



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Influencia del Aditivo Sikacem Acelerante en el Tiempo de  
Fraguado y Resistencia a la Compresión de Concretos con Alta  
Resistencia Inicial, Trujillo**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Vértiz Almengor, Juan Augusto (ORCID: 0000-0002-4763-7290)

**ASESOR:**

Mg. Cerna Vásquez, Marco Antonio Junior (ORCID: 0000-0002-8259-5444)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

TRUJILLO – PERÚ

2021

## DEDICATORIA

*“Este trabajo es dedicado a Dios,  
por guiar mi camino en estos años,  
A mis padres, Juan Vértiz Bulnes y  
Diana Almengor Leyva;*

*A mis hermanos, Alejandra,  
Jhonatan, Ana y Andrea*

*A mi novia, Xiomara Juárez  
Gutiérrez;*

*Por su apoyo constante y estar  
siempre a mi lado”*

**Juan Vértiz**

## **AGRADECIMIENTO**

*Agradezco a Dios por guiarme en este gran camino de mi carrera, de estar en los momentos más difíciles. Mi gran agradecimiento a mi familia por su apoyo constante y de hacer realidad este presente trabajo de investigación.*

*Agradecer a mi asesor de tesis, por su orientación en el desarrollo de la investigación y su apoyo para desarrollarme profesionalmente.*

**Juan Vértiz**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	9
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	9
3.1.1. Tipo de investigación.....	9
3.1.2. Diseño de investigación.....	10
3.2. Variables y operacionalización.....	10
3.2.1. Variable independiente.....	10
3.2.2. Variables dependientes.....	10
3.3. Población y muestra.....	10
3.3.1. Población.....	10
3.3.2. Muestra.....	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	11
3.4.1. Técnica de recolección de datos.....	11
3.4.2. Instrumento de recolección de datos.....	12
3.4.3. Validez de la recolección de datos.....	12
3.4.4. Confiabilidad de la recolección de datos.....	12
3.5. Procedimientos.....	13
3.6. Método de análisis de datos.....	14
3.7. Aspectos éticos.....	14
IV. RESULTADOS.....	14
4.1. Caracterización de agregados.....	14
4.2. Diseño de mezcla.....	20
4.3. Influencia del aditivo Sikacem Acelerante en el tiempo de fraguado.....	22
4.4. Influencia del aditivo Sikacem Acelerante en la resistencia a la compresión por el método de madurez.....	24
4.4.1. Historial de temperaturas.....	24



4.4.2.	Resistencias obtenidas por el método de rotura de probetas.....	42
4.4.3.	Relación resistencia-madurez y relación resistencia-tiempo.....	45
4.4.4.	Diferencia de tiempos en alcanzar la resistencia objetivo.....	56
4.4.5.	Influencia del aditivo Sikacem Acelerante.....	57
4.5.	Prueba de hipótesis.....	59
4.5.1.	Prueba de normalidad.....	59
4.5.2.	Análisis de varianza.....	61
4.5.3.	Posprueba Tukey.....	63
V.	DISCUSIÓN.....	66
VI.	CONCLUSIONES.....	69
VII.	RECOMENDACIONES.....	70
	REFERENCIAS.....	71
	ANEXOS.....	90

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Tamaño de muestra .....	11
<b>Tabla 2.</b> Granulometría del agregado fino.....	14
<b>Tabla 3.</b> Análisis granulométrico del agregado grueso.....	15
<b>Tabla 4.</b> Contenido de humedad del agregado fino. ....	17
<b>Tabla 5.</b> Contenido de humedad del agregado grueso.....	17
<b>Tabla 6.</b> Peso específico y absorción del agregado fino. ....	18
<b>Tabla 7.</b> Peso específico y absorción del agregado grueso. ....	18
<b>Tabla 8.</b> Peso unitario suelto y compactado del agregado fino.....	19
<b>Tabla 9.</b> Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.....	20
<b>Tabla 10.</b> Diseño de mezcla del concreto patrón.....	20
<b>Tabla 11.</b> Diseño de mezcla del concreto con 1% de Sikacem Acelerante. ....	21
<b>Tabla 12.</b> Diseño de mezcla del concreto con 1.5% de Sikacem Acelerante. ....	21
<b>Tabla 13.</b> Diseño de mezcla del concreto con 2% de Sikacem Acelerante. ....	21
<b>Tabla 14.</b> Tiempo de fraguado del concreto patrón.....	22
<b>Tabla 15.</b> Tiempo de fraguado del concreto con 1% de Sikacem acelerante.....	23
<b>Tabla 16.</b> Tiempo de fraguado del concreto con 1.5% de Sikacem acelerante.....	23
<b>Tabla 17.</b> Tiempo de fraguado del concreto con 2% de Sikacem acelerante.....	24
<b>Tabla 18.</b> Historial de temperaturas durante 120 horas del concreto patrón. ....	24
<b>Tabla 19.</b> Historial de temperaturas durante 120 horas del concreto con 1% de aditivo Sikacem acelerante. ....	29
<b>Tabla 20.</b> Historial de temperaturas durante 120 horas del concreto con 1.5% de aditivo Sikacem acelerante. ....	33
<b>Tabla 21.</b> Historial de temperaturas durante 120 horas del concreto con 2% de aditivo Sikacem acelerante. ....	37
<b>Tabla 22.</b> Valores de resistencia a la compresión del concreto patrón.....	42
<b>Tabla 23.</b> Valores de resistencia a la compresión del concreto con 1% de Sikacem acelerante. ....	43
<b>Tabla 24.</b> Valores de resistencia a la compresión del concreto con 1.5% de Sikacem acelerante.....	44
<b>Tabla 25.</b> Valores de resistencia a la compresión del concreto con 2% de Sikacem acelerante. ....	44
<b>Tabla 26.</b> Relación resistencia-madurez para el concreto patrón.....	45
<b>Tabla 27.</b> Relación resistencia-madurez para el concreto con 1% de Sikacem Acelerante.....	48
<b>Tabla 28.</b> Relación resistencia-madurez para el concreto con 1.5% de Sikacem Acelerante.....	50
<b>Tabla 29.</b> Relación resistencia-madurez para el concreto con 2% de Sikacem Acelerante.....	53
<b>Tabla 30.</b> Tiempo ahorrado en conocer la resistencia objetivo de cada tipo de concreto según el método de rotura de probetas y método de madurez.....	56
<b>Tabla 31.</b> Prueba de normalidad para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 1 día de curado. ....	59

<b>Tabla 32.</b> Prueba de normalidad para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 2 días de curado. ....	60
<b>Tabla 33.</b> Prueba de normalidad para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 3 días de curado. ....	60
<b>Tabla 34.</b> Prueba de normalidad para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 4 días de curado. ....	60
<b>Tabla 35.</b> Prueba de normalidad para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 5 días de curado. ....	61
<b>Tabla 36.</b> Análisis de varianza para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 1 día.....	61
<b>Tabla 37.</b> Análisis de varianza para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 2 días.....	62
<b>Tabla 38.</b> Análisis de varianza para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 3 días.....	62
<b>Tabla 39.</b> Análisis de varianza para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 4 días.....	62
<b>Tabla 40.</b> Análisis de varianza para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 5 días.....	63
<b>Tabla 41.</b> Posprueba Tukey para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 1 día.....	63
<b>Tabla 42.</b> Posprueba Tukey para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 2 días.....	64
<b>Tabla 43.</b> Posprueba Tukey para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 3 días.....	64
<b>Tabla 44.</b> Posprueba Tukey para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 4 días.....	65
<b>Tabla 45.</b> Posprueba Tukey para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 5 días.....	65
<b>Tabla 46.</b> Matriz de operacionalización de variables.....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Procedimientos de la investigación.....	13
<b>Figura 2.</b> Curva granulométrica del agregado fino. ....	15
<b>Figura 3.</b> Curva granulométrica del agregado grueso. ....	16
<b>Figura 4.</b> Relación resistencia-madurez para el concreto patrón. ....	46
<b>Figura 5.</b> Madurez del concreto patrón para encontrar la resistencia objetivo. ....	46
<b>Figura 6.</b> Relación resistencia-tiempo para el concreto patrón. ....	47
<b>Figura 7.</b> Historial térmico del concreto patrón durante 120 horas.....	47
<b>Figura 8.</b> Relación resistencia-madurez para el concreto con 1% de Sikacem Acelerante. ....	48
<b>Figura 9.</b> Madurez del concreto con 1% de Sikacem Acelerante para encontrar la resistencia objetivo. ....	49
<b>Figura 10.</b> Relación resistencia-tiempo para el concreto con 1% de Sikacem Acelerante. ....	49
<b>Figura 11.</b> Historial térmico del concreto con 1% de Sikacem Acelerante durante 120 horas. ....	50
<b>Figura 12.</b> Relación resistencia-madurez para el concreto con 1.5% de Sikacem Acelerante. ....	51
<b>Figura 13.</b> Madurez del concreto con 1.5% de Sikacem Acelerante para encontrar la resistencia objetivo.....	51
<b>Figura 14.</b> Relación resistencia-tiempo para el concreto con 1.5% de Sikacem Acelerante. ....	52
<b>Figura 15.</b> Historial térmico del concreto con 1.5% de Sikacem Acelerante durante 120 horas. ....	52

## RESUMEN

La presente investigación fue realizada en el laboratorio QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C. ubicado en la ciudad de Trujillo con agregados obtenidos de la cantera Quebrada El León, donde se logró determinar la influencia del aditivo Sikacem Acelerante en el tiempo de fraguado y resistencia a la compresión de concretos con alta resistencia inicial haciendo uso de un diseño experimental, cuasi experimental. El muestreo empleado fue de tipo no probabilístico cuya recolección de datos se realizó haciendo uso de la técnica de la observación teniendo a la guía de observación como instrumento. La problemática surge a partir de la necesidad de tratar de reducir el tiempo de fraguado para de esta manera, obtener altas resistencias iniciales en el concreto; lo cual servirá para agilizar procesos constructivos al optimizar los tiempos entre partidas y aumentar el rendimiento; por lo cual se diseñaron 4 tipos de concreto, 1 por cada porcentaje de adición del aditivo Sikacem Acelerante, siendo de 0%, 1%, 1.5% y 2%; pudiendo elaborar un total de 80 probetas para los diferentes ensayos, donde 12 de ellas fueron de 6"x6" para el ensayo de tiempo de fraguado; y las 68 restantes fueron de 4"x8" para los ensayos de resistencia a la compresión, 60 por rotura de probetas y 8 para el historial de temperaturas; logrando concluir estadísticamente que el aditivo Sikacem acelerante genera influencia significativa sobre la resistencia a la compresión de concretos con alta resistencia inicial para todas las edades evaluadas, ejerciendo la mayor influencia con una adición de 2%.

**Palabras clave:** Tiempo de fraguado, resistencia a la compresión, Sikacem acelerante, alta resistencia inicial.

## ABSTRACT

This research was carried out in the QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C. located in the city of Trujillo with aggregates obtained from the Quebrada El León quarry, where it was possible to determine the influence of the Sikacem Accelerant additive on the setting time and resistance to compression of concretes with high initial resistance using an experimental design, quasi experimental. The sampling used was of a non-probabilistic type whose data collection was carried out using the observation technique, using the observation guide as an instrument. The problem arises from the need to try to reduce the setting time in order to obtain high initial strengths in the concrete; Which will serve to streamline construction processes by optimizing the times between games and increasing performance; Therefore, 4 types of concrete were designed, 1 for each percentage of addition of the Sikacem Accelerating additive, being 0%, 1%, 1.5% and 2%; being able to elaborate a total of 80 specimens for the different tests, where 12 of them were 6 "x6" for the setting time test; and the remaining 68 were 4 "x8" for the compressive strength tests, 60 for specimen breakage and 8 for the temperature history; Managing to statistically conclude that the accelerating Sikacem additive generates significant influence on the compressive strength of concretes with high initial strength for all evaluated ages, exerting the greatest influence with an addition of 2%.

**Keywords:** Setting time, compressive strength, Accelerating Sikacem, high initial strength.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el concreto es el material que más se utiliza en la realización de proyectos de construcción, resultando beneficioso para la sociedad al satisfacer sus necesidades y brindar mayor seguridad frente a eventos naturales debido a sus principales propiedades, resaltando entre ellas, la resistencia a la compresión. Esta propiedad es clave no solo por los beneficios mencionados, sino porque depende de ella el avance de los procesos constructivos; lo que conlleva a buscar alternativas para su mejora según las exigencias propias de cada obra, dando origen a la idea de elaborar concretos de altas resistencias iniciales con ayuda de ciertos productos químicos, lo que permitirá disminuir la duración de cada partida de concreto al reducir los tiempos de fraguado, favoreciendo así el rendimiento de trabajo.

Determinando que el tiempo de fraguado es un indicador que nos avisa que el concreto está desarrollando calor a edades tempranas, uno de los estudios realizados a nivel internacional relacionado al tema de investigación concluye que, para que el concreto incremente su resistencia a mediano y largo plazo es necesario que el fraguado sea lo más lento posible, no obstante para obtener resistencia más altas en el concreto a corto plazo es necesario acelerar el tiempo de fraguado (Sotomayor, 2014, p.34).

De la misma forma, a nivel nacional se vienen realizando investigaciones donde concluyen que; las edificaciones actuales (rascacielos, puentes, pisos industriales) se vienen construyendo en menos tiempo, lo cual conlleva mayor exigencia en su diseño y construcción en las cuales tenemos vigas menos peraltadas, columnas con luces mayores, así mismo se necesita de un mejor fraguado y por ende reducir los tiempos de encofrado, por eso se necesita un concreto de alta resistencia inicial o alta resistencia a edad temprana, debido a una relación a/c baja, también implementando aditivos y contar con agregados con características específicas (Parizaca, 2015, p.18).

Debido a la necesidad de optimizar el tiempo de desarrollo de las partidas de concreto y, por ende, acelerar los procesos constructivos durante la ejecución de obras civiles; es que en esta investigación se pretende evaluar las características de concretos de altas resistencias iniciales, obtenidos a partir de la reducción del tiempo de fraguado al incorporar un aditivo acelerante en diferentes proporciones para una misma relación agua/cemento; ya que actualmente se encuentra en el mercado una gran variedad de estos productos químicos que son elaborados con el objetivo de satisfacer los distintos requerimientos que demanda el concreto.

El concreto es un conjunto de diferentes porcentajes de componentes, tales como agua, agregados, cemento y, en algunos casos, aditivos; todos ellos bajo el cumplimiento de parámetros establecidos en diferentes normativas que buscan asegurar una buena calidad, seguridad y durabilidad de la estructura en el que se emplee. Una de las características principales del concreto y, por ende, una de las más estudiadas, es su resistencia para soportar cargas, medidas a través del ensayo de resistencia a la compresión, la misma que varía según diversos parámetros de diseño tales como la relación agua-cemento, tipo de agregado grueso, temperatura, etc. Por otro lado, en ocasiones se manipula esta característica mecánica con el fin de cumplir y/o agilizar el cronograma de ejecución de obra, incluso, por exigencias ambientales.

El tiempo dentro de la construcción es uno de los puntos con gran relevancia, ya que de él depende la reducción o aumento de costos durante la ejecución de una obra, esto causado por una mala organización y gestión, o en algunos casos, por desconocimiento de los nuevos recursos y tecnologías existentes.

Se plantea **el problema**: ¿Cómo influye el aditivo Sikacem Acelerante en el tiempo de fraguado y resistencia a la compresión de concretos con alta resistencia inicial, en Trujillo?

El presente estudio desarrollado tiene como fin beneficiar a los próximos investigadores mediante el acceso a información seleccionada acerca de



nuevas tecnologías en materiales, en este caso el aditivo acelerante, el mismo que reducirá el tiempo de fraguado del concreto permitiendo alcanzar altas resistencias a edades tempranas.

Es materia de esta investigación, tratar de reducir el tiempo de fraguado para de esta manera, obtener altas resistencias iniciales en el concreto; lo cual servirá para agilizar procesos constructivos al optimizar los tiempos entre partidas y aumentar el rendimiento; esto se logrará incorporando el aditivo Sikacem Acelerante en porcentajes de 1%, 1.5% y 2% al diseño, cuyos resultados arrojados permitirán determinar el porcentaje óptimo que ayude a satisfacer lo que se requiere.

Como **justificación técnica** de la presente investigación, se tiene que este tipo de aditivo para el concreto permite aumentar el rendimiento en obra ya que, mediante la reducción del tiempo de fraguado, nos ayudará a obtener resistencias más altas a edades tempranas, permitiendo la continuación de actividades y desarrollo de partidas, tales como el desencofrado o en su defecto, una rápida puesta en uso de estructuras reparadas; como **justificación socioeconómica**, si bien es cierto, la incorporación de un aditivo al concreto supone un costo extra, éste se ve compensado con la reducción de costos generados al disminuir el tiempo de ejecución entre cada partida; finalmente, como **justificación ambiental**, al utilizar un aditivo de la marca Sika, se contribuye a la ejecución de su estrategia de sostenibilidad denominada “más valor, menos impacto”, cuya finalidad es reducir significativamente el consumo de recursos y los impactos asociados con los procesos de producción.

Como **objetivo principal** se tiene: Determinar la influencia del aditivo Sikacem Acelerante en el tiempo de fraguado y resistencia a la compresión de concretos con alta resistencia inicial, en Trujillo.

Con los **objetivos específicos**: (1) Determinar la caracterización de los agregados, (2) Realizar los diseños de mezcla para cada porcentaje de aditivo

considerando una relación a/c de 0.45, (3) Determinar la influencia de cada uno de los porcentajes de aditivo acelerante en el tiempo de fraguado del concreto según la NTP.339.082, (4) Determinar la influencia de cada uno de los porcentajes de aditivo acelerante en la resistencia a la compresión del concreto. (5) Realizar la prueba de hipótesis y determinar el porcentaje de aditivo acelerante que genera mayor influencia significativa en el tiempo de fraguado y resistencia a la compresión de concretos con alta resistencia inicial.

Cuya **hipótesis** es la siguiente: El aditivo Sikacem Acelerante influye significativamente en el tiempo de fraguado y resistencia a la compresión de concretos con alta resistencia inicial, en Trujillo.

## 2. MARCO TEÓRICO

Salazar & Triana (2016), en su trabajo de investigación denominada ***“Influencia de la dosis de un tipo de acelerante en el módulo de elasticidad estático del concreto simple a edades tempranas”***, su objetivo principal fue la influencia del uso de aditivo acelerante en el módulo de elasticidad del concreto simple a edades tempranas, lo que nos lleva a las siguientes conclusiones, que la mejor dosificación durante la elaboración experimental esta entre 0,4 y 0,8 veces de acelerante / acelerante máximo, las cuales están entre 1.2% y 2.4% de aditivo, en sus primeros días de curado la resistencia fue notoria de manera significativa para los dos diseños. Así mismo, el aditivo acelerante puede variar la reacción química del concreto, dependiendo del tipo de cemento, Portland Tipo I tiene un aumento de silicatos al (70% y 80%) generando mayor calor de hidratación (exotérmica).

Castellón & De la Ossa (2013), en su proyecto de investigación titulado ***“Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cementos Tipo I y Tipo III, modificados con aditivos acelerantes y retardantes”***, su objetivo principal fue analizar los efectos que tienen los aditivos como acelerante y retardante en la resistencia la compresión en concretos de 4000psi elaborados por cemento tipo I y III, se llegó a la

conclusión que para el uso de aditivo se debe tomar las dosificaciones asignadas por el fabricante, porque al usar proporciones mayores o menores a las recomendadas no genera los efectos deseados sobre la resistencia del concreto.

Huamaní & Solon (2019), en su estudio que lleva por nombre **“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”**, su objetivo principal fue determinar el óptimo porcentaje de aditivo acelerante para reducir el tiempo de fraguado en un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> sin afectar su resistencia en clima cálido. Logrando concluir, que su porcentaje óptimo varía según el aditivo acelerante analizado, para Sika Rapid® 1 al 1.5% en un clima cálido se redujo su tiempo de fraguado en un 30% la cual no afectó a la resistencia a la compresión; mientras que para Z Fragua #5 al 2.5% en un clima cálido se redujo un 38% su tiempo de fraguado y tampoco afecta su resistencia a la compresión.

Gómez (2018), en su tesis denominada **“Influencia de tres aditivos acelerantes en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto f'c = 175 kg/cm<sup>2</sup> y 210 kg/cm<sup>2</sup> Chachapoyas-Amazonas 2016”**, el objetivo principal fue determinar la influencia de tres aditivos acelerantes (Z Fragua N° 5, Chema 3 y Sika® Cem Acelerante PE) en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto f'c =175kg/cm<sup>2</sup> y 210kg/cm<sup>2</sup>, lo cual se concluyó, que para los aditivos Z Fragua N°05, Chema 3 y Sika R Sem Acelerante Pe, generó un aumento en la resistencia a la compresión del concreto, llegando más rápido a su diseño de resistencia lo cual conlleva a desencofrados más rápidos y menos tiempos de ejecución de las partidas. Por lo cual su mayor influencia del concreto fue a los 7 días, logrando valores cercanos a su resistencia de diseño, así mismo el uso de los aditivos debe de realizarse de acuerdo a sus especificaciones de cada, de acuerdo al clima y tiempo de fraguado que se quiera alcanzar, el porcentaje de aditivo a usar debe ser de acuerdo al volumen del concreto en un rango promedio de 1.5% a 4%.

Apolinario (2017), en su investigación titulada **“Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivos acelerante de fragua en zonas alto andinas en Huánuco”**, su objetivo principal fue realizar el estudio comparativo en la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivos acelerante de fragua en las zonas alto andinas en Huánuco. Concluyendo que se realizaron comparaciones en todo momento del concreto con y sin aditivo acelerante de fragua, en los días (3 y 7) se obtuvo una gran marca de diferencia que es de 10% hasta 23% respectivamente, en los días (14 y 28) la marca fue mínima que va desde el 3% al 7% respectivamente. Por otra parte, las dosificaciones de los aditivos se deben de realizar de acuerdo a las instrucciones de los fabricantes, ya que al usar mayor o menor cantidad no se logra los efectos sobre la resistencia del concreto.

Baca & Boy (2015), en su tesis de pregrado con nombre **“Influencia del porcentaje y tipo de acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de un concreto de rápido fraguado”**, su objetivo principal es Evaluar y explicar cómo influye el porcentaje y el tipo de aditivo acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la elaboración de un concreto de rápido fraguado, llegando a la conclusión que los aditivos SIKA 3 y CHEMA 3 incrementan la resistencia a la compresión elaborado con cemento ICo a 7 días, logrando una resistencia máxima con un porcentaje de 4% de aditivo. Así mismo, se determinó por medio de las pruebas que SIKA 3 con cemento ICo presentan mejores resistencias iniciales.

Se presenta el marco teórico que consolida la presente investigación:

**Concreto**, es una mezcla de cemento, agregado grueso o piedra, agregado fino o arena y agua. El cemento, el agua y la arena constituyen el mortero cuya función es unir las diversas partículas de agregado grueso llenando los vacíos entre ellas. En teoría, el volumen de mortero sólo debería llenar el volumen

entre partículas. En la práctica, este volumen es mayor por el uso de una mayor cantidad de mortero para asegurar que no se formen vacíos (Harmsen, 2002, pág. 11).

**Agregados**, son el mayor constituyente del concreto, generalmente forma parte del más del 70 por ciento del material en un metro cúbico de concreto. En la mayoría de construcciones se elabora el concreto de masa normal y los agregados continuamente se obtienen a partir de arenas naturales y depósitos de grava. La fuente de materiales debe estar a una distancia razonable del sitio de trabajo y sus propiedades difieren considerablemente de una a otra; asimismo, suelen variar en la mineralogía o condiciones físicas, tales como: la distribución de tamaños, la forma y la textura, esto conlleva un efecto en el comportamiento del concreto (Gomezjurado, 2014, pág. 55).

**Cemento**, se define como cemento a los materiales pulverizados que poseen la propiedad que, por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables. Quedan excluidas de esta definición las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos (Rivva, 2004, pág. 30).

**Agua**, El agua debe estar limpia para la mezcla, libre de aceites, ácidos, álcalis, sales y materias orgánicas. En general, el agua potable es adecuada para el concreto y su función principal es hidratar el cemento; pero, también se le usa para mejorar la trabajabilidad de la mezcla (Harmsen, 2002, pág. 13).

**Aditivos**, es una sustancia química, generalmente dosificada por debajo del 5% de la masa del cemento, distinta del agua, los agregados, el cemento y los refuerzos de fibra, que se emplea como ingrediente de la pasta, del mortero o del concreto. Los aditivos procuran mejorar las características del producto, por otro lado, permite la modificación de ciertas propiedades de un producto acabado (Tello, 2019, pág. 25).

**Acelerante de fraguado**, es un acelerante la cual su función principal es reducir el tiempo de fraguado en el concreto, estos aditivos se usan para un concreto que se quiere lograr resistencia elevada a temprana edad, su principal uso es para un desencofrado rápido, vaciados sumergidos o en presencia de agua y reducir tiempos en obra, etc. Los acelerantes se dividen en dos de acuerdo a su composición a base de cloruro y libre de cloruros. La dosificación de aditivo se debe realizar en conjunto con el agua y no colocar directamente a la mezcla, ya que solo una parte estaría aprovechando el aditivo en la mezcla endureciendo rápidamente y el resto tenga un fraguado normal (ANFAH, s.f.).

**Propiedades del concreto**, las características principales del concreto es el manejo, resistencia y durabilidad. También tiene tres estados el cual es el estado plástico, fraguado y endurecido (IMCYC, 2004, pág. 12). Es de mayor importancia hacer un estudio del concreto en su estado fresco y sus factores, ya que la mayoría de sus propiedades están ligadas cuando concreto está en su estado plástico, mejor dicho, desde la mezcla hasta el vaciado (Pacheco, 2017, pág. 13). **Estado fresco**, el concreto al inicio puede ser moldeado de diferentes formas, una de las principales propiedades del concreto fresco es la trabajabilidad y la cohesividad. **Estado fraguado**, ya no se encuentra blando, se da después de la colocación y compactación de tal, el concreto que se encuentra agitado puede ser difícil de colocar y moldear. **Estado endurecido**, al finalizar el concreto, se endurece y gana resistencia, estas son algunas de sus propiedades (IMCYC, 2004, pág. 12).

**Tiempo de fraguado**, se realiza mediante la mezcla del cemento y el agua, este proceso genera reacciones químicas, uno de sus factores es el calor, lo cual hace que la mezcla se endurezca y se vuelva denso adquiriendo una resistencia. El concreto tiene cuenta con un fraguado inicial y final, la cual el primero ocurre entre 2h a 4h en este tiempo tiene un manejo fácil, después de 4h a 8h de vaciado se desarrolla una resistencia. Este tiempo de fraguado se puede determinar por el ensayo resistencia a la penetración (Gabalec, 2008, pág. 3).

**Resistencia a la compresión**, es la capacidad máxima que puede soportar cargas de aplastamiento y depende bastante de la dosificación del concreto. Además, existen factores que afectan al concreto, como la temperatura, el fraguado y en la calidad de los agregados para el concreto. Así mismo, el curado es un proceso que ayuda en la hidratación del concreto y es un factor que puede llegar a afectar a la resistencia del concreto. (Pacheco, 2017, pág. 36).

