d-8	10.30	10.20	10.10	10.20	18,719	229.08
S1-7d-9	10.25	10.20	10.10	10.18	19,028	233.63
S1-7d-10	10.30	10.20	10.10	10.20	19,070	233.38
Promedio f'c (Kg/cm²)						224.7

Z FRAGUA #5						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
Z1- 7d-1	10.30	10.20	10.10	10.20	15,863	194.13
Z1- 7d-2	10.30	10.20	10.15	10.22	15,019	183.20
Z1- 7d-3	10.25	10.20	10.10	10.18	16,578	203.55
Z1- 7d-4	10.30	10.15	10.10	10.18	16,847	206.85
Z1- 7d-5	10.30	10.20	10.15	10.22	15,984	194.97
Z1- 7d-6	10.30	10.20	10.15	10.22	16,183	197.40
Z1- 7d-7	10.30	10.20	10.15	10.22	16,131	196.77
Z1- 7d-8	10.25	10.20	10.10	10.18	17,131	210.34
Z1- 7d-9	10.30	10.20	10.15	10.22	16,240	198.10
Z1- 7d-10	10.35	10.25	10.10	10.23	15,791	191.99
Promedio f'c (Kg/cm²)						197.7

GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: 4 de Marzo

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 14 DÍAS DE EDAD 1.0% DE ADITIVO

SIKA® RAPID 1						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
S1-14d-1	10.25	10.20	10.10	10.18	21,609	265.32
S1-14d-2	10.20	10.15	10.10	10.15	21,618	267.17
S1-14d-3	10.25	10.15	10.10	10.17	21,887	269.61
S1-14d-4	10.30	10.15	10.10	10.18	20,323	249.53
S1-14d-5	10.35	10.20	10.10	10.22	19,803	241.56
S1-14d-6	10.30	10.20	10.10	10.20	20,853	255.20
S1-14d-7	10.30	10.20	10.10	10.20	20,563	251.65
S1-14d-8	10.25	10.15	10.10	10.17	22,106	272.31
S1-14d-9	10.30	10.20	10.10	10.20	20,935	256.20
S1-14d-10	10.25	10.20	10.10	10.18	21,588	265.06
Promedio f'c (Kg/cm²)						259.4

Z FRAGUA #5						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
Z1- 14d-1	10.25	10.15	10.10	10.17	18,807	231.67
Z1- 14d-2	10.30	10.10	10.15	10.18	18,588	228.22
Z1- 14d-3	10.20	10.20	10.10	10.17	19,326	238.06
Z1- 14d-4	10.30	10.20	10.10	10.20	19,023	232.80
Z1- 14d-5	10.30	10.20	10.10	10.20	19,819	242.54
Z1- 14d-6	10.30	10.10	10.10	10.17	18,870	232.45
Z1- 14d-7	10.30	10.20	10.10	10.20	18,944	231.84
Z1- 14d-8	10.25	10.20	10.10	10.18	20,384	250.28
Z1- 14d-9	10.30	10.20	10.10	10.20	19,250	235.58
Z1- 14d-10	10.30	10.20	10.10	10.20	19,577	239.58
Promedio f'c (Kg/cm²)						236.3

GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: 26 de Marzo

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 28 DÍAS DE EDAD 1.0% DE ADITIVO

SIKA® RAPID 1						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
S1-28d-1	10.20	10.10	10.10	10.13	23,686	293.70
S1-28d-2	10.25	10.15	10.20	10.20	23,029	281.83
S1-28d-3	10.25	10.15	10.15	10.18	23,964	294.23
S1-28d-4	10.25	10.20	10.15	10.20	23,063	282.24
S1-28d-5	10.25	10.15	10.10	10.17	24,030	296.01
S1-28d-6	10.25	10.15	10.15	10.18	23,155	284.30
S1-28d-7	10.25	10.10	10.10	10.15	24,144	298.39
S1-28d-8	10.25	10.15	10.10	10.17	23,169	285.40
S1-28d-9	10.25	10.15	10.15	10.18	23,450	287.92
S1-28d-10	10.25	10.20	10.15	10.20	23,700	290.04
Promedio f'c (Kg/cm²)						289.4

Z FRAGUA #5						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
Z1- 28d-1	10.25	10.15	10.10	10.17	21,350	263.00
Z1- 28d-2	10.25	10.15	10.15	10.18	21,732	266.83
Z1- 28d-3	10.25	10.15	10.15	10.18	21,090	258.94
Z1- 28d-4	10.25	10.20	10.10	10.18	22,030	270.49
Z1- 28d-5	10.25	10.10	10.10	10.15	22,024	272.19
Z1- 28d-6	10.25	10.15	10.15	10.18	21,017	258.05
Z1- 28d-7	10.10	10.15	10.25	10.17	22,423	276.21
Z1- 28d-8	10.10	10.15	10.25	10.17	20,877	257.17
Z1- 28d-9	10.20	10.15	10.10	10.15	22,199	274.35
Z1- 28d-10	10.10	10.15	10.20	10.15	20,258	250.37
Promedio f'c (Kg/cm²)						264.8

GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: 4 de Marzo

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 3 DÍAS DE EDAD 1.5% DE ADITIVO

SIKA® RAPID 1						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
S2-3d-1	10.25	10.20	10.10	10.18	15,337	188.31
S2-3d-2	10.20	10.15	10.10	10.15	15,346	189.66
S2-3d-3	10.25	10.15	10.10	10.17	15,357	189.17
S2-3d-4	10.30	10.15	10.10	10.18	15,486	190.14
S2-3d-5	10.35	10.20	10.10	10.22	15,777	192.45
S2-3d-6	10.30	10.20	10.10	10.20	15,484	189.49
S2-3d-7	10.30	10.20	10.10	10.20	15,509	189.80
S2-3d-8	10.25	10.15	10.10	10.17	15,546	191.50
S2-3d-9	10.30	10.20	10.10	10.20	15,262	186.78
S2-3d-10	10.25	10.20	10.10	10.18	15,248	187.22
Promedio f'c (Kg/cm²)						189.5

Z FRAGUA #5						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
Z2- 3d-1	10.25	10.15	10.10	10.17	13,309	163.95
Z2- 3d-2	10.25	10.15	10.15	10.18	15,202	186.65
Z2- 3d-3	10.25	10.15	10.15	10.18	13,997	171.86
Z2- 3d-4	10.25	10.20	10.10	10.18	13,607	167.07
Z2- 3d-5	10.25	10.10	10.10	10.15	13,987	172.86
Z2- 3d-6	10.25	10.15	10.15	10.18	13,705	168.27
Z2- 3d-7	10.10	10.15	10.25	10.17	13,856	170.68
Z2- 3d-8	10.10	10.15	10.25	10.17	13,851	170.62
Z2- 3d-9	10.20	10.15	10.10	10.15	13,965	172.59
Z2- 3d-10	10.10	10.15	10.20	10.15	14,365	177.53
Promedio f'c (Kg/cm²)						172.2

GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: 6 de Marzo

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 7 DÍAS DE EDAD 1.5% DE ADITIVO

SIKA® RAPID 1						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
S2-7d-1	10.20	10.10	10.10	10.13	19,257	238.78
S2-7d-2	10.30	10.20	10.20	10.23	20,526	249.56
S2-7d-3	10.25	10.15	10.15	10.18	19,681	241.64
S2-7d-4	10.25	10.15	10.15	10.18	19,022	233.55
S2-7d-5	10.25	10.15	10.10	10.17	18,864	232.37
S2-7d-6	10.25	10.15	10.15	10.18	19,690	241.76
S2-7d-7	10.25	10.15	10.10	10.17	18,626	229.44
S2-7d-8	10.25	10.15	10.15	10.18	19,769	242.73
S2-7d-9	10.25	10.20	10.15	10.20	18,657	228.32
S2-7d-10	10.25	10.20	10.10	10.18	19,112	234.66
Promedio f'c (Kg/cm²)						237.3

Z FRAGUA #5						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
Z2- 7d-1	10.25	10.10	10.10	10.15	17,745	219.31
Z2- 7d-2	10.25	10.10	10.10	10.15	17,297	213.77
Z2- 7d-3	10.25	10.15	10.15	10.18	17,767	218.14
Z2- 7d-4	10.25	10.15	10.15	10.18	16,745	205.60
Z2- 7d-5	10.25	10.15	10.15	10.18	18,465	226.71
Z2- 7d-6	10.25	10.10	10.10	10.15	18,180	224.68
Z2- 7d-7	10.25	10.10	10.10	10.15	17,114	211.51
Z2- 7d-8	10.25	10.15	10.15	10.18	18,554	227.81
Z2- 7d-9	10.25	10.10	10.10	10.15	18,310	226.29
Z2- 7d-10	10.25	10.15	10.20	10.20	17,985	220.10
Promedio f'c (Kg/cm²)						219.4

GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: 15 de Marzo

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 14 DÍAS DE EDAD 1.5% DE ADITIVO

SIKA® RAPID 1						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
S2-14d-1	10.20	10.10	10.10	10.13	20,647	256.01
S2-14d-2	10.30	10.20	10.20	10.23	21,384	259.99
S2-14d-3	10.25	10.15	10.15	10.18	21,572	264.86
S2-14d-4	10.25	10.15	10.15	10.18	20,668	253.76
S2-14d-5	10.25	10.15	10.10	10.17	20,603	253.80
S2-14d-6	10.25	10.15	10.15	10.18	22,208	272.67
S2-14d-7	10.25	10.15	10.10	10.17	21,523	265.13
S2-14d-8	10.25	10.15	10.15	10.18	20,598	252.90
S2-14d-9	10.25	10.20	10.15	10.20	20,578	251.83
S2-14d-10	10.25	10.20	10.10	10.18	20,985	257.66
Promedio f'c (Kg/cm²)						258.9

Z FRAGUA #5						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
Z2- 14d-1	10.25	10.10	10.10	10.15	21,551	266.35
Z2- 14d-2	10.25	10.10	10.10	10.15	20,303	250.92
Z2- 14d-3	10.25	10.15	10.15	10.18	21,145	259.62
Z2- 14d-4	10.25	10.15	10.15	10.18	20,755	254.83
Z2- 14d-5	10.25	10.15	10.15	10.18	21,941	269.39
Z2- 14d-6	10.25	10.10	10.10	10.15	21,117	260.98
Z2- 14d-7	10.25	10.10	10.10	10.15	21,299	263.23
Z2- 14d-8	10.25	10.15	10.15	10.18	21,564	264.76
Z2- 14d-9	10.25	10.10	10.10	10.15	21,321	263.50
Z2- 14d-10	10.25	10.15	10.20	10.20	20,985	256.81
Promedio f'c (Kg/cm²)						261.0

GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: 28 de Marzo

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 28 DÍAS DE EDAD 1.5% DE ADITIVO

SIKA® RAPID 1						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
S2-28d-1	10.25	10.20	10.15	10.20	22,758	278.51
S2-28d-2	10.25	10.20	10.10	10.18	22,752	279.35
S2-28d-3	10.25	10.15	10.15	10.18	22,614	277.66
S2-28d-4	10.25	10.15	10.15	10.18	22,384	274.83
S2-28d-5	10.25	10.15	10.10	10.17	22,586	278.22
S2-28d-6	10.25	10.20	10.10	10.18	21,999	270.11
S2-28d-7	10.25	10.25	10.10	10.20	22,372	273.79
S2-28d-8	10.25	10.10	10.10	10.15	21,689	268.05
S2-28d-9	10.25	10.15	10.10	10.17	22,746	280.19
S2-28d-10	10.25	10.20	10.10	10.18	21,622	265.48
Promedio f'c (Kg/cm²)						274.6

Z FRAGUA #5						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
Z2- 28d-1	10.25	10.10	10.10	10.15	24,911	307.87
Z2- 28d-2	10.25	10.15	10.15	10.18	22,685	278.53
Z2- 28d-3	10.25	10.10	10.10	10.15	23,165	286.29
Z2- 28d-4	10.25	10.20	10.10	10.18	22,946	281.73
Z2- 28d-5	10.25	10.20	10.15	10.20	22,655	277.25
Z2- 28d-6	10.25	10.15	10.20	10.20	23,220	284.17
Z2- 28d-7	10.25	10.20	10.10	10.18	22,494	276.18
Z2- 28d-8	10.25	10.15	10.10	10.17	23,636	291.16
Z2- 28d-9	10.25	10.15	10.10	10.17	24,545	302.35
Z2- 28d-10	10.25	10.15	10.15	10.18	24,364	299.14
Promedio f'c (Kg/cm²)						288.5

GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Humaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: 21 de Marzo

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 3 DÍAS DE EDAD 2.0% DE ADITIVO

SIKA® RAPID 1						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
S3-3d-1	10.25	10.20	10.15	10.20	12,307	150.61
S3-3d-2	10.25	10.20	10.10	10.18	12,933	158.79
S3-3d-3	10.25	10.20	10.10	10.18	12,398	152.22
S3-3d-4	10.25	10.20	10.15	10.20	12,927	158.20
S3-3d-5	10.25	10.20	10.10	10.18	12,622	154.97
S3-3d-6	10.25	10.15	10.15	10.18	12,923	158.67
S3-3d-7	10.25	10.20	10.15	10.20	12,816	156.84
S3-3d-8	10.25	10.15	10.15	10.18	12,350	151.63
S3-3d-9	10.25	10.20	10.10	10.18	12,548	154.07
S3-3d-10	10.25	10.20	10.10	10.18	12,687	155.77
Promedio f'c (Kg/cm²)						155.2

Z FRAGUA #5						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
Z3- 3d-1	10.20	10.10	10.10	10.13	11,538	143.07
Z3- 3d-2	10.25	10.10	10.10	10.15	11,672	144.25
Z3- 3d-3	10.25	10.15	10.10	10.17	11,773	145.02
Z3- 3d-4	10.10	10.15	10.10	10.12	11,154	138.76
Z3- 3d-5	10.20	10.15	10.15	10.17	10,548	129.93
Z3- 3d-6	10.25	10.15	10.15	10.18	12,181	149.56
Z3- 3d-7	10.25	10.15	10.10	10.17	11,310	139.32
Z3- 3d-8	10.25	10.10	10.10	10.15	11,732	144.99
Z3- 3d-9	10.15	10.20	10.15	10.17	11,584	142.70
Z3- 3d-10	10.25	10.10	10.10	10.15	11,684	144.40
Promedio f'c (Kg/cm²)						142.2

GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: 26 de Marzo

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 7 DÍAS DE EDAD 2.0% DE ADITIVO

SIKA® RAPID 1						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
S3-7d-1	10.20	10.15	10.10	10.15	18,517	228.85
S3-7d-2	10.25	10.20	10.10	10.18	18,488	227.00
S3-7d-3	10.25	10.15	10.10	10.17	18,266	225.01
S3-7d-4	10.25	10.10	10.10	10.15	18,892	233.48
S3-7d-5	10.25	10.10	10.10	10.15	18,091	223.58
S3-7d-6	10.25	10.10	10.15	10.17	18,146	223.53
S3-7d-7	10.25	10.15	10.10	10.17	18,277	225.14
S3-7d-8	10.25	10.15	10.15	10.18	18,418	226.14
S3-7d-9	10.25	10.10	10.15	10.17	18,103	223.00
S3-7d-10	10.25	10.15	10.10	10.17	18,354	226.09
Promedio f'c (Kg/cm²)						226.2

Z FRAGUA #5						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
Z3- 7d-1	10.25	10.10	10.10	10.15	16,562	204.69
Z3- 7d-2	10.25	10.10	10.10	10.15	17,819	220.22
Z3- 7d-3	10.25	10.15	10.15	10.18	16,546	203.15
Z3- 7d-4	10.25	10.15	10.15	10.18	16,904	207.55
Z3- 7d-5	10.25	10.15	10.15	10.18	16,795	206.21
Z3- 7d-6	10.25	10.10	10.10	10.15	17,319	214.04
Z3- 7d-7	10.25	10.10	10.10	10.15	17,968	222.06
Z3- 7d-8	10.25	10.15	10.15	10.18	16,912	207.65
Z3- 7d-9	10.25	10.10	10.10	10.15	16,987	209.94
Z3- 7d-10	10.25	10.15	10.20	10.20	17,102	209.29
Promedio f'c (Kg/cm²)						210.5

GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: 8 de Abril

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 14 DÍAS DE EDAD 2.0% DE ADITIVO

SIKA® RAPID 1						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
S3-14d-1	10.25	10.10	10.10	10.15	21,027	259.87
S3-14d-2	10.25	10.10	10.10	10.15	19,074	235.73
S3-14d-3	10.25	10.15	10.15	10.18	20,601	252.94
S3-14d-4	10.25	10.15	10.15	10.18	20,186	247.85
S3-14d-5	10.25	10.15	10.15	10.18	20,431	250.85
S3-14d-6	10.25	10.10	10.10	10.15	19,473	240.66
S3-14d-7	10.25	10.10	10.10	10.15	21,231	262.39
S3-14d-8	10.25	10.15	10.15	10.18	20,186	247.85
S3-14d-9	10.25	10.10	10.10	10.15	20,187	249.49
S3-14d-10	10.25	10.15	10.20	10.20	19,876	243.24
Promedio f'c (Kg/cm²)						249.1

Z FRAGUA #5						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
Z3- 14d-1	10.20	10.15	10.10	10.15	20,865	257.87
Z3- 14d-2	10.25	10.20	10.10	10.18	20,575	252.62
Z3- 14d-3	10.25	10.15	10.10	10.17	21,463	264.39
Z3- 14d-4	10.25	10.10	10.10	10.15	20,941	258.81
Z3- 14d-5	10.25	10.10	10.10	10.15	20,769	256.68
Z3- 14d-6	10.25	10.10	10.15	10.17	21,648	266.67
Z3- 14d-7	10.25	10.15	10.10	10.17	21,177	260.87
Z3- 14d-8	10.25	10.15	10.15	10.18	21,363	262.30
Z3- 14d-9	10.25	10.10	10.15	10.17	21,256	261.84
Z3- 14d-10	10.25	10.15	10.10	10.17	20,987	258.53
Promedio f'c (Kg/cm²)						260.1

GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: 23 de Abril

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 28 DÍAS DE EDAD 2.0% DE ADITIVO

SIKA® RAPID 1						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
S3-28d-1	10.25	10.10	10.10	10.15	22,803	281.82
S3-28d-2	10.10	10.10	10.20	10.13	22,748	282.06
S3-28d-3	10.20	10.15	10.10	10.15	23,408	289.30
S3-28d-4	10.25	10.20	10.10	10.18	22,464	275.81
S3-28d-5	10.10	10.20	10.25	10.18	22,774	279.62
S3-28d-6	10.25	10.15	10.10	10.17	23,194	285.71
S3-28d-7	10.20	10.20	10.15	10.18	23,268	285.69
S3-28d-8	10.20	10.15	10.10	10.15	22,067	272.72
S3-28d-9	10.10	10.15	10.25	10.17	22,758	280.34
S3-28d-10	10.10	10.15	10.25	10.17	22,758	280.34
Promedio f'c (Kg/cm²)						281.3

Z FRAGUA #5						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
Z3- 28d-1	10.25	10.15	10.10	10.17	24,984	307.76
Z3- 28d-2	10.20	10.20	10.10	10.17	24,310	299.46
Z3- 28d-3	10.25	10.15	10.10	10.17	23,223	286.07
Z3- 28d-4	10.25	10.20	10.10	10.18	23,187	284.69
Z3- 28d-5	10.25	10.20	10.15	10.20	21,220	259.69
Z3- 28d-6	10.15	10.20	10.20	10.18	22,734	279.13
Z3- 28d-7	10.10	10.20	10.10	10.13	24,677	305.98
Z3- 28d-8	10.25	10.15	10.20	10.20	23,519	287.83
Z3- 28d-9	10.10	10.20	10.25	10.18	21,853	268.31
Z3- 28d-10	10.10	10.15	10.20	10.15	24,628	304.37
Promedio f'c (Kg/cm²)						288.3

GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: 5 de Abril

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 3 DÍAS DE EDAD 2.5% DE ADITIVO

SIKA® RAPID 1						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
S4-3d-1	10.20	10.10	10.10	10.13	14,306	177.39
S4-3d-2	10.30	10.20	10.20	10.23	14,417	175.29
S4-3d-3	10.25	10.15	10.15	10.18	14,999	184.16
S4-3d-4	10.25	10.15	10.15	10.18	14,606	179.33
S4-3d-5	10.25	10.15	10.10	10.17	14,984	184.58
S4-3d-6	10.25	10.15	10.15	10.18	15,037	184.63
S4-3d-7	10.25	10.15	10.10	10.17	15,361	189.22
S4-3d-8	10.25	10.15	10.15	10.18	14,926	183.26
S4-3d-9	10.25	10.20	10.15	10.20	14,356	175.69
S4-3d-10	10.25	10.20	10.10	10.18	14,752	181.13
Promedio f'c (Kg/cm²)						181.5

Z FRAGUA #5						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
Z4- 3d-1	10.25	10.20	10.10	10.18	14,208	174.45
Z4- 3d-2	10.25	10.15	10.15	10.18	14,939	183.42
Z4- 3d-3	10.25	10.20	10.20	10.22	14,594	178.02
Z4- 3d-4	10.25	10.15	10.10	10.17	14,568	179.45
Z4- 3d-5	10.25	10.15	10.15	10.18	14,828	182.06
Z4- 3d-6	10.25	10.20	10.10	10.18	15,010	184.29
Z4- 3d-7	10.25	10.15	10.10	10.17	14,093	173.60
Z4- 3d-8	10.25	10.20	10.10	10.18	14,805	181.78
Z4- 3d-9	10.25	10.20	10.15	10.20	14,605	178.74
Z4- 3d-10	10.25	10.15	10.15	10.18	15,110	185.52
Promedio f'c (Kg/cm²)						180.1

GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: 10 de Abril

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 7 DÍAS DE EDAD 2.5% DE ADITIVO

SIKA® RAPID 1						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
S4-7d-1	10.20	10.10	10.10	10.13	16,562	205.36
S4-7d-2	10.30	10.20	10.20	10.23	17,589	213.85
S4-7d-3	10.25	10.15	10.15	10.18	16,910	207.62
S4-7d-4	10.25	10.15	10.15	10.18	17,509	214.98
S4-7d-5	10.25	10.15	10.10	10.17	16,088	198.18
S4-7d-6	10.25	10.15	10.15	10.18	16,087	197.52
S4-7d-7	10.25	10.15	10.10	10.17	17,458	215.05
S4-7d-8	10.25	10.15	10.15	10.18	16,684	204.85
S4-7d-9	10.25	10.20	10.15	10.20	16,589	203.02
S4-7d-10	10.25	10.20	10.10	10.18	16,254	199.57
Promedio f'c (Kg/cm²)						206.0

Z FRAGUA #5						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
Z4- 7d-1	10.05	10.25	10.15	10.15	16,781	207.39
Z4- 7d-2	10.15	10.20	10.20	10.18	16,759	205.77
Z4- 7d-3	10.25	10.15	10.25	10.22	16,245	198.16
Z4- 7d-4	10.25	10.15	10.10	10.17	17,107	210.73
Z4- 7d-5	10.10	10.20	10.25	10.18	17,323	212.69
Z4- 7d-6	10.25	10.15	10.15	10.18	17,176	210.89
Z4- 7d-7	10.10	10.15	10.25	10.17	16,928	208.53
Z4- 7d-8	10.25	10.15	10.25	10.22	17,272	210.69
Z4- 7d-9	10.20	10.20	10.20	10.20	16,854	206.26
Z4- 7d-10	10.20	10.20	10.15	10.18	16,994	208.65
Promedio f'c (Kg/cm²)						208.0

GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: 18 de Abril

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 14 DÍAS DE EDAD 2.5% DE ADITIVO

SIKA® RAPID 1						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
S4-14d-1	10.15	10.15	10.20	10.17	20,130	247.97
S4-14d-2	10.25	10.15	10.15	10.18	19,201	235.75
S4-14d-3	10.10	10.15	10.25	10.17	20,439	251.77
S4-14d-4	10.25	10.15	10.15	10.18	19,933	244.74
S4-14d-5	10.15	10.15	10.25	10.18	19,216	235.94
S4-14d-6	10.25	10.15	10.10	10.17	18,893	232.73
S4-14d-7	10.20	10.20	10.15	10.18	19,992	245.46
S4-14d-8	10.15	10.20	10.20	10.18	20,692	254.06
S4-14d-9	10.20	10.15	10.15	10.17	19,789	243.77
S4-14d-10	10.15	10.15	10.20	10.17	19,998	246.34
Promedio f'c (Kg/cm²)						243.9

Z FRAGUA #5						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
Z4- 14d-1	10.10	10.15	10.20	10.15	21,873	270.33
Z4- 14d-2	10.15	10.15	10.20	10.17	21,368	263.22
Z4- 14d-3	10.10	10.10	10.25	10.15	20,459	252.85
Z4- 14d-4	10.15	10.15	10.25	10.18	21,156	259.75
Z4- 14d-5	10.15	10.20	10.25	10.20	21,092	258.12
Z4- 14d-6	10.10	10.20	10.20	10.17	21,129	260.27
Z4- 14d-7	10.20	10.25	10.25	10.23	21,650	263.23
Z4- 14d-8	10.10	10.15	10.25	10.17	21,794	268.47
Z4- 14d-9	10.15	10.15	10.20	10.17	21,658	266.79
Z4- 14d-10	10.10	10.20	10.25	10.18	21,329	261.88
Promedio f'c (Kg/cm²)						262.5

GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

Fecha: 2 de Mayo

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - 28 DÍAS DE EDAD 2.5% DE ADITIVO

SIKA® RAPID 1						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
S4-28d-1	10.15	10.15	10.20	10.17	20,130	247.97
S4-28d-2	10.25	10.15	10.15	10.18	19,201	235.75
S4-28d-3	10.10	10.15	10.25	10.17	20,439	251.77
S4-28d-4	10.25	10.15	10.15	10.18	19,933	244.74
S4-28d-5	10.15	10.15	10.25	10.18	19,216	235.94
S4-28d-6	10.25	10.15	10.10	10.17	18,893	232.73
S4-28d-7	10.20	10.20	10.15	10.18	19,992	245.46
S4-28d-8	10.15	10.20	10.20	10.18	20,692	254.06
S4-28d-9	10.20	10.15	10.15	10.17	19,789	243.77
S4-28d-10	10.15	10.15	10.20	10.17	19,998	246.34
Promedio f'c (Kg/cm²)						243.9

Z FRAGUA #5						
Código	Diámetro 01 (cm)	Diámetro 02 (cm)	Diámetro 03 (cm)	Diámetro promedio	Carga Máxima (Kg-f)	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)
Z4- 28d-1	10.10	10.15	10.20	10.15	21,873	270.33
Z4- 28d-2	10.15	10.15	10.20	10.17	21,368	263.22
Z4- 28d-3	10.10	10.10	10.25	10.15	20,459	252.85
Z4- 28d-4	10.15	10.15	10.25	10.18	21,156	259.75
Z4- 28d-5	10.15	10.20	10.25	10.20	21,092	258.12
Z4- 28d-6	10.10	10.20	10.20	10.17	21,129	260.27
Z4- 28d-7	10.20	10.25	10.25	10.23	21,650	263.23
Z4- 28d-8	10.10	10.15	10.25	10.17	21,794	268.47
Z4- 28d-9	10.15	10.15	10.20	10.17	21,658	266.79
Z4- 28d-10	10.10	10.20	10.25	10.18	21,329	261.88
Promedio f'c (Kg/cm²)						262.5

3. Cálculos tiempo de fraguado

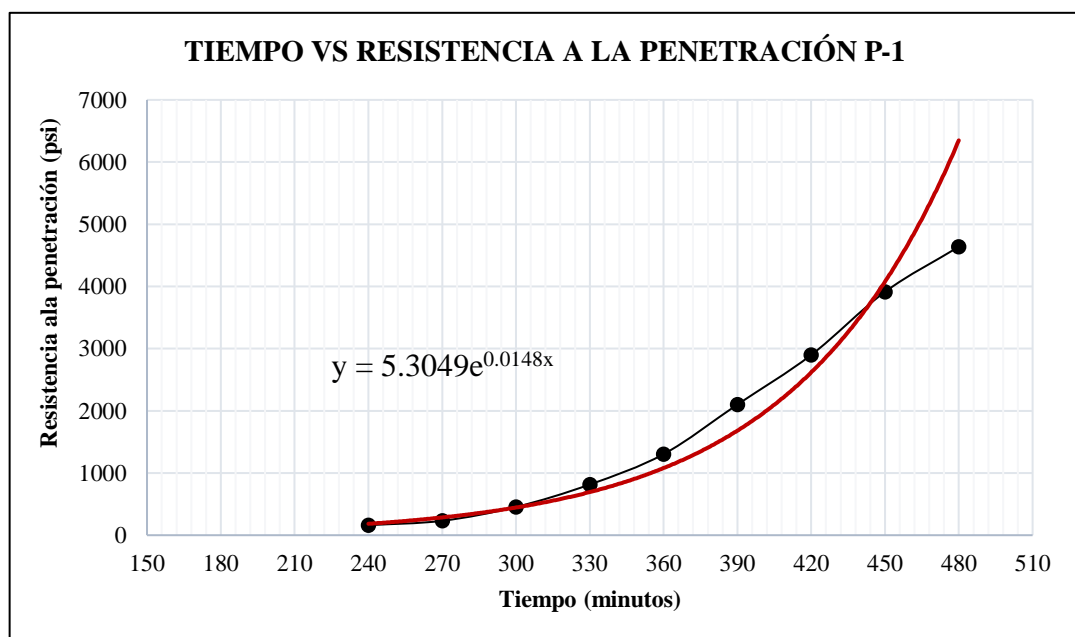
GUÍA DE CÁLCULO

TIEMPO DE FRAGUADO - MUESTRA PATRÓN 1

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Temperatura (°C)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
01:59:00 p. m.	240	160	24.0	0.9940	161
02:29:00 p. m.	270	120	24.3	0.5185	231
02:59:00 p. m.	300	113	24.7	0.2485	455
03:29:00 p. m.	330	90	24.9	0.1104	815
03:59:00 p. m.	360	64	24.3	0.0491	1,303
04:29:00 p. m.	390	58	24.3	0.0276	2,101
04:59:00 p. m.	420	80	24.4	0.0276	2,899
05:29:00 p. m.	450	108	24.8	0.0276	3,913
05:59:00 p. m.	480	128	25.1	0.0276	4,638

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0148
N=	5.3049
X (min.)=	307

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0148
N=	5.3049
X (min.)=	473