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación**

###### **3.1.1.1. Según el propósito**

Esta investigación busca utilizar lo que se conoce en relación al tema de estudio. De esta manera, según el propósito, se la clasifica como una investigación aplicada.

La investigación aplicada analiza la realidad social para anteponer de forma inmediata una solución científica a los problemas sociales identificados. Este tipo de investigación crea, desarrolla o mejora estrategias concretas de acción social; asimismo, su ámbito más frecuente es el institucional u organizativo (Cívicos & Hernández, 2007, pág. 38).

###### **3.1.1.2. Según el diseño**

El diseño de la investigación será de tipo experimental porque la variable independiente; aditivo Sikacem acelerante, será manipulada deliberadamente en diferentes dosificaciones con el propósito de evaluar las consecuencias en las variables dependientes de tiempo de fraguado y resistencia a la compresión para concretos de alta resistencia inicial.

Los experimentos pueden señalarse como estudios de intervención, porque el investigador al generar una situación trata de explicar cómo afecta a quienes participan en ella y hacer un estudio comparativo con quienes no lo hacen. Por otro lado, es posible experimentar con seres humanos, seres vivos y ciertos objetos. En

los experimentos se realizan tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (variables independientes) para identificar sus efectos sobre otras variables en una situación de control (Gómez, s.f., pág. 289).

### **3.1.2. Diseño de investigación**

El diseño que seguirá la presente investigación será cuasi experimental; debido a que se tiene un grupo control que está conformado por el concreto sin adición de aditivo acelerante y un grupo experimental conformado por el concreto con porcentajes de aditivo acelerante; los mismos que no se asignaron al azar.

En este sub-diseño de la investigación experimental se cuenta con dos sub-niveles de la variable independiente: intervención realizada en un grupo experimental y un grupo control sin intervención. Este tipo de investigación se caracteriza por la asignación no aleatoria en los grupos de intervención. Por ejemplo, en investigaciones que se trabajan con dos grupos establecidos, que puede ser el caso de dos cursos en el contexto educativo, no se le asigna mediante el azar a los grupos, solamente se trabajan con los ya conformados (Ramos, 2021, pág. 6).

## **3.2. Variables y operacionalización**

### **3.2.1. Variable independiente**

- Aditivo Sikacem Acelerante

### **3.2.2. Variables dependientes**

- Tiempo de fraguado
- Resistencia a la compresión

## **3.3. Población y muestra**

### **3.3.1. Población**

La población se constituye por el total de especímenes cilíndricos de concreto confeccionado con diferentes dosificaciones de aditivo Sikacem Acelerante en porcentajes de 0%, 1%, 1.5% y 2%.



### 3.3.2. Muestra

#### 3.3.2.1. Técnica de muestreo

En la presente investigación se empleará la técnica de muestreo no probabilística, gracias a la evaluación por juicio a cargo de un experto en el tema de estudio.

#### 3.3.2.2. Tamaño de muestra

Considerando su experiencia en el estudio de concreto, el experto a cargo determinó realizar 20 probetas por cada dosificación de aditivo acelerante, haciendo un total de 80 especímenes cilíndricos como tamaño de muestra, 68 de 4"x8" para los ensayos de compresión y 12 de 6"x6" para el ensayo de tiempo de fraguado.

**Tabla 1.** *Tamaño de muestra*

Ensayo	Edad	Dosificación				Sub Total	Total
		0%	1%	1.5%	2%		
Tiempo de fraguado	-	3	3	3	3	12	80
Rotura de probetas	24h	3	3	3	3	12	
	32h	3	3	3	3	12	
	72h	3	3	3	3	12	
	96h	3	3	3	3	12	
	120h	3	3	3	3	12	
Madurez	-	2	2	2	2	8	

Fuente: Propia.

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1. Técnica de recolección de datos

Se aplicará la observación como técnica de recolección de datos. Se observarán los fenómenos ocurridos en las variables dependientes generados a partir del manejo voluntario de la variable independiente. La observación es una técnica primaria en todo proceso de investigación, porque el investigador se apoya en esta técnica para

obtener el mayor número de datos. Mediante esto se ha generado gran parte del conjunto de conocimientos que constituye la ciencia (Díaz, 2011, pág. 5).

#### **3.4.2. Instrumento de recolección de datos**

La presente investigación hará uso de las guías de observación como instrumentos de recolección de datos.

Con el nombre genérico de instrumentos de acopio de datos se denomina a todos los instrumentos que pueden servir para medir las variables, recopilar información con respecto a ellas o simplemente observar su comportamiento. (Mejía, 2005, p.19).

#### **3.4.3. Validez de la recolección de datos**

La validez de los instrumentos se realizará mediante la firma del experto; siempre y cuando considere que éstos cuentan con la estructura adecuada para una recolección e interpretación de datos eficiente.

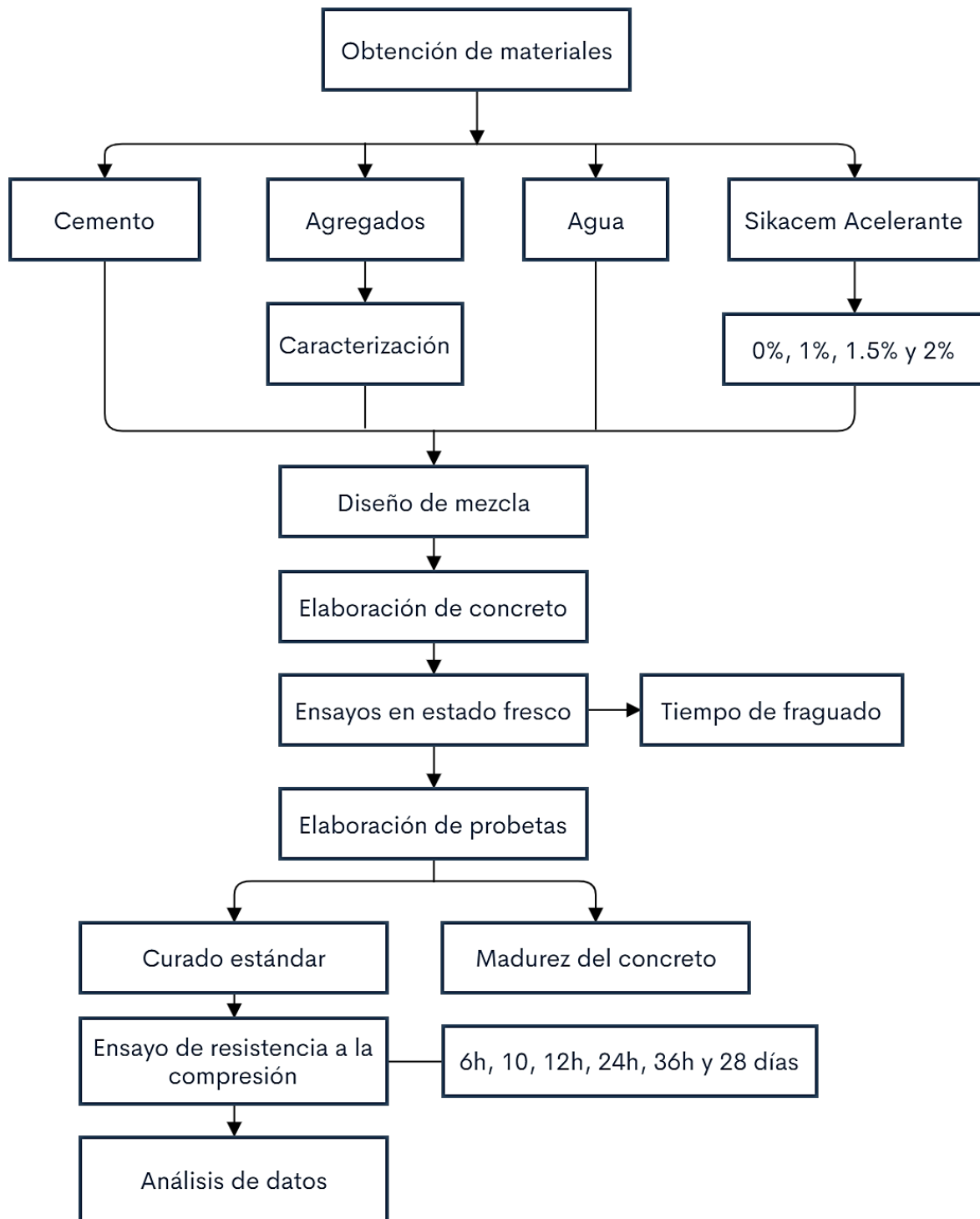
La validez de un test indica el grado de exactitud con el que mide el constructo teórico que pretende medir y si se puede utilizar con el fin previsto. Es decir, un test es válido si "mide lo que dice medir". Es la cualidad más importante de un instrumento de medida. Un instrumento puede ser fiable pero no válido; pero si es válido ha de ser también fiable. (Chiner, s.f., p.2).

#### **3.4.4. Confiabilidad de la recolección de datos**

Para una mayor aproximación real de lo que se quiere encontrar, se tomará en cuenta más de una muestra, de las cuales se obtendrá su promedio.

La confiabilidad, también denominada precisión, corresponde al grado con que los puntajes de una medición se encuentran libres de error de medida. Es decir, al repetir la medición en condiciones constantes estas deberían ser similares. (Santos, 2017, p.2).

### 3.5. Procedimientos



**Figura 1.** Procedimientos de la investigación.

### 3.6. Método de análisis de datos

Los datos serán analizados mediante el uso del software estadístico informático SPSS Statistics, el mismo que nos ayudará a aceptar o rechazar la hipótesis en base a las significancias de los datos, los cuales serán ordenados en el software Microsoft Excel para una mejor comprensión.

### 3.7. Aspectos éticos

Con la finalidad de cumplir con la ética, la presente investigación realizará la totalidad de sus ensayos en base a las normas vigentes que le corresponda a cada uno de ellos. Por otro lado, la redacción seguirá el esquema proporcionado por la universidad cuyo contenido cumplirá con los siguientes principios: Beneficencia, porque servirá como referencia y apoyo para estudios futuros; No maleficencia, ya que se citará y referenciará toda la información tomada de diferentes estudios. Autonomía, porque se comprobará su autenticidad luego de ser revisado, con ayuda de un software, la inexistencia de plagio. Finalmente, Justicia, debido a que estará de acceso abierto para el público interesado en el tema.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Caracterización de agregados

- Granulometría

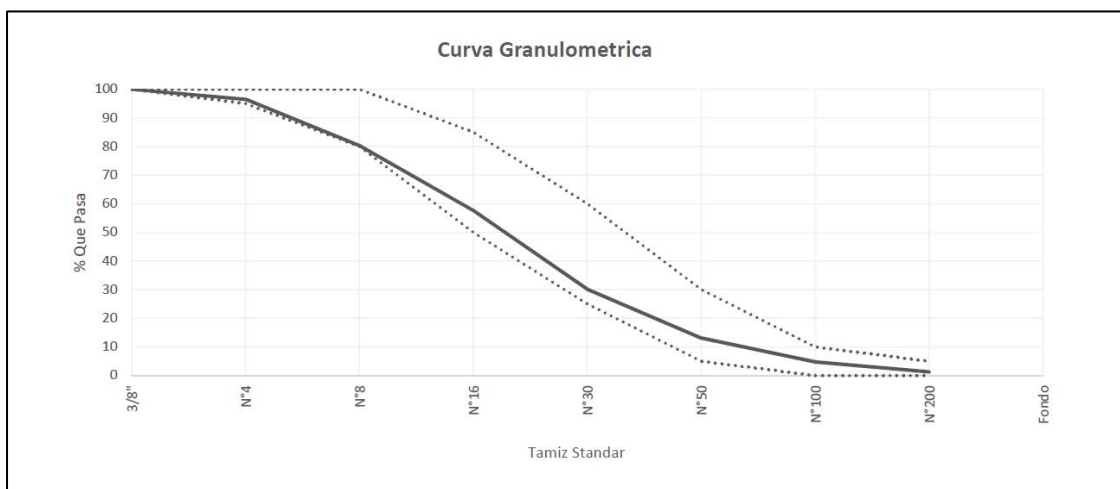
Tabla 2. Granulometría del agregado fino.

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Pasa	Límites	
						Mínimo	Máximo
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
N°4	4.750	37.2	3.5	3.5	96.5	95	100
N°8	2.360	171.5	16.2	19.7	80.3	80	100
N°16	1.180	241.1	22.7	42.4	57.6	50	85
N°30	0.600	290.2	27.4	69.8	30.2	25	60
N°50	0.300	181.3	17.1	86.9	13.1	5	30
N°100	0.150	88.4	8.3	95.2	4.8	0	10

N°200	0.075	36.9	3.5	98.7	1.3	0	5
Fondo	-	14.2	1.3	100.0	0.0		
		<b>1060.8</b>	<b>100.0</b>				

Fuente: Propia.

**Interpretación:** En la tabla N°2 se muestra el análisis granulométrico del agregado fino según el procedimiento establecido en la NTP.400.012; arrojando un módulo de finura de 3.18.



**Figura 2.** Curva granulométrica del agregado fino.

**Interpretación:** En la figura N°2 se muestra la curva granulométrica del agregado fino, observando que presenta buena gradación por encontrarse dentro de los límites establecidos en la NTP.400.037.

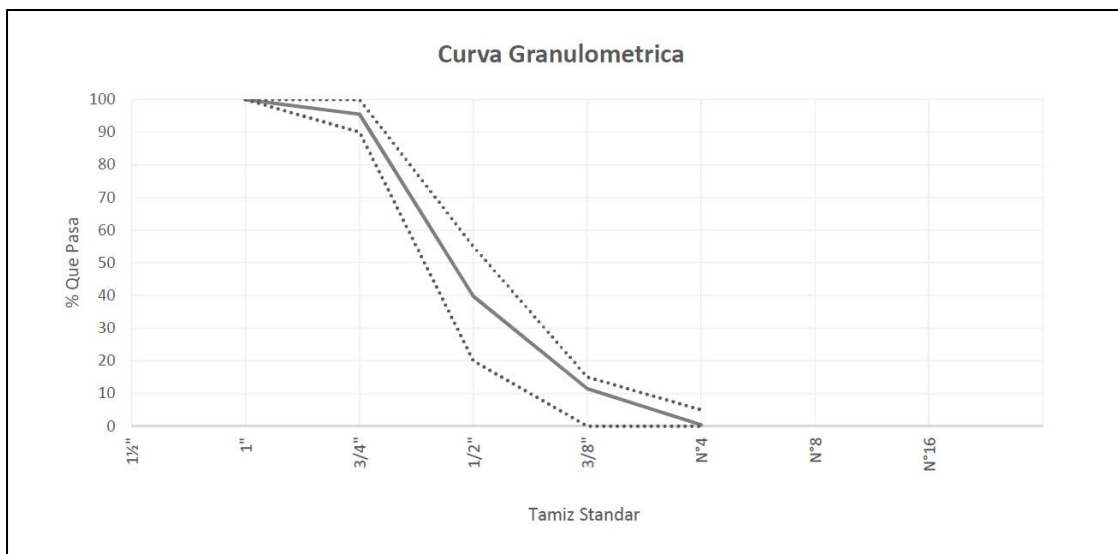
**Tabla 3.** Análisis granulométrico del agregado grueso.

Tamiz	Abertura (mm)	Peso retenido (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Pasa	Límites	
						Mínimo	Máximo
1 ½"	37.50						
1"	25.00	0	0.0	0.0	100.0	100	100
¾"	19.00	227	4.5	4.5	95.5	90	100
½"	12.50	2794	55.7	60.2	39.8	20	55

3/8"	9.50	1418	28.3	88.5	11.5	0	15
N°4	4.75	559	11.1	99.6	0.4	0	5
N°8	2.36	10	0.2	99.8	0.2		
N°16	1.18	0	0.0	99.8	0.2		
Fondo	-	8	0.2	100.0	0.0		
		<b>5016</b>	<b>100</b>				

Fuente: Propia.

**Interpretación:** En la tabla N°3 se muestra la granulometría del agregado grueso según el procedimiento establecido en la NTP.400.012; arrojando un módulo de finura de 6.92 y un TMN de  $\frac{3}{4}$ ", clasificándose como un agregado de Huso 67.



**Figura 3.** Curva granulométrica del agregado grueso.

**Interpretación:** En la figura N°3 se muestra la curva granulométrica del agregado grueso, observando que presenta buena gradación por encontrarse dentro de los límites establecidos en la NTP.400.037, los mismos que lo clasifican como agregado grueso de Huso 67.

- **Contenido de humedad**

**Tabla 4.** *Contenido de humedad del agregado fino.*

<b>Descripción</b>	<b>U.M.</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>	<b>Promedio</b>
Peso del recipiente	gr	117.5	116.9	
Peso del recipiente + muestra húmeda	gr	1022.3	1018.7	
Peso del recipiente + muestra seca	gr	1018.5	1014.4	
Peso de muestra húmeda	gr	904.8	901.8	
Peso de muestra seca	gr	901.0	897.5	
Peso de agua	gr	3.8	4.3	
<b>Contenido de humedad</b>	<b>%</b>	<b>0.4</b>	<b>0.5</b>	<b>0.50</b>

Fuente: Propia.

**Interpretación:** En la tabla N°4 se presentan los resultados del ensayo de contenido de humedad realizado a dos muestras de agregado fino según lo estipulado en la NTP.339.185, cuyo resultado promedio fue de 0.50%.

**Tabla 5.** *Contenido de humedad del agregado grueso.*

<b>Descripción</b>	<b>U.M.</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>	<b>Promedio</b>
Peso del recipiente	gr	262	310	
Peso del recipiente + muestra húmeda	gr	3429	3475	
Peso del recipiente + muestra seca	gr	3416	3464	
Peso de muestra húmeda	gr	3167	3165	
Peso de muestra seca	gr	3154	3154	
Peso de agua	gr	13	11	
<b>Contenido de humedad</b>	<b>%</b>	<b>0.4</b>	<b>0.3</b>	<b>0.40</b>

Fuente: Propia.

**Interpretación:** En la tabla N°5 se presentan los resultados del ensayo de contenido de humedad realizado a dos muestras de agregado grueso según lo estipulado en la NTP.339.185, cuyo resultado promedio fue de 0.40%.

- **Peso específico y absorción del agregado fino**

**Tabla 6.** *Peso específico y absorción del agregado fino.*

<b>Descripción</b>	<b>U.M.</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>	<b>Promedio</b>
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	500.4	498.8	
Peso del picnómetro lleno de agua	gr	669.2	669.2	
Peso del picnómetro lleno de muestra y agua	gr	986.7	986.2	
Peso de la muestra en estado SSS	gr	508.1	505.5	
<b>Peso específico base seca</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2.63	2.65	<b>2.64</b>
Peso específico base SSS	gr/cm <sup>3</sup>	2.67	2.68	2.68
<b>Absorción</b>	%	1.5	1.3	<b>1.4</b>

Fuente: Propia.

**Interpretación:** En la tabla N°6 se presentan los resultados de los ensayos de peso específico y absorción del agregado fino según los procedimientos establecidos en la NTP.400.021, cuyos valores arrojados fueron de 2.64g/cm<sup>3</sup> y 1.4% respectivamente.

**Tabla 7.** *Peso específico y absorción del agregado grueso.*

<b>Descripción</b>	<b>U.M.</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>	<b>Promedio</b>
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	2980	2997	
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr	3027	3041	



Peso de la muestra saturada en agua	gr	1924	1936	
<b>Peso específico base seca</b>	gr/cm <sup>3</sup>	2.70	2.71	<b>2.71</b>
Peso específico base SSS	gr/cm <sup>3</sup>	2.74	2.75	2.75
<b>Absorción</b>	%	1.6	1.5	<b>1.6</b>

Fuente: Propia.

**Interpretación:** En la tabla N°7 se presentan los resultados de los ensayos de peso específico y absorción del agregado grueso según los procedimientos establecidos en la NTP.400.022, cuyos valores arrojados fueron de 2.71g/cm<sup>3</sup> y 1.6% respectivamente.

- **Peso unitario**

**Tabla 8.** *Peso unitario suelto y compactado del agregado fino.*

Descripción	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prom.
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	14.533	14.508	14.486	
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	15.952	15.974	16.008	
Peso del recipiente	kg	3.535	3.535	3.535	
Peso de muestra en estado suelto	kg	10.998	10.973	10.951	
Peso de muestra en estado compactado	kg	12.417	12.439	12.473	
Volumen del recipiente	m <sup>3</sup>	0.0071	0.0071	0.0071	
<b>Peso unitario suelto</b>	kg/m <sup>3</sup>	1560	1556	1553	<b>1556</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	kg/m <sup>3</sup>	1761	1764	1769	<b>1765</b>

Fuente: Propia.

**Interpretación:** En la tabla N°8 se muestran los resultados de los ensayos de peso unitario suelto y compactado del agregado fino cumpliendo las indicaciones estipuladas en la NTP.400.017, cuyos valores promedio fueron de 1556kg/m<sup>3</sup> y 1765kg/m<sup>3</sup> respectivamente.

**Tabla 9.** *Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso.*

<b>Descripción</b>	<b>U.M.</b>	<b>Prueba 1</b>	<b>Prueba 2</b>	<b>Prueba 3</b>	<b>Prom.</b>
Peso del recipiente + muestra suelta	kg	13.890	13.844	13.857	
Peso del recipiente + muestra apisonada	kg	15.237	15.198	15.224	
Peso del recipiente	kg	3.578	3.578	3.578	
Peso de muestra en estado suelto	kg	10.312	10.266	10.279	
Peso de muestra en estado compactado	kg	11.659	11.620	11.646	
Volumen del recipiente	m <sup>3</sup>	0.0071	0.0071	0.0071	
<b>Peso unitario suelto</b>	kg/m <sup>3</sup>	1463	1456	1458	<b>1459</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	kg/m <sup>3</sup>	1654	1648	1652	<b>1651</b>

Fuente: Propia.

**Interpretación:** En la tabla N°9 se muestran los resultados de los ensayos de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso cumpliendo las indicaciones estipuladas en la NTP.400.017, cuyos valores promedio fueron de 1459kg/m<sup>3</sup> y 1651kg/m<sup>3</sup> respectivamente.

#### **4.2. Diseño de mezcla**

**Tabla 10.** *Diseño de mezcla del concreto patrón.*

<b>Material</b>	<b>Peso (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Tanda 30L (kg)</b>
Cemento tipo MS	456	13.68

Agua	223	6.69
Agregado fino	791	23.73
Agregado grueso	879	26.37
<b>TOTAL</b>	<b>2349</b>	<b>70.47</b>

Fuente: Propia.

**Tabla 11.** *Diseño de mezcla del concreto con 1% de Sikacem Acelerante.*

<b>Material</b>	<b>Peso (kg/m3)</b>	<b>Tanda 30L (kg)</b>
Cemento tipo MS	456	13.68
Agua	222	6.66
Agregado fino	786	23.58
Agregado grueso	874	26.22
Sikacem Acelerante	4.56	0.14
<b>TOTAL</b>	<b>2343</b>	<b>70.28</b>

Fuente: Propia.

**Tabla 12.** *Diseño de mezcla del concreto con 1.5% de Sikacem Acelerante.*

<b>Material</b>	<b>Peso (kg/m3)</b>	<b>Tanda 30L (kg)</b>
Cemento tipo MS	456	13.68
Agua	222	6.66
Agregado fino	784	23.52
Agregado grueso	871	26.13
Sikacem Acelerante	6.83	0.20
<b>TOTAL</b>	<b>2340</b>	<b>70.19</b>

Fuente: Propia.

**Tabla 13.** *Diseño de mezcla del concreto con 2% de Sikacem Acelerante.*

<b>Material</b>	<b>Peso (kg/m3)</b>	<b>Tanda 30L (kg)</b>
-----------------	---------------------	-----------------------

Cemento tipo MS	456	13.68
Agua	222	6.66
Agregado fino	782	23.46
Agregado grueso	869	26.07
Sikacem Acelerante	9.11	0.27
<b>TOTAL</b>	<b>2338</b>	<b>70.14</b>

Fuente: Propia.

**Interpretación:** En las tablas N°10, N°11, N°12 y N°13 se muestran los diseños de mezcla realizados para cada tipo de concreto; expresados mediante los pesos húmedos de los materiales a emplear en un volumen de 1m<sup>3</sup>; asimismo, se multiplicó por 0.03 para poder proyectar a una tanda de 30L con la finalidad de satisfacer los 28L mínimos requeridos por la NTP.339.036.

#### 4.3. Influencia del aditivo Sikacem Acelerante en el tiempo de fraguado

**Tabla 14.** *Tiempo de fraguado del concreto patrón.*

Tiempo (min)	Carga (libras)				N° aguja	Diámetro aguja (pulg)	Área de contacto (pulg <sup>2</sup> )	Resistencia a la penetración (psi)	Ambiente	Mortero
	1	2	3	Prom						
0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0	21.6°C	24.0°C
315	96	88	100	95	1	1.128	1.000	95	23.6°C	24.2°C
378	82	99	91	91	2	0.798	0.500	181	23.5°C	24.0°C
433	91	79	84	85	3	0.564	0.250	339	22.9°C	23.9°C
491	82	95	89	89	4	0.357	0.100	887	22.4°C	23.9°C
555	79	81	91	84	5	0.252	0.050	1673	21.7°C	23.8°C
620	84	77	86	82	6	0.178	0.025	3293	20.6°C	23.6°C

Fuente: Propia.

**Tabla 15.** *Tiempo de fraguado del concreto con 1% de Sikacem acelerante.*

Tiempo (min)	Carga (libras)				N° aguja	Diámetro aguja (pulg)	Área de contacto (pulg2)	Resistencia a la penetración (psi)	Ambiente	Mortero
	1	2	3	Prom						
0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0	21.8°C	24.0°C
241	82	90	87	86	1	1.128	1.000	86	23.2°C	24.4°C
298	94	101	85	93	2	0.798	0.500	187	23.4°C	24.2°C
362	93	92	97	94	3	0.564	0.250	376	22.8°C	24.1°C
416	82	94	99	92	4	0.357	0.100	917	22.5°C	24.0°C
478	83	87	95	88	5	0.252	0.050	1767	21.9°C	23.9°C
535	83	80	76	80	6	0.178	0.025	3187	20.7°C	23.9°C

Fuente: Propia.

**Tabla 16.** *Tiempo de fraguado del concreto con 1.5% de Sikacem acelerante.*

Tiempo (min)	Carga (libras)				N° aguja	Diámetro aguja (pulg)	Área de contacto (pulg2)	Resistencia a la penetración (psi)	Ambiente	Mortero
	1	2	3	Prom						
0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0	22.4°C	23.5°C
242	107	102	116	108	1	1.128	1.000	108	23.3°C	23.9°C
305	104	118	105	109	2	0.798	0.500	218	22.7°C	23.9°C
359	99	111	107	106	3	0.564	0.250	423	22.5°C	23.8°C
424	100	109	103	104	4	0.357	0.100	1040	21.7°C	23.7°C
480	97	106	104	102	5	0.252	0.050	2047	20.6°C	23.6°C
537	95	102	98	98	6	0.178	0.025	3933	20.2°C	23.6°C

Fuente: Propia.

**Tabla 17.** *Tiempo de fraguado del concreto con 2% de Sikacem acelerante.*

Tiempo (min)	Carga (libras)				N° aguja	Diámetro aguja (pulg)	Área de contacto (pulg <sup>2</sup> )	Resistencia a la penetración (psi)	Ambiente	Mortero
	1	2	3	Prom						
0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0	23.2°C	23.0°C
240	138	124	133	132	1	1.128	1.000	132	22.8°C	23.3°C
302	122	119	127	123	2	0.798	0.500	245	22.5°C	23.4°C
358	119	116	123	119	3	0.564	0.250	477	21.9°C	23.3°C
421	113	120	118	117	4	0.357	0.100	1170	20.7°C	23.1°C
483	106	115	120	114	5	0.252	0.050	2273	20.4°C	23.0°C
539	111	109	117	112	6	0.178	0.025	4493	20.2°C	23.0°C

Fuente: Propia.

**Interpretación:** En las tablas N°14, N°15, N°16 y N°17 se muestran los resultados de los ensayos de tiempo de fraguado para los diferentes tipos de concreto, observando que en todos los casos el concreto con 2% de aditivo Sikacem Acelerante es el que arroja mayores valores de resistencia a la penetración.

#### 4.4. Influencia del aditivo Sikacem Acelerante en la resistencia a la compresión por el método de madurez.

##### 4.4.1. Historial de temperaturas

**Tabla 18.** *Historial de temperaturas durante 120 horas del concreto patrón.*

T DATUM (°C)		0			
Edad (h)	Temp. (°C)	Incremento de Edad (h)	Prom. Temp. (°C)	Factor Tiempo - Temp Increm (°C x h)	Factor Tiempo - Temp Acum (°C x h)
0	-	-	-	-	-
1	23.9	1	23.9	23.9	23.9
2	23.8	1	23.9	23.9	47.8
3	24.2	1	24.0	24.0	71.7

4	25.7	1	24.9	24.9	96.7
5	27.2	1	26.4	26.4	123.1
6	27.8	1	27.5	27.5	150.6
7	26.2	1	27.0	27.0	177.6
8	24.1	1	25.2	25.2	202.7
9	22.3	1	23.2	23.2	225.9
10	21.0	1	21.6	21.6	247.6
11	20.1	1	20.6	20.6	268.1
12	19.7	1	19.9	19.9	288.1
13	19.6	1	19.7	19.7	307.7
14	19.3	1	19.4	19.4	327.1
15	19.2	1	19.3	19.3	346.4
16	19.0	1	19.1	19.1	365.5
17	18.8	1	18.9	18.9	384.4
18	18.7	1	18.8	18.8	403.1
19	18.6	1	18.6	18.6	421.8
20	18.4	1	18.5	18.5	440.3
21	18.2	1	18.3	18.3	458.6
22	18.2	1	18.2	18.2	476.8
23	18.3	1	18.2	18.2	495.0
24	18.8	1	18.6	18.6	513.5
25	19.6	1	19.2	19.2	532.8
26	20.4	1	20.0	20.0	552.8
27	23.1	1	21.8	21.8	574.6
28	23.9	1	23.5	23.5	598.1
29	22.6	1	23.2	23.2	621.3
30	24.4	1	23.5	23.5	644.8
31	23.6	1	24.0	24.0	668.8
32	21.3	1	22.5	22.5	691.2

33	20.2	1	20.8	20.8	712.0
34	19.4	1	19.8	19.8	731.8
35	18.8	1	19.1	19.1	750.9
36	18.3	1	18.5	18.5	769.4
37	17.9	1	18.1	18.1	787.6
38	17.7	1	17.8	17.8	805.4
39	17.4	1	17.5	17.5	822.9
40	17.2	1	17.3	17.3	840.2
41	17.1	1	17.1	17.1	857.3
42	17.0	1	17.0	17.0	874.4
43	17.0	1	17.0	17.0	891.4
44	16.8	1	16.9	16.9	908.3
45	16.7	1	16.8	16.8	925.0
46	16.7	1	16.7	16.7	941.7
47	17.0	1	16.9	16.9	958.6
48	17.3	1	17.2	17.2	975.8
49	17.8	1	17.6	17.6	993.3
50	18.5	1	18.2	18.2	1,011.5
51	19.9	1	19.2	19.2	1,030.7
52	22.2	1	21.0	21.0	1,051.7
53	27.6	1	24.9	24.9	1,076.5
54	24.4	1	26.0	26.0	1,102.5
55	22.5	1	23.5	23.5	1,126.0
56	20.9	1	21.7	21.7	1,147.7
57	19.8	1	20.4	20.4	1,168.1
58	19.0	1	19.4	19.4	1,187.5
59	18.5	1	18.7	18.7	1,206.2
60	18.0	1	18.2	18.2	1,224.4
61	17.6	1	17.8	17.8	1,242.2



62	17.3	1	17.4	17.4	1,259.6
63	17.1	1	17.2	17.2	1,276.8
64	17.0	1	17.1	17.1	1,293.9
65	17.0	1	17.0	17.0	1,310.9
66	16.7	1	16.8	16.8	1,327.7
67	16.7	1	16.7	16.7	1,344.5
68	16.6	1	16.6	16.6	1,361.1
69	16.5	1	16.5	16.5	1,377.6
70	16.4	1	16.4	16.4	1,394.0
71	16.6	1	16.5	16.5	1,410.5
72	17.0	1	16.8	16.8	1,427.3
73	17.4	1	17.2	17.2	1,444.5
74	17.9	1	17.6	17.6	1,462.1
75	18.9	1	18.4	18.4	1,480.5
76	22.4	1	20.7	20.7	1,501.2
77	27.4	1	24.9	24.9	1,526.1
78	28.4	1	27.9	27.9	1,553.9
79	26.1	1	27.2	27.2	1,581.2
80	22.9	1	24.5	24.5	1,605.6
81	21.2	1	22.0	22.0	1,627.7
82	19.8	1	20.5	20.5	1,648.1
83	18.9	1	19.3	19.3	1,667.5
84	18.4	1	18.6	18.6	1,686.1
85	18.0	1	18.2	18.2	1,704.3
86	17.6	1	17.8	17.8	1,722.1
87	17.4	1	17.5	17.5	1,739.6
88	17.2	1	17.3	17.3	1,756.9
89	17.0	1	17.1	17.1	1,773.9
90	16.9	1	16.9	16.9	1,790.8

91	16.7	1	16.8	16.8	1,807.6
92	16.7	1	16.7	16.7	1,824.3
93	16.6	1	16.6	16.6	1,841.0
94	16.6	1	16.6	16.6	1,857.5
95	17.1	1	16.8	16.8	1,874.4
96	17.5	1	17.3	17.3	1,891.7
97	18.4	1	18.0	18.0	1,909.6
98	19.5	1	19.0	19.0	1,928.6
99	20.2	1	19.9	19.9	1,948.5
100	24.1	1	22.2	22.2	1,970.6
101	24.1	1	24.1	24.1	1,994.7
102	23.9	1	24.0	24.0	2,018.8
103	23.5	1	23.7	23.7	2,042.5
104	21.7	1	22.6	22.6	2,065.1
105	20.4	1	21.0	21.0	2,086.1
106	19.4	1	19.9	19.9	2,106.0
107	18.8	1	19.1	19.1	2,125.1
108	18.3	1	18.5	18.5	2,143.6
109	17.9	1	18.1	18.1	2,161.7
110	17.5	1	17.7	17.7	2,179.4
111	17.2	1	17.4	17.4	2,196.8
112	17.0	1	17.1	17.1	2,213.9
113	16.7	1	16.9	16.9	2,230.7
114	16.6	1	16.7	16.7	2,247.4
115	16.4	1	16.5	16.5	2,263.8
116	16.3	1	16.3	16.3	2,280.2
117	16.2	1	16.2	16.2	2,296.4
118	16.2	1	16.2	16.2	2,312.6
119	16.5	1	16.4	16.4	2,329.0

120	17.0	1	16.8	16.8	2,345.7
-----	------	---	------	------	---------

Fuente: Propia.

**Tabla 19.** *Historial de temperaturas durante 120 horas del concreto con 1% de aditivo Sikacem acelerante.*

T DATUM (°C)		0			
Edad (h)	Temp. (°C)	Incremento de Edad (h)	Prom. Temp. (°C)	Factor Tiempo - Temp Increm (°C x h)	Factor Tiempo - Temp Acum (°C x h)
0	-	-	-	-	-
1	23.1	1	23.1	23.1	23.1
2	23.7	1	23.4	23.4	46.4
3	23.4	1	23.6	23.6	70.0
4	24.7	1	24.0	24.0	94.0
5	25.5	1	25.1	25.1	119.1
6	26.3	1	25.9	25.9	145.0
7	25.2	1	25.7	25.7	170.7
8	23.6	1	24.4	24.4	195.1
9	22.3	1	22.9	22.9	218.1
10	21.1	1	21.7	21.7	239.7
11	20.3	1	20.7	20.7	260.4
12	19.9	1	20.1	20.1	280.5
13	19.7	1	19.8	19.8	300.3
14	19.5	1	19.6	19.6	319.9
15	19.3	1	19.4	19.4	339.3
16	19.1	1	19.2	19.2	358.5
17	19.0	1	19.1	19.1	377.6
18	18.9	1	18.9	18.9	396.5
19	18.7	1	18.8	18.8	415.3
20	18.6	1	18.6	18.6	433.9
21	18.3	1	18.4	18.4	452.4

22	18.2	1	18.2	18.2	470.6
23	18.2	1	18.2	18.2	488.8
24	18.5	1	18.4	18.4	507.1
25	19.1	1	18.8	18.8	526.0
26	19.6	1	19.4	19.4	545.3
27	22.0	1	20.8	20.8	566.2
28	23.4	1	22.7	22.7	588.8
29	22.0	1	22.7	22.7	611.5
30	23.0	1	22.5	22.5	634.1
31	23.3	1	23.2	23.2	657.2
32	21.5	1	22.4	22.4	679.6
33	20.4	1	21.0	21.0	700.5
34	19.6	1	20.0	20.0	720.6
35	19.0	1	19.3	19.3	739.9
36	18.5	1	18.7	18.7	758.6
37	18.1	1	18.3	18.3	776.9
38	17.8	1	18.0	18.0	794.9
39	17.6	1	17.7	17.7	812.6
40	17.4	1	17.5	17.5	830.1
41	17.3	1	17.3	17.3	847.4
42	17.2	1	17.2	17.2	864.6
43	17.1	1	17.1	17.1	881.8
44	17.0	1	17.0	17.0	898.8
45	16.8	1	16.9	16.9	915.7
46	16.8	1	16.8	16.8	932.5
47	16.9	1	16.9	16.9	949.4
48	17.3	1	17.1	17.1	966.5
49	17.6	1	17.5	17.5	983.9
50	18.2	1	17.9	17.9	1,001.8

51	18.8	1	18.5	18.5	1,020.3
52	20.0	1	19.4	19.4	1,039.7
53	24.7	1	22.3	22.3	1,062.1
54	23.6	1	24.2	24.2	1,086.2
55	22.6	1	23.1	23.1	1,109.3
56	21.1	1	21.8	21.8	1,131.1
57	20.0	1	20.6	20.6	1,151.7
58	19.2	1	19.6	19.6	1,171.3
59	18.7	1	18.9	18.9	1,190.2
60	18.2	1	18.4	18.4	1,208.7
61	17.8	1	18.0	18.0	1,226.6
62	17.5	1	17.6	17.6	1,244.3
63	17.3	1	17.4	17.4	1,261.6
64	17.2	1	17.2	17.2	1,278.9
65	17.1	1	17.1	17.1	1,296.0
66	16.9	1	17.0	17.0	1,313.0
67	16.8	1	16.8	16.8	1,329.8
68	16.7	1	16.8	16.8	1,346.6
69	16.5	1	16.6	16.6	1,363.2
70	16.5	1	16.5	16.5	1,379.7
71	16.6	1	16.5	16.5	1,396.2
72	16.8	1	16.7	16.7	1,412.9
73	17.2	1	17.0	17.0	1,429.9
74	17.6	1	17.4	17.4	1,447.4
75	17.8	1	17.7	17.7	1,465.1
76	20.4	1	19.1	19.1	1,484.2
77	24.2	1	22.3	22.3	1,506.4
78	25.9	1	25.0	25.0	1,531.4
79	25.3	1	25.6	25.6	1,557.1

80	22.8	1	24.0	24.0	1,581.1
81	21.0	1	21.9	21.9	1,603.0
82	20.0	1	20.5	20.5	1,623.5
83	19.2	1	19.6	19.6	1,643.0
84	18.6	1	18.9	18.9	1,661.9
85	18.2	1	18.4	18.4	1,680.2
86	17.8	1	18.0	18.0	1,698.2
87	17.6	1	17.7	17.7	1,715.9
88	17.3	1	17.5	17.5	1,733.4
89	17.1	1	17.2	17.2	1,750.6
90	17.0	1	17.0	17.0	1,767.6
91	16.9	1	16.9	16.9	1,784.5
92	16.8	1	16.8	16.8	1,801.4
93	16.7	1	16.8	16.8	1,818.1
94	16.7	1	16.7	16.7	1,834.8
95	17.0	1	16.8	16.8	1,851.6
96	17.3	1	17.1	17.1	1,868.8
97	17.9	1	17.6	17.6	1,886.3
98	18.7	1	18.3	18.3	1,904.6
99	19.3	1	19.0	19.0	1,923.7
100	22.3	1	20.8	20.8	1,944.4
101	22.8	1	22.5	22.5	1,966.9
102	22.8	1	22.8	22.8	1,989.7
103	22.9	1	22.8	22.8	2,012.6
104	21.7	1	22.3	22.3	2,034.9
105	20.5	1	21.1	21.1	2,055.9
106	19.6	1	20.0	20.0	2,076.0
107	18.9	1	19.2	19.2	2,095.2
108	18.4	1	18.7	18.7	2,113.9

109	18.0	1	18.2	18.2	2,132.1
110	17.7	1	17.8	17.8	2,149.9
111	17.4	1	17.5	17.5	2,167.5
112	17.1	1	17.2	17.2	2,184.7
113	16.9	1	17.0	17.0	2,201.7
114	16.7	1	16.8	16.8	2,218.5
115	16.5	1	16.6	16.6	2,235.1
116	16.4	1	16.5	16.5	2,251.6
117	16.3	1	16.4	16.4	2,268.0
118	16.3	1	16.3	16.3	2,284.3
119	16.5	1	16.4	16.4	2,300.6
120	16.9	1	16.7	16.7	2,317.3

Fuente: Propia.

**Tabla 20.** Historial de temperaturas durante 120 horas del concreto con 1.5% de aditivo Sikacem acelerante.

T DATUM (°C)		0			
Edad (h)	Temp. (°C)	Incremento de Edad (h)	Prom. Temp. (°C)	Factor Tiempo - Temp Increm (°C x h)	Factor Tiempo - Temp Acum (°C x h)
0	-	-	-	-	-
1	21.3	1	21.3	21.3	21.3
2	25.7	1	23.5	23.5	44.9
3	28.7	1	27.2	27.2	72.0
4	30.8	1	29.7	29.7	101.7
5	31.3	1	31.1	31.1	132.8
6	29.5	1	30.4	30.4	163.2
7	26.4	1	27.9	27.9	191.2
8	23.3	1	24.8	24.8	216.0
9	20.5	1	21.9	21.9	237.9
10	19.2	1	19.9	19.9	257.8

11	18.5	1	18.9	18.9	276.6
12	18.0	1	18.3	18.3	294.9
13	17.9	1	17.9	17.9	312.8
14	17.8	1	17.8	17.8	330.6
15	17.5	1	17.6	17.6	348.3
16	17.4	1	17.4	17.4	365.7
17	17.0	1	17.2	17.2	382.9
18	16.9	1	17.0	17.0	399.9
19	16.8	1	16.9	16.9	416.7
20	16.4	1	16.6	16.6	433.4
21	16.0	1	16.2	16.2	449.5
22	16.1	1	16.0	16.0	465.6
23	16.8	1	16.4	16.4	482.0
24	18.0	1	17.4	17.4	499.3
25	19.7	1	18.8	18.8	518.2
26	22.1	1	20.9	20.9	539.1
27	22.6	1	22.3	22.3	561.4
28	22.6	1	22.6	22.6	584.0
29	22.4	1	22.5	22.5	606.5
30	22.1	1	22.3	22.3	628.8
31	21.8	1	22.0	22.0	650.7
32	21.0	1	21.4	21.4	672.1
33	20.1	1	20.5	20.5	692.6
34	19.3	1	19.7	19.7	712.3
35	18.8	1	19.0	19.0	731.4
36	18.3	1	18.6	18.6	749.9
37	17.9	1	18.1	18.1	768.1
38	17.5	1	17.7	17.7	785.8
39	17.3	1	17.4	17.4	803.1



40	16.9	1	17.1	17.1	820.2
41	16.5	1	16.7	16.7	836.9
42	16.3	1	16.4	16.4	853.3
43	16.1	1	16.2	16.2	869.6
44	16.1	1	16.1	16.1	885.6
45	15.9	1	16.0	16.0	901.6
46	15.8	1	15.8	15.8	917.5
47	15.9	1	15.9	15.9	933.3
48	16.3	1	16.1	16.1	949.4
49	16.7	1	16.5	16.5	965.9
50	17.3	1	17.0	17.0	982.9
51	18.5	1	17.9	17.9	1,000.8
52	20.8	1	19.6	19.6	1,020.4
53	22.4	1	21.6	21.6	1,041.9
54	22.7	1	22.5	22.5	1,064.5
55	23.0	1	22.8	22.8	1,087.3
56	21.9	1	22.4	22.4	1,109.7
57	20.6	1	21.2	21.2	1,130.9
58	19.5	1	20.0	20.0	1,150.9
59	18.7	1	19.1	19.1	1,170.0
60	18.1	1	18.4	18.4	1,188.4
61	17.6	1	17.9	17.9	1,206.3
62	17.3	1	17.5	17.5	1,223.7
63	17.0	1	17.2	17.2	1,240.9
64	16.8	1	16.9	16.9	1,257.8
65	16.6	1	16.7	16.7	1,274.5
66	16.5	1	16.6	16.6	1,291.1
67	16.4	1	16.5	16.5	1,307.6
68	16.4	1	16.4	16.4	1,324.0

69	16.3	1	16.3	16.3	1,340.3
70	16.3	1	16.3	16.3	1,356.6
71	16.3	1	16.3	16.3	1,372.8
72	16.5	1	16.4	16.4	1,389.2
73	17.1	1	16.8	16.8	1,406.0
74	17.8	1	17.5	17.5	1,423.5
75	19.4	1	18.6	18.6	1,442.1
76	21.7	1	20.6	20.6	1,462.7
77	23.3	1	22.5	22.5	1,485.2
78	23.4	1	23.4	23.4	1,508.5
79	22.5	1	22.9	22.9	1,531.5
80	21.7	1	22.1	22.1	1,553.5
81	20.5	1	21.1	21.1	1,574.6
82	19.6	1	20.1	20.1	1,594.7
83	19.0	1	19.3	19.3	1,614.0
84	18.4	1	18.7	18.7	1,632.7
85	18.0	1	18.2	18.2	1,650.9
86	17.6	1	17.8	17.8	1,668.7
87	17.4	1	17.5	17.5	1,686.2
88	17.1	1	17.3	17.3	1,703.4
89	17.0	1	17.0	17.0	1,720.5
90	16.8	1	16.9	16.9	1,737.3
91	16.7	1	16.7	16.7	1,754.1
92	16.6	1	16.6	16.6	1,770.7
93	16.5	1	16.6	16.6	1,787.3
94	16.6	1	16.5	16.5	1,803.8
95	16.6	1	16.6	16.6	1,820.4
96	16.8	1	16.7	16.7	1,837.0
97	17.2	1	17.0	17.0	1,854.0

98	18.0	1	17.6	17.6	1,871.6
99	19.3	1	18.6	18.6	1,890.3
100	20.0	1	19.6	19.6	1,909.9
101	20.9	1	20.4	20.4	1,930.3
102	21.3	1	21.1	21.1	1,951.4
103	20.8	1	21.0	21.0	1,972.4
104	19.9	1	20.4	20.4	1,992.8
105	19.1	1	19.5	19.5	2,012.2
106	18.4	1	18.7	18.7	2,031.0
107	17.9	1	18.2	18.2	2,049.2
108	17.5	1	17.7	17.7	2,066.9
109	17.2	1	17.4	17.4	2,084.2
110	16.9	1	17.1	17.1	2,101.3
111	16.7	1	16.8	16.8	2,118.1
112	16.6	1	16.6	16.6	2,134.8
113	16.4	1	16.5	16.5	2,151.3
114	16.4	1	16.4	16.4	2,167.7
115	16.3	1	16.3	16.3	2,184.0
116	16.2	1	16.2	16.2	2,200.2
117	16.1	1	16.1	16.1	2,216.3
118	16.0	1	16.1	16.1	2,232.3
119	16.1	1	16.1	16.1	2,248.4
120	16.4	1	16.2	16.2	2,264.6

Fuente: Propia.

**Tabla 21.** *Historial de temperaturas durante 120 horas del concreto con 2% de aditivo Sikacem acelerante.*

T DATUM (°C)		0			
Edad (h)	Temp. (°C)	Incremento de Edad (h)	Prom. Temp. (°C)	Factor Tiempo - Temp Increm (°C x h)	Factor Tiempo - Temp Acum (°C x h)

0	-	-	-	-	-
1	23.7	1	23.7	23.7	23.7
2	27.1	1	25.4	25.4	49.2
3	30.0	1	28.6	28.6	77.8
4	31.3	1	30.6	30.6	108.4
5	30.8	1	31.0	31.0	139.4
6	27.2	1	29.0	29.0	168.4
7	24.8	1	26.0	26.0	194.4
8	21.8	1	23.3	23.3	217.7
9	19.7	1	20.8	20.8	238.4
10	18.8	1	19.3	19.3	257.7
11	18.2	1	18.5	18.5	276.2
12	17.9	1	18.1	18.1	294.3
13	17.8	1	17.9	17.9	312.2
14	17.7	1	17.7	17.7	329.9
15	17.4	1	17.5	17.5	347.5
16	17.2	1	17.3	17.3	364.8
17	17.0	1	17.1	17.1	381.9
18	16.9	1	16.9	16.9	398.8
19	16.8	1	16.8	16.8	415.6
20	16.1	1	16.4	16.4	432.0
21	15.9	1	16.0	16.0	448.0
22	16.3	1	16.1	16.1	464.2
23	17.4	1	16.9	16.9	481.0
24	18.7	1	18.1	18.1	499.1
25	21.4	1	20.1	20.1	519.2
26	22.3	1	21.9	21.9	541.0
27	22.6	1	22.5	22.5	563.5
28	22.6	1	22.6	22.6	586.1

29	22.3	1	22.5	22.5	608.6
30	21.9	1	22.1	22.1	630.7
31	21.4	1	21.7	21.7	652.4
32	20.5	1	20.9	20.9	673.3
33	19.6	1	20.1	20.1	693.4
34	19.0	1	19.3	19.3	712.7
35	18.6	1	18.8	18.8	731.5
36	18.1	1	18.3	18.3	749.9
37	17.7	1	17.9	17.9	767.8
38	17.3	1	17.5	17.5	785.3
39	17.1	1	17.2	17.2	802.5
40	16.7	1	16.9	16.9	819.4
41	16.4	1	16.6	16.6	835.9
42	16.2	1	16.3	16.3	852.2
43	16.1	1	16.1	16.1	868.4
44	15.9	1	16.0	16.0	884.4
45	15.9	1	15.9	15.9	900.3
46	15.9	1	15.9	15.9	916.1
47	16.1	1	16.0	16.0	932.1
48	16.5	1	16.3	16.3	948.4
49	17.0	1	16.7	16.7	965.1
50	17.7	1	17.3	17.3	982.5
51	19.6	1	18.7	18.7	1,001.1
52	21.8	1	20.7	20.7	1,021.8
53	22.6	1	22.2	22.2	1,044.0
54	22.9	1	22.8	22.8	1,066.7
55	22.7	1	22.8	22.8	1,089.5
56	21.2	1	21.9	21.9	1,111.5
57	20.0	1	20.6	20.6	1,132.1

58	19.0	1	19.5	19.5	1,151.6
59	18.4	1	18.7	18.7	1,170.3
60	17.8	1	18.1	18.1	1,188.4
61	17.4	1	17.6	17.6	1,206.0
62	17.2	1	17.3	17.3	1,223.3
63	17.0	1	17.1	17.1	1,240.4
64	16.7	1	16.8	16.8	1,257.2
65	16.6	1	16.6	16.6	1,273.8
66	16.5	1	16.5	16.5	1,290.4
67	16.5	1	16.5	16.5	1,306.9
68	16.3	1	16.4	16.4	1,323.3
69	16.3	1	16.3	16.3	1,339.5
70	16.3	1	16.3	16.3	1,355.8
71	16.2	1	16.3	16.3	1,372.1
72	16.8	1	16.5	16.5	1,388.6
73	17.5	1	17.1	17.1	1,405.7
74	18.5	1	18.0	18.0	1,423.6
75	20.6	1	19.5	19.5	1,443.1
76	22.7	1	21.6	21.6	1,464.8
77	23.4	1	23.1	23.1	1,487.8
78	22.9	1	23.2	23.2	1,511.0
79	22.1	1	22.5	22.5	1,533.5
80	21.1	1	21.6	21.6	1,555.1
81	20.1	1	20.6	20.6	1,575.7
82	19.3	1	19.7	19.7	1,595.4
83	18.7	1	19.0	19.0	1,614.3
84	18.2	1	18.4	18.4	1,632.7
85	17.8	1	18.0	18.0	1,650.7
86	17.5	1	17.6	17.6	1,668.4

87	17.3	1	17.4	17.4	1,685.7
88	17.0	1	17.1	17.1	1,702.9
89	16.9	1	17.0	17.0	1,719.8
90	16.7	1	16.8	16.8	1,736.6
91	16.6	1	16.7	16.7	1,753.3
92	16.5	1	16.6	16.6	1,769.9
93	16.5	1	16.5	16.5	1,786.4
94	16.5	1	16.5	16.5	1,802.9
95	16.6	1	16.5	16.5	1,819.5
96	17.0	1	16.8	16.8	1,836.2
97	17.6	1	17.3	17.3	1,853.5
98	18.5	1	18.1	18.1	1,871.6
99	19.7	1	19.1	19.1	1,890.7
100	20.2	1	20.0	20.0	1,910.6
101	21.2	1	20.7	20.7	1,931.3
102	21.2	1	21.2	21.2	1,952.5
103	20.4	1	20.8	20.8	1,973.3
104	19.5	1	19.9	19.9	1,993.2
105	18.8	1	19.1	19.1	2,012.3
106	18.2	1	18.5	18.5	2,030.8
107	17.7	1	18.0	18.0	2,048.8
108	17.4	1	17.5	17.5	2,066.3
109	17.1	1	17.2	17.2	2,083.6
110	16.8	1	17.0	17.0	2,100.5
111	16.6	1	16.7	16.7	2,117.2
112	16.5	1	16.5	16.5	2,133.8
113	16.5	1	16.5	16.5	2,150.2
114	16.3	1	16.4	16.4	2,166.6
115	16.2	1	16.2	16.2	2,182.9

116	16.1	1	16.1	16.1	2,199.0
117	16.1	1	16.1	16.1	2,215.1
118	16.1	1	16.1	16.1	2,231.2
119	16.2	1	16.1	16.1	2,247.3
120	16.6	1	16.4	16.4	2,263.7

Fuente: Propia.