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

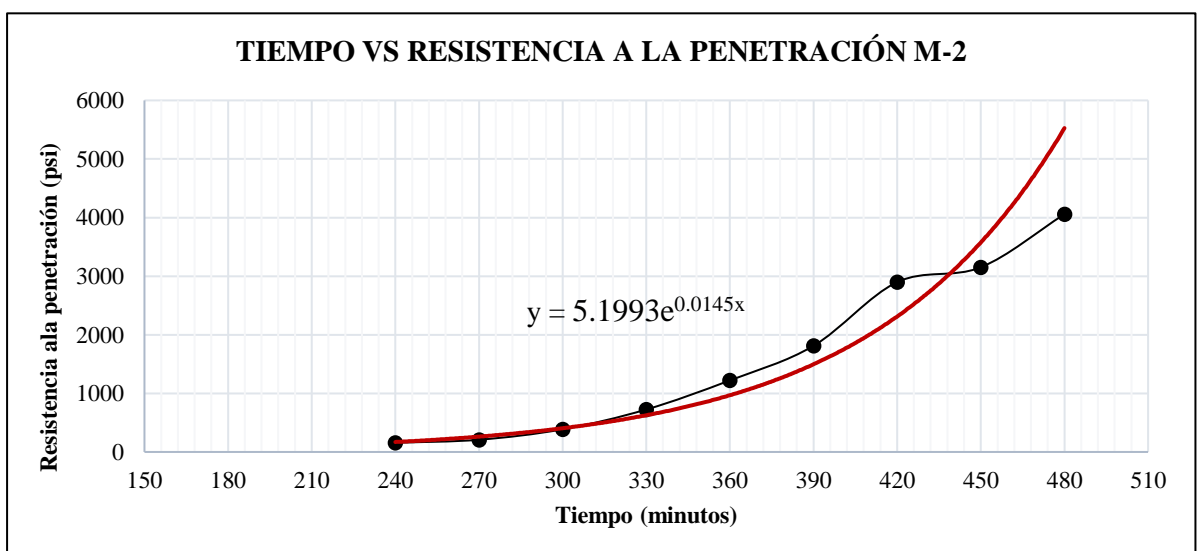
Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises **Fecha:** Del 11 y 12 de Febrero
Solon Reyes Luis Anthony

TIEMPO DE FRAGUADO - MUESTRA PATRÓN 2

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Temperatura (°C)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
02:05:00 p. m.	240	155	23.9	0.9940	156
02:35:00 p. m.	270	108	24.4	0.5185	208
03:05:00 p. m.	300	96	24.6	0.2485	386
03:35:00 p. m.	330	80	24.6	0.1104	725
04:05:00 p. m.	360	60	24.3	0.0491	1,222
04:35:00 p. m.	390	50	24.2	0.0276	1,812
05:05:00 p. m.	420	80	24.5	0.0276	2,899
05:35:00 p. m.	450	87	24.8	0.0276	3,152
06:05:00 p. m.	480	112	24.9	0.0276	4,058

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0145
N=	5.1993
X (min.)=	315

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0145
N=	5.1993
X (min.)=	478



GUIA DE OBSERVACIÓN

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

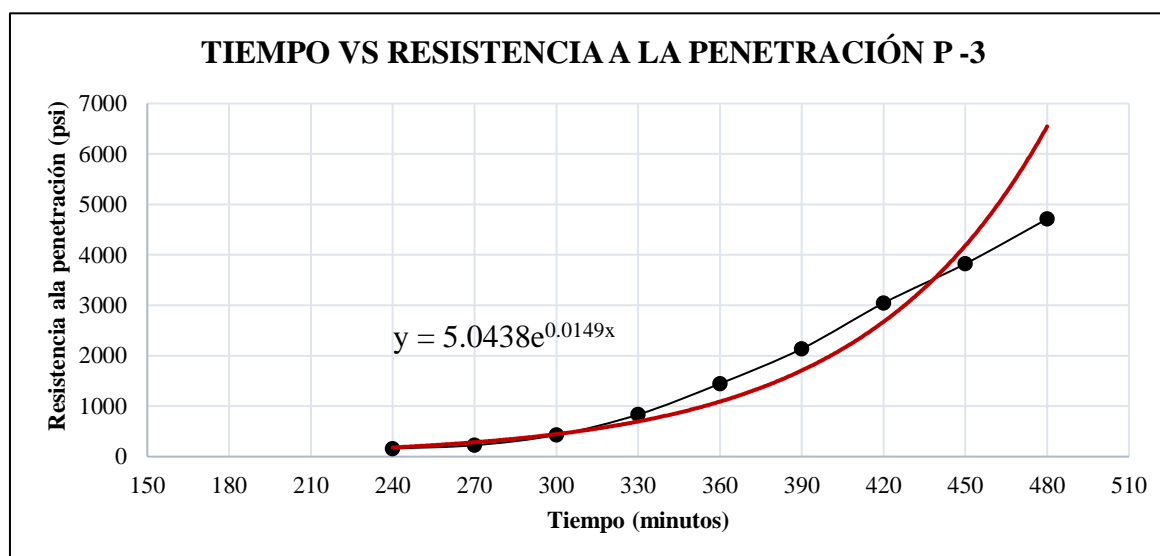
Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises **Fecha:** Del 11 y 12 de Febrero
Solon Reyes Luis Anthony

TIEMPO DE FRAGUADO - MUESTRA PATRÓN 3

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Temperatura (°C)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
03:05:00 p. m.	240	159	24.0	0.9940	160
03:35:00 p. m.	270	117	24.4	0.5185	226
04:05:00 p. m.	300	107	24.7	0.2485	429
04:35:00 p. m.	330	92	24.8	0.1104	833
05:05:00 p. m.	360	71	24.3	0.0491	1,446
05:35:00 p. m.	390	59	24.3	0.0276	2,138
06:05:00 p. m.	420	84	24.5	0.0276	3,043
06:35:00 p. m.	450	106	24.8	0.0276	3,822
07:05:00 p. m.	480	130	25.0	0.0276	4,710

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0149
N=	5.0438
X (min.)=	308

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0149
N=	5.0438
X (min.)=	471



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

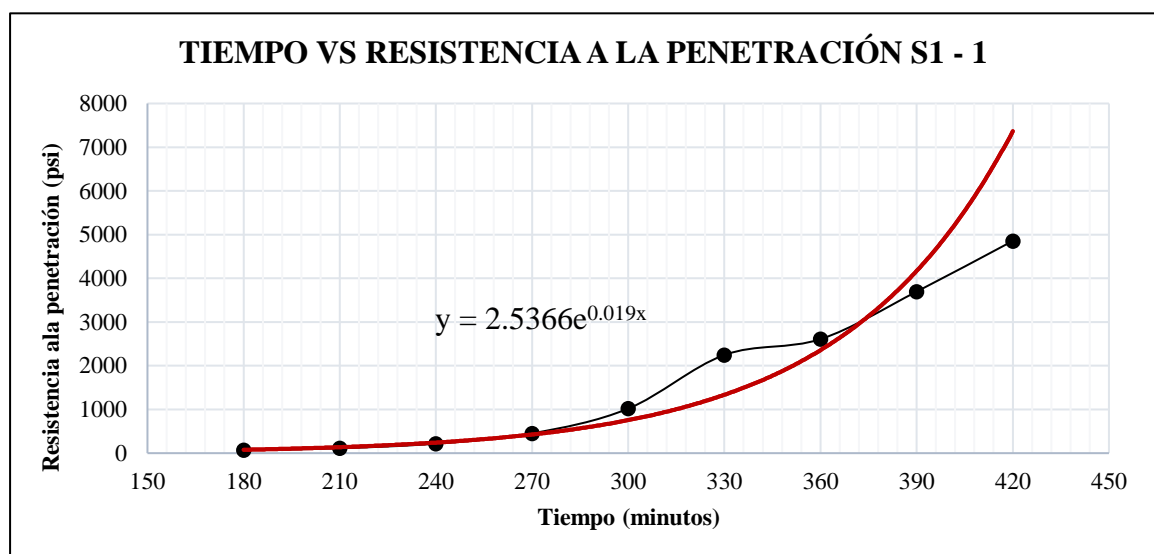
Fecha: 19 de Febrero

TIEMPO DE FRAGUADO - SIKA® RAPID 1 AL 1.0%, MUESTRA 1

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Temperatura (°C)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
02:30:00 p. m.	180	67	23.3	0.9940	67
03:00:00 p. m.	210	58	23.5	0.5185	112
03:30:00 p. m.	240	54	24.3	0.2485	217
04:00:00 p. m.	270	50	24.0	0.1104	453
04:30:00 p. m.	300	50	23.8	0.0491	1,018
05:00:00 p. m.	330	62	24.1	0.0276	2,246
05:30:00 p. m.	360	72	24.3	0.0276	2,609
06:00:00 p. m.	390	102	25.4	0.0276	3,696
06:30:00 p. m.	420	134	24.9	0.0276	4,855

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.019
N=	2.5366
X (min.)=	278

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.019
N=	2.5366
X (min.)=	394



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

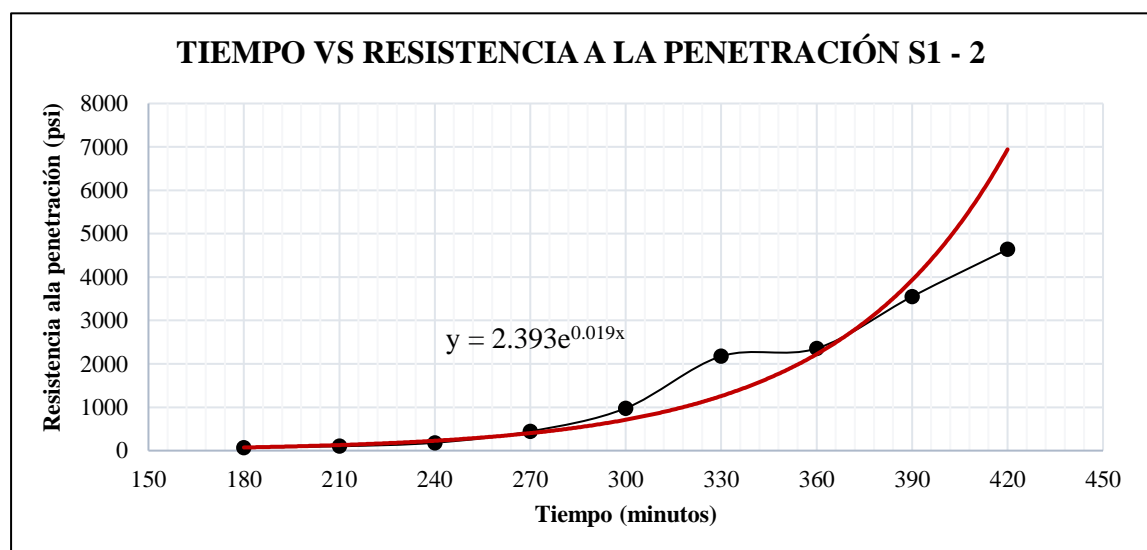
Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises **Fecha:** 20 de Febrero
Solon Reyes Luis Anthony

TIEMPO DE FRAGUADO - SIKA® RAPID 1 AL 1.0%, MUESTRA 2

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Temperatura (°C)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
02:32:00 p. m.	180	70	23.3	0.9940	70
03:02:00 p. m.	210	52	23.3	0.5185	100
03:32:00 p. m.	240	45	24.3	0.2485	181
04:02:00 p. m.	270	49	23.9	0.1104	444
04:32:00 p. m.	300	48	23.8	0.0491	978
05:02:00 p. m.	330	60	24.2	0.0276	2,174
05:32:00 p. m.	360	65	24.1	0.0276	2,355
06:02:00 p. m.	390	98	25.1	0.0276	3,551
06:32:00 p. m.	420	128	24.3	0.0276	4,638

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.019
N=	2.393
X (min.)=	281

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.019
N=	2.393
X (min.)=	399



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

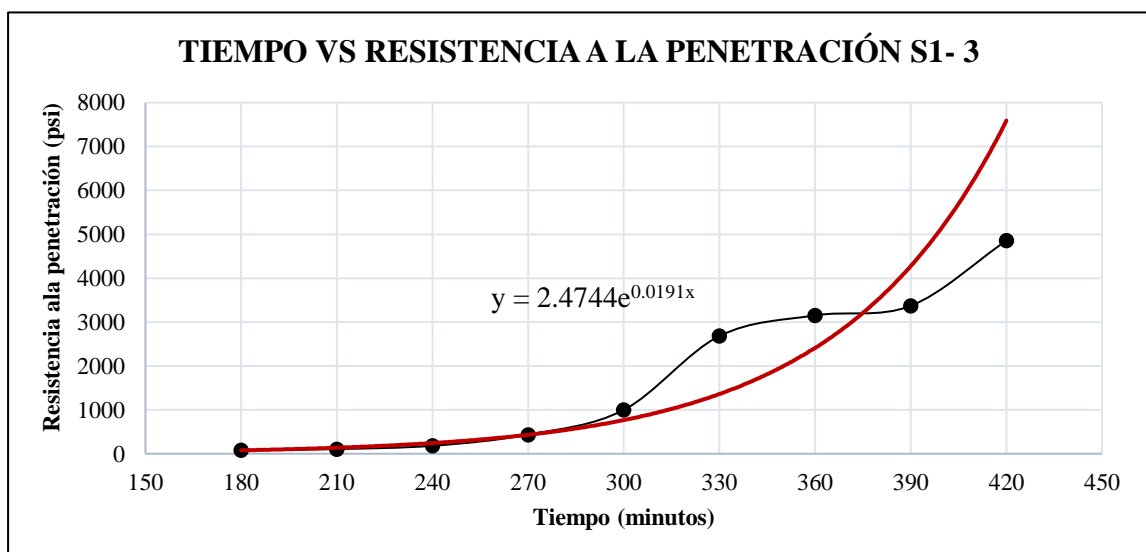
Fecha: 25 de Febrero

TIEMPO DE FRAGUADO - SIKA® RAPID 1 AL 1.0%, MUESTRA 3

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Temperatura (°C)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
01:15:00 a. m.	180	78	23.0	0.9940	78
01:45:00 a. m.	210	55	23.4	0.5185	106
02:15:00 a. m.	240	45	23.7	0.2485	181
02:45:00 a. m.	270	48	23.6	0.1104	435
03:15:00 a. m.	300	49	23.4	0.0491	998
03:45:00 a. m.	330	74	24.1	0.0276	2,681
04:15:00 a. m.	360	87	24.8	0.0276	3,152
04:45:00 a. m.	390	93	25.1	0.0276	3,370
05:15:00 a. m.	420	134	25.4	0.0276	4,855

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0191
N=	2.4744
X (min.)=	278

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0191
N=	2.4744
X (min.)=	396



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

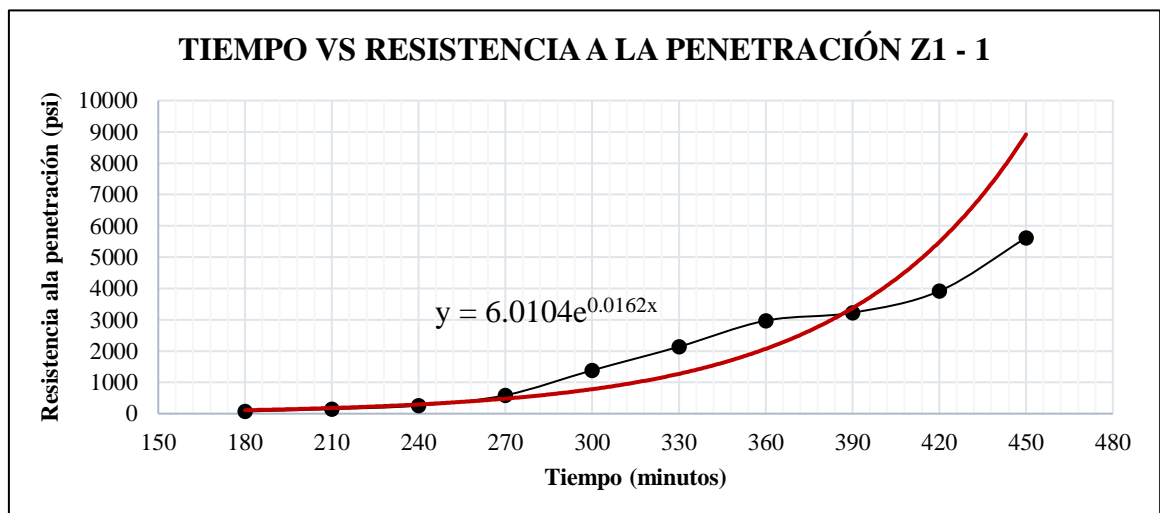
Fecha: 19 de Febrero

TIEMPO DE FRAGUADO - Z FRAGUA #5 AL 1.0%, MUESTRA 1

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Temperatura (°C)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
01:55:00 p. m.	180	70	23.5	0.9940	70
02:25:00 p. m.	210	76	23.8	0.5185	147
02:55:00 p. m.	240	64	24.3	0.2485	258
03:25:00 p. m.	270	65	25.4	0.1104	589
03:55:00 p. m.	300	68	25.5	0.0491	1,385
04:25:00 p. m.	330	59	25.9	0.0276	2,138
04:55:00 p. m.	360	82	25.6	0.0276	2,971
05:25:00 p. m.	390	89	25.7	0.0276	3,225
05:55:00 p. m.	420	108	25.4	0.0276	3,913
06:25:00 p. m.	450	155	24.8	0.0276	5,616