**Interpretación:** En las tablas N°18, N°19, N°20 y N°21 se muestran el historial de temperaturas tomado durante 5 días representados en 120 horas, con el cual se encontró la madurez en cada intervalo de tiempo.

#### 4.4.2. Resistencias obtenidas por el método de rotura de probetas.

**Tabla 22.** Valores de resistencia a la compresión del concreto patrón.

Edad de referencia (días)	Edad (h)	Resistencia a la compresión		
		f'c Ind (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación < 10%	f'c prom (kg/cm <sup>2</sup> )
1	24	131	5%	129
		131		
		125		
2	48	181	12%	184
		196		
		174		
3	72	235	4%	238
		244		
		235		
4	96	254	4%	256
		262		
		252		



5	120	278	2%	282
		284		
		285		

Fuente: Propia.

**Tabla 23.** Valores de resistencia a la compresión del concreto con 1% de Sikacem acelerante.

Edad de referencia (días)	Edad (h)	Resistencia a la compresión		
		f'c Ind (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación < 10%	f'c prom (kg/cm <sup>2</sup> )
1	24	152	3%	151
		148		
		153		
2	48	220	4%	216
		215		
		212		
3	72	265	3%	268
		267		
		273		
4	96	283	5%	290
		298		
		288		
5	120	293	6%	300
		298		
		310		

Fuente: Propia.

**Tabla 24.** Valores de resistencia a la compresión del concreto con 1.5% de Sikacem acelerante.

Edad de referencia (días)	Edad (h)	Resistencia a la compresión		
		f'c Ind (kg/cm2)	Variación < 10%	f'c prom (kg/cm2)
1	24	160	5%	164
		168		
		165		
2	48	233	4%	228
		228		
		224		
3	72	295	4%	290
		283		
		292		
4	96	317	5%	325
		325		
		332		
5	120	344	2%	341
		342		
		336		

Fuente: Propia.

**Tabla 25.** Valores de resistencia a la compresión del concreto con 2% de Sikacem acelerante.

Edad de referencia (días)	Edad (h)	Resistencia a la compresión		
		f'c Ind (kg/cm2)	Variación < 10%	f'c prom (kg/cm2)
1	24	181	5%	172
		180		
		172		
2	48	250	6%	253
		262		
		247		

3	72	314	4%	307
		306		
		302		
4	96	330	5%	334
		328		
		345		
5	120	344	2%	341
		342		
		336		

Fuente: Propia.

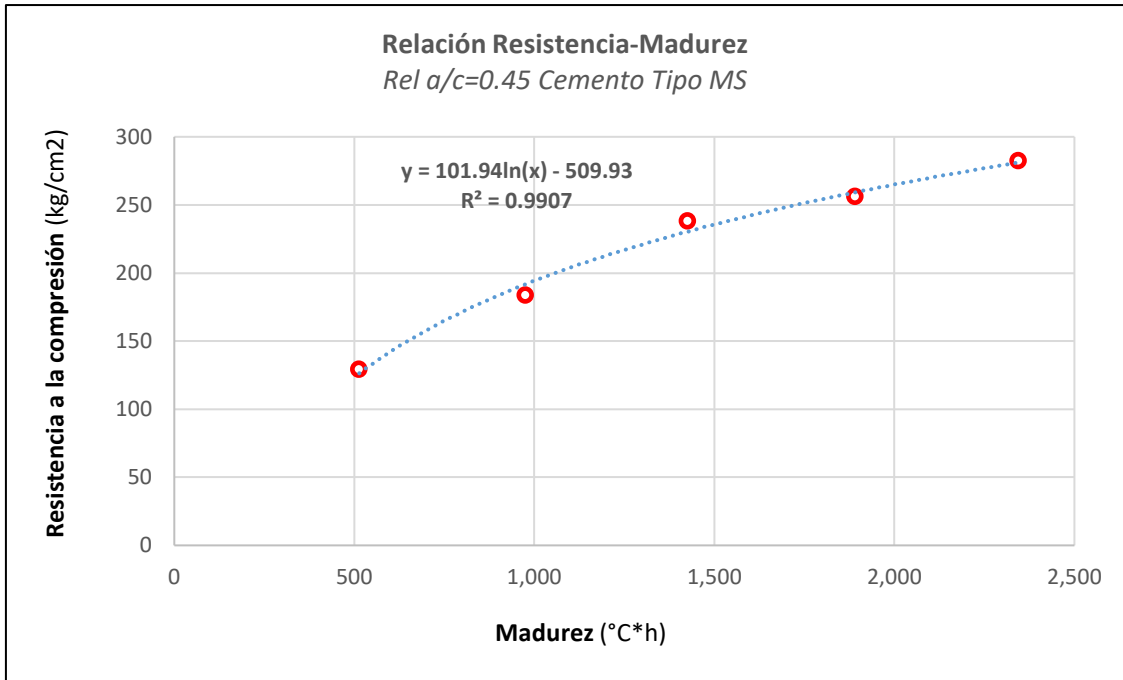
**Interpretación:** En las tablas N°22, N°23, N°24 y N°25 se muestran los valores obtenidos del ensayo de rotura de probetas para las edades de 1, 2, 3, 4 y 5 días realizados para todos los tipos de concreto; mostrando también el cumplimiento de la dispersión máxima permitida por la NTP.339.034.

#### 4.4.3. Relación resistencia-madurez y relación resistencia-tiempo

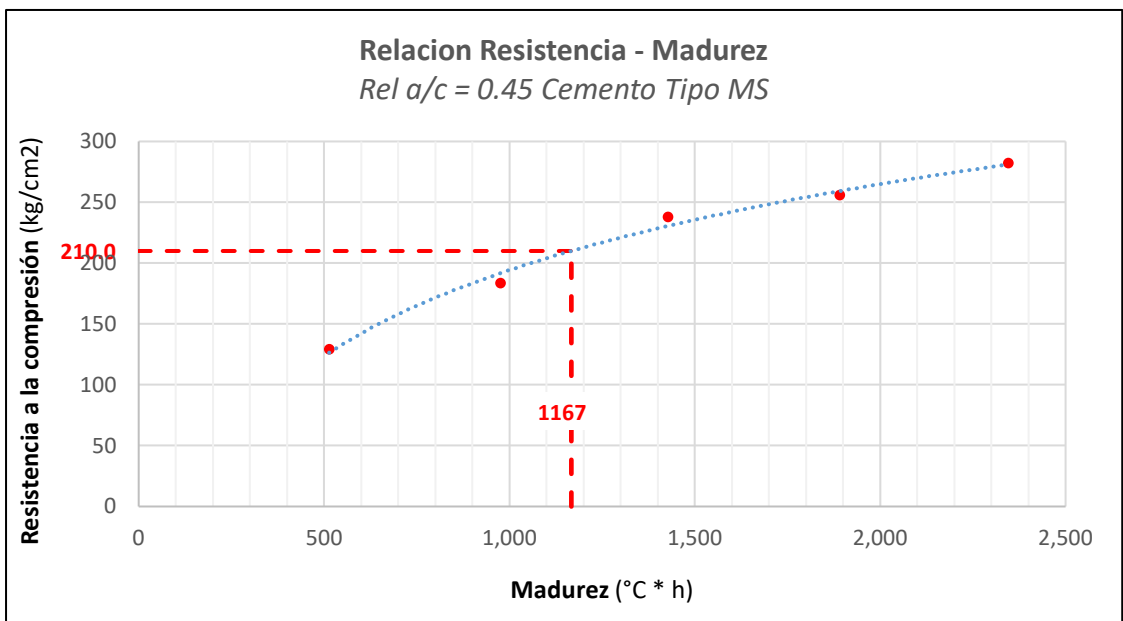
**Tabla 26.** Relación resistencia-madurez para el concreto patrón.

Horas (h)	Madurez (°C x h)	f'c promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
24	514	129
48	976	184
72	1427	238
96	1892	256
120	2346	282

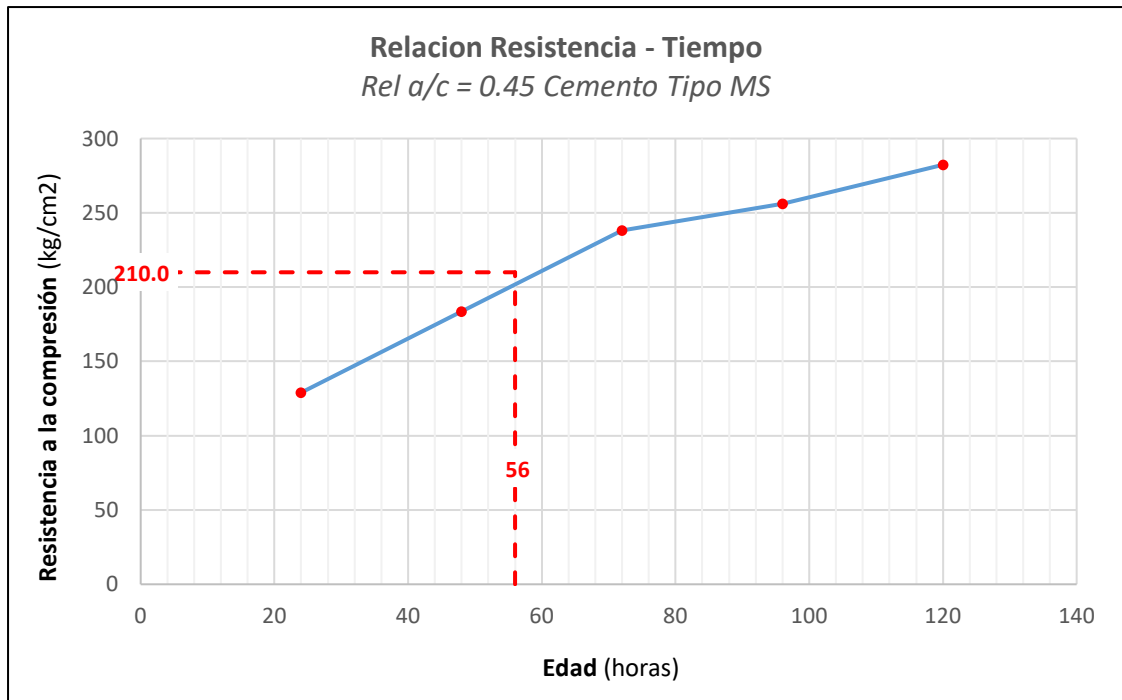
Fuente: Propia.



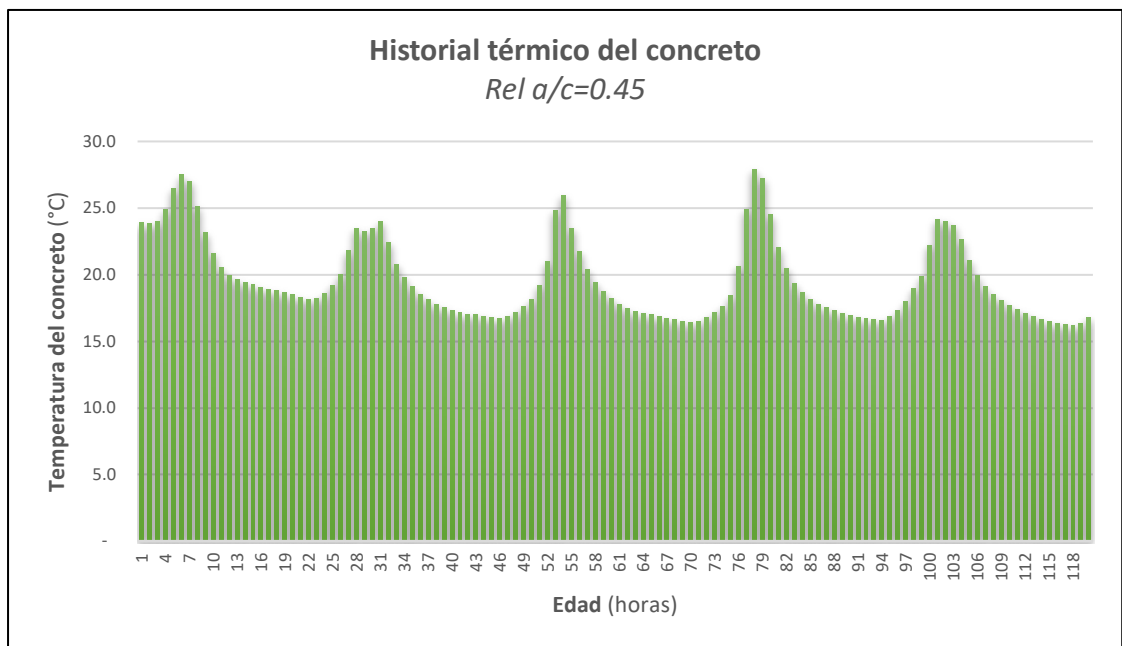
**Figura 4.** Relación resistencia-madurez para el concreto patrón.



**Figura 5.** Madurez del concreto patrón para encontrar la resistencia objetivo.



**Figura 6.** Relación resistencia-tiempo para el concreto patrón.



**Figura 7.** Historial térmico del concreto patrón durante 120 horas.

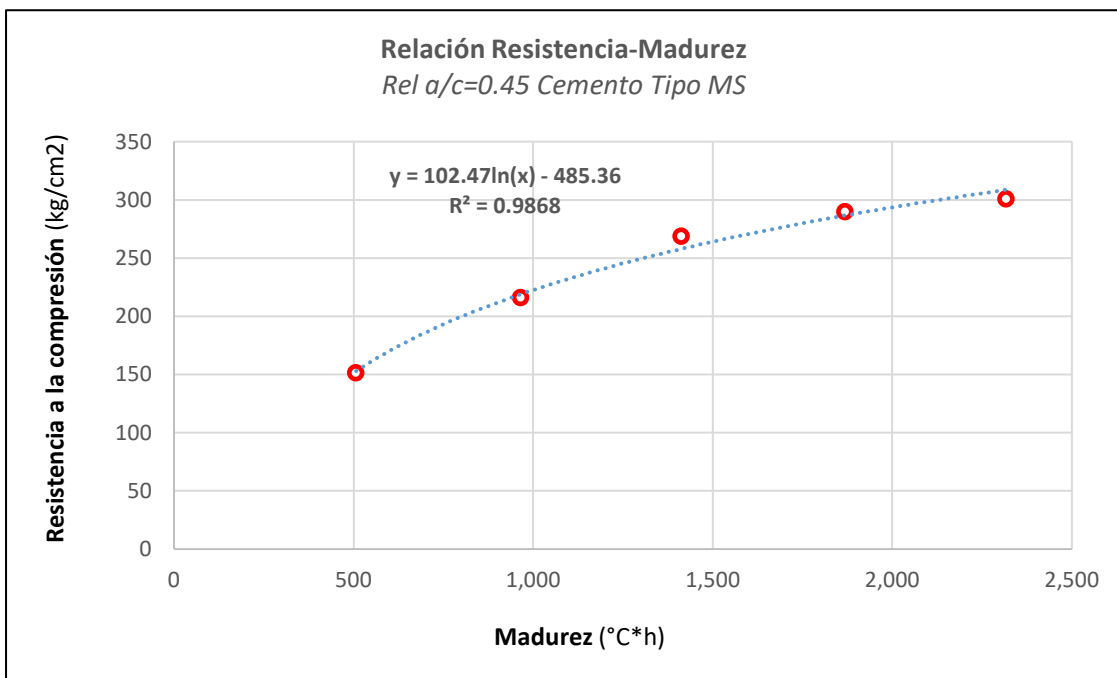
**Interpretación:** Por tener una relación a/c de 0.45, se busca una resistencia objetivo a edades tempranas de 210 kg/cm<sup>2</sup>; observando que, para el concreto patrón, se alcanzó este valor a la edad de 56h por el método de madurez y por rotura de probetas lo hizo a las 72h (3 días), donde, si bien es cierto a esa edad

sobrepasa los 210kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo se la considera ya que mediante este método la evaluación es por día específico.

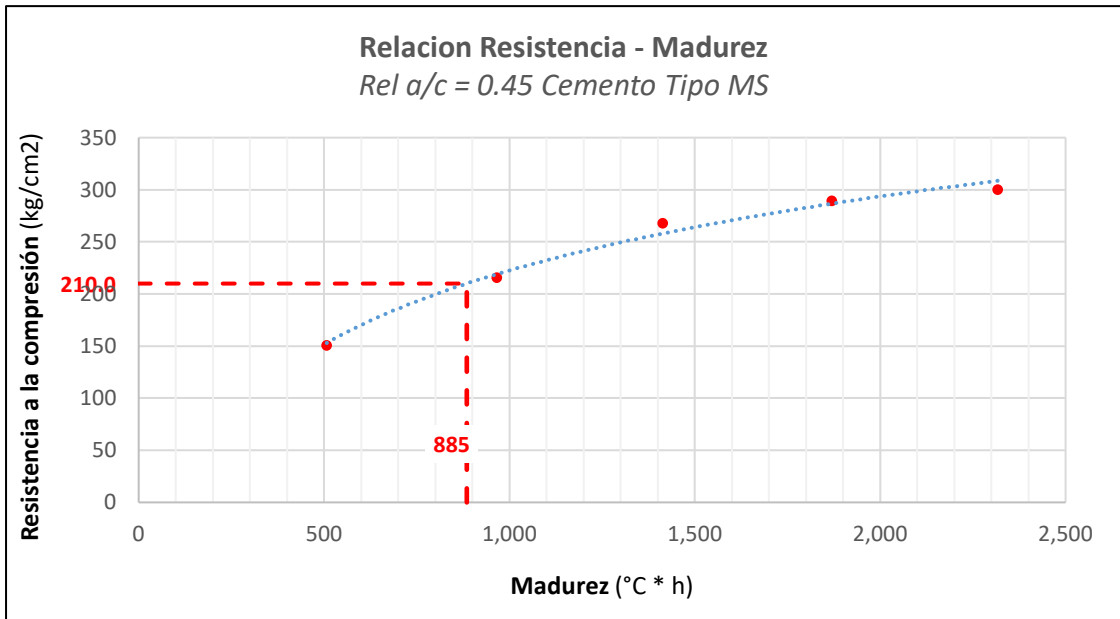
**Tabla 27.** Relación resistencia-madurez para el concreto con 1% de Sikacem Acelerante.

Horas (h)	Madurez (°C x h)	f'c promedio (kg/cm2)
24	507	151
48	966	216
72	1413	268
96	1869	290
120	2317	300

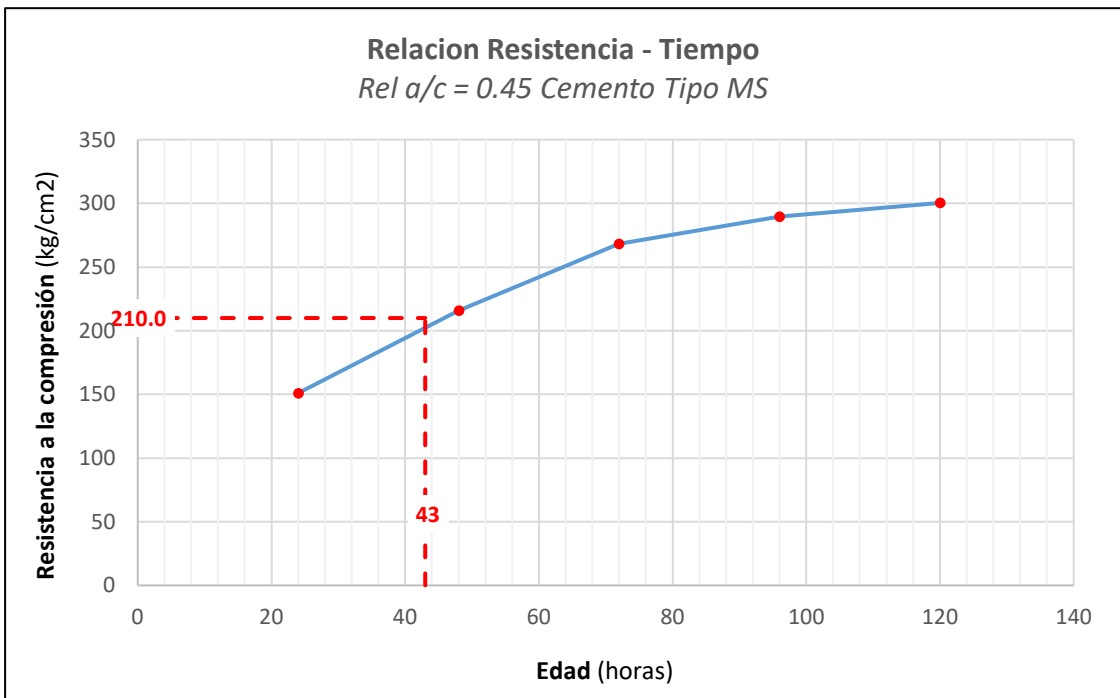
Fuente: Propia.



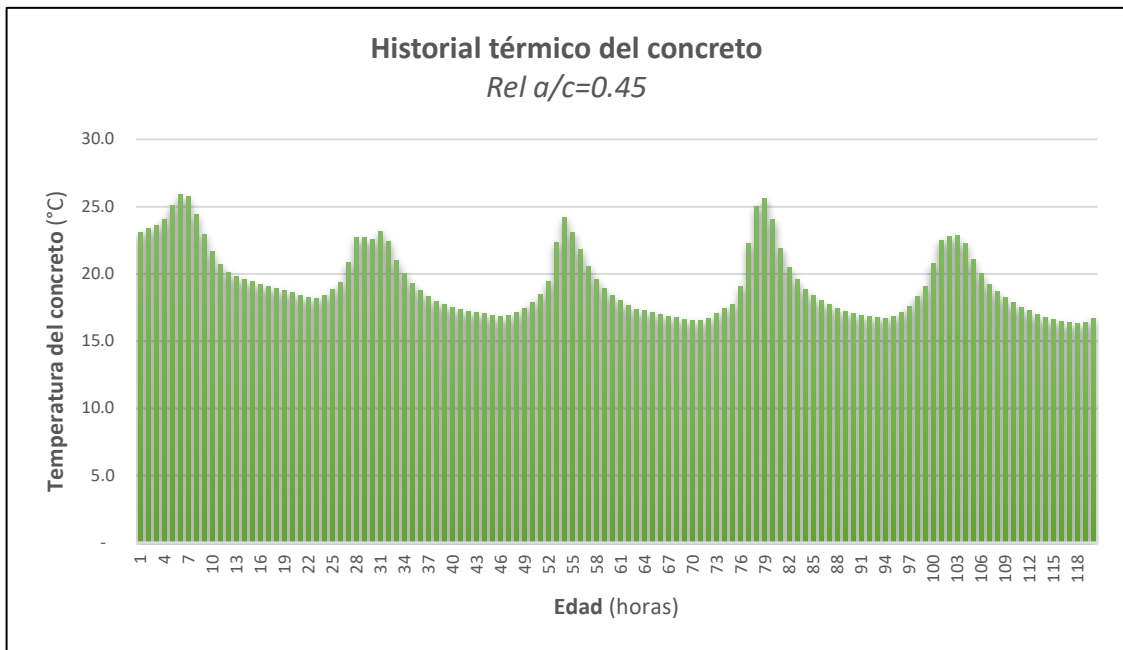
**Figura 8.** Relación resistencia-madurez para el concreto con 1% de Sikacem Acelerante.



**Figura 9.** Madurez del concreto con 1% de Sikacem Acelerante para encontrar la resistencia objetivo.



**Figura 10.** Relación resistencia-tiempo para el concreto con 1% de Sikacem Acelerante.



**Figura 11.** Historial térmico del concreto con 1% de Sikacem Acelerante durante 120 horas.

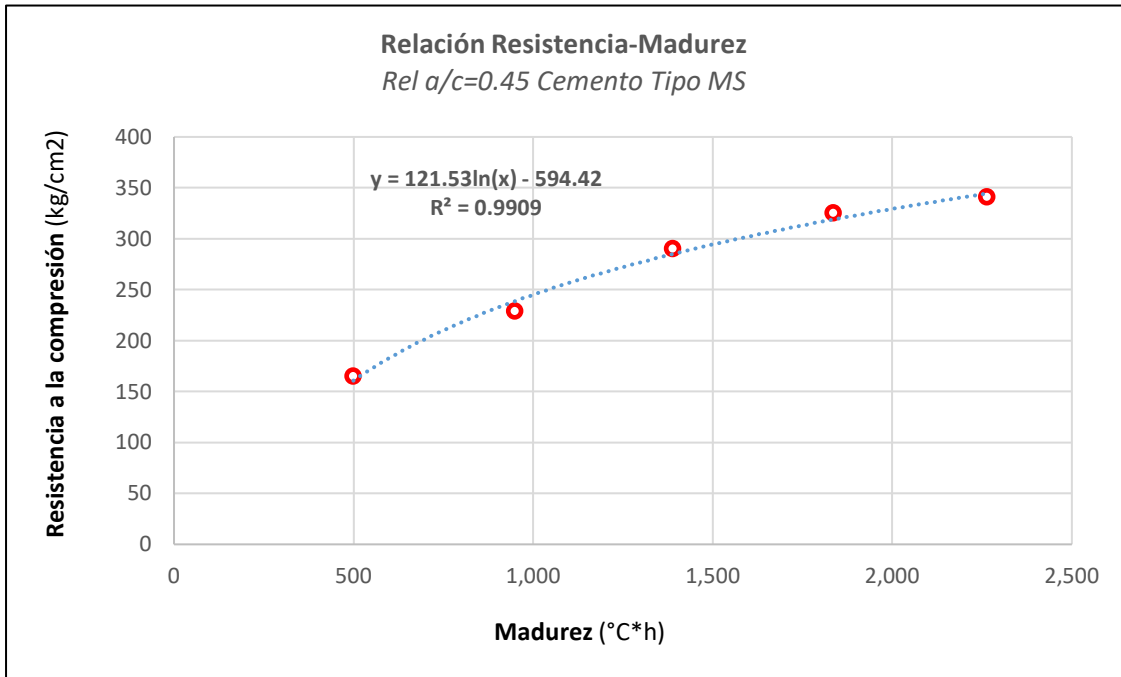
**Interpretación:** Por tener una relación a/c de 0.45, se busca una resistencia objetivo a edades tempranas de 210 kg/cm<sup>2</sup>; observando que, para el concreto con 1% de Sikacem Acelerante, se alcanzó este valor a la edad de 43h por el método de madurez y por rotura de probetas lo hizo a las 48h (2 días), donde, si bien es cierto a esa edad sobrepasa los 210kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo se la considera ya que mediante este método la evaluación es por día específico.

**Tabla 28.** Relación resistencia-madurez para el concreto con 1.5% de Sikacem Acelerante.

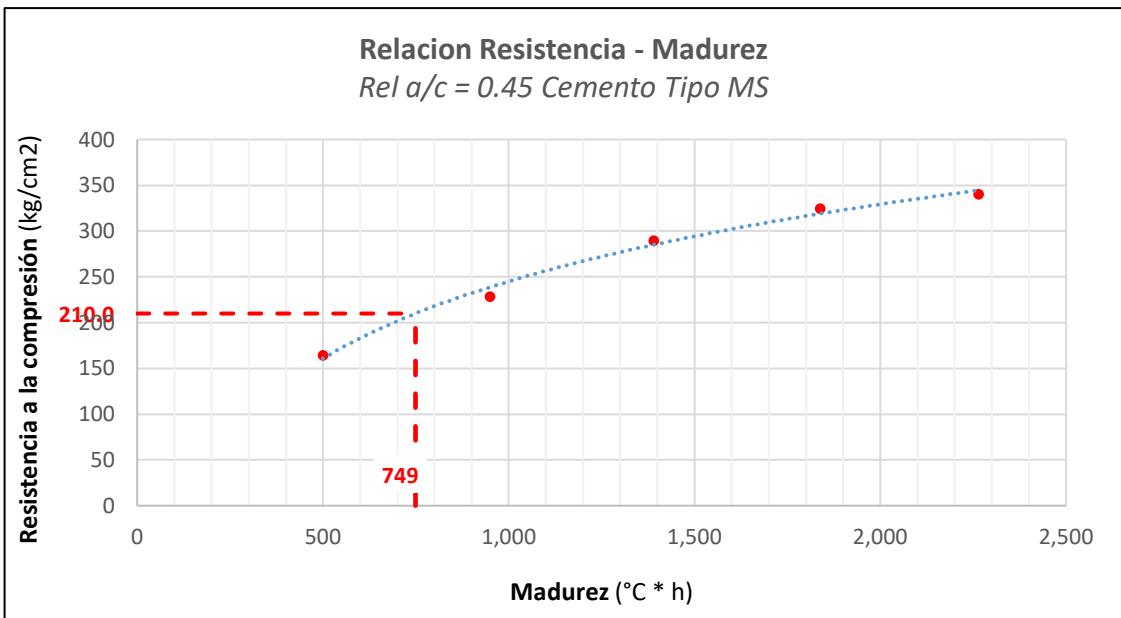
Horas (h)	Madurez (°C x h)	f'c promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
24	499	164
48	949	228
72	1389	290
96	1837	325
120	2265	341

Fuente: Propia.

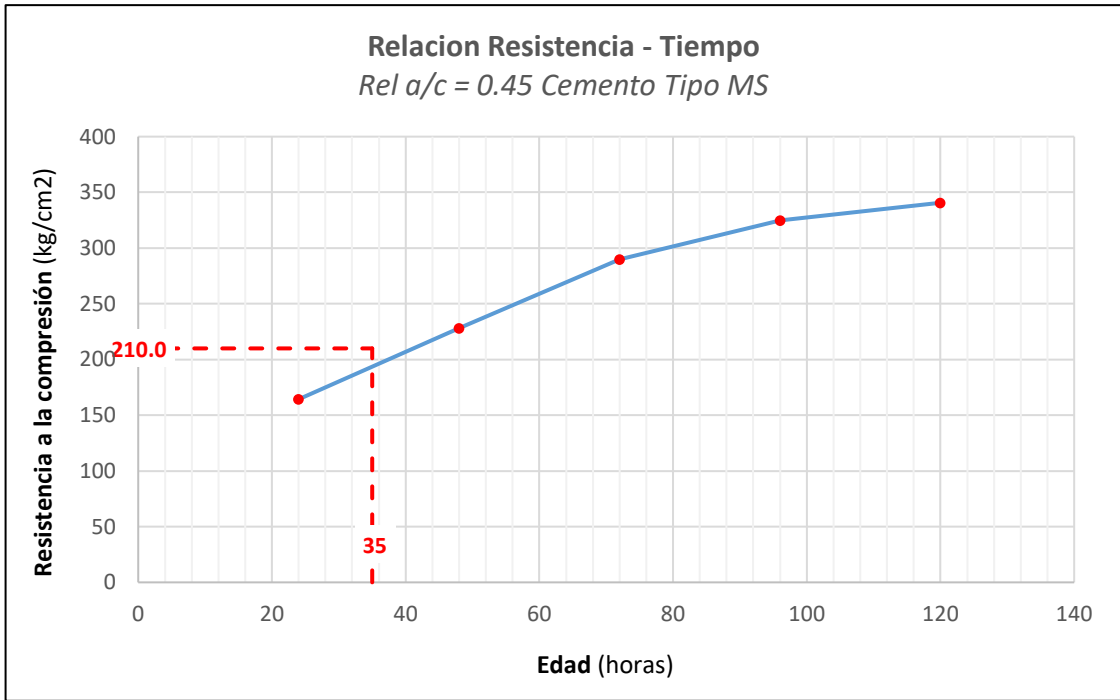




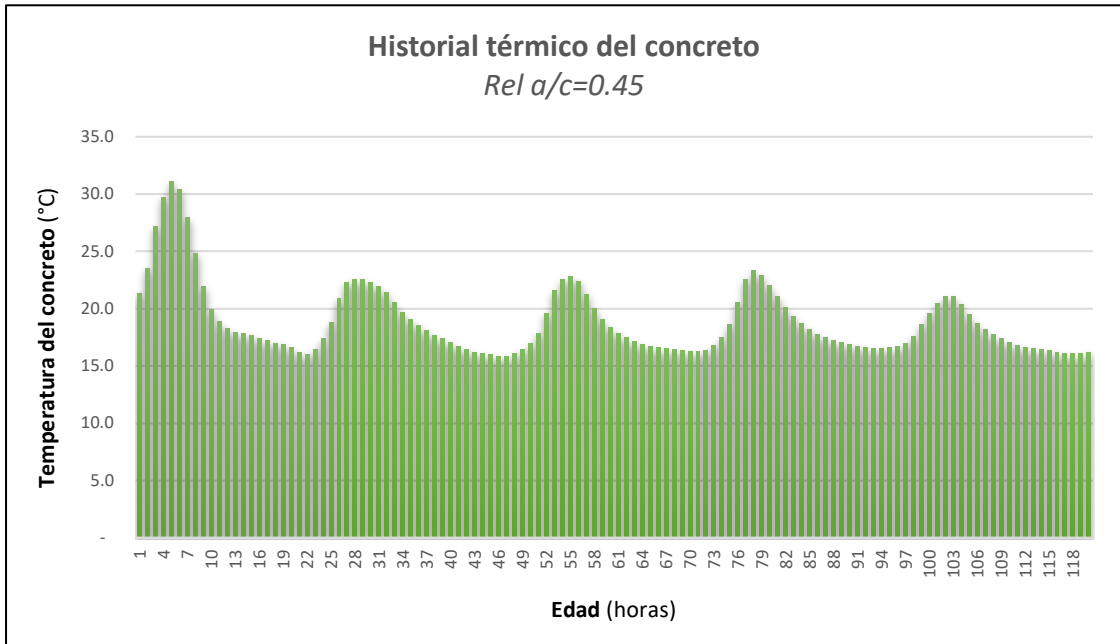
**Figura 12.** Relación resistencia-madurez para el concreto con 1.5% de Sikacem Acelerante.



**Figura 13.** Madurez del concreto con 1.5% de Sikacem Acelerante para encontrar la resistencia objetivo.



**Figura 14.** Relación resistencia-tiempo para el concreto con 1.5% de Sikacem Acelerante.



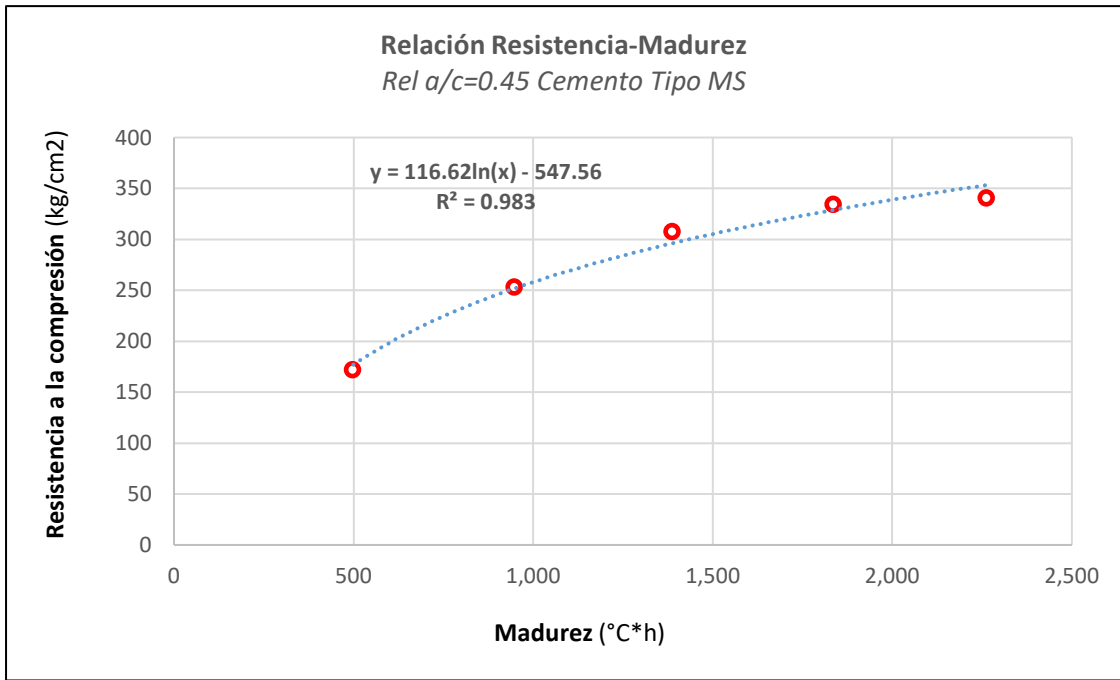
**Figura 15.** Historial térmico del concreto con 1.5% de Sikacem Acelerante durante 120 horas.

**Interpretación:** Por tener una relación a/c de 0.45, se busca una resistencia objetivo a edades tempranas de 210 kg/cm<sup>2</sup>; observando que, para el concreto con 1.5% de Sikacem Acelerante, se alcanzó este valor a la edad de 35h por el método de madurez y por rotura de probetas lo hizo a las 48h (2 días), donde, si bien es cierto a esa edad sobrepasa los 210kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo se la considera ya que mediante este método la evaluación es por día específico.

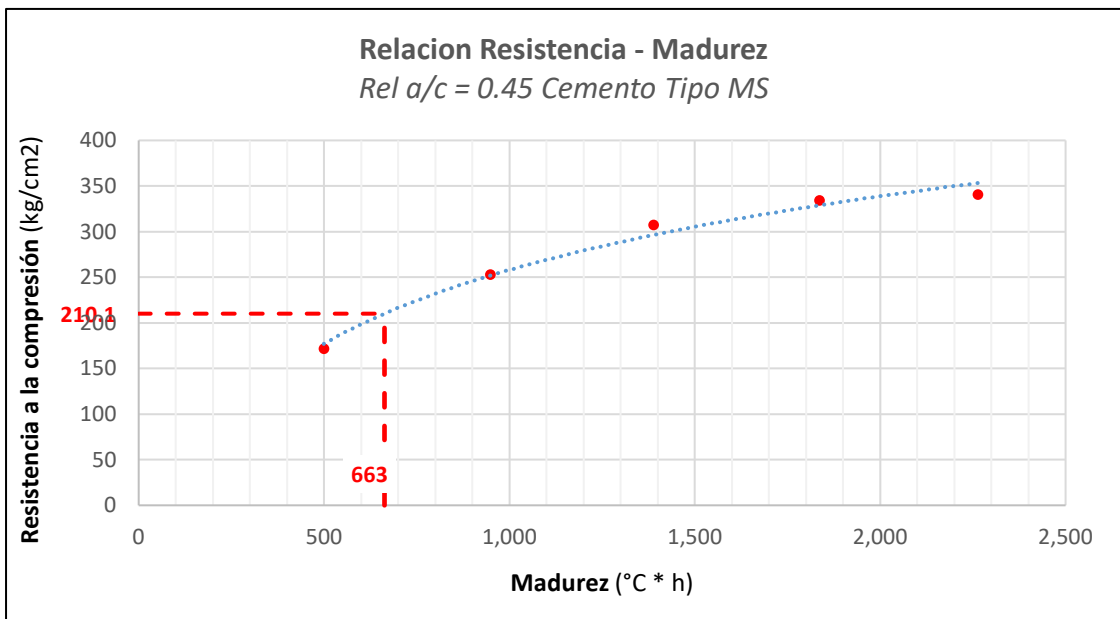
**Tabla 29.** *Relación resistencia-madurez para el concreto con 2% de Sikacem Acelerante.*

Horas (h)	Madurez (°C x h)	f'c promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
24	499	172
48	948	253
72	1389	307
96	1836	334
120	2264	341

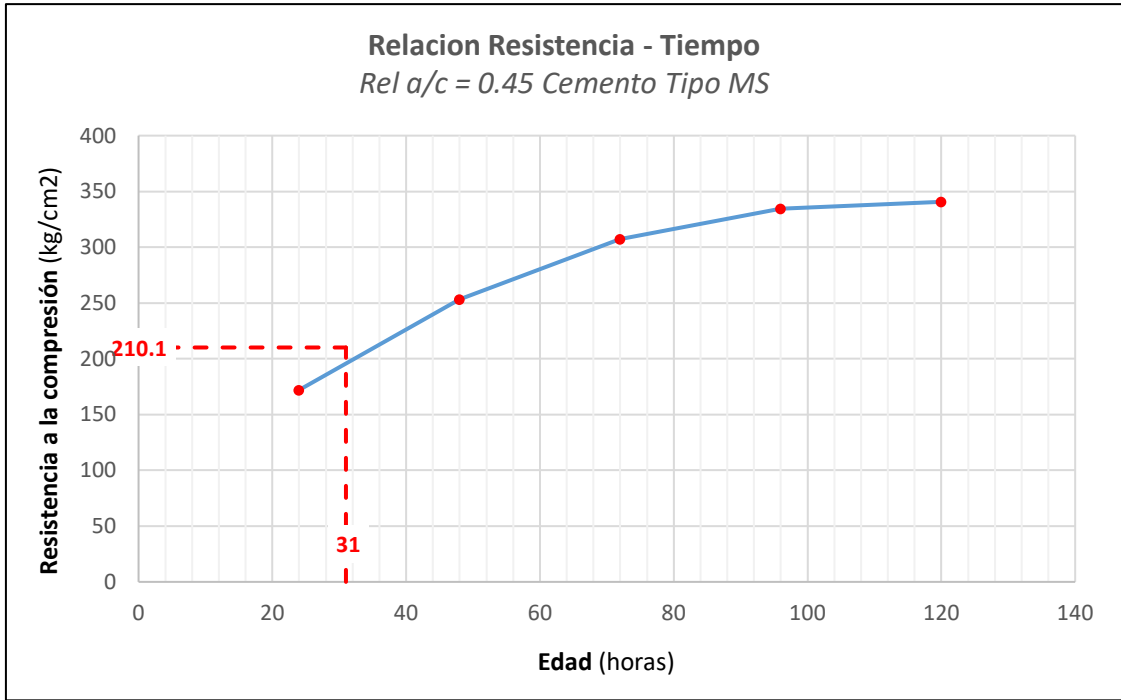
Fuente: Propia.



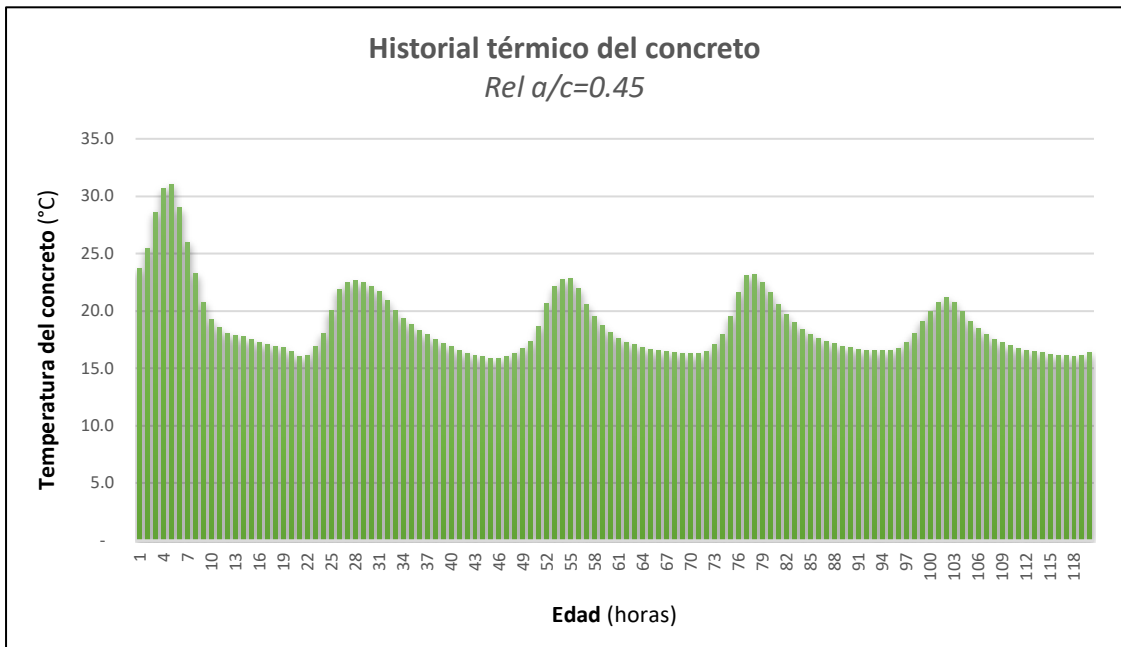
**Figura 16.** Relación resistencia-madurez para el concreto con 2% de Sikacem Acelerante.



**Figura 17.** Madurez del concreto con 2% de Sikacem Acelerante para encontrar la resistencia objetivo.



**Figura 18.** Relación resistencia-tiempo para el concreto con 2% de Sikacem Acelerante.



**Figura 19.** Historial térmico del concreto con 2% de Sikacem Acelerante durante 120 horas.

**Interpretación:** Por tener una relación a/c de 0.45, se busca una resistencia objetivo a edades tempranas de 210 kg/cm<sup>2</sup>; observando que, para el concreto con 2% de Sikacem Acelerante, se alcanzó este valor a la edad de 31h por el método de madurez y por rotura de probetas lo hizo a las 48h (2 días), donde, si bien es cierto a esa edad sobrepasa los 210kg/cm<sup>2</sup>, sin embargo se la considera ya que mediante este método la evaluación es por día específico.

#### 4.4.4. Diferencia de tiempos en alcanzar la resistencia objetivo

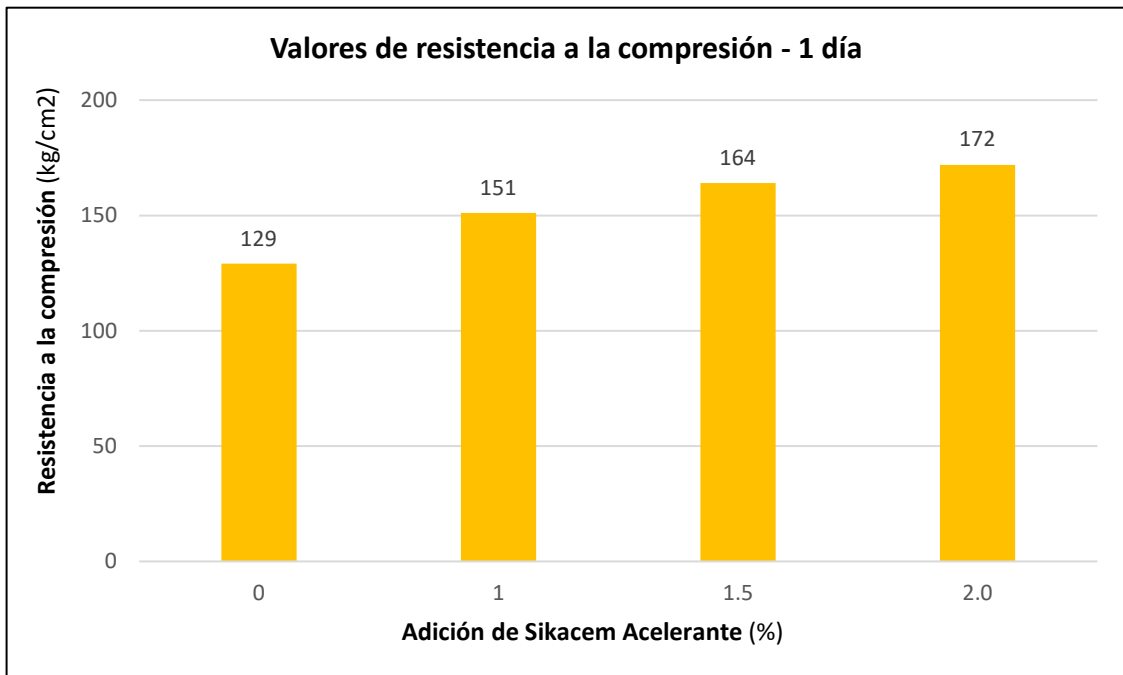
**Tabla 30.** *Tiempo ahorrado en conocer la resistencia objetivo de cada tipo de concreto según el método de rotura de probetas y método de madurez.*

% Dosificación	Tipo de cemento	Según ASTM C39 (h)	Según ASTM C1074 (h)	Tiempo ahorrado (h)
0	MS	72	56	16
1.0	MS	48	43	5
1.5	MS	48	35	13
2.0	MS	48	31	17

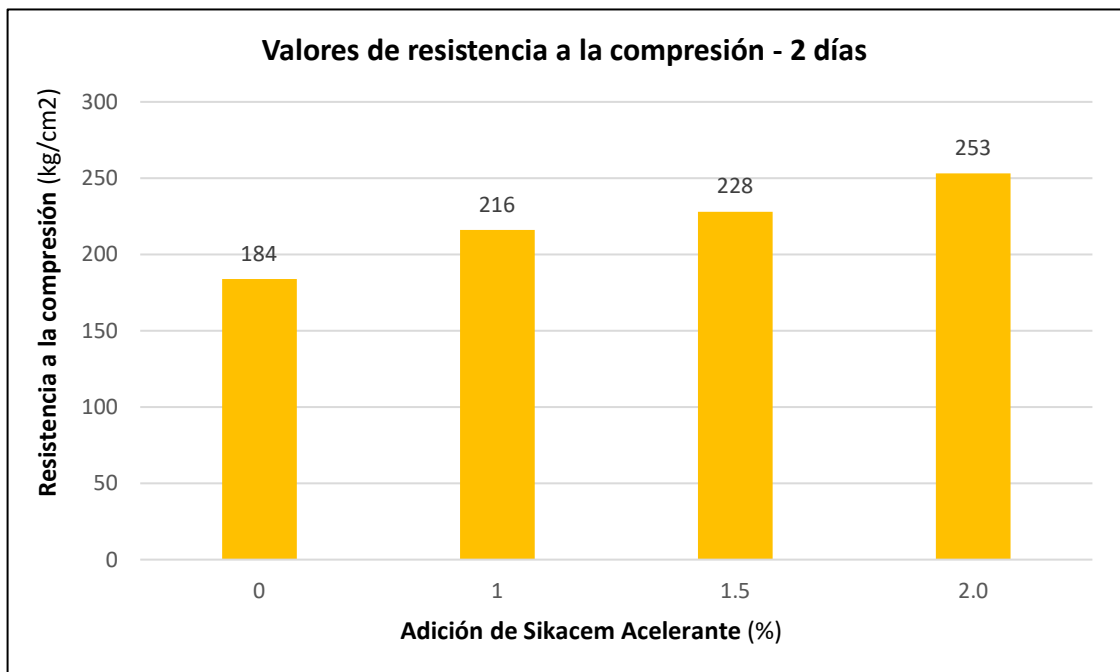
Fuente: Propia.

**Interpretación:** En la tabla N°30 se muestra el ahorro de tiempo para conocer la resistencia objetivo gracias al método de madurez (ASTM C1074), pudiendo observar que este método resulta más eficiente respecto al de rotura de probetas (ASTM C39) ya que logró optimizar tiempos de hasta 17 horas.

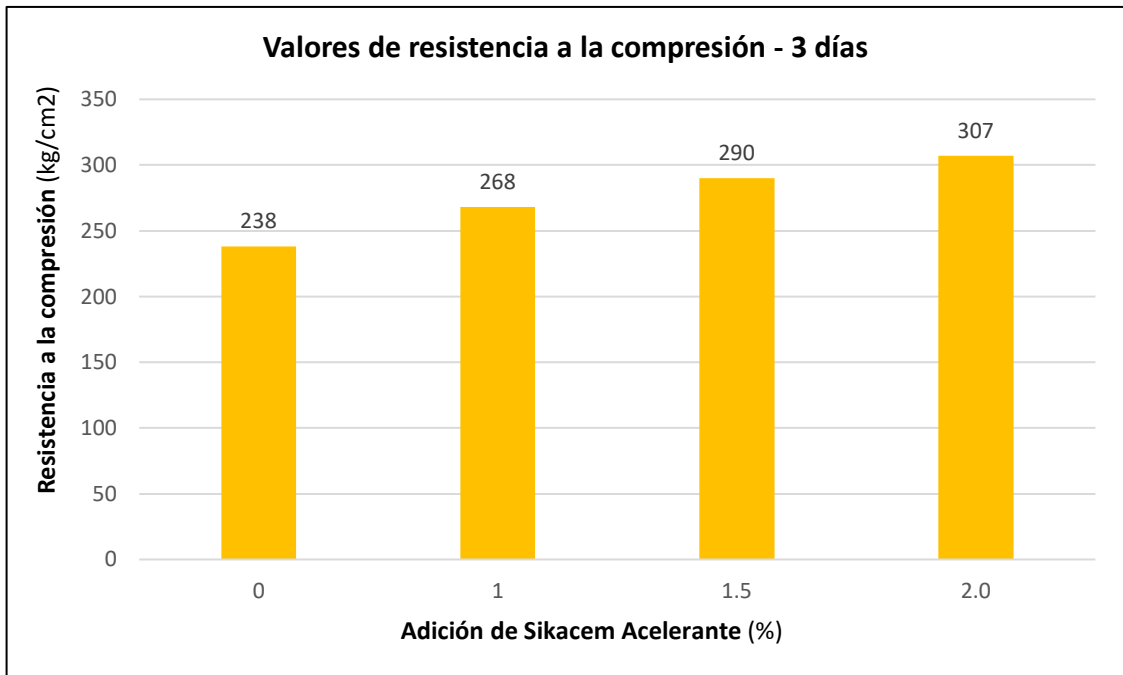
#### 4.4.5. Influencia del aditivo Sikacem Acelerante



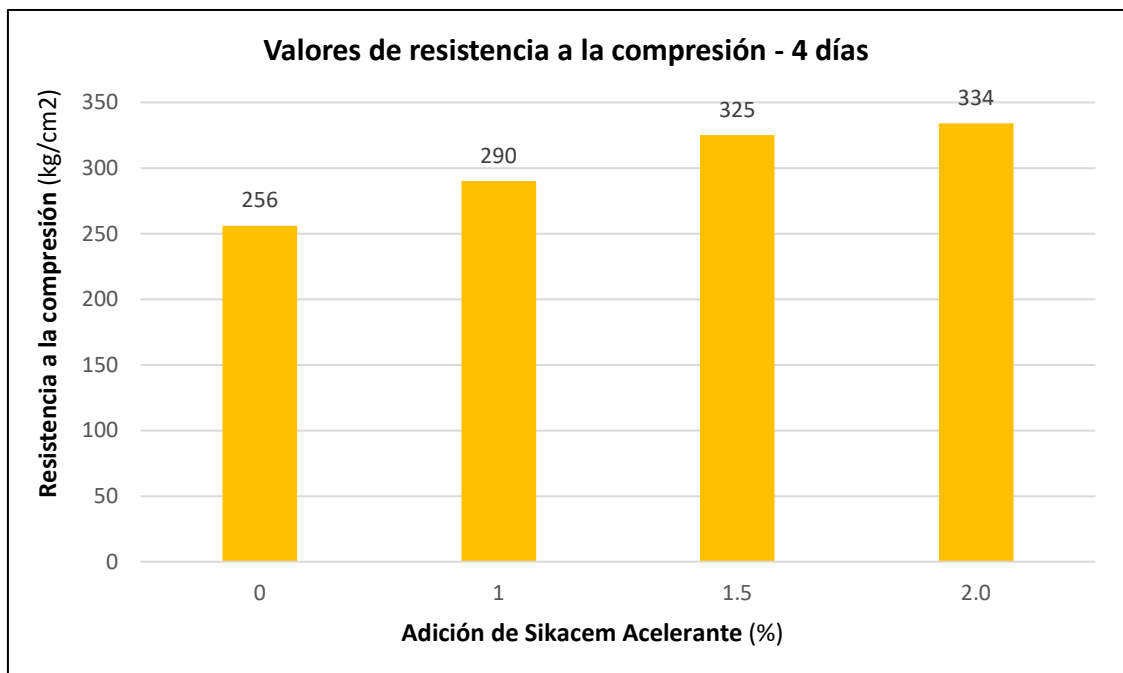
**Figura 20.** Valores de resistencia a la compresión a la edad de 1 día.