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0162
N=	6.014
X (min.)=	265

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0162
N=	6.014
X (min.)=	421



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

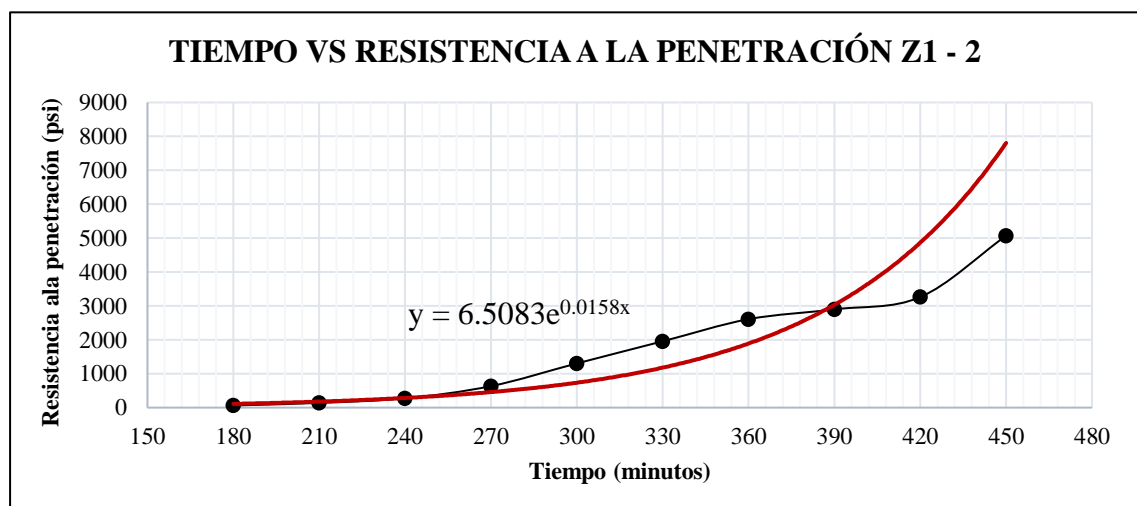
Fecha: 20 de Febrero

TIEMPO DE FRAGUADO - Z FRAGUA #5 AL 1.0%, MUESTRA 2

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Temperatura (°C)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
02:17:00 p. m.	180	63	23.1	0.9940	63
02:47:00 p. m.	210	72	23.4	0.5185	139
03:17:00 p. m.	240	68	24.0	0.2485	274
03:47:00 p. m.	270	70	25.8	0.1104	634
04:17:00 p. m.	300	64	25.8	0.0491	1,303
04:47:00 p. m.	330	54	25.9	0.0276	1,957
05:17:00 p. m.	360	72	25.8	0.0276	2,609
05:47:00 p. m.	390	80	25.8	0.0276	2,899
06:17:00 p. m.	420	90	25.7	0.0276	3,261
06:47:00 p. m.	450	140	24.6	0.0276	5,072

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0158
N=	6.5083
X (min.)=	262

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0158
N=	6.5083
X (min.)=	433



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

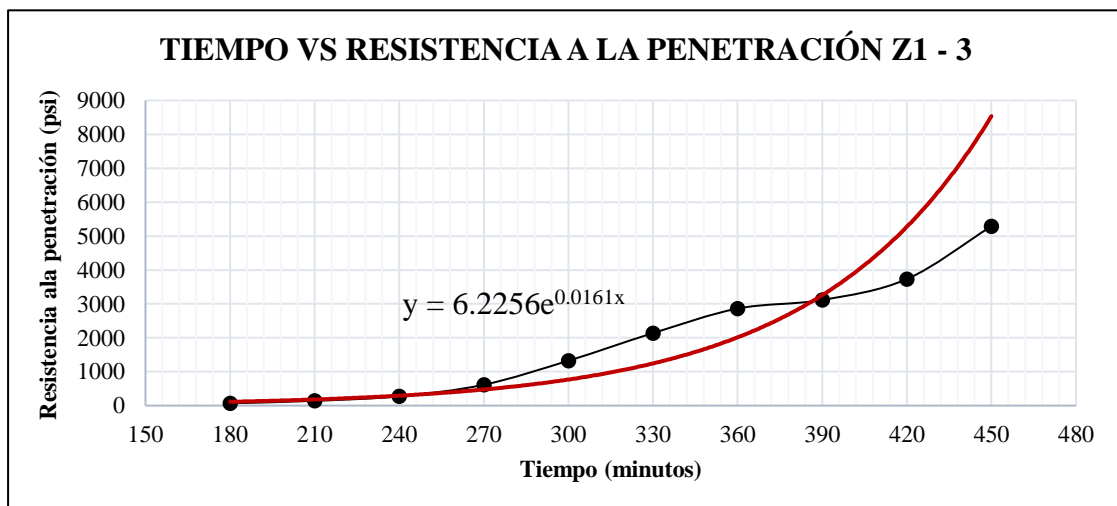
Fecha: 25 de Febrero

TIEMPO DE FRAGUADO - Z FRAGUA #5 AL 1.0%, MUESTRA 3

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Temperatura (°C)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
12:34:00 p. m.	180	67	23.4	0.9940	67
01:04:00 p. m.	210	73	23.4	0.5185	141
01:34:00 p. m.	240	68	23.6	0.2485	274
02:04:00 p. m.	270	68	24.6	0.1104	616
02:34:00 p. m.	300	65	24.7	0.0491	1,324
03:04:00 p. m.	330	59	24.2	0.0276	2,138
03:34:00 p. m.	360	79	25.4	0.0276	2,862
04:04:00 p. m.	390	86	25.1	0.0276	3,116
04:34:00 p. m.	420	103	25.8	0.0276	3,732
05:04:00 p. m.	450	146	25.1	0.0276	5,290

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0161
N=	6.2256
X (min.)=	263

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0161
N=	6.2256
X (min.)=	422



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

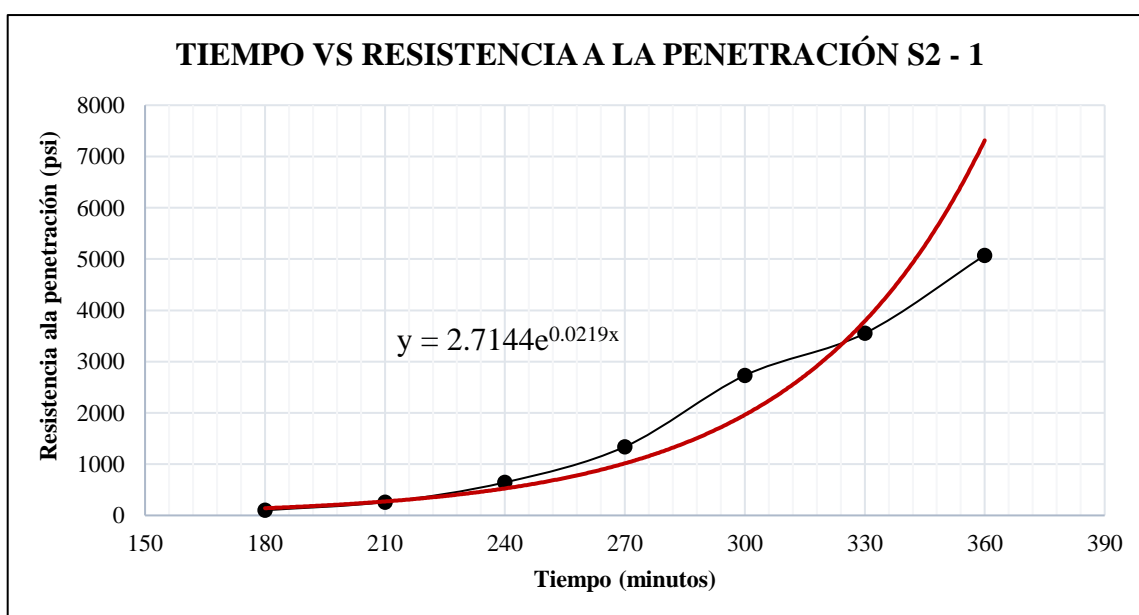
Fecha: 27 de Febrero

TIEMPO DE FRAGUADO - SIKA® RAPID 1 AL 1.5%, MUESTRA 1

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Temperatura (°C)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
01:51:00 p. m.	180	100	25.7	0.9940	101
02:21:00 p. m.	210	135	25.8	0.5185	260
02:51:00 p. m.	240	160	25.8	0.2485	644
03:21:00 p. m.	270	148	25.8	0.1104	1,341
03:51:00 p. m.	300	134	25.8	0.0491	2,729
04:21:00 p. m.	330	98	25.6	0.0276	3,551
04:51:00 p. m.	360	140	25.2	0.0276	5,072

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0219
N=	2.7144
X (min.)=	238

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0219
N=	2.7144
X (min.)=	333



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

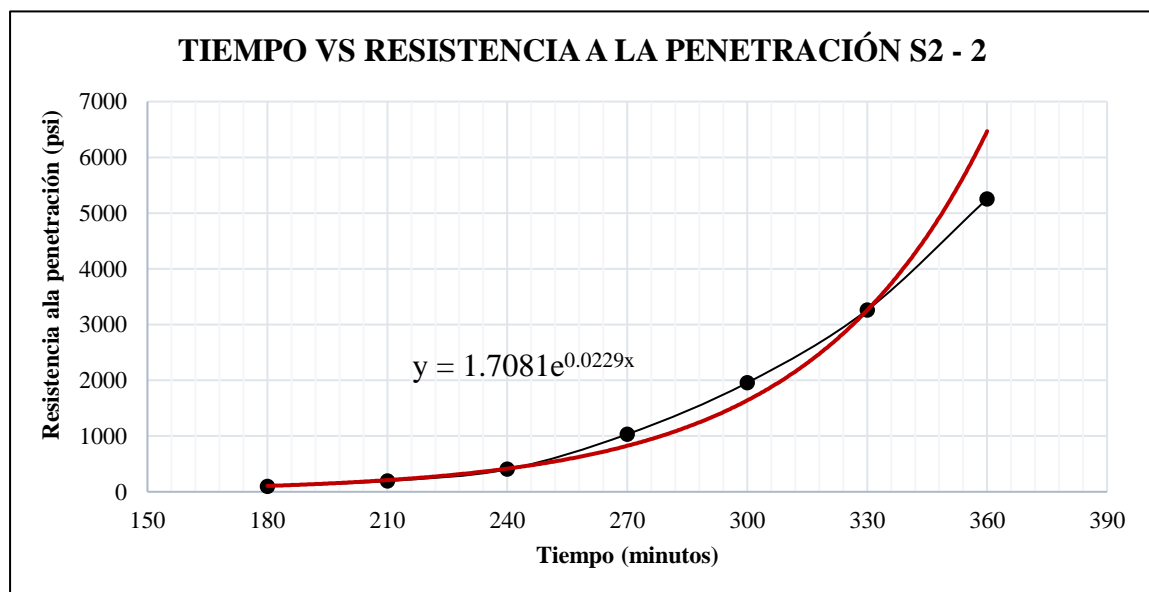
Fecha: 28 de Febrero

TIEMPO DE FRAGUADO - SIKA® RAPID 1 AL 1.5%, MUESTRA 2

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Temperatura (°C)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
01:22:00 p. m.	180	96	23.6	0.9940	97
01:52:00 p. m.	210	100	23.9	0.5185	193
02:22:00 p. m.	240	100	24.5	0.2485	402
02:52:00 p. m.	270	114	24.9	0.1104	1,033
03:22:00 p. m.	300	96	24.7	0.0491	1,955
03:52:00 p. m.	330	90	25.0	0.0276	3,261
04:22:00 p. m.	360	145	25.4	0.0276	5,254

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0229
N=	1.7081
X (min.)=	248

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0229
N=	1.7081
X (min.)=	339



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

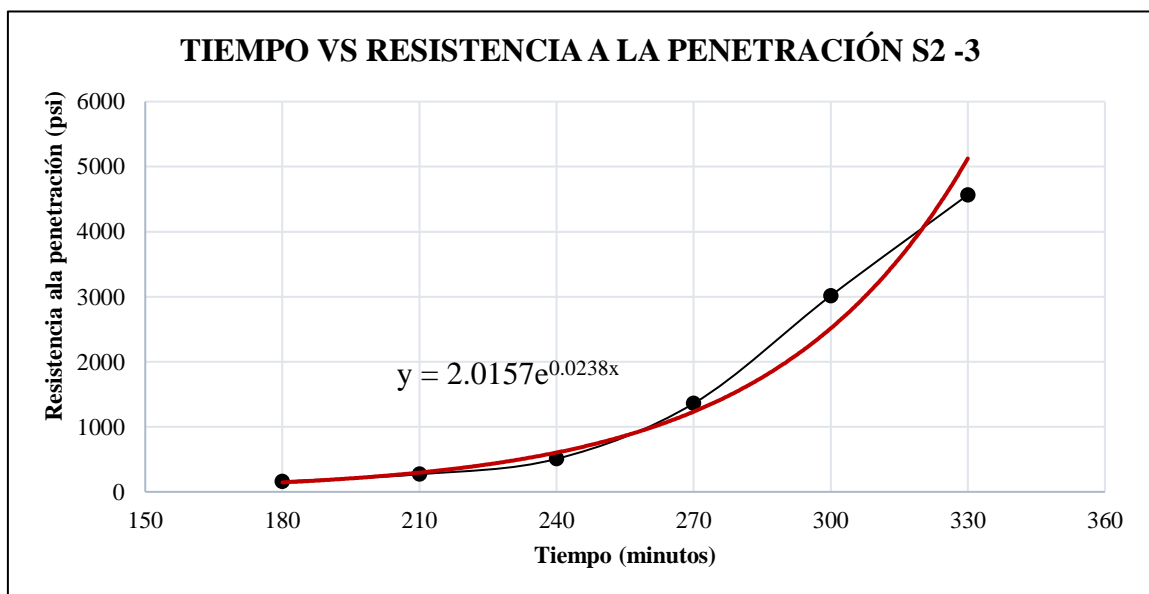
Fecha: 01 de Marzo

TIEMPO DE FRAGUADO - SIKA® RAPID 1 AL 1.5%, MUESTRA 3

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Temperatura (°C)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
01:56:00 p. m.	180	160	23.5	0.9940	161
02:26:00 p. m.	210	140	24.3	0.5185	270
02:56:00 p. m.	240	126	26.2	0.2485	507
03:26:00 p. m.	270	150	27.1	0.1104	1,359
03:56:00 p. m.	300	148	27.3	0.0491	3,014
04:26:00 p. m.	330	126	27.5	0.0276	4,565

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0238
N=	2.0157
X (min.)=	232

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0238
N=	2.0157
X (min.)=	319