**Figura 21.** Valores de resistencia a la compresión a la edad de 2 días.

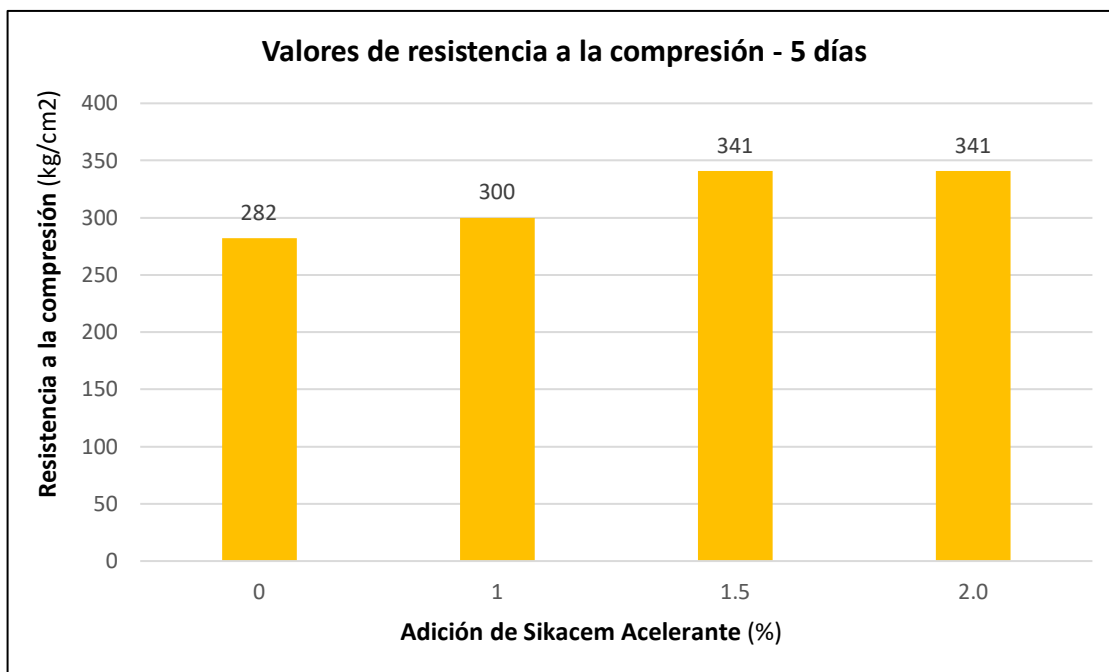


**Figura 22.** Valores de resistencia a la compresión a la edad de 3 días.



**Figura 23.** Valores de resistencia a la compresión a la edad de 4 días.





**Figura 24.** Valores de resistencia a la compresión a la edad de 5 días.

**Interpretación:** En las figuras N°20, N°21, N°22; N°23 y N°24 se muestran los valores de resistencia a la compresión a edades de 1, 2, 3, 4 y 5 días de curado, logrando evidenciar la influencia del aditivo Sikacem Acelerante en esta propiedad, observando que para una adición de 2%, se alcanzan los mayores valores para todas las edades.

#### 4.5. Prueba de hipótesis

##### 4.5.1. Prueba de normalidad

**Tabla 31.** Prueba de normalidad para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 1 día de curado.

Prueba de normalidad – 1 día			
Tipo de concreto	Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Patrón	,750	3	,000
1% Sikacem Acelerante	,893	3	,363
1.5% Sikacem Acelerante	,980	3	,726
2% Sikacem Acelerante	,832	3	,194

Fuente: Propia.

**Tabla 32.** Prueba de normalidad para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 2 días de curado.

Prueba de normalidad – 2 días			
Tipo de concreto	Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Patrón	,958	3	,605
1% Sikacem Acelerante	,980	3	,726
1.5% Sikacem Acelerante	,996	3	,878
2% Sikacem Acelerante	,893	3	,363

Fuente: Propia.

**Tabla 33.** Prueba de normalidad para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 3 días de curado.

Prueba de normalidad – 3 días			
Tipo de concreto	Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Patrón	,750	3	,000
1% Sikacem Acelerante	,923	3	,463
1.5% Sikacem Acelerante	,923	3	,463
2% Sikacem Acelerante	,964	3	,637

Fuente: Propia.

**Tabla 34.** Prueba de normalidad para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 4 días de curado.

Prueba de normalidad – 4 días			
Tipo de concreto	Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Patrón	,893	3	,363
1% Sikacem Acelerante	,964	3	,637
1.5% Sikacem Acelerante	,999	3	,927
2% Sikacem Acelerante	,837	3	,206

Fuente: Propia.

**Tabla 35.** Prueba de normalidad para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 5 días de curado.

Prueba de normalidad – 5 días			
Tipo de concreto	Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Patrón	,855	3	,253
1% Sikacem Acelerante	,947	3	,554
1.5% Sikacem Acelerante	,923	3	,463
2% Sikacem Acelerante	,923	3	,463

Fuente: Propia.

**Interpretación:** Por tener un tamaño de muestra  $n < 50$ , se tomó en cuenta la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, donde, en base a su significancia que resultó mayor a 0.05 para todas las edades, podemos concluir que los datos siguen una distribución normal, por lo que se debe continuar analizando mediante pruebas paramétricas.

#### 4.5.2. Análisis de varianza

**Tabla 36.** Análisis de varianza para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 1 día.

ANOVA de un factor – 1 día					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	3875,667	3	1291,889	86,607	,000
Intra-grupos	119,333	8	14,917		
Total	3995,000	11			

Fuente: Propia.

**Tabla 37.** *Análisis de varianza para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 2 días.*

<b>ANOVA de un factor – 2 días</b>					
	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Inter-grupos	7491,667	3	2497,222	44,199	,000
Intra-grupos	452,000	8	56,500		
Total	7943,667	11			

Fuente: Propia.

**Tabla 38.** *Análisis de varianza para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 3 días.*

<b>ANOVA de un factor – 3 días</b>					
	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Inter-grupos	3875,667	3	1291,889	86,607	,000
Intra-grupos	119,333	8	14,917		
Total	3995,000	11			

Fuente: Propia.

**Tabla 39.** *Análisis de varianza para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 4 días.*

<b>ANOVA de un factor – 4 días</b>					
	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Inter-grupos	11473,667	3	3824,556	66,804	,000
Intra-grupos	458,000	8	57,250		
Total	11931,667	11			

Fuente: Propia.

**Tabla 40.** Análisis de varianza para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 5 días.

ANOVA de un factor – 5 días					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	7787,333	3	2595,778	82,844	,000
Intra-grupos	250,667	8	31,333		
Total	8038,000	11			

Fuente: Propia.

**Interpretación:** Se realizó la prueba paramétrica Anova de un factor para los valores de resistencia a la compresión a edades de 1, 2, 3, 4 y 5 días, donde, ya que su significancia resultó menor a 0.05 en todos los casos, se acepta la hipótesis alternativa que sustenta que la diferencia entre la varianza o la desviación estándar de la población y la varianza o la desviación estándar hipotética es estadísticamente significativa; dando pie a la realización de la posprueba.

#### 4.5.3. Posprueba Tukey

**Tabla 41.** Posprueba Tukey para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 1 día.

Resistencia en kg/cm <sup>2</sup>					
HSD de Tukey <sup>a</sup> – 1 día					
Tipo de concreto	N	Subconjuntos para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
Patrón	3	129,0000			
1% Sikacem Acelerante	3		151,0000		
1.5% Sikacem Acelerante	3			164,3333	
2% Sikacem Acelerante	3				177,6667
Sig.		1,000	1,000	1,000	1,000

Fuente: Propia.

**Tabla 42.** Posprueba Tukey para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 2 días.

Resistencia en kg/cm <sup>2</sup>				
HSD de Tukey <sup>a</sup> – 2 días				
Tipo de concreto	N	Subconjuntos para alfa = 0.05		
		1	2	3
Patrón	3	183,6667		
1% Sikacem Acelerante	3		215,6667	
1.5% Sikacem Acelerante	3		228,3333	
2% Sikacem Acelerante	3			253,0000
Sig.		1,000	,243	1,000

Fuente: Propia.

**Tabla 43.** Posprueba Tukey para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 3 días.

Resistencia en kg/cm <sup>2</sup>				
HSD de Tukey <sup>a</sup> – 3 días				
Tipo de concreto	N	Subconjuntos para alfa = 0.05		
		1	2	3
Patrón	3	183,6667		
1% Sikacem Acelerante	3		215,6667	
1.5% Sikacem Acelerante	3		228,3333	
2% Sikacem Acelerante	3			253,0000
Sig.		1,000	,243	1,000

Fuente: Propia.

**Tabla 44.** Posprueba Tukey para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 4 días.

Resistencia en kg/cm <sup>2</sup>				
HSD de Tukey <sup>a</sup> – 4 días				
Tipo de concreto	N	Subconjuntos para alfa = 0.05		
		1	2	3
Patrón	3	256,0000		
1% Sikacem Acelerante	3		289,6667	
1.5% Sikacem Acelerante	3			324,6667
2% Sikacem Acelerante	3			334,3333
Sig.		1,000	1,000	,447

Fuente: Propia.

**Tabla 45.** Posprueba Tukey para los valores de resistencia a la compresión a la edad de 5 días.

Resistencia en kg/cm <sup>2</sup>				
HSD de Tukey <sup>a</sup> – 5 días				
Tipo de concreto	N	Subconjuntos para alfa = 0.05		
		1	2	3
Patrón	3	282,3333		
1% Sikacem Acelerante	3		300,3333	
1.5% Sikacem Acelerante	3			340,6667
2% Sikacem Acelerante	3			340,6667
Sig.		1,000	1,000	1,000

Fuente: Propia.

**Interpretación:** Se realizó la posprueba Tukey para los valores de resistencia a la compresión a edades de 1, 2, 3, 4 y 5 días; logrando demostrar estadísticamente que el aditivo Sikacem acelerante genera influencia significativa sobre la propiedad mencionada, y la mayor influencia la genera con un porcentaje de 2% para todas las edades.

## 5. DISCUSIÓN

Se realizó la caracterización del agregado fino y el agregado grueso, los mismos que fueron obtenidos de la cantera Quebrada El León ubicada en la ciudad de Trujillo; el ensayo granulométrico de ambos se dio siguiendo el procedimiento normado en la NTP.400.012, arrojando un módulo de finura de 3.18 para el agregado fino y 6.92 para el agregado grueso, asimismo, sus respectivas curvas granulométricas evidenciaron una buena gradación, ajustándose a los límites máximos y mínimos establecidos en la NTP.400.037. Para conocer el contenido de humedad, ambos agregados fueron ensayados siguiendo lo establecido en la NTP.339.185, obteniendo valores promedio de 0.5% y 0.4% para el agregado fino y agregado grueso respectivamente. Para el caso del peso unitario, los ensayos se realizaron siguiendo los procedimientos descritos en la NTP.400.017 para ambos agregados, obteniendo valores de 1556kg/m<sup>3</sup> y 1765kg/m<sup>3</sup> para el peso unitario suelto y compactado respectivamente del agregado fino; y 1459kg/m<sup>3</sup> y 1651kg/m<sup>3</sup> para el peso unitario suelto y compactado respectivamente del agregado grueso. Los últimos ensayos realizados a los agregados fueron peso específico y absorción; para el agregado fino se siguió la NTP.400.022 obteniendo 2.64gr/cm<sup>3</sup> y 1.4% respectivamente y para el agregado grueso se siguió NTP.400.021 obteniendo 2.71gr/cm<sup>3</sup> y 1.6% respectivamente. Se realizó cuatro diseños de mezcla, uno por cada porcentaje de adición de Sikacem Acelerante siendo 0%, 1%, 1.5% y 2% usando cemento Pacasmayo tipo MS, considerando un concreto de consistencia plástica (3" a 4" de asentamiento), obteniendo los pesos de cada material a emplear, los mismos que se proyectaron para una tanda de 30 litros para cumplir el criterio de la NTP.339.036. Una vez elaborado la mezcla y hechos los ensayos respectivos en estado fresco; se realizaron los ensayos de tiempo de fraguado a 3 probetas de 6"x6" por cada tipo de concreto, logrando observar que los mayores valores de resistencia a la penetración lo obtuvieron los concretos con 2% de adición de Sikacem Acelerante, por otro lado, al evaluar la influencia del aditivo en la resistencia a la compresión mediante el método de madurez, se logró concluir estadísticamente que la mayor influencia también la genera el concreto con 2% de adición.



La presente tesis se planteó como objetivo principal determinar la influencia del aditivo Sikacem Acelerante en el tiempo de fraguado y resistencia a la compresión de concretos con alta resistencia inicial, en Trujillo; tomando como antecedentes diferentes investigaciones realizadas a nivel nacional e internacional, siendo la primera de ellas la desarrollada en Colombia en el año 2016 por Salazar & Triana denominada *“Influencia de la dosis de un tipo de acelerante en el módulo de elasticidad estático del concreto simple a edades tempranas”*, quienes lograron concluir que las dosificaciones más favorables están entre 0,4 y 0,8 veces de acelerante / acelerante máximo (tipo 2 y tipo 3), las cuales se hallan entre 1,2% y 2,4% de aditivo, estos representan los mejores resultados debido al comportamiento evidenciado en los primeros días de curado para las dos resistencias de diseño, en donde los módulos y las resistencias incrementan de manera significativa; y, en comparación con nuestra tesis, se concluye de la misma manera, observando que con una adición de 2% se logra el mejor efecto positivo sobre la resistencia a la compresión a edades tempranas.

Otro antecedente tomado en cuenta fue la investigación de Castellón & De La Ossa en el año 2013, la misma que lleva por nombre *“Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cementos Tipo I y Tipo III, modificados con aditivos acelerantes y retardantes”*, quienes al finalizar su estudio concluyeron que la dosificación de los aditivos debe hacerse siguiendo las instrucciones de los fabricantes, pues utilizados en cantidades menores o mayores a las recomendadas no producen los efectos deseados sobre la resistencia del concreto; ello se pudo comprobar en el desarrollo de nuestra tesis, ya que como se cumplió el rango de adición de aditivo Sikacem Acelerante según su ficha técnica, la que nos recomienda de 1% a 4%, se obtuvo resultados favorables sobre las variables analizadas.

Como siguiente antecedente considerado, tenemos la investigación denominada *“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”*, la cual fue elaborada por Huamaní & Solon en el año 2019; quienes pudieron concluir que el porcentaje óptimo para los aditivos acelerantes analizados varía según la marca encontrando que, para Sika

Rapid® 1 al 1.5%, se reduce el tiempo de fraguado en un 30% y no afecta la resistencia a la compresión de un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> realizado en clima cálido; mientras que para Z Fragua #5 al 2.5%, se reduce el tiempo de fraguado en un 38% y no afecta la resistencia a la compresión de un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> realizado en clima cálido; donde, por nuestra parte, nuestros resultados arrojados muestran que al 2% de adición del aditivo acelerante se logra reducir el tiempo de fraguado en un 16% sin afectar la resistencia, por el contrario, la mejora en un 21% a la edad de 5 días.

También se tiene como otro antecedente tomando en cuenta, el estudio titulado *“Influencia de tres aditivos acelerantes en el desarrollo de la resistencia a la compresión en un concreto f'c = 175 kg/cm<sup>2</sup> y 210 kg/cm<sup>2</sup> Chachapoyas- Amazonas 2016”*, el mismo que fue desarrollado por Gómez en el año 2018, quien concluye que los aditivos Z Fragua N° 05, Chema 3 y Sika® Cem Acelerante Pe, influyeron aumentando la resistencia del concreto, haciendo que este alcance su resistencia de diseño en menos tiempo que un concreto normal, acelerando los procesos de desencofrado como también reduciendo los tiempos de ejecución de los proyectos. Asimismo, la cantidad de aditivo debe estar en un rango promedio de 1.5 % a 4 % respecto al volumen del cemento; por nuestra parte, en nuestra tesis se aprecia que utilizando adiciones de 1%, 1.5% y 2% se genera mejora en la propiedad en mención, alcanzando resistencias mayores a edades tempranas.

Como siguiente antecedente se tuvo el estudio realizado por Apolinario en el año 2017, llevando por título *“Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivos acelerante de fragua en zonas alto andinas en Huánuco”*, quien pudo concluir que, en cuanto a la dosificación de los aditivos, debe hacerse siguiendo las instrucciones de los fabricantes, pues utilizados en cantidades menores o mayores a las recomendadas no producen los efectos deseados sobre la resistencia del concreto, reforzando de esa manera la investigación de Castellón & De La Ossa mencionada líneas arriba.

Como último antecedente se consideró el trabajo de Baca & Boy en el año 2015, la misma que lleva por título *“Influencia del porcentaje y tipo de acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de un concreto de rápido*

*fraguado*”, quien gracias a su investigación logró concluir que los dos aditivos acelerantes SIKA 3 y CHEMA 3 influyen incrementando la resistencia a la compresión de un concreto elaborado con cemento Pacasmayo ICo a 7 días de curado, logrando alcanzar la resistencia máxima cuando el concreto presenta 4% de aditivo; asimismo, a partir de los resultados obtenidos, concluye que el concreto que presenta mejores resistencias iniciales, es el elaborado con aditivo acelerante Sika 3 en comparación con el aditivo acelerante Chema 3; por nuestra parte y en comparación con lo encontrado por dichos autores, también encontramos incrementos en la resistencia a la compresión para todas las edades tempranas que evaluamos, siendo de 1, 2, 3, 4 y 5 días; observando también que a medida que se incrementa el porcentaje de adición de Sikacem Acelerante, la influencia significativa también aumenta, siempre y cuando nos encontremos dentro de los rangos recomendados por la ficha técnica.

Para validar la hipótesis planteada al inicio de nuestro estudio, se realizó la prueba de hipótesis para los valores de resistencia a la compresión, haciendo uso del software SPSS Statistics, donde, primero se validó que los datos siguen una distribución normal por arrojar una significancia mayor a 0.05 en la prueba de Shapiro Wilk; después se analizaron los datos mediante la prueba de Anova de un factor, pudiendo asegurar que la diferencia entre la varianza o la desviación estándar de la población y la varianza o la desviación estándar hipotética es estadísticamente significativa, ya que su significancia resultó menor a 0.05. Por último, gracias a la posprueba Tukey, se logra concluir estadísticamente que la adición del aditivo Sikacem Acelerante en porcentajes de 1%, 1.5% y 2% genera influencia significativa sobre la resistencia a la compresión para las edades tempranas de 1, 2, 3, 4 y 5 días.

## **6. CONCLUSIONES**

- Se logró determinar la caracterización de agregados cuyos valores sirvieron para los diseños de mezcla, los mismos que se realizaron considerando 0%, 1%, 1.5% y 2% de aditivo Sikacem Acelerante con una relación agua/cemento de 0.45, proyectados para una consistencia plástica.

- Se logró determinar la influencia de cada uno de los porcentajes de aditivo acelerante en el tiempo de fraguado del concreto según la NTP.339.082, llegando a concluir que, a mayor porcentaje de adición, se obtienen mayores valores de resistencia a la penetración.
- Se logró determinar la influencia de cada uno de los porcentajes de aditivo acelerante en la resistencia a la compresión del concreto evaluado mediante el método de madurez, llegando a concluir que, a mayor porcentaje de adición, se obtienen mayores valores de resistencia a la compresión para todas las edades evaluadas.
- Se logró realizar la prueba de hipótesis, pudiendo determinar que el porcentaje de aditivo acelerante que genera la mayor influencia significativa en el tiempo de fraguado y resistencia a la compresión de concretos con alta resistencia inicial es 2%, el mismo que se encuentra dentro del rango recomendado por la ficha técnica del producto en mención.

## **7. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda el uso del aditivo Sikacem Acelerante, pues reduce el tiempo de fraguado y mejora los valores de resistencia a la compresión en edades tempranas, pudiendo optimizar el tiempo para el desarrollo de otras actividades en obra.
- Se recomienda a futuros investigadores a que sobredosifiquen la adición del aditivo usado en la presente investigación, de esa manera podremos conocer los beneficios o perjuicios que puede causar al salir del rango recomendado por la ficha técnica del producto, siendo un factor que puede ocurrir en obra.
- Se recomienda a todos los estudiantes de la carrera de ingeniería civil, a persistir en la investigación, pues en tal caso, se podría dar inicio a nuevas líneas y dejar referencia para próximos estudios.

## REFERENCIAS

**Anfah.** *Acelerantes de fraguado.*

**Apolinario, Francklin.** *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con aditivos acelerante de fragua en zonas alto andinas en Huánuco.* Perú: Universidad Nacional Hemilio Valdizán.

**Baca, Jair y Boy José.** *Influencia del porcentaje y tipo de acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de un concreto de rapido fraguado.* Perú: Universidad Nacional de Trujillo, 2015.

**Castellón, Harold y De la Ossa, Karen.** *Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cementos tipo I y tipo II, modificados con aditivos acelerantes y retardantes.* Colombia: Universidad de Cartagena, 2013.

**Chiner.** *La validez interna.*

**Cívicos, Catalina y Hernández, Jorge.** *La investigación en la práctica educativa: Guía metodológica de investigación para el diagnóstico y evaluación en los centros docentes, 2007.*

**Díaz, Lidia.** *La observación.* México: Universidad Nacional Autónoma, 2011.

**Gabalec, María.** *Tiempo de fraguado del hormigón.* Perú: Universidad Tecnológica Nacional, 2008

**Gómez, Jorge.** *Materiales de Construcción.* México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2014.

**Gómez, Manuel.** *El estudio de casos y controles: su diseño, análisis e interpretación, en investigación clínica.*

**Gómez, Quelmer.** *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  $210 \text{ Kg/cm}^2$  Chachapoyas-Amazonas 2016.* Perú: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza, 2018.

**Gomezjurado, Kaime.** Tecnología del Concreto, 2014

**Harmsen, Teodoro.** *Diseño de Estructuras de Concreto Armado.* 2002.

**Huamaní, Deyver y Solon, Luis.** *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.* Perú: Universidad Privada del Norte, 2019.

**IMCYC.** *Propiedades del concreto.* 2004.

**Mario, Jorge.** *Ensayo a compresión de cilindros de concreto.* 2008.

**Mejía, Elias.** *Técnicas e instrumentos de investigación*

**Nicomedes, Esteban.** *Tipos de Investigación*

**NTP 338. 034** *Resistencia a la compresión del concreto.* Lima, Perú, 2015.

**NTP 339. 183** *Elaboración y curado de especímenes de concreto.* Lima, Perú, 2013.

**NTP 339. 217** *Madurez del concreto.* Lima, Perú, 2015.

**NTP 339.035** *Asentamiento del concreto.* Lima, Perú, 2009.

**NTP 339.046** *Asentamiento del concreto.* Lima, Perú, 2008.

**NTP 339.082** *Tiempo de fraguado.* Lima, Perú, 2011.

**NTP 339.184** *Temperatura del concreto.* Lima, Perú, 2011.

**NTP 339.185.** *Contenido de humedad de los agregados.* Lima, Perú, 2013.

**NTP 400.012.** *Granulometría de los agregados.* Lima, Perú, 2013.

**NTP 400.017** *Peso unitario de los agregados.* Lima, Perú, 2011.

**NTP 400.021.** *Peso específico y absorción del agregado grueso.* Lima, Perú, 2013.

**NTP 400.022** *Peso específico y absorción del agregado fino.* Lima, Perú, 2013.

**Ortiz, Miguel.** *Guía de Observación.* 2004.

**Pacheco, José.** *Influencia de las características de los agregados de las canteras del sector el milagro - huanchaco en un diseño de mezcla de concreto, Trujillo 2017.* Perú: Universidad Privada del Norte, 2017

**Parizaca, Ronny.** *Comportamiento de la trabajabilidad y la resistencia a compresión de un concreto de alta resistencia inicial por adición de polímeros súperabsorbentes en la ciudad de Puno.* Perú: Universidad Nacional del Altiplano, 2015.

**Ramos, Josep.** *Como pueden ser dos cursos en el contexto educativo, no se puede asignar mediante el azar a los grupos y se trabajan con los ya conformados,* 2021.

**Salazar, Cindy y Triana Andrés.** *Influencia de la dosis de un tipo de acelerante en el módulo de elasticidad estático del concreto simple a edades tempranas.* Colombia: Universidad de la Salle, 2016.

**Sánchez, Diego.** *Tecnología del Concreto y del Mortero.* 2001

**Santos, Guadalupe.** *Validez y confiabilidad del cuestionario de calidad de vida SF-36 en mujeres con LUPUS, Puebla.* Universidad Autónoma de Puebla, 2017.

**Sotomayor, Néstor.** *Análisis de un modelo matemático para determinar el tiempo de fraguado del hormigón.* Chile: Universidad Austral de Chile, 2014.

**Tello, Esther.** *Impermeabilización mediante inyecciones de cemento en macizo rocoso para evitar la surgencia de agua en explotación subterránea Cajamarca,* 2019. Perú: Universidad Privada del Norte, 2019.