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

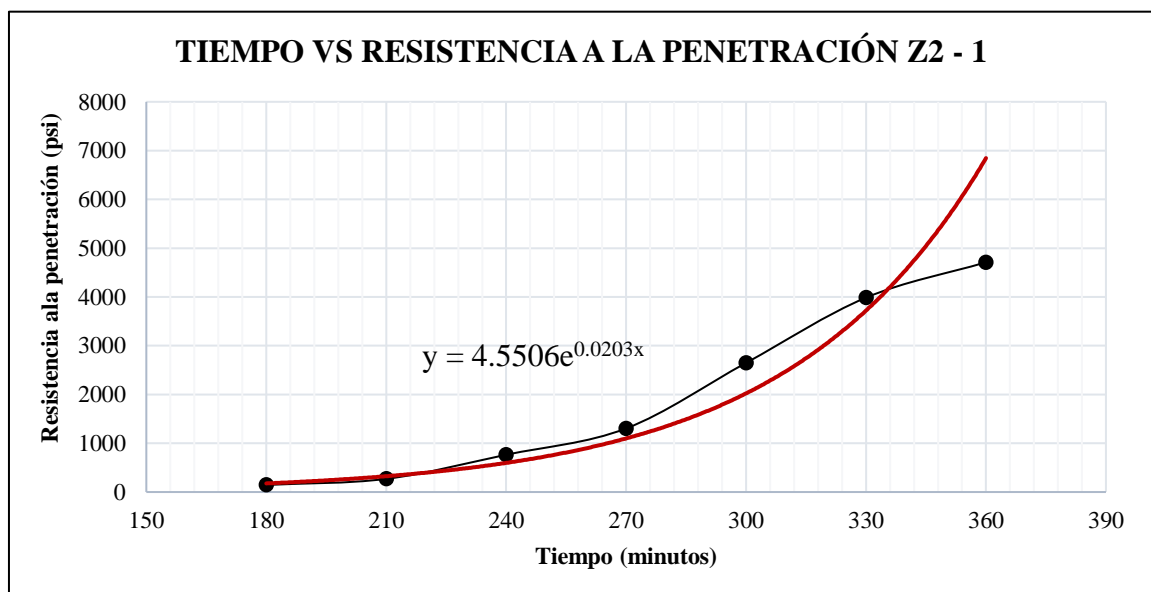
Fecha: 27 de Febrero

TIEMPO DE FRAGUADO - Z FRAGUA #5 AL 1.5%, MUESTRA 1

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Temperatura (°C)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
02:15:00 p. m.	180	144	25.5	0.9940	145
02:45:00 p. m.	210	140	26.0	0.5185	270
03:15:00 p. m.	240	190	25.6	0.2485	765
03:45:00 p. m.	270	144	25.3	0.1104	1,304
04:15:00 p. m.	300	130	25.5	0.0491	2,648
04:45:00 p. m.	330	110	25.5	0.0276	3,986
05:15:00 p. m.	360	130	25.6	0.0276	4,710

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0203
N=	4.5506
X (min.)=	231

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0203
N=	4.5506
X (min.)=	334



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

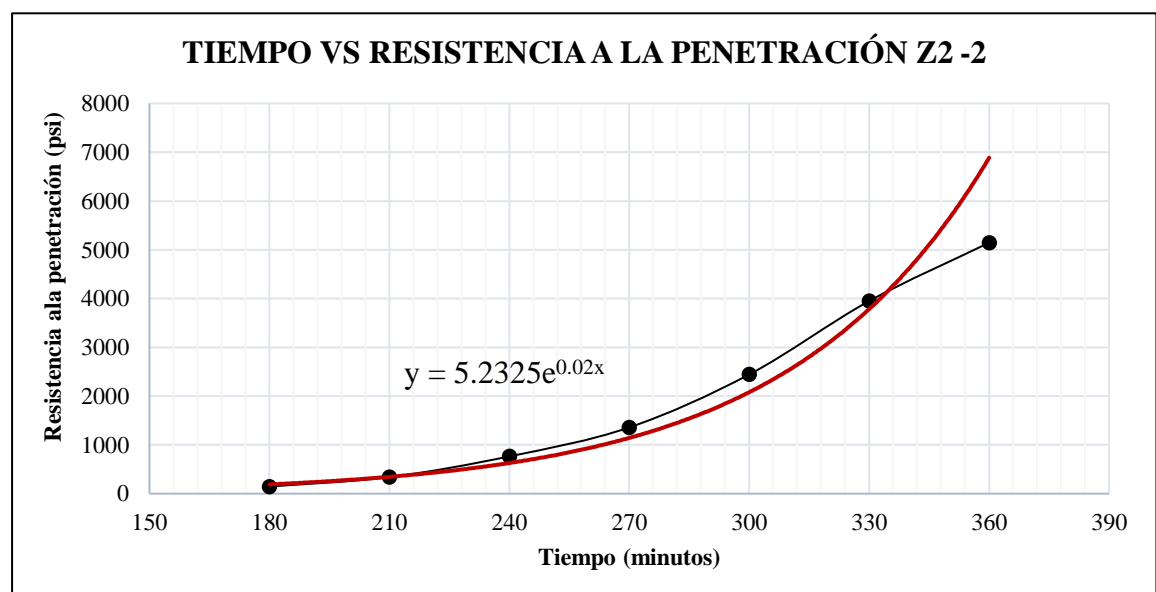
Fecha: 28 de Febrero

TIEMPO DE FRAGUADO - Z FRAGUA #5 AL 1.5%, MUESTRA 2

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Temperatura (°C)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
12:52:00 p. m.	180	145	23.3	0.9940	146
01:22:00 p. m.	210	176	24.3	0.5185	339
01:52:00 p. m.	240	190	24.8	0.2485	765
02:22:00 p. m.	270	150	25.5	0.1104	1,359
02:52:00 p. m.	300	120	27.2	0.0491	2,444
03:22:00 p. m.	330	109	27.8	0.0276	3,949
03:52:00 p. m.	360	142	27.9	0.0276	5,145

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.02
N=	5.2325
X (min.)=	228

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.02
N=	5.2325
X (min.)=	332



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

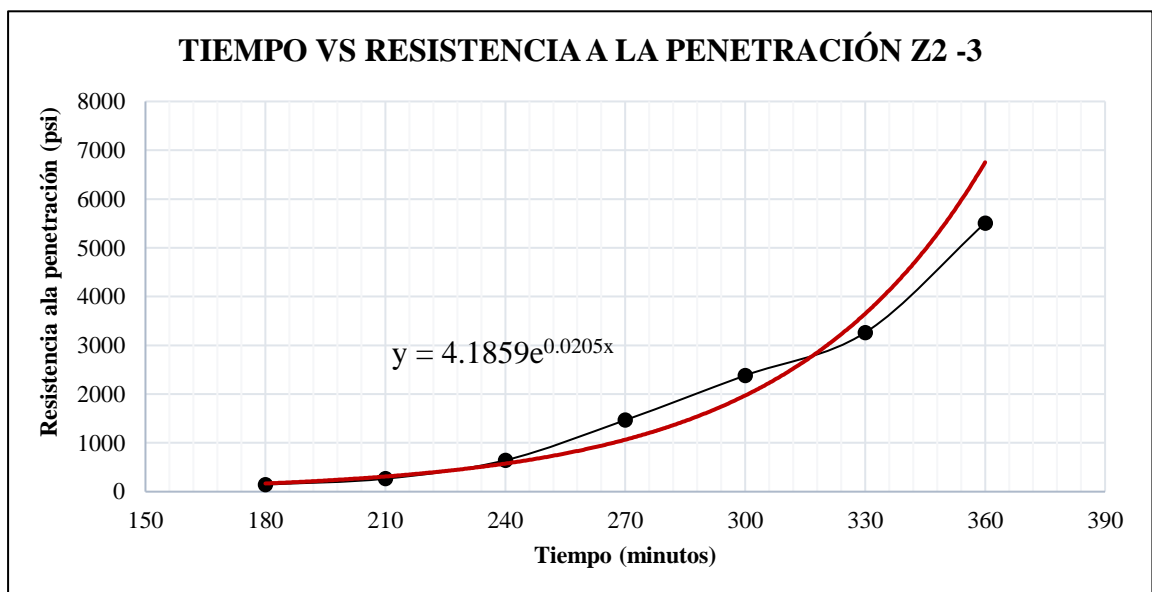
Fecha: 01 de Marzo

TIEMPO DE FRAGUADO - Z FRAGUA #5 AL 1.5%, MUESTRA 3

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Temperatura (°C)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
02:35:00 p. m.	180	144	25.2	0.9940	145
03:05:00 p. m.	210	138	26.0	0.5185	266
03:35:00 p. m.	240	160	26.7	0.2485	644
04:05:00 p. m.	270	162	27.1	0.1104	1,467
04:35:00 p. m.	300	117	27.1	0.0491	2,383
05:05:00 p. m.	330	90	27.4	0.0276	3,261
05:35:00 p. m.	360	152	27.5	0.0276	5,507

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0205
N=	4.1859
X (min.)=	233

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0205
N=	4.1859
X (min.)=	335



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

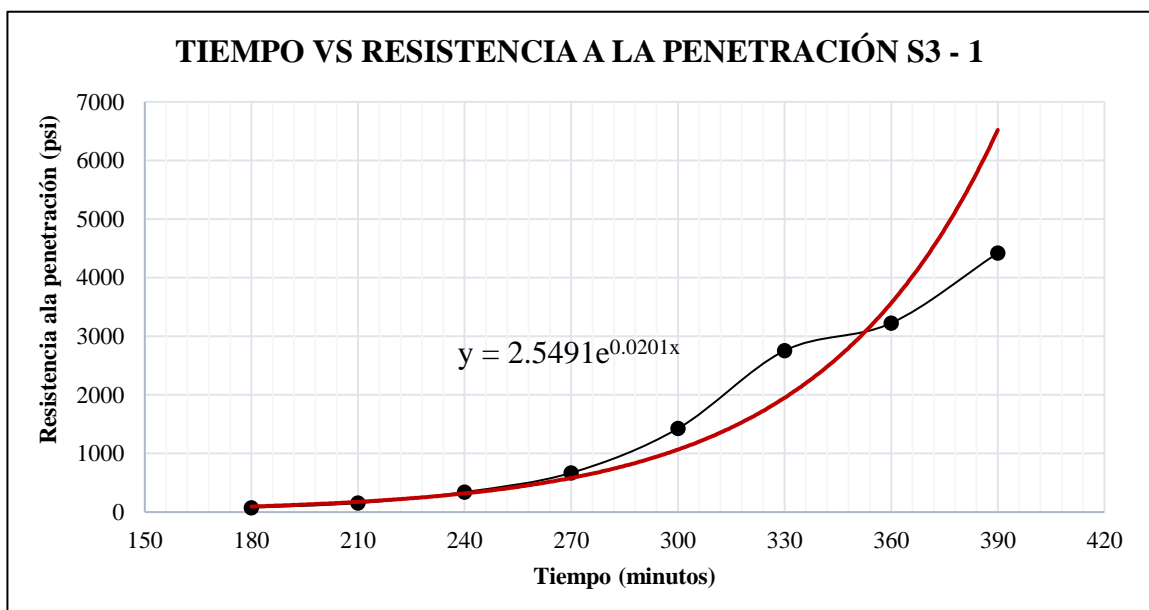
Fecha: 18 de Marzo

TIEMPO DE FRAGUADO - SIKA® RAPID 1 AL 2.0%, MUESTRA 1

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Temperatura (°C)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
12:54:00 p. m.	180	75	24.0	0.9940	75
01:24:00 p. m.	210	80	24.5	0.5185	154
01:54:00 p. m.	240	85	25.2	0.2485	342
02:24:00 p. m.	270	74	26.0	0.1104	670
02:54:00 p. m.	300	70	26.8	0.0491	1,426
03:24:00 p. m.	330	76	27.4	0.0276	2,754
03:54:00 p. m.	360	89	27.5	0.0276	3,225
04:24:00 p. m.	390	122	27.5	0.0276	4,420

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0201
N=	2.5491
X (min.)=	263

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0201
N=	2.5491
X (min.)=	366



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

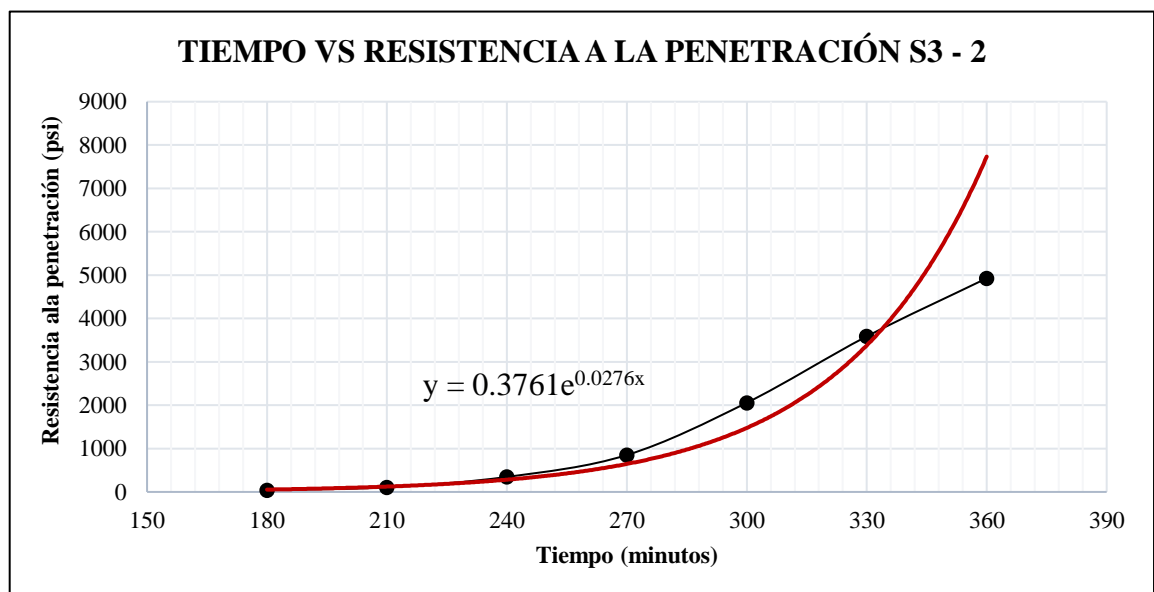
Fecha: 19 de Marzo

TIEMPO DE FRAGUADO - SIKA® RAPID 1 AL 2.0%, MUESTRA 2

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Temperatura (°C)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
12:36:00 p. m.	180	41	24.7	0.9940	41
01:06:00 p. m.	210	55	25.0	0.5185	106
01:36:00 p. m.	240	86	25.8	0.2485	346
02:06:00 p. m.	270	94	26.6	0.1104	851
02:36:00 p. m.	300	101	27.5	0.0491	2,057
03:06:00 p. m.	330	99	28.0	0.0276	3,587
03:36:00 p. m.	360	136	28.6	0.0276	4,928

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0276
N=	0.3761
X (min.)=	261

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0276
N=	0.3761
X (min.)=	336



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

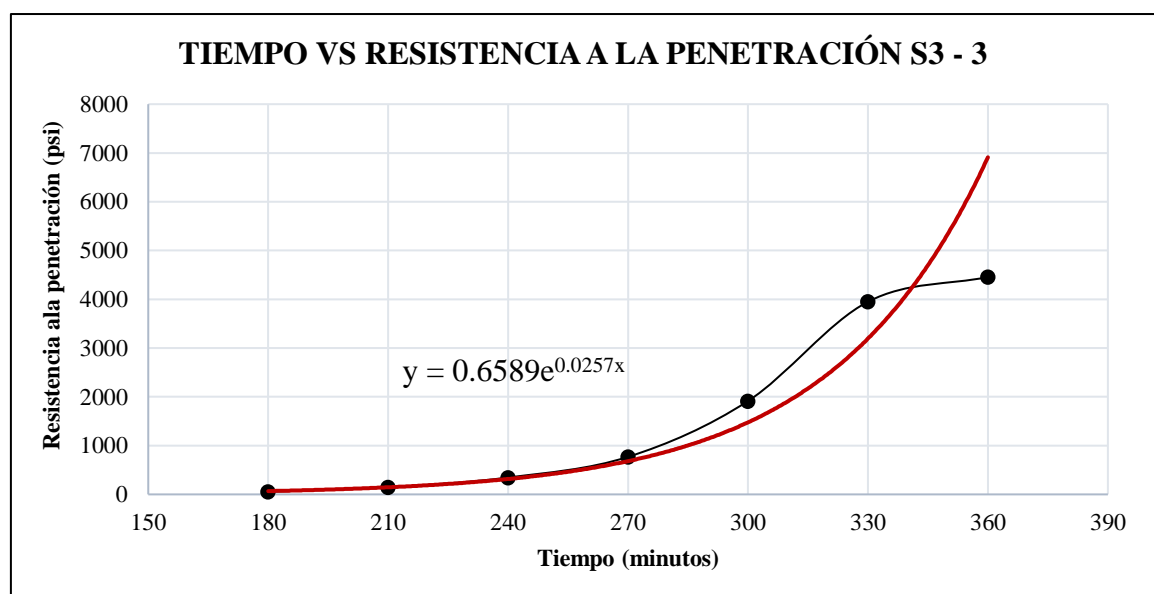
Fecha: 25 de Marzo

TIEMPO DE FRAGUADO - SIKA® RAPID 1 AL 2.0%, MUESTRA 3

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Temperatura (°C)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
01:16:00 p. m.	180	53	24.9	0.9940	53
01:46:00 p. m.	210	75	25.1	0.5185	145
02:16:00 p. m.	240	86	27.1	0.2485	346
02:46:00 p. m.	270	85	27.5	0.1104	770
03:16:00 p. m.	300	94	27.6	0.0491	1,914
03:46:00 p. m.	330	109	27.8	0.0276	3,949
04:16:00 p. m.	360	123	28.0	0.0276	4,457

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0257
N=	0.6589
X (min.)=	258

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0257
N=	0.6589
X (min.)=	339



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

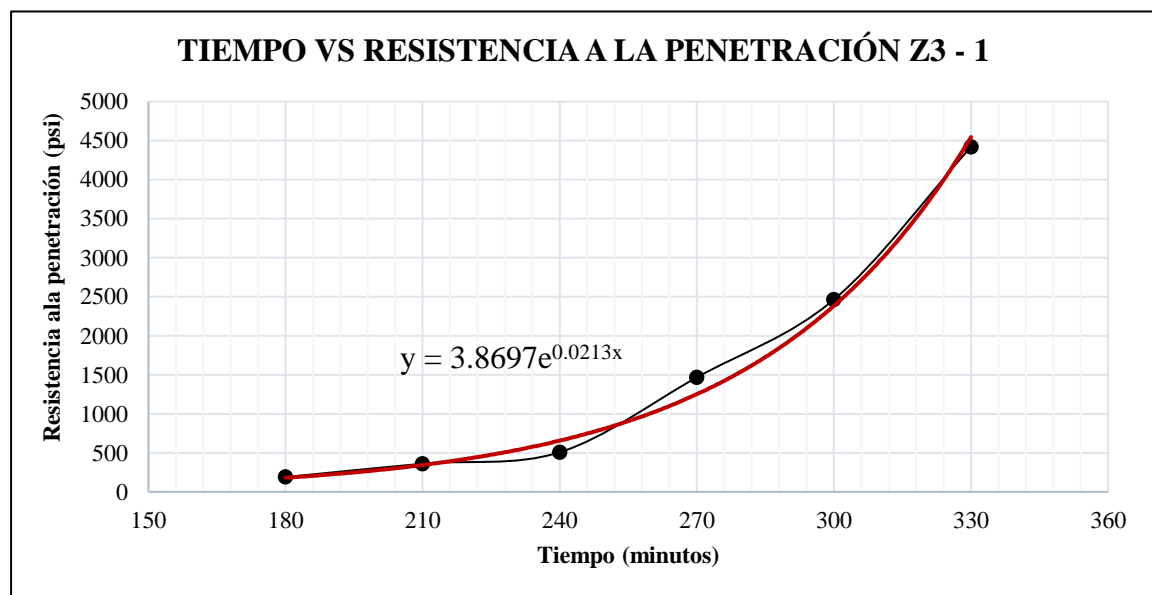
Fecha: 18 de Marzo

TIEMPO DE FRAGUADO - Z FRAGUA #5 AL 2.0%, MUESTRA 1

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Temperatura (°C)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
02:10:00 p. m.	180	188	25.5	0.9940	189
02:40:00 p. m.	210	187	26.1	0.5185	361
03:10:00 p. m.	240	+200	27.1	0.2485	805
03:11:00 p. m.	240	56	27.1	0.1104	507
03:41:00 p. m.	270	72	27.6	0.0491	1,466
04:11:00 p. m.	300	68	27.7	0.0276	2,464
04:41:00 p. m.	330	122	27.7	0.0276	4,420

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0213
N=	3.8697
X (min.)=	228

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0213
N=	3.8697
X (min.)=	326



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

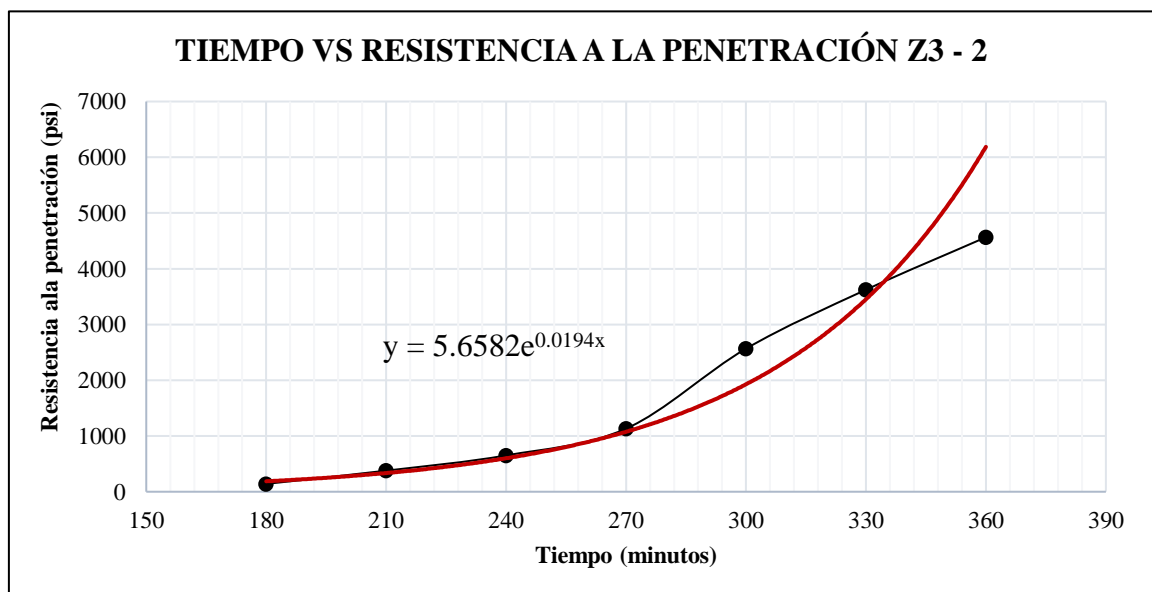
Fecha: 19 de Marzo

TIEMPO DE FRAGUADO - Z FRAGUA #5 AL 2.0%, MUESTRA 2

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Temperatura (°C)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
01:45:00 p. m.	180	140	24.7	0.9940	141
02:15:00 p. m.	210	196	25.5	0.5185	378
02:45:00 p. m.	240	162	26.6	0.2485	652
03:15:00 p. m.	270	125	27.4	0.1104	1,132
03:45:00 p. m.	300	126	27.8	0.0491	2,566
04:15:00 p. m.	330	100	27.9	0.0276	3,623
04:45:00 p. m.	360	126	28.0	0.0276	4,565

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0194
N=	5.6582
X (min.)=	231

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0194
N=	5.6582
X (min.)=	338



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

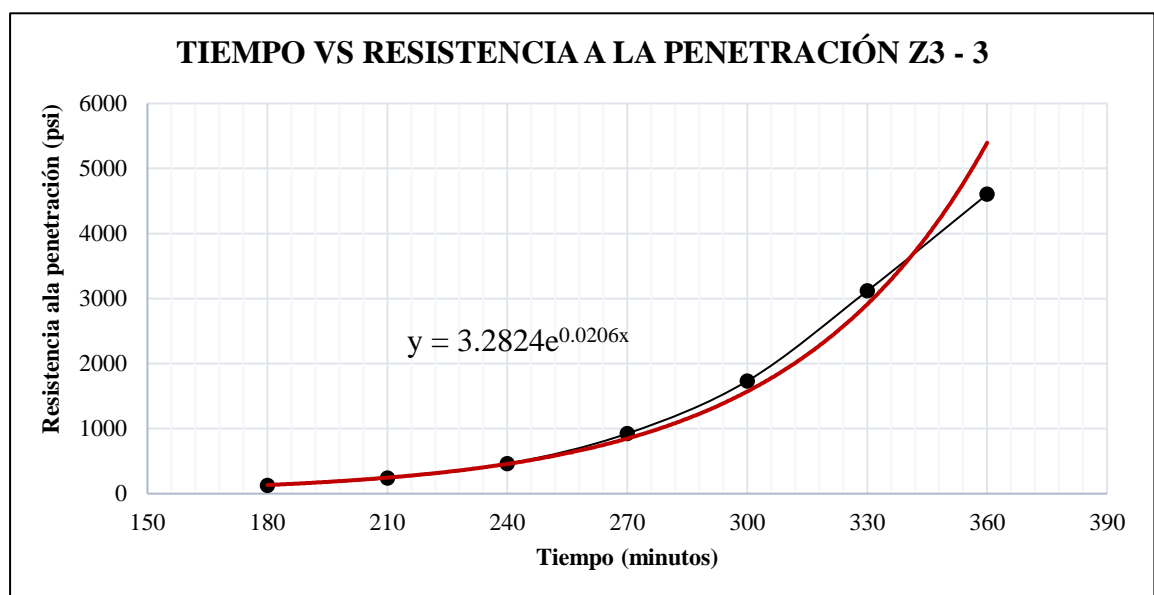
Fecha: 25 de Marzo

TIEMPO DE FRAGUADO - Z FRAGUA #5 AL 2.0%, MUESTRA 3

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Temperatura (°C)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
02:10:00 p. m.	180	125	26.1	0.9940	126
02:40:00 p. m.	210	123	26.7	0.5185	237
03:10:00 p. m.	240	114	27.1	0.2485	459
03:40:00 p. m.	270	102	27.5	0.1104	924
04:10:00 p. m.	300	85	27.8	0.0491	1,731
04:40:00 p. m.	330	86	27.8	0.0276	3,116
05:10:00 p. m.	360	127	28.0	0.0276	4,601

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0206
N=	3.2824
X (min.)=	244

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0206
N=	3.2824
X (min.)=	345



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

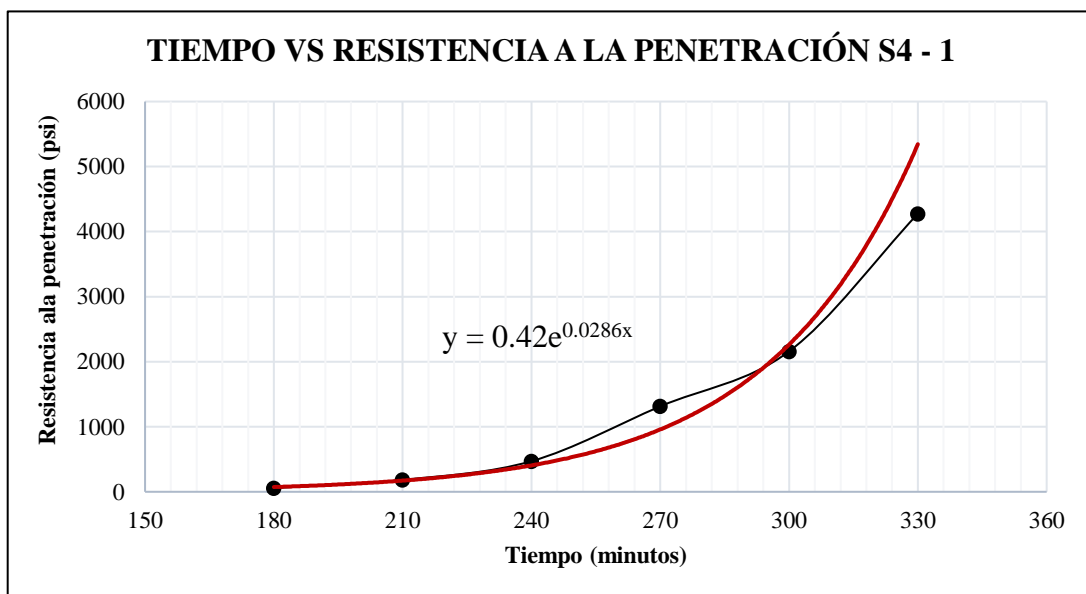
Fecha: 2 de Abril

TIEMPO DE FRAGUADO - SIKA® RAPID 1 AL 2.5%, MUESTRA 1

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
02:52:00 p. m.	180	56	0.9940	56
03:22:00 p. m.	210	95	0.5185	183
03:52:00 p. m.	240	117	0.2485	471
02:22:00 p. m.	270	145	0.1104	1,313
02:52:00 p. m.	300	106	0.0491	2,159
05:22:00 p. m.	330	118	0.0276	4,275

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0286
N=	0.42
X (min.)=	248

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0286
N=	0.42
X (min.)=	320



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

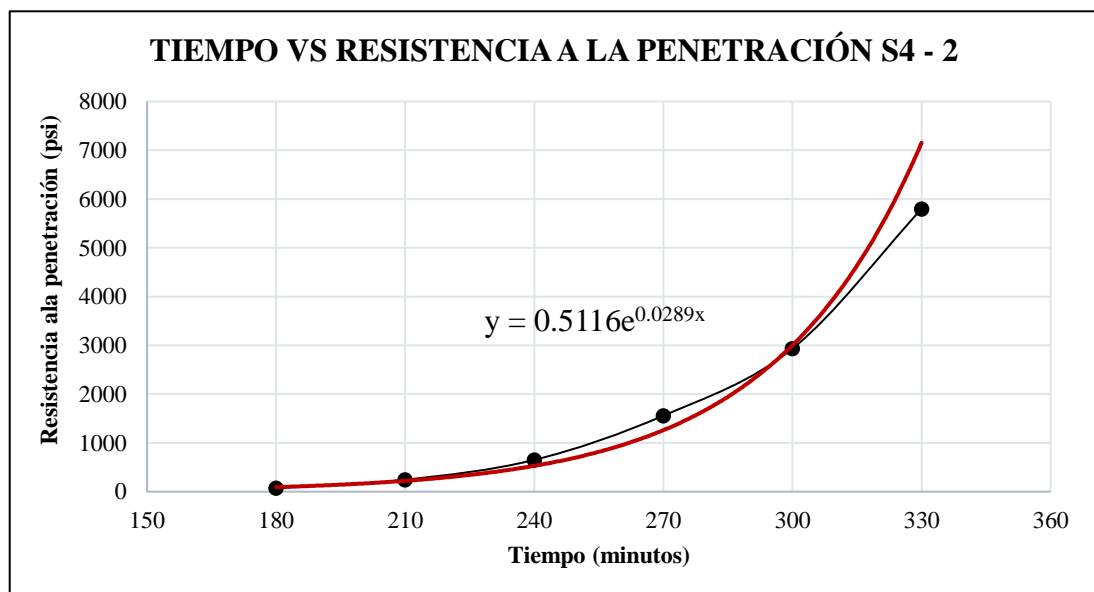
Fecha: 3 de Abril

TIEMPO DE FRAGUADO - SIKA® RAPID 1 AL 2.5%, MUESTRA 2

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
12:35:00 p. m.	180	70	0.9940	70
01:05:00 p. m.	210	127	0.5185	245
01:35:00 p. m.	240	162	0.2485	652
02:05:00 p. m.	270	172	0.1104	1,558
02:35:00 p. m.	300	144	0.0491	2,933
03:05:00 p. m.	330	160	0.0276	5,797