**Urrutia, Marcela; Barrios, Silvia & Mayorga, Magdalena.** *Métodos óptimos para determinar validez de contenido.* 2014

## ANEXOS

Tabla 46. Matriz de operacionalización de variables.

	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALAS DE MEDICIÓN
VARIABLES DEPENDIENTES	TIEMPO DE FRAGUADO	Periodo en el cual mediante reacciones químicas del cemento y el agua conducen a un proceso, que, mediante diferentes velocidades de reacción, generan calor y dan origen a nuevos compuestos, estos en la pasta de cemento generan que este endurezca y aglutine al agregado de la mezcla de hormigón, y se ponga fuerte y denso, adquiriendo de este modo una cierta resistencia. (Gabalec, 2008, p.3).	Típicamente, el fraguado inicial ocurre entre dos y cuatro horas después del hormigonado, y nos define el límite de manejo, o sea el tiempo por el cual el hormigón fresco ya no puede ser mezclado adecuadamente, colocado y compactado, el fraguado final ocurre entre cuatro y ocho horas después del hormigonado, y está definido por el desarrollo de la resistencia, que se genera con gran velocidad. El fraguado inicial y el fraguado final se determinan arbitrariamente por el ensayo de resistencia a la penetración. (Gabalec, 2008, p.3).	Características de los agregados	Propiedades	%Humedad, P.E., %Abs, PU
				Diseño de mezcla	Pesos Húmedos	kg
				Tiempo de fraguado	Resistencia a la penetración	PSI
	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Es la capacidad de soportar cargas y esfuerzos en compresión. Esta propiedad, además de ser afectada por los factores que influyen en la resistencia de la pasta, como lo son la temperatura y el tiempo, también es afectada por la calidad de los agregados. (Pacheco, 2017, p.36).	El método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad que se encuentra en un rango prescrito hasta la falla. La resistencia a la compresión del espécimen es calculada por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección transversal del espécimen. (NTP. 339. 034, 2015).	Características de los agregados	Propiedades	%Humedad, P.E., %Abs, PU
				Diseño de mezcla	Pesos Húmedos	kg
				Resistencia a la compresión – método de madurez	f'c	kg/cm2
VARIABLE INDEPENDIENTE	ADITIVO SIKACEM ACELERANTE	Es una sustancia química, generalmente dosificada por debajo del 5% de la masa del cemento, distinta del agua, los agregados, el cemento y los refuerzos de fibra, que se emplea como ingrediente de la pasta, del mortero o del concreto. (Tello, 2019, p. 25).	Se agrega al conjunto antes o durante el proceso de mezclado, con el fin de modificar alguna o algunas de sus propiedades físicas, de tal forma que el material se adapte de una mejor forma a las características de la obra o las necesidades del constructor. Los aditivos se emplean cada vez en mayor escala en la fabricación de morteros y hormigones, para la elaboración de productos de calidad, en procura de mejorar las características del producto final. (Tello, 2019, p. 25).	Adimensional	Adición	%

Fuente: Propia.



<b>GUÍA DE OBSERVACIÓN (Tiempo de fraguado)</b>		
<b>1. DATOS INFORMATIVOS</b>		
1.1. Nombres de investigadores		
1.2. Ubicación		
1.3. Fecha de Observación		
1.4. Nomenclatura de Molde		
<b>2. DATOS ESPECIFICOS</b>		
2.1. Tiempo (minutos)		
2.2. Datos de Carga	M1:	
	M2:	
	M3:	
	M Prom:	
2.3. Datos de aguja de penetración	Nº de Aguja:	
	Diámetro (in):	
	Área de contacto (in <sup>2</sup> ):	
2.4. Resistencia a la penetración		
2.5. Temperatura	Ambiente:	
	Mortero:	
<b><u>OBSERVACIONES:</u></b>		

**Figura 25.** Guía de observación para el tiempo de fraguado.

<b>GUÍA DE OBSERVACIÓN (Resistencia a la compresión)</b>	
<b>1. DATOS INFORMATIVOS</b>	
1.1. Nombres de investigadores	
1.2. Ubicación	
1.3. Fecha de Observación	
1.4. Nomenclatura de Molde	
<b>2. DATOS ESPECIFICOS</b>	
2.1. Tiempo de curado	1 día
	2 días
	3 días
	4 días
	5 días
2.2. Datos de Probeta	a) Altura (cm):
	b) Diámetro (cm):
	c) Área de contacto (cm <sup>2</sup> ):
	d) Carga de rotura (Kg):
	e) Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> ):
<b><u>OBSERVACIONES:</u></b>	

**Figura 26.** Guía de observación para la resistencia a la compresión.



## CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

### 1. INFORMACION GENERAL

**SOLICITANTE** : JUAN VERTIZ ALMENGOR  
**MATERIAL** : AGREGADO FINO - ARENA ZARANDEADA  
**PROCEDENCIA** : CANTERA QUEBRADA EL LEON - EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO  
**FECHA DE ENSAYO** : 18/10/2021


### 2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	117.5	116.9	
Peso recipiente + muestra humeda	gr	1,022.3	1,018.7	
Peso recipiente + muestra seca	gr	1,018.5	1,014.4	
Peso de muestra humeda	gr	904.8	901.8	
Peso de muestra seca	gr	901.0	897.5	
Peso de agua	gr	3.8	4.3	
<b>Contenido de humedad</b>	%	0.4	0.5	<b>0.5</b>

#### OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

  
-----  
**Carla Evelin Vargas Toribio**  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

**QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.**

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 27.** Certificado de contenido de humedad del agregado fino.



**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO**  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

**1. INFORMACION GENERAL**

**SOLICITANTE** : JUAN VERTIZ ALMENGOR  
**MATERIAL** : AGREGADO FINO - ARENA ZARANDEADA  
**PROCEDENCIA** : CANTERA QUEBRADA EL LEON - EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO  
**FECHA DE ENSAYO** : 18/10/2021


**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	14.533	14.508	14.486	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	15.952	15.974	16.008	
Peso de recipiente	kg	3.535	3.535	3.535	
Peso de muestra en estado suelto	kg	10.998	10.973	10.951	
Peso de muestra en estado compactado	kg	12.417	12.439	12.473	
Volumen del recipiente	m3	0.0071	0.0071	0.0071	
<b>Peso unitario suelto</b>	kg/m3	1,560	1,556	1,553	<b>1,556</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	kg/m3	1,761	1,764	1,769	<b>1,765</b>

**OBSERVACIONES:**

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el Solicitante.

  
-----  
**Carla Evelin Vargas Toribio**  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

**QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.**

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 28.** Certificado de peso unitario del agregado fino.



**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION**  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.022

**1. INFORMACION GENERAL**

**SOLICITANTE** : JUAN VERTIZ ALMENGOR  
**MATERIAL** : AGREGADO FINO - ARENA ZARANDEADA  
**PROCEDENCIA** : CANTERA QUEBRADA EL LEON - EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO  
**FECHA DE ENSAYO** : 18/10/2021


**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	500.4	498.8	
Peso del pignometro lleno de agua	gr	669.2	669.2	
Peso del pignometro lleno de muestra y agua	gr	986.7	986.2	
Peso de la muestra en estado SSS	gr	508.1	505.5	
<b>Peso especifico base seca</b>	gr/cm3	2.63	2.65	<b>2.64</b>
Peso especifico base SSS	gr/cm3	2.67	2.68	2.68
<b>Absorcion</b>	%	1.5	1.3	<b>1.4</b>

**OBSERVACIONES:**

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificacion y procedencia del material es informacion proporcionada por el Solicitante.

  
-----  
**Carla Evelin Vargas Toribio**  
**ING. CIVIL**  
**R. CIP. N° 170889**

**QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.**

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 29.** Certificado de peso específico y absorción del agregado fino.

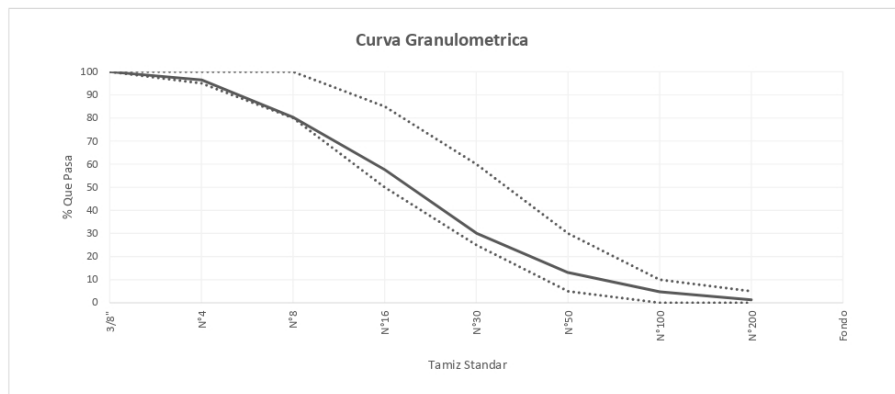


## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

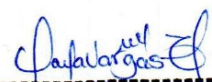
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

**SOLICITANTE** : JUAN VERTIZ ALMENGOR  
**MATERIAL** : AGREGADO FINO - ARENA ZARANDEADA  
**PROCEDENCIA** : CANTERA QUEBRADA EL LEON - EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO  
**FECHA DE ENSAYO** : 18/10/2021

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites (NTP 400.037)		Datos de la muestra
						Mínimo	Máximo	
3/8"	9.500	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100	<b>Características físicas:</b> Tamaño Max. Nom. : Cont. de Humedad: 0.5 % Modulo de Finura: 3.18
N°4	4.750	37.2	3.5	3.5	96.5	95	100	
N°8	2.360	171.5	16.2	19.7	80.3	80	100	
N°16	1.180	241.1	22.7	42.4	57.6	50	85	
N°30	0.600	290.2	27.4	69.8	30.2	25	60	
N°50	0.300	181.3	17.1	86.9	13.1	5	30	
N°100	0.150	88.4	8.3	95.2	4.8	0	10	
N°200	0.075	36.9	3.5	98.7	1.3	0	5	
Fondo	-	14.2	1.3	100.0	0.0			
		<b>1060.8</b>	<b>100</b>					



**OBSERVACIONES:**  
 La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.  
 La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.


---

**Caria Evelin Vargas Toribio**  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

**QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.**  
 AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 30.** Certificado de la granulometría del agregado fino.



## CONTENIDO DE HUMEDAD NORMA DE ENSAYO NTP 339.185

### 1. INFORMACION GENERAL

**SOLICITANTE** : JUAN VERTIZ ALMENGOR  
**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 3/4"  
**PROCEDENCIA** : CANTERA QUEBRADA EL LEON - EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO  
**FECHA DE ENSAYO** : 18/10/2021


### 2. RESULTADOS DEL ENSAYO

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso recipiente	gr	262	310	
Peso recipiente + muestra humeda	gr	3,429	3,475	
Peso recipiente + muestra seca	gr	3,416	3,464	
Peso de muestra humeda	gr	3,167	3,165	
Peso de muestra seca	gr	3,154	3,154	
Peso de agua	gr	13	11	
<b>Contenido de humedad</b>	%	0.4	0.3	<b>0.4</b>

#### OBSERVACIONES:

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

  
-----  
**Carla Evelin Vargas Toribio**  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

**QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.**

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 31.** Certificado del contenido de humedad del agregado grueso.



**PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO**  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.017

**1. INFORMACION GENERAL**

**SOLICITANTE** : JUAN VERTIZ ALMENGOR  
**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 3/4"  
**PROCEDENCIA** : CANTERA QUEBRADA EL LEON - EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO  
**FECHA DE ENSAYO** : 18/10/2021

**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Peso recipiente + muestra suelta	kg	13.890	13.844	13.857	
Peso recipiente + muestra apisonada	kg	15.237	15.198	15.224	
Peso de recipiente	kg	3.578	3.578	3.578	
Peso de muestra en estado suelto	kg	10.312	10.266	10.279	
Peso de muestra en estado compactado	kg	11.659	11.620	11.646	
Volumen del recipiente	m3	0.0071	0.0071	0.0071	
<b>Peso unitario suelto</b>	kg/m3	1,463	1,456	1,458	<b>1,459</b>
<b>Peso unitario compactado</b>	kg/m3	1,654	1,648	1,652	<b>1,651</b>

**OBSERVACIONES:**

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.  
La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

  
-----  
**Carla Evelin Vargas Toribio**  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

**QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.**

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 32.** Certificado de peso unitario del agregado grueso.





**PESO ESPECIFICO Y ABSORCION**  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.021

**1. INFORMACION GENERAL**

**SOLICITANTE** : JUAN VERTIZ ALMENGOR  
**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 3/4"  
**PROCEDENCIA** : CANTERA QUEBRADA EL LEON - EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO  
**FECHA DE ENSAYO** : 18/10/2021

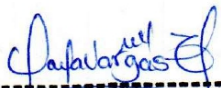
**2. RESULTADOS DEL ENSAYO**

Descripcion	U.M.	Prueba 1	Prueba 2	Promedio
Peso de la muestra secada en horno al aire	gr	2,980	2,997	
Peso de la muestra en estado SSS al aire	gr	3,027	3,041	
Peso de la muestra saturada en agua	gr	1,924	1,936	
<b>Peso especifico base seca</b>	gr/cm3	2.70	2.71	<b>2.71</b>
Peso especifico base SSS	gr/cm3	2.74	2.75	2.75
<b>Absorcion</b>	%	1.6	1.5	<b>1.6</b>

**OBSERVACIONES:**

La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.

La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

  
-----  
**Carla Evelin Vargas Toribio**  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

**QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.**

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

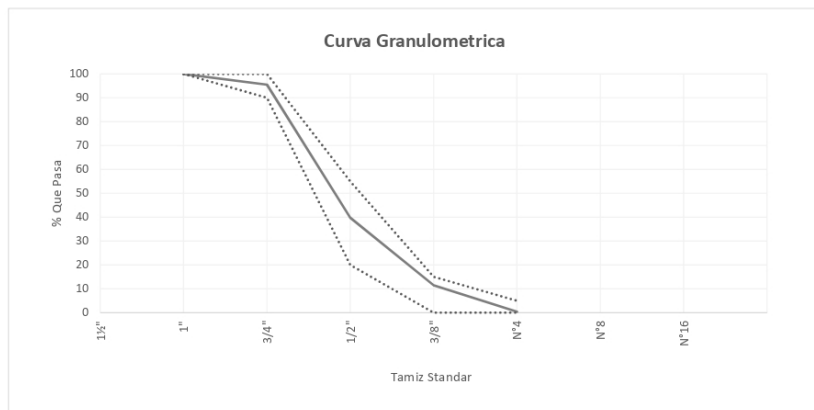
**Figura 33.** Certificado de peso específico y absorción del agregado grueso.




**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
NORMA DE ENSAYO NTP 400.012

SOLICITANTE : JUAN VERTIZ ALMENGOR  
 MATERIAL : AGREGADO GRUESO - PIEDRA CHANCADA 3/4"  
 PROCEDENCIA : CANTERA QUEBRADA EL LEON - EL MILAGRO - HUANCHACO - TRUJILLO  
 FECHA DE ENSAYO : 18/10/2021

Tamiz Estándar	Abert. (mm)	Peso Reten. (gr)	% Reten. Parcial	% Reten. Acum.	% Que Pasa	Límites Huso 6 (NTP 400.037)		Datos de la muestra
						Mínimo	Máximo	
1 1/2"	37.50							
1"	25.00	0	0.0	0.0	100.0	100	100	<b>Características físicas:</b> Tamaño Max. Nom.: 3/4" Cont. de Humedad: 0.4 % Modulo de Finura: 6.92
3/4"	19.00	227	4.5	4.5	95.5	90	100	
1/2"	12.50	2794	55.7	60.2	39.8	20	55	
3/8"	9.50	1418	28.3	88.5	11.5	0	15	
N°4	4.75	559	11.1	99.6	0.4	0	5	
N°8	2.36	10	0.2	99.8	0.2			
N°16	1.18	8	0.0	99.8	0.2			
Fondo	-	8	0.2	100.0	0.0			
		<b>5016</b>	<b>100.0</b>					



**OBSERVACIONES:**  
 La muestra del material fue proporcionada por el Solicitante.  
 La identificación y procedencia del material es información proporcionada por el Solicitante.

  
 -----  
**Caria Evelin Vargas Toribio**  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 170889

**QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.**  
 AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 34.** Certificado de la granulometría del agregado grueso.



## INFORME DE ENSAYO TFC-012-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 21/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACCELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON A/C = 0.45

COD MUESTRA : AC(0.45)

### 2. TIPO DE ENSAYO:

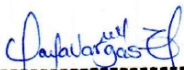
DETERMINACION DE TIEMPOS DE FRAGUADO DE MEZCLAS DE CONCRETO POR RESISTENCIA A LA PENETRACION  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.082)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Hora de Prueba	Tiempo Acum. (min)	Carga Test 1 (lbs)	Carga Test 2 (lbs)	Carga Test 3 (lbs)	Carga Promedio (lbs)	Aguja Penetracion (N°)	Diametro Aguja (plg)	Area Aguja (plg <sup>2</sup> )	Resistencia Penetracion (psi)	Temp. Ambiente (°C)	Temp. Concreto (°C)
09:17	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0	21.6	24.0
14:32	315	96	88	100	95	1	1.128	1.000	95	23.6	24.2
15:35	378	82	99	91	91	2	0.798	0.500	181	23.5	24.0
16:30	433	91	79	84	85	3	0.564	0.250	339	22.9	23.9
17:28	491	82	95	89	89	4	0.357	0.100	887	22.4	23.9
18:32	555	79	81	91	84	5	0.252	0.050	1673	21.7	23.8
19:37	620	84	77	86	82	6	0.178	0.025	3293	20.6	23.6

### NOTAS

1. La Información del Solicitante es proporcionada por el Cliente.
2. El diseño de mezcla y los materiales utilizados en la preparación de la muestra han sido proporcionadas por el Cliente.

  
-----  
Caria Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 35.** Certificado del tiempo de fraguado para el concreto patrón.



## INFORME DE ENSAYO TFC-013-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 21/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO A/C = 0.45 + ADITIVO SIKACEM ACELERANTE (1%)

COD MUESTRA : AC(0.45)A1

### 2. TIPO DE ENSAYO:


DETERMINACION DE TIEMPOS DE FRAGUADO DE MEZCLAS DE CONCRETO POR RESISTENCIA A LA PENETRACION  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.082)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Hora de Prueba	Tiempo Acum. (min)	Carga Test 1 (lbs)	Carga Test 2 (lbs)	Carga Test 3 (lbs)	Carga Promedio (lbs)	Aguja Penetracion (N°)	Diametro Aguja (plg)	Area Aguja (plg <sup>2</sup> )	Resistencia Penetracion (psi)	Temp. Ambiente (°C)	Temp. Concreto (°C)
10:24	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0	21.8	24.0
14:25	241	82	90	87	86	1	1.128	1.000	86	23.2	24.4
15:22	298	94	101	85	93	2	0.798	0.500	187	23.4	24.2
16:26	362	93	92	97	94	3	0.564	0.250	376	22.8	24.1
17:20	416	82	94	99	92	4	0.357	0.100	917	22.5	24.0
18:22	478	83	87	95	88	5	0.252	0.050	1767	21.9	23.9
19:19	535	83	80	76	80	6	0.178	0.025	3187	20.7	23.9

#### NOTAS

1. La Información del Solicitante es proporcionada por el Cliente.
2. El diseño de mezcla y los materiales utilizados en la preparación de la muestra han sido proporcionadas por el Cliente.

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 36.** Certificado del tiempo de fraguado para el concreto con 1% de Sikacem Acelerante.



## INFORME DE ENSAYO TFC-014-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 21/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO A/C = 0.45 + ADITIVO SIKACEM ACELERANTE (1.5%)

COD MUESTRA : AC(0.45)A1.5

### 2. TIPO DE ENSAYO:


DETERMINACION DE TIEMPOS DE FRAGUADO DE MEZCLAS DE CONCRETO POR RESISTENCIA A LA PENETRACION  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.082)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Hora de Prueba	Tiempo Acum. (min)	Carga Test 1 (lbs)	Carga Test 2 (lbs)	Carga Test 3 (lbs)	Carga Promedio (lbs)	Aguja Penetracion (N°)	Diametro Aguja (plg)	Area Aguja (plg <sup>2</sup> )	Resistencia Penetracion (psi)	Temp. Ambiente (°C)	Temp. Concreto (°C)
11:38	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0	22.4	23.5
15:40	242	107	102	116	108	1	1.128	1.000	108	23.3	23.9
16:43	305	104	118	105	109	2	0.798	0.500	218	22.7	23.9
17:37	359	99	111	107	106	3	0.564	0.250	423	22.5	23.8
18:42	424	100	109	103	104	4	0.357	0.100	1040	21.7	23.7
19:38	480	97	106	104	102	5	0.252	0.050	2047	20.6	23.6
20:35	537	95	102	98	98	6	0.178	0.025	3933	20.2	23.6

### NOTAS

1. La Información del Solicitante es proporcionada por el Cliente.
2. El diseño de mezcla y los materiales utilizados en la preparación de la muestra han sido proporcionadas por el Cliente.

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 37.** Certificado del tiempo de fraguado para el concreto con 1.5% de Sikacem Acelerante.



## INFORME DE ENSAYO TFC-015-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 21/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO A/C = 0.45 + ADITIVO SIKACEM ACELERANTE (2%)

COD MUESTRA : AC(0.45)A2

### 2. TIPO DE ENSAYO:


DETERMINACION DE TIEMPOS DE FRAGUADO DE MEZCLAS DE CONCRETO POR RESISTENCIA A LA PENETRACION  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.082)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Hora de Prueba	Tiempo Acum. (min)	Carga Test 1 (lbs)	Carga Test 2 (lbs)	Carga Test 3 (lbs)	Carga Promedio (lbs)	Aguja Penetracion (N°)	Diametro Aguja (plg)	Area Aguja (plg <sup>2</sup> )	Resistencia Penetracion (psi)	Temp. Ambiente (°C)	Temp. Concreto (°C)
12:20	0	0	0	0	0	0	0.000	0.000	0	23.2	23.0
16:20	240	138	124	133	132	1	1.128	1.000	132	22.8	23.3
17:22	302	122	119	127	123	2	0.798	0.500	245	22.5	23.4
18:18	358	119	116	123	119	3	0.564	0.250	477	21.9	23.3
19:21	421	113	120	118	117	4	0.357	0.100	1170	20.7	23.1
20:23	483	106	115	120	114	5	0.252	0.050	2273	20.4	23.0
21:19	539	111	109	117	112	6	0.178	0.025	4493	20.2	23.0

#### NOTAS

1. La Información del Solicitante es proporcionada por el Cliente.
2. El diseño de mezcla y los materiales utilizados en la preparación de la muestra han sido proporcionadas por el Cliente.

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 38.** Certificado del tiempo de fraguado para el concreto con 2% de Sikacem Acelerante.



## INFORME DE ENSAYO N° 1615-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 22/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON A/C = 0.45

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.45)-1		21/10/2021	22/10/2021	1	10.0	78.54	10328	131		2
AC(0.45)-2		21/10/2021	22/10/2021	1	10.0	78.54	10309	131		2
AC(0.45)-3		21/10/2021	22/10/2021	1	10.0	78.54	9791	125		5
Promedio								129		

#### NOTAS

1. El muestreo, elaboracion de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificacion de probetas, resistencia especificada (f'c), e informacion del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una maquina de compresion automatica marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibracion N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribucion de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 39.** Certificado de resistencia a la compresión a 1 día de curado para el concreto patrón.



## INFORME DE ENSAYO N° 1616-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 22/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON A/C = 0.45 + ADITIVO SIKACEM ACELERANTE (1%)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.45)A1-1		21/10/2021	22/10/2021	1	10.0	78.54	11968	152		2
AC(0.45)A1-2		21/10/2021	22/10/2021	1	10.0	78.54	11658	148		2
AC(0.45)A1-3		21/10/2021	22/10/2021	1	10.0	78.54	12006	153		1
Promedio								151		

#### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f<sub>c</sub>), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 40.** Certificado de resistencia a la compresión a 1 día de curado para el concreto con 1% de Sikacem Acelerante.





## INFORME DE ENSAYO N° 1617-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 22/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON A/C = 0.45 + ADITIVO SIKACEM ACELERANTE (1.5%)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.45)A1.5-1		21/10/2021	22/10/2021	1	10.0	78.54	12530	160		2
AC(0.45)A1.5-2		21/10/2021	22/10/2021	1	10.0	78.54	13196	168		1
AC(0.45)A1.5-3		21/10/2021	22/10/2021	1	10.0	78.54	12952	165		1
Promedio								164		

#### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 41.** Certificado de resistencia a la compresión a 1 día de curado para el concreto con 1.5% de Sikacem Acelerante.



## INFORME DE ENSAYO N° 1618-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 22/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON A/C = 0.45 + ADITIVO SIKACEM ACELERANTE (2.0%)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diámetro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.45)A2-1		21/10/2021	22/10/2021	1	10.0	78.54	14185	181		1
AC(0.45)A2-2		21/10/2021	22/10/2021	1	10.0	78.54	14159	180		1
AC(0.45)A2-3		21/10/2021	22/10/2021	1	10.0	78.54	13473	172		2
Promedio								178		

#### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f<sub>c</sub>), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 42.** Certificado de resistencia a la compresión a 1 día de curado para el concreto con 2% de Sikacem Acelerante.



## INFORME DE ENSAYO N° 1629-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 23/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON A/C = 0.45

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.45)-4		21/10/2021	23/10/2021	2	10.0	78.54	14223	181		2
AC(0.45)-5		21/10/2021	23/10/2021	2	10.0	78.54	15368	196		1
AC(0.45)-6		21/10/2021	23/10/2021	2	10.0	78.54	13646	174		2
Promedio								184		

#### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 43.** Certificado de resistencia a la compresión a 2 días de curado para el concreto patrón.



## INFORME DE ENSAYO N° 1630-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 23/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON A/C = 0.45 + ADITIVO SIKACEM ACELERANTE (1%)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Díametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.45)A1-4		21/10/2021	23/10/2021	2	10.0	78.54	17251	220		1
AC(0.45)A1-5		21/10/2021	23/10/2021	2	10.0	78.54	16913	215		2
AC(0.45)A1-6		21/10/2021	23/10/2021	2	10.0	78.54	16638	212		2
Promedio								216		

#### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 44.** Certificado de resistencia a la compresión a 2 días de curado para el concreto con 1% de Sikacem Acelerante.



## INFORME DE ENSAYO N° 1631-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 23/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON A/C = 0.45 + ADITIVO SIKACEM ACELERANTE (1.5%)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.45)A1.5-4		21/10/2021	23/10/2021	2	10.0	78.54	18276	233		1
AC(0.45)A1.5-5		21/10/2021	23/10/2021	2	10.0	78.54	17909	228		1
AC(0.45)A1.5-6		21/10/2021	23/10/2021	2	10.0	78.54	17554	224		2
Promedio								228		

#### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 45.** Certificado de resistencia a la compresión a 2 días de curado para el concreto con 1.5% de Sikacem Acelerante.