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0289
N=	0.5116
X (min.)=	238

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0289
N=	0.5116
X (min.)=	310



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

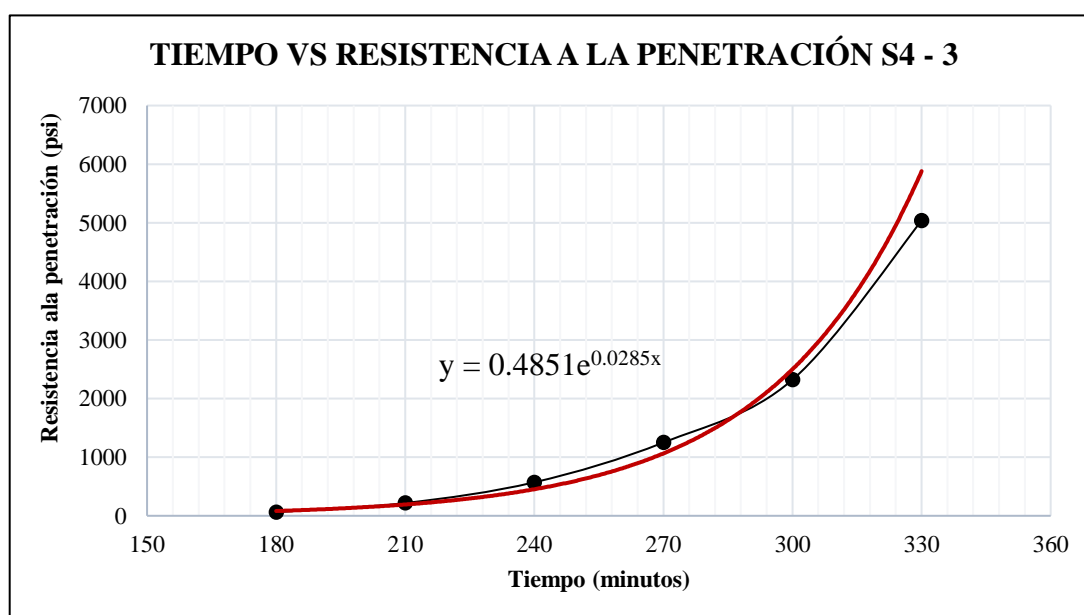
Fecha: 4 de Marzo

TIEMPO DE FRAGUADO - SIKA® RAPID 1 AL 2.5%, MUESTRA 3

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
01:15:00 p. m.	180	61	0.9940	61
01:45:00 p. m.	210	113	0.5185	218
02:15:00 p. m.	240	142	0.2485	571
02:45:00 p. m.	270	138	0.1104	1,250
03:15:00 p. m.	300	114	0.0491	2,322
03:45:00 p. m.	330	139	0.0276	5,036

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0285
N=	0.4851
X (min.)=	243

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0285
N=	0.4851
X (min.)=	316



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

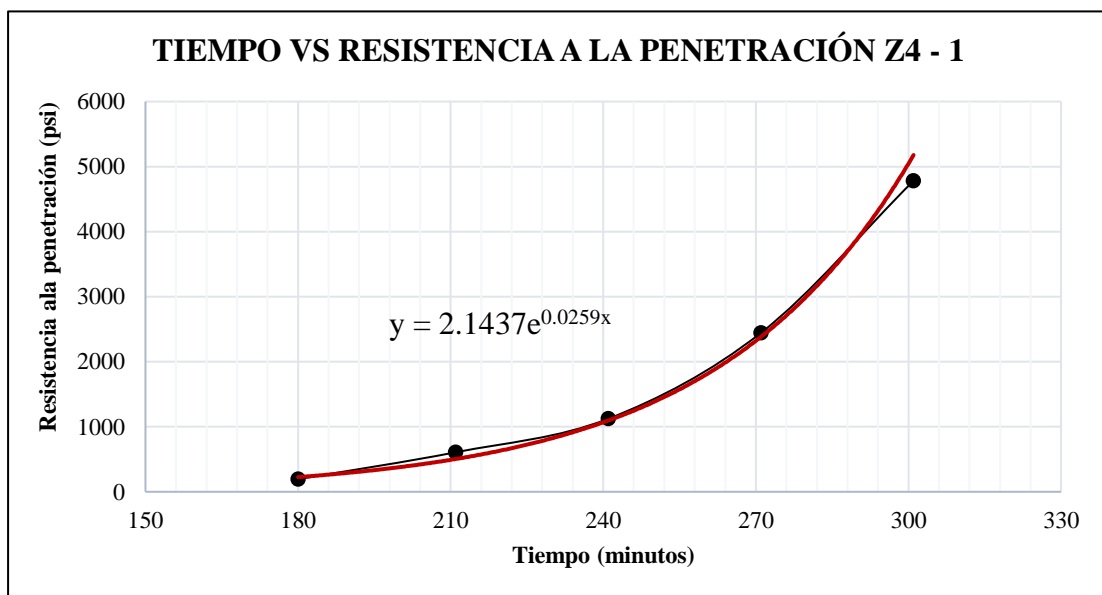
Fecha: 2 de Marzo

TIEMPO DE FRAGUADO - Z FRAGUA #5 AL 2.5%, MUESTRA 1

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
02:05:00 p. m.	180	192	0.9940	193
02:35:00 p. m.	210	+200	0.5185	386
02:36:00 p. m.	211	151	0.2485	608
03:06:00 p. m.	241	124	0.1104	1,123
03:36:00 p. m.	271	120	0.0491	2,444
04:06:00 p. m.	301	132	0.0276	4,783

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0259
N=	2.13437
X (min.)=	211

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0259
N=	2.13437
X (min.)=	291



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: ‘Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019’

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

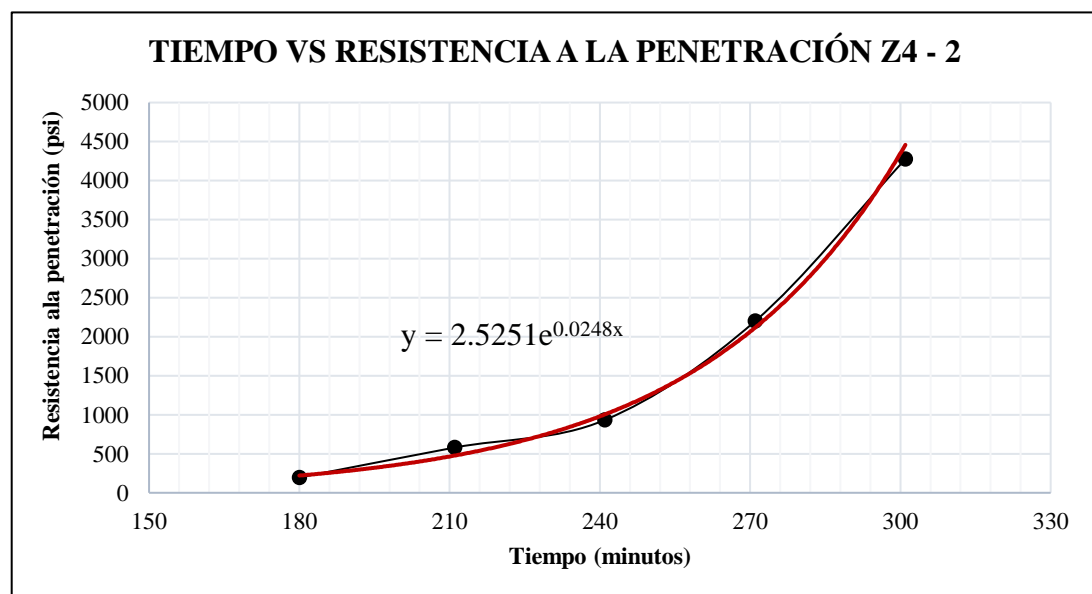
Fecha: 3 de Marzo

TIEMPO DE FRAGUADO - Z FRAGUA #5 AL 2.5%, MUESTRA 2

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
01:38:00 p. m.	180	195	0.9940	196
02:08:00 p. m.	210	+200	0.5185	386
02:09:00 p. m.	211	144	0.2485	579
02:39:00 p. m.	241	103	0.1104	933
03:09:00 p. m.	271	108	0.0491	2,200
03:39:00 p. m.	301	118	0.0276	4,275

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0248
N=	2.5251
X (min.)=	213

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0248
N=	2.5251
X (min.)=	297



GUÍA DE CÁLCULO

Investigación: 'Influencia del aditivo acelerante Sika® Rapid 1 y Z Fragua #5 sobre la resistencia a la compresión y tiempo de fraguado de un concreto realizado bajo clima cálido en la ciudad de Trujillo, 2019'

Investigadores: Huamaní Alcalde Deyver Moises
Solon Reyes Luis Anthony

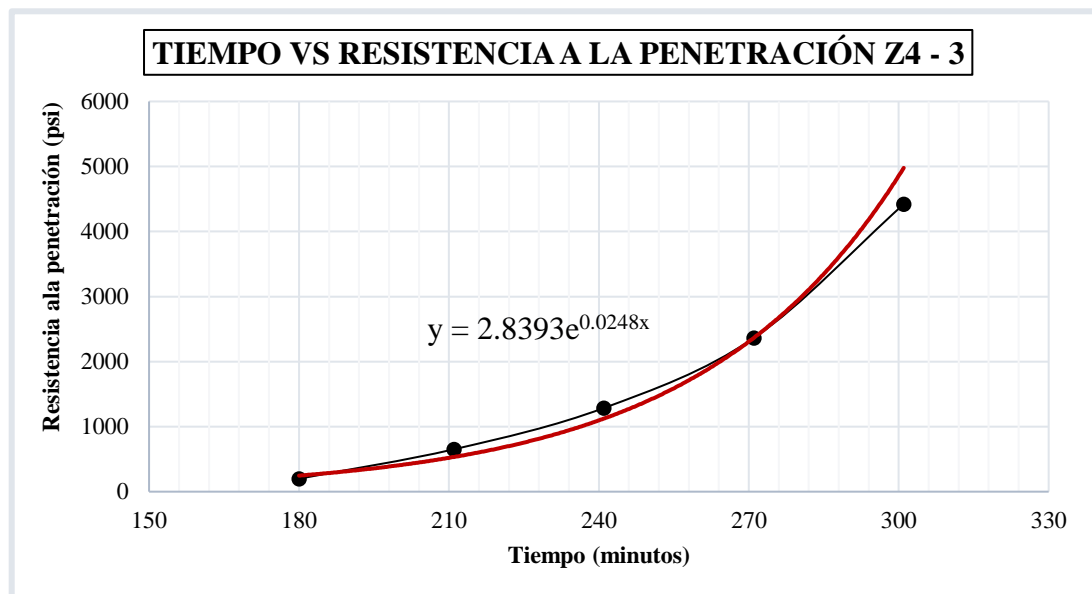
Fecha: 4 de Marzo

TIEMPO DE FRAGUADO - Z FRAGUA #5 AL 2.5%, MUESTRA 3

Hora de ensayo	Duración del ensayo (min.)	Fuerza (Lb.f)	Área de contacto (in ²)	Resistencia a la penetración (psi)
01:47:00 p. m.	180	198	0.9940	199
02:17:00 p. m.	210	+200	0.5185	386
02:18:00 p. m.	211	162	0.2485	652
02:48:00 p. m.	241	142	0.1104	1,286
03:18:00 p. m.	271	116	0.0491	2,363
03:48:00 p. m.	301	122	0.0276	4,420

Fraguado inicial, Y= 500 psi	
Y=	500
M=	0.0248
N=	2.8393
X (min.)=	209

Fraguado final, Y= 4000 psi	
Y=	4000
M=	0.0248
N=	2.8393
X (min.)=	292



4. Análisis estadístico utilizando el programa IBM SPSS Statistics 26

❖ Aditivos acelerantes a 3 días de edad

○ Sika Rapid® - 1

Mezclas	Válido		Casos Perdidos		Total		
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje	
Resistencia a la compresión	Mezcla Patrón	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Sika Rapid 1 al 1.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Sika Rapid 1 al 1.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Sika Rapid 1 al 2.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Sika Rapid 1 al 2.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%

Mezclas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Resistencia a la compresión	Mezcla Patrón	,148	10	,200*	,947	10	,632
	Sika Rapid 1 al 1.0%	,132	10	,200*	,984	10	,984
	Sika Rapid 1 al 1.5%	,154	10	,200*	,962	10	,808
	Sika Rapid 1 al 2.0%	,142	10	,200*	,927	10	,415
	Sika Rapid 1 al 2.5%	,158	10	,200*	,943	10	,590

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Resistencia a la compresión	Se basa en la media	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
		2,908	4	45	,032
Resistencia a la compresión	Se basa en la mediana	2,823	4	45	,036
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,823	4	31,000	,042
Resistencia a la compresión	Se basa en la media recortada	2,899	4	45	,032

ANOVA					
Resistencia a la compresión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	14227,633	4	3556,908	211,561	,000
Dentro de grupos	756,572	45	16,813		
Total	14984,205	49			

Resistencia a la compresión						
HSD Tukey ^a						
Mezclas	N	Subconjunto para alfa = 0.05				
		1	2	3	4	5
Mezcla Patrón	10	143,610				
Sika Rapid 1 al 2.0%	10		155,180			
Sika Rapid 1 al 1.0%	10			162,030		
Sika Rapid 1 al 2.5%	10				181,470	
Sika Rapid 1 al 1.5%	10					189,450
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

- **Comentario.** La muestra de Sika Rapid® - 1 ensayada a tres días de edad no cumplió el criterio de la homogeneidad de las varianzas, es por este motivo no se puede aplicar el análisis de la varianza ya que no tendría validez estadística los resultados obtenidos; visto esto se prosiguió con el análisis y se realizó la prueba de Tukey para tener una idea de cuál hubiese sido el porcentaje óptimo de aditivo a esta edad, teniendo como resultado el 1.5% de aditivo acelerante Sika Rapid® - 1.

○ **Z Fragua #5**

Resumen de procesamiento de casos							
Mezclas	Válido		Casos Perdidos		Total		
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje	
Resistencia a la compresión	Mezcla Patrón	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Z Fragua #5 al 1.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Z Fragua #5 al 1.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Z Fragua #5 al 2.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Z Fragua #5 al 2.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%

Pruebas de normalidad							
Mezclas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Resistencia a la compresión	Mezcla Patrón	,148	10	,200 [*]	,947	10	,632
	Z Fragua #5 al 1.0%	,152	10	,200 [*]	,977	10	,950
	Z Fragua #5 al 1.5%	,257	10	,060	,893	10	,184
	Z Fragua #5 al 2.0%	,237	10	,118	,872	10	,104
	Z Fragua #5 al 2.5%	,145	10	,200 [*]	,948	10	,649

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Prueba de homogeneidad de varianza					
Resistencia a la compresión		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
		Se basa en la media	,190	4	45
	Se basa en la mediana	,157	4	45	,959
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,157	4	33,544	,959
	Se basa en la media recortada	,160	4	45	,957

ANOVA					
Resistencia a la compresión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	11473,445	4	2868,361	117,672	,000
Dentro de grupos	1096,919	45	24,376		
Total	12570,364	49			

Resistencia a la compresión					
HSD Tukey ^a					
Mezclas	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Z Fragua #5 al 2.0%	10	142,210			
Mezcla Patrón	10	143,610			
Z Fragua #5 al 1.0%	10		156,120		
Z Fragua #5 al 1.5%	10			172,220	
Z Fragua #5 al 2.5%	10				180,110
Sig.		,969	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

- **Comentario.** La muestra de Z Fragua #5 ensayada a tres días de edad cumplió los criterios de normalidad y homogeneidad; visto esto se prosiguió con el análisis de la varianza (ANOVA) y se realizó la prueba de Tukey para saber cuál es el porcentaje de aditivo que más varió en comparación a la mezcla patrón, teniendo como resultado el 2.5% de aditivo acelerante Z Fragua #5.

4.3. Aditivos acelerantes a 7 días de edad

○ Sika Rapid® - 1

Mezclas	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Fc Mezcla Patrón	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Rapid 1 al 1.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Rapid 1 al 1.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Rapid 1 al 2.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Rapid 1 al 2.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%

Mezclas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Fc Mezcla Patrón	,151	10	,200 [*]	,955	10	,725
Sika Rapid 1 al 1.0%	,164	10	,200 [*]	,919	10	,348
Sika Rapid 1 al 1.5%	,150	10	,200 [*]	,954	10	,712
Sika Rapid 1 al 2.0%	,209	10	,200 [*]	,858	10	,072
Sika Rapid 1 al 2.5%	,178	10	,200 [*]	,899	10	,211

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Mezclas	Estadístico de Levene		gl1	gl2	Sig.
	Estadístico	gl			
Fc Se basa en la media	2,460	4	45	,059	
Se basa en la mediana	2,054	4	45	,103	
Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,054	4	36,759	,107	
Se basa en la media recortada	2,420	4	45	,062	

ANOVA					
Fc	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	19993,696	4	4998,424	114,744	,000
Dentro de grupos	1960,264	45	43,561		
Total	21953,960	49			

Fc					
HSD Tukey ^a					
Mezclas	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Mezcla Patrón	10	180,320			
Sika Rapid 1 al 2.5%	10		206,010		
Sika Rapid 1 al 1.0%	10			224,710	
Sika Rapid 1 al 2.0%	10			226,170	
Sika Rapid 1 al 1.5%	10				237,290
Sig.		1,000	1,000	,987	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

- **Comentario.** La muestra de Sika Rapid® - 1 ensayada a siete días de edad cumplió los criterios de normalidad y homogeneidad; visto esto se prosiguió con el análisis de la varianza (ANOVA) y se realizó la prueba de Tukey para saber cuál es el porcentaje de aditivo que más varió en comparación a la mezcla patrón, teniendo como resultado el 1.5% de aditivo acelerante Sika Rapid® - 1.

○ **Z Fragua #5**

Mezclas	Válido		Casos Perdidos		Total		
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje	
Resistencia a la compresión	Mezcla Patrón	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Z Fragua #5 al 1.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Z Fragua #5 al 1.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Z Fragua #5 al 2.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Z Fragua #5 al 2.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%

Mezclas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Resistencia a la compresión	Mezcla Patrón	,151	10	,200 [*]	,955	10	,725
	Z Fragua #5 al 1.0%	,180	10	,200 [*]	,967	10	,862
	Z Fragua #5 al 1.5%	,165	10	,200 [*]	,930	10	,448
	Z Fragua #5 al 2.0%	,236	10	,123	,884	10	,146
	Z Fragua #5 al 2.5%	,196	10	,200 [*]	,860	10	,075

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Resistencia a la compresión	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.	
					Se basa en la media
	Se basa en la mediana	,829	4	45	,514
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,829	4	40,748	,515
	Se basa en la media recortada	,987	4	45	,424

ANOVA					
Resistencia a la compresión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	8914,355	4	2228,589	48,514	,000
Dentro de grupos	2067,171	45	45,937		
Total	10981,526	49			

Resistencia a la compresión					
HSD Tukey ^a					
Mezclas	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Mezcla Patrón	10	180,320			
Z Fragua #5 al 1.0%	10		197,720		
Z Fragua #5 al 2.5%	10			207,990	
Z Fragua #5 al 2.0%	10			210,470	
Z Fragua #5 al 1.5%	10				219,390
Sig.		1,000	1,000	,924	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

- **Comentario.** La muestra de Z Fragua #5 ensayada a tres días de edad cumplió los criterios de normalidad y homogeneidad; visto esto se prosiguió con el análisis de la varianza (ANOVA) y se realizó la prueba de Tukey para saber cuál es el porcentaje de aditivo que más varió en comparación a la mezcla patrón, teniendo como resultado el 1.5% de aditivo acelerante Z Fragua #5.

4.4. Aditivos acelerantes a 14 días de edad

○ Sika Rapid® - 1

Mezclas	Válido		Casos Perdidos		Total		
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje	
Resistencia a la compresión	Mezcla Patrón	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Sika Rapid 1 al 1.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Sika Rapid 1 al 1.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Sika Rapid 1 al 2.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Sika Rapid 1 al 2.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%

Mezclas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Resistencia a la compresión	Mezcla Patrón	,166	10	,200 [*]	,932	10	,465
	Sika Rapid 1 al 1.0%	,217	10	,200 [*]	,943	10	,586
	Sika Rapid 1 al 1.5%	,173	10	,200 [*]	,891	10	,173
	Sika Rapid 1 al 2.0%	,138	10	,200 [*]	,974	10	,922
	Sika Rapid 1 al 2.5%	,197	10	,200 [*]	,937	10	,522

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Resistencia a la compresión		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
		Se basa en la media	1,121	4	45
	Se basa en la mediana	1,046	4	45	,394
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,046	4	43,741	,394
	Se basa en la media recortada	1,121	4	45	,359

ANOVA					
Resistencia a la compresión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	12904,054	4	3226,014	52,863	,000
Dentro de grupos	2746,166	45	61,026		
Total	15650,220	49			

Resistencia a la compresión					
HSD Tukey ^a					
Mezclas	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Mezcla Patrón	10	215,430			
Sika Rapid 1 al 2.5%	10		243,860		
Sika Rapid 1 al 2.0%	10		249,080	249,080	
Sika Rapid 1 al 1.5%	10			258,870	258,870
Sika Rapid 1 al 1.0%	10				259,360
Sig.		1,000	,572	,055	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

- **Comentario.** La muestra de Sika Rapid® - 1 ensayada a catorce días de edad cumplió los criterios de normalidad y homogeneidad; visto esto se prosiguió con el análisis de la varianza (ANOVA) y se realizó la prueba de Tukey para saber cuál es el porcentaje de aditivo que más varió en comparación a la mezcla patrón, teniendo como resultado en este caso a dos porcentajes el 1.0 y el 1.5% de aditivo acelerante Sika Rapid® - 1.

○ **Z Fragua #5**

	Mezclas	Válido		Casos Perdidos		Total	
		N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Resistencia a la compresión	Mezcla Patrón	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Z Fragua #5 al 1.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Z Fragua #5 al 1.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Z Fragua #5 al 2.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
	Z Fragua #5 al 2.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%

Mezclas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Resistencia a la compresión	Mezcla Patrón	,166	10	,200 [*]	,932	10	,465
	Z Fragua #5 al 1.0%	,204	10	,200 [*]	,913	10	,305
	Z Fragua #5 al 1.5%	,150	10	,200 [*]	,979	10	,958
	Z Fragua #5 al 2.0%	,122	10	,200 [*]	,987	10	,991
	Z Fragua #5 al 2.5%	,146	10	,200 [*]	,975	10	,934

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.	
Resistencia a la compresión	Se basa en la media	,572	4	45	,684
	Se basa en la mediana	,460	4	45	,765
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,460	4	38,423	,765
	Se basa en la media recortada	,541	4	45	,706

ANOVA					
Resistencia a la compresión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	17184,803	4	4296,201	134,253	,000
Dentro de grupos	1440,035	45	32,001		
Total	18624,838	49			

Resistencia a la compresión				
HSD Tukey ^a				
Mezclas	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Mezcla Patrón	10	215,430		
Z Fragua #5 al 1.0%	10		236,300	
Z Fragua #5 al 2.0%	10			260,060
Z Fragua #5 al 1.5%	10			261,030
Z Fragua #5 al 2.5%	10			262,490
Sig.		1,000	1,000	,871

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

- **Comentario.** La muestra de Z Fragua #5 ensayada a catorce días de edad cumplió los criterios de normalidad y homogeneidad; visto esto se prosiguió con el análisis de la varianza (ANOVA) y se realizó la prueba de Tukey para saber cuál es el porcentaje de aditivo que más varió en comparación a la mezcla patrón, teniendo como resultado en este caso a tres porcentajes el 1.5%, 2.0% y 2.5% de aditivo acelerante Z Fragua #5.

4.5. Aditivos acelerantes a 28 días de edad

- Sika Rapid® - 1

Mezclas	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Fc Mezcla Patrón	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Rapid 1 al 1.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Rapid 1 al 1.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Rapid 1 al 2.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Sika Rapid 1 al 2.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%

Mezclas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Fc Mezcla Patrón	,213	10	,200*	,863	10	,083
Sika Rapid 1 al 1.0%	,165	10	,200*	,933	10	,480
Sika Rapid 1 al 1.5%	,225	10	,165	,896	10	,198
Sika Rapid 1 al 2.0%	,161	10	,200*	,971	10	,897
Sika Rapid 1 al 2.5%	,232	10	,137	,865	10	,088

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

Mezclas	Estadístico de Levene			
	gl1	gl2	Sig.	
Fc Se basa en la media	,639	4	45	,638
Se basa en la mediana	,319	4	45	,864
Se basa en la mediana y con gl ajustado	,319	4	37,810	,864
Se basa en la media recortada	,604	4	45	,662

ANOVA					
Fc	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	9739,107	4	2434,777	73,318	,000
Dentro de grupos	1494,377	45	33,208		
Total	11233,484	49			

Fc					
HSD Tukey ^a					
Mezclas	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Mezcla Patrón	10	247,830			
Sika Rapid 1 al 2.5%	10		273,550		
Sika Rapid 1 al 1.5%	10		274,630	274,630	
Sika Rapid 1 al 2.0%	10			281,330	
Sika Rapid 1 al 1.0%	10				289,390
Sig.		1,000	,993	,087	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

- **Comentario.** La muestra de Sika Rapid® - 1 ensayada a veintiocho días de edad cumplió los criterios de normalidad y homogeneidad; visto esto se prosiguió con el análisis de la varianza (ANOVA) y se realizó la prueba de Tukey para saber cuál es el porcentaje de aditivo que más varió en comparación a la mezcla patrón, teniendo como resultado el 1.0% de aditivo acelerante Sika Rapid® - 1.

○ **Z Fragua #5**

Mezclas	Válido		Casos Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
Fc Mezcla Patrón	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Z Fragua #5 al 1.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Z Fragua #5 al 1.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Z Fragua #5 al 2.0%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%
Z Fragua #5 al 2.5%	10	100,0%	0	0,0%	10	100,0%

Mezclas	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Fc Mezcla Patrón	,213	10	,200 [*]	,863	10	,083
Z Fragua #5 al 1.0%	,153	10	,200 [*]	,949	10	,658
Z Fragua #5 al 1.5%	,177	10	,200 [*]	,908	10	,268
Z Fragua #5 al 2.0%	,153	10	,200 [*]	,933	10	,477
Z Fragua #5 al 2.5%	,157	10	,200 [*]	,971	10	,899

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Fc		Estadístico de Levene		Sig.
		gl1	gl2	
	Se basa en la media	2,581	4	,052
	Se basa en la mediana	2,166	4	,088
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	2,166	4	,095
	Se basa en la media recortada	2,663	4	,045

ANOVA					
Fc	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	19713,961	4	4928,490	42,106	,000
Dentro de grupos	5267,274	45	117,051		
Total	24981,235	49			

Fc					
HSD Tukey ^a					
Mezclas	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Mezcla Patrón	10	247,830			
Z Fragua #5 al 1.0%	10		264,760		
Z Fragua #5 al 2.0%	10			288,340	
Z Fragua #5 al 1.5%	10			288,480	
Z Fragua #5 al 2.5%	10				303,910
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 10.000.

- **Comentario.** La muestra de Z Fragua #5 ensayada a veintiocho días de edad cumplió los criterios de normalidad y homogeneidad; visto esto se prosiguió con el análisis de la varianza (ANOVA) y se realizó la prueba de Tukey para saber cuál es el porcentaje de aditivo que más varió en comparación a la mezcla patrón, teniendo como resultado el 2.5% de aditivo acelerante Z Fragua #5.

5. Panel fotográfico

6.1. Caracterización de agregados



Figura 29 Cuarteo del agregado fino.

Figura 30 Cuarteo del agregado grueso.





Figura 31 Muestra general de agregado grueso lista para el horno

Figura 32 Muestras para humedad y general en el horno





Figura 33 Compactado del agregado grueso para el ensayo de peso unitario

Figura 34 Peso del agregado grueso compactado



6.2. Control de calidad del concreto fresco



Figura 35 Asentamiento del concreto fresco, muestra Sika al 2.0 %

Figura 36 Temperatura del concreto fresco, muestra Sika al 2.0 %





Figura 37 Peso del concreto fresco, muestra Z al 2.0 %

Figura 38 Testigos de concreto ordenados en la mesada del laboratorio



6.3. Tiempo de fraguado del concreto



Figura 39 Molde con la cantidad adecuada de mortero de concreto

Figura 40 Codificación de las muestras sometidas al penetrometro

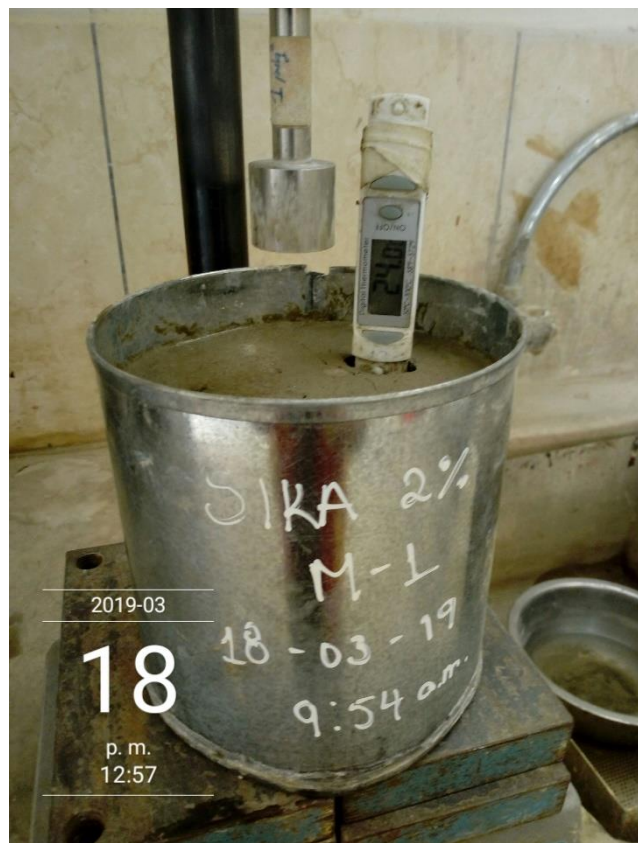




Figura 41 Muestra de Z al 1.0% , cuarta punción

Figura 42 Muestra de Sika al 2.0%, primera punción



6.4. Resistencia a la compresión de testigos de concreto e imágenes varias



Figura 43 Extracción de los agregados en la cantera ‘La Soledad’



Figura 44 Consideración especial, los moldes plásticos sumergidos en agua



Figura 45 Tesistas acompañados del asistente de laboratorio



Figura 46 Supervisión del asesor de la tesis Ing. Wiston Azañedo



Figura 47 Tipo de falla del testigo de concreto, muestra Sika al 2.5 %

Figura 48 Carga máxima del testigo de concreto Sika al 2.5 %