## INFORME DE ENSAYO N° 1632-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 23/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON A/C = 0.45 + ADITIVO SIKACEM ACELERANTE (2.0%)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Díametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (kg)	Resistencia Compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.45)A2-4		21/10/2021	23/10/2021	2	10.0	78.54	19642	250		2
AC(0.45)A2-5		21/10/2021	23/10/2021	2	10.0	78.54	20611	262		1
AC(0.45)A2-6		21/10/2021	23/10/2021	2	10.0	78.54	19387	247		2
Promedio								253		

#### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 46.** Certificado de resistencia a la compresión a 2 días de curado para el concreto con 2% de Sikacem Acelerante.



## INFORME DE ENSAYO N° 1636-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 24/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON A/C = 0.45

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Dímetro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.45)-7		21/10/2021	24/10/2021	3	10.0	78.54	18422	235		2
AC(0.45)-8		21/10/2021	24/10/2021	3	10.0	78.54	19165	244		1
AC(0.45)-9		21/10/2021	24/10/2021	3	10.0	78.54	18469	235		2
Promedio								238		

#### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PTLF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 47.** Certificado de resistencia a la compresión a 3 días de curado para el concreto patrón.



## INFORME DE ENSAYO N° 1637-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 24/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON A/C = 0.45 + ADITIVO SIKACEM ACELERANTE (1%)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Dímetro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.45)A1-7		21/10/2021	24/10/2021	3	10.0	78.54	20839	265		2
AC(0.45)A1-8		21/10/2021	24/10/2021	3	10.0	78.54	20945	267		1
AC(0.45)A1-9		21/10/2021	24/10/2021	3	10.0	78.54	21410	273		1
Promedio								268		

#### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PTLF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 48.** Certificado de resistencia a la compresión a 3 días de curado para el concreto con 1% de Sikacem Acelerante.





## INFORME DE ENSAYO N° 1638-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 24/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON A/C = 0.45 + ADITIVO SIKACEM ACELERANTE (1.5%)

### 2. TIPO DE ENSAYO:

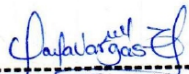
RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.45)A1.5-7		21/10/2021	24/10/2021	3	10.0	78.54	23132	295		1
AC(0.45)A1.5-8		21/10/2021	24/10/2021	3	10.0	78.54	22240	283		2
AC(0.45)A1.5-9		21/10/2021	24/10/2021	3	10.0	78.54	22896	292		1
Promedio								290		

### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD/2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 49.** Certificado de resistencia a la compresión a 3 días de curado para el concreto con 1.5% de Sikacem Acelerante.



## INFORME DE ENSAYO N° 1639-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 24/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON A/C = 0.45 + ADITIVO SIKACEM ACELERANTE (2.0%)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.45)A2-4		21/10/2021	24/10/2021	3	10.0	78.54	24628	314		1
AC(0.45)A2-5		21/10/2021	24/10/2021	3	10.0	78.54	24007	306		2
AC(0.45)A2-6		21/10/2021	24/10/2021	3	10.0	78.54	23715	302		2
Promedio								307		

#### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 50.** Certificado de resistencia a la compresión a 3 días de curado para el concreto con 2% de Sikacem Acelerante.



## INFORME DE ENSAYO N° 1641-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 25/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON A/C = 0.45

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diámetro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.45)-10		21/10/2021	25/10/2021	4	10.0	78.54	19949	254		1
AC(0.45)-11		21/10/2021	25/10/2021	4	10.0	78.54	20577	262		1
AC(0.45)-12		21/10/2021	25/10/2021	4	10.0	78.54	19792	252		2
Promedio								256		

#### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 51.** Certificado de resistencia a la compresión a 4 días de curado para el concreto patrón.



## INFORME DE ENSAYO N° 1642-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 25/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON A/C = 0.45 + ADITIVO SIKACEM ACELERANTE (1%)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Díametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.45)A1-10		21/10/2021	25/10/2021	4	10.0	78.54	22227	283		2
AC(0.45)A1-11		21/10/2021	25/10/2021	4	10.0	78.54	23405	298		1
AC(0.45)A1-12		21/10/2021	25/10/2021	4	10.0	78.54	22620	288		1
Promedio								290		

#### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f<sub>c</sub>), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 52.** Certificado de resistencia a la compresión a 4 días de curado para el concreto con 1% de Sikacem Acelerante.



## INFORME DE ENSAYO N° 1643-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 25/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE  
CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON A/C = 0.45 + ADITIVO SIKACEM ACELERANTE (1.5%)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificación Testigo	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboración	Fecha de Ensayo	Edad (Días)	Dímetro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.45)A1.5-10		21/10/2021	25/10/2021	4	10.0	78.54	24112	307		2
AC(0.45)A1.5-11		21/10/2021	25/10/2021	4	10.0	78.54	23955	305		2
AC(0.45)A1.5-12		21/10/2021	25/10/2021	4	10.0	78.54	24504	312		1
Promedio								308		

#### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f<sub>c</sub>), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 53.** Certificado de resistencia a la compresión a 4 días de curado para el concreto con 1.5% de Sikacem Acelerante.



## INFORME DE ENSAYO N° 1644-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emision: 25/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON A/C = 0.45 + ADITIVO SIKACEM ACELERANTE (2%)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.45)A2-10		21/10/2021	25/10/2021	4	10.0	78.54	25918	330		1
AC(0.45)A2-11		21/10/2021	25/10/2021	4	10.0	78.54	25761	328		2
AC(0.45)A2-12		21/10/2021	25/10/2021	4	10.0	78.54	27096	345		1
Promedio								334		

#### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f<sub>c</sub>), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 54.** Certificado de resistencia a la compresión a 4 días de curado para el concreto con 2% de Sikacem Acelerante.



## INFORME DE ENSAYO N° 1652-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 26/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON A/C = 0.45

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.45)-10		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	21858	278		2
AC(0.45)-11		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	22272	284		1
AC(0.45)-12		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	22415	285		1
AC(0.45)-13		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	21862	278		1
AC(0.45)-14		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	19321	246		2
AC(0.45)-15		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	21820	278		1
Promedio								275		

#### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 55.** Certificado de resistencia a la compresión a 5 días de curado para el concreto patrón.



## INFORME DE ENSAYO N° 1653-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 26/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON A/C = 0.45 + ADITIVO SIKACEM ACELERANTE (1%)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.45)A1-10		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	23033	293		2
AC(0.45)A1-11		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	23416	298		1
AC(0.45)A1-12		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	24334	310		1
AC(0.45)A1-13		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	23713	302		2
AC(0.45)A1-14		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	24380	310		1
AC(0.45)A1-15		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	22981	293		1
Promedio								301		

### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 56.** Certificado de resistencia a la compresión a 5 días de curado para el concreto con 1% de Sikacem Acelerante.





## INFORME DE ENSAYO N° 1654-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 26/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON A/C = 0.45 + ADITIVO SIKACEM ACELERANTE (1.5%)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm <sup>2</sup> )	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.45)A1.5-10		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	25470	324		1
AC(0.45)A1.5-11		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	25028	319		1
AC(0.45)A1.5-12		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	24592	313		2
AC(0.45)A1.5-13		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	24965	318		2
AC(0.45)A1.5-14		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	25274	322		1
AC(0.45)A1.5-15		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	25047	319		1
Promedio								319		

### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 57.** Certificado de resistencia a la compresión a 5 días de curado para el concreto con 1.5% de Sikacem Acelerante.



## INFORME DE ENSAYO N° 1655-2021-QCE/TRJ

Fecha de Emisión: 26/10/2021

### 1. INFORMACION DEL SOLICITANTE

SOLICITANTE : JUAN AUGUSTO VERTIZ ALMENGOR

PROYECTO : INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKACEM ACELERANTE EN EL TIEMPO DE FRAGUADO Y RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CONCRETOS DE ALTA RESISTENCIA INICIAL, TRUJILLO

ID MUESTRA : CONCRETO PATRON A/C = 0.45 + ADITIVO SIKACEM ACELERANTE (2%)

### 2. TIPO DE ENSAYO:


RESISTENCIA A LA COMPRESION DE TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO  
(Norma de Ensayo ASTM C39/NTP 339.034)

### 3. RESULTADO DE ENSAYOS:

Identificacion Testigo	f'c (kg/cm2)	Fecha de Elaboracion	Fecha de Ensayo	Edad (Dias)	Diametro (cm)	Area (cm2)	Carga Maxima (kg)	Resistencia Compresion (kg/cm2)	Porcentaje Resistencia	Tipo de Falla
AC(0.45)A2-10		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	27036	344		1
AC(0.45)A2-11		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	26855	342		1
AC(0.45)A2-12		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	26409	336		2
AC(0.45)A2-13		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	27114	345		1
AC(0.45)A2-14		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	26750	341		1
AC(0.45)A2-15		21/10/2021	26/10/2021	5	10.0	78.54	26598	339		2
Promedio								341		

### NOTAS

1. El muestreo, elaboración de testigos, transporte al laboratorio y curado, han sido ejecutados por el Solicitante.
2. La identificación de probetas, resistencia especificada (f'c), e información del solicitante, son datos proporcionados por el Cliente.
3. Los ensayos se realizaron en una máquina de compresión automática marca ALFA, Modelo B-001/LCD2, N° Serie 050220/21, de 2000 kN de capacidad. Con certificado de calibración N° PT-LF-061-2021, con velocidad de carga conforme a la Norma ASTM C39
4. Se usaron almohadillas de neopreno como elementos de distribución de carga, conforme a la Norma ASTM C1231
5. Los tipos de falla indicados en los resultados corresponden a los descritos en la norma ASTM C39

  
-----  
Carla Evelin Vargas Toribio  
ING. CIVIL  
R. CIP. N° 170889

QUALITY CONTROL EXPRESS S.A.C.

AV. America Sur 4138 Urb. San Andres III Etapa - Trujillo // (044) 705879 - 951441959 // ventas@qce.com.pe

**Figura 58.** Certificado de resistencia a la compresión a 5 días de curado para el concreto con 2% de Sikacem Acelerante.



**Figura 59.** Laboratorio donde se realizaron los ensayos.



**Figura 60.** Realización del ensayo de peso unitario del agregado fino.





**Figura 61.** Materiales para elaborar el concreto según el diseño de mezcla.



**Figura 62.** Realización del ensayo de asentamiento.



**Figura 63.** Sensores midiendo la temperatura de las probetas.





**Figura 64.** Realización del ensayo de rotura de probetas.



## PROCEDIMIENTO NORMATIVO

- **Granulometría de los agregados. (NTP.400.012, 2013, p.6).**
  - Secar la muestra a peso constante a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
  - Seleccionar tamaños adecuados de tamices para proporcionar la información requerida por las especificaciones que cubran el material a ser ensayado.
  - Encajar los tamices en orden de abertura decreciente desde la tapa hasta el fondo y colocar la muestra sobre el tamiz superior.
  - Agitar los tamices manualmente o por medio de un aparato mecánico por un período suficiente.
  - Limitar la cantidad de material sobre el tamiz utilizado de tal manera que todas las partículas tengan la oportunidad de alcanzar la abertura del tamiz un número de veces durante la operación de tamizado.
  - Continuar el tamizado por un período suficiente, de tal manera que al final no más del 1 % de la masa del residuo sobre uno de los tamices, pasará a través de él durante 1 min de tamizado manual como sigue: Sostener firmemente el tamiz individual con su tapa y fondo bien ajustado en posición ligeramente inclinada en una mano. Golpear el filo contra el talón de la otra mano con un movimiento hacia arriba y a una velocidad de cerca de 150 veces por min, girando el tamiz un sexto de una revolución por cada 25 golpes.
  - Calcular el porcentaje que pasa, los porcentajes totales retenidos, o los porcentajes sobre cada tamiz, aproximando al 0,1 % más cercano de la masa seca inicial de la muestra.
  - Cuando se requiera, calcular el módulo de fineza, sumando el porcentaje acumulado retenido de material de cada uno de los siguientes tamices (porcentaje· acumulado retenido) y dividir la suma entre 100: 150  $\mu\text{m}$  (N° 100); 300  $\mu\text{m}$  (N° 50); 600  $\mu\text{m}$  (N° 30); 1,18 mm (N° 16); 2,36 mm (N° 8); 4,75 mm (N° 4); 9,5 mm (3/8 de

pulgada); 19,0 mm (3/4 de pulgada); 37,5 mm (1 1/2 pulgada) y mayores; incrementando en la relación 2 a 1.

➤ **Contenido de humedad de los agregados. (NTP.339.185, 2013, p.5).**

- Determinar la masa de la muestra con una precisión del 0,1 %.
- Secar la muestra completamente en el recipiente por medio de la fuente de calor elegida, teniendo cuidado de evitar la pérdida de las partículas. La muestra estará suficientemente seca cuando la aplicación de calor adicional cause o pueda causar menos de 0,1 % de pérdida adicional de masa.
- Determinar la masa de la muestra seca con una aproximación de 0,1 % después que se haya secado y enfriado lo suficiente para no dañar la balanza.
- Calcular el contenido de humedad total evaporable de la siguiente manera:

$$P = \frac{100 (W - D)}{D}$$

Dónde,

P = Contenido total de humedad evaporable de la muestra en porcentaje.

W = Masa de la muestra húmeda original en gramos.

D = Masa de la muestra seca en gramos.

➤ **Peso específico y absorción de los agregados**

❖ **Peso específico y absorción del agregado grueso. (NTP.400.021, 2013, p.8).**

- Secar la muestra de ensayo en una estufa hasta una masa constante a una temperatura de 110 °C ± 5 °C.
- Posteriormente sumergir el agregado en agua a temperatura ambiente, durante un período de 24 h ± 4 h.
- Retirar la muestra del agua y hacer rodar sobre un paño absorbente grande, hasta que se eliminan todas las partículas visibles de agua.

- Determinar la masa de la muestra de ensayo, en la condición de superficie saturada seca. Anotar ésta y todas las masas posteriores cercanas a 0,5 g ó 0,05 % de la masa de la muestra, lo que sea más cercano.
- Después de la determinación de la masa en aire, colocar inmediatamente la muestra saturada superficialmente seca en el recipiente de la muestra y determinar su masa aparente en agua a  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Secar la muestra de ensayo en la estufa hasta una masa constante, a temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , enfriar en aire a temperatura ambiente durante 1 h a 3 h, o hasta que el agregado se ha enfriado a una temperatura que es apropiada para la manipulación (aproximadamente  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) y determinar la masa.
- Calcular la densidad y absorción en base al agregado secado al horno:

$$PeM = 997.5 \left[ \frac{A}{B - C} \right]$$

$$\%Abs = \left[ \frac{B - A}{A} \right] * 100$$

Dónde,

A: Peso de la muestra seca al horno (g).

B: Peso de la muestra SSS, en el aire (g).

C: Peso sumergido de la muestra SSS (g).

❖ **Peso específico y absorción del agregado fino. (NTP.400.022, 2013, p.10).**

- Llenar parcialmente el picnómetro con agua. Introducir en el picnómetro 500 g  $\pm$  10 g de agregado fino de saturada seca superficialmente, preparado como se describe en el capítulo 7, y llenar de agua adicional hasta aproximadamente el 90 % de su capacidad.

- Rodar, invertir o agitar manualmente el picnómetro (o utilizar una combinación de estas acciones) para eliminar las burbujas de aire visibles.
- Retirar el agregado fino del picnómetro, secar en el horno a una masa constante, a temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , enfriar aire a temperatura ambiente durante  $1\text{ h} \pm 1/2\text{ h}$ , y determinar la masa.
- Determinar la masa del picnómetro lleno a su capacidad de calibración con agua a  $23,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Calcular la densidad en base al agregado secado al horno de la siguiente manera:

$$PeM = 997.5 \left[ \frac{A}{B - C} \right]$$

$$\%Abs = \left[ \frac{B - A}{A} \right] * 100$$

Dónde,

A: Peso de la muestra seca (g).

B: Peso del frasco con de agua hasta la marca de calibración (g).

S: Peso de la arena SSS (g).

C: Peso del frasco lleno con agua y arena (g).

➤ **Peso unitario de los agregados. (NTP.400.017, 2011, p.8).**

- Peso unitario suelto
  - Llenar el recipiente hasta el reboce con una pala o cucharón, descargando el agregado de una altura que no exceda 50 mm encima del borde superior del mismo.
  - Nivelar la superficie del agregado con los dedos o una espátula de manera que cualquier proyección leve de las partículas más grandes del agregado grueso aproximadamente equilibren los vacíos mayores en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.
  - Determinar la masa del recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío, y registrar los valores con exactitud de 0,05 kg.

- Peso unitario compactado
- Llenar el recipiente a un tercio del total y nivelar la superficie con los dedos. Apisonar la capa de agregado con 25 golpes con la varilla de apisonado uniformemente distribuido sobre la superficie.
- Llenar el recipiente a los 2 tercios del total y nuevamente nivelar y apisonar como anteriormente.
- Finalmente, llenar el recipiente a sobre-volumen y apisonar nuevamente de la forma indicada líneas arriba.
- Nivelar la superficie del agregado con los dedos o una espátula de manera que cualquier proyección leve de las partículas más grandes del agregado grueso aproximadamente equilibre los vacíos mayores en la superficie por debajo de la parte superior del recipiente.
- Determinar la masa del recipiente más su contenido, y la masa del recipiente vacío, y registrar los valores con exactitud de 0,05 kg.
- Por último, aplicamos la siguiente fórmula para ambos procedimientos:

$$PU = \frac{G - T}{V}$$

Dónde,

PU = Peso unitario.

G = Masa (kg).

T = Masa del recipiente (kg).

V = Volumen del recipiente (m<sup>3</sup>).

#### ➤ **Diseño de mezcla**

El diseño de mezcla se realizará por el método de combinación de los agregados, teniendo en cuenta los valores de la caracterización de agregados realizada previamente. Se realizará un diseño por cada

dosificación de aditivo, haciendo un total de 4 para porcentajes de 0%, 1%, 1.5% y 2%.

➤ **Temperatura del concreto. (NTP.339.184, 2013, p.4).**

- Colocar el dispositivo de medición de temperatura en la mezcla de concreto fresco, de tal modo que el sensor esté sumergido un mínimo de 75 mm. Presionar levemente el concreto en la superficie alrededor del dispositivo de medición de temperatura para que la temperatura ambiente no afecte la lectura.
- Dejar introducido el dispositivo medidor de temperatura en el concreto fresco por un mínimo de 2 minutos, pero no más de 5 minutos, y a continuación leer y registrar la temperatura, con una precisión de 0,5 °C. No retirar el dispositivo del concreto durante la lectura de la temperatura.

➤ **Asentamiento del concreto. ((NTP.339.035, 2009, p.6).**

- Humedecer el molde de metal no atacable por pasta de cemento y se coloca sobre una superficie plana, rígida, no absorbente y húmeda.
- Fijar el molde firmemente en su lugar durante el llenado pisando las aletas o asegurando las abrazaderas a la placa de base, manteniendo limpio el perímetro.
- Llenar el molde con la muestra de concreto obtenido, vaciando el concreto en tres capas, de modo que cada capa corresponda a aproximadamente a la tercera parte del volumen del molde. Se coloca el concreto en el molde usando el cucharón de tamaño apropiado y forma adecuada para obtener la cantidad suficiente y representativa de concreto del recipiente que contiene la muestra. El concreto se vacía moviendo el cucharón alrededor del perímetro del molde, para asegurar la distribución del concreto con la mínima segregación.
- Compactar aplicando 25 golpes con la barra compactadora cilíndrica de acero liso, de 16 mm de diámetro y aproximadamente

600 mm de longitud, que tiene su extremo de compactación, o ambos, redondeado a una semiesfera con un diámetro de 16 mm; distribuidos y aplicados uniformemente en toda la sección de la capa. En la capa inferior es necesario inclinar un poco la barra y dar la mitad de los golpes cerca del perímetro, acercándose progresivamente en espiral hacia el centro de la sección. La capa inferior se compacta en todo su espesor. La segunda capa y la capa superior se compactan a través de todo su espesor, procurando que la barra penetre ligeramente en la capa inmediata inferior.

- Llenar el molde por exceso antes de compactar la última capa. Si como resultado de la operación de varillado hubiere una deficiencia material, se debe añadir la cantidad suficiente para mantener un exceso de concreto sobre la parte superior del molde en todo momento.
- Enrasar rodando la barra compactadora sobre el borde superior del molde. Se continúa asegurando el molde firmemente contra la base y se elimina el concreto sobrante alrededor del molde para evitar interferencias con el movimiento del concreto que se asienta.
- Retirar inmediatamente el molde del concreto levantándolo cuidadosamente en dirección vertical. Se levanta el molde una altura de 300 mm en  $5 \text{ s} \pm 2 \text{ s}$  con un movimiento ascendente firme, evitándose los movimientos laterales o torsionales. La operación completa desde el principio de llenado del molde hasta su retiro se hará sin interrupción y en un tiempo no mayor de 2,5 min.
- Medir inmediatamente el asentamiento, determinado por la diferencia entre la altura del molde y la del centro desplazado de la cara superior del cono deformado. En caso de que se presente una falla por corte, donde se aprecia una separación de una parte de la masa, este ensayo será desechado y debe realizarse uno nuevo con otra parte de la muestra.

➤ **Peso unitario del concreto. (NTP.339.046, 2008, p.5).**

- Seleccionar el método de consolidación del concreto en ensayo, en función del asentamiento del mismo. Los métodos de consolidación son apisonado y vibración interior. Para concretos con un asentamiento mayor que 75 mm se debe aplicar el método de apisonado. Para concretos con asentamiento entre 25 mm a 75 mm se aplica apisonado o vibrado. Concretos con asentamiento menor de 25 mm se debe aplicar el método de consolidación por vibración.
- Colocar el concreto en el recipiente de medición usando la cuchara de tamaño apropiado para que la cantidad de concreto obtenido del recipiente de muestreo, sea representativa y suficiente tal que no se derrame durante su colocación en el recipiente de medición. Se mueve la cuchara alrededor del perímetro interno del recipiente de medición para asegurar una distribución homogénea del concreto con segregación mínima.
- Colocar el concreto en el recipiente de medición.
- Apisonar cada capa con 25 golpes de la barra compactadora cilíndrica recta, de acero de 16 mm de diámetro y aproximadamente 600 mm de longitud, teniendo su extremo de compactación redondeado a una punta semiesférica de diámetro 16 mm; cuando se utilicen recipientes de medida nominal de 14 L o más pequeños; 50 golpes cuando se utilicen recipientes de medida nominal de 28 L y un golpe por cada 15 cm<sup>2</sup> de superficie para recipientes de medición más grandes. Apisonar la capa del fondo a través de todo su espesor, pero evitando que la barra compactadora no golpee fuertemente el fondo del recipiente. Distribuir los golpes uniformemente sobre la sección transversal del recipiente y para la segunda y tercera capa, la barra compactadora debe penetrar aproximadamente 25 mm en la capa subyacente.
- Golpear, después de que cada capa ha sido apisonada, con el mazo (de cabeza de caucho o cuero) que tenga una masa de 600 ± 200 g para usar con recipientes de medición de 14 L o más pequeños, y un mazo con masa de 1 000 ± 200 g para usar con recipientes más grandes; los lados del recipiente, 10 a 15 veces, usando la



fuerza apropiada para cerrar cualquier poro causado por la barra de apisonado y eliminar las burbujas grandes de aire atrapadas.

- Agregar la última capa para evitar el sobrellenado. En la consolidación de la capa final, el recipiente de medición no debe contener un exceso sustancial o falta de concreto. Un exceso de concreto que sobresale aproximadamente 3 mm sobre el borde superior del recipiente se considera óptimo. Una cantidad pequeña de concreto puede agregarse para corregir la falta de material. Si el recipiente de medida contiene un gran exceso de concreto a la realización de consolidación de la capa final, quitar una porción representativa de éste del exceso con una paleta o cucharón grande.
- Alisar y terminar suavemente la superficie del concreto del borde superior del recipiente con la placa plana de alisado que se usa con gran cuidado para dejar el recipiente de medida nivelado y lleno. Se logra un mejor terminado de la superficie presionando la placa de alisado sobre los 2/3 de la superficie del concreto del borde superior del recipiente de medida para cubrir y retirando la placa con un movimiento de sierra terminado sólo el área originalmente cubierta. Colocar la placa en la cima de la medida, cubrir el original dos terceras partes de la superficie y continuar con la presión vertical y un movimiento serrando para cubrir la superficie entera de la medida y continuar avanzando hasta que resbale completamente fuera de la medida. Varios golpes finales con el borde inclinado del plato producirán una superficie acabada lisa.
- Limpiar todo el concreto en exceso y adherido a las paredes exteriores del recipiente de medición y luego se determina la masa del hormigón con una exactitud de 45g.
- Hallar el peso unitario del concreto:

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

Dónde,

Pu: Peso unitario del concreto.

Mc: Masa del recipiente de medida lleno de concreto.

Mm: Masa del recipiente de medida vacío.

Vm: Volumen del molde.

➤ **Tiempo de fraguado del concreto. (NTP.339.082, 2011, p.7).**

- Se extraerá una muestra de mortero que se obtendrá por tamizado de una muestra representativa del concreto en estado fresco. Este será colocado en un recipiente y será almacenado a una temperatura ambiente especificada. A intervalos regulares de tiempo, se obtendrá la resistencia a la penetración del mortero usando las agujas establecidas en la norma. De una curva de resistencia a la penetración vs el tiempo transcurrido se determinarán los tiempos de fraguado inicial y final.
- Sabiendo que el fraguado del concreto es un proceso gradual, la definición de tiempos de fraguado necesariamente tendrá que ser arbitraria. En este método de ensayo, los tiempos necesarios para que el mortero alcance valores especificados de resistencia a la penetración, son usados para delimitar los tiempos de fraguado.
- Antes de hacer el ensayo de penetración, se sacará el agua de la superficie del mortero por medio de una pipeta o instrumento adecuado. Para facilitar la recolección del agua de exudación, se debe inclinar el espécimen con delicadeza hasta formar un ángulo de 10° aproximadamente con la horizontal, insertando un sólido bajo uno de los lados, 2 minutos antes de remover del agua.
- introducir la aguja de medida correcta en el equipo de resistencia a la penetración y se colocará la superficie de la aguja en contacto con la superficie del mortero.
- Usar, de forma gradual y uniformemente, una fuerza vertical hacia abajo hasta que la aguja penetre en el mortero a una profundidad de  $25 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  (1 pu1g  $\pm$  1/16 pulg) hasta la señal en la aguja. El tiempo necesario una penetración de 25 mm deberá ser de  $10 \text{ s} \pm 2 \text{ s}$ . Anotar la fuerza para realizar esta penetración y el tiempo que se aplicó, medido como el tiempo transcurrido después del contacto

inicial del cemento con el agua; calcular la resistencia a la penetración dividiendo la fuerza entre el área de contacto de la aguja y registrar la resistencia a la penetración.

- Efectuar un mínimo de 6 penetraciones por cada ensayo de tiempo de fraguado, con intervalos de tiempo de duración requerida como para obtener una curva correcta de resistencia a la penetración versus tiempo transcurrido. Continuar con el ensayo hasta que la resistencia a la penetración se encuentre de 27,6 MPa 4000 psi.

➤ **Elaboración y curado de especímenes de concreto. (NTP.339.183, 2013, p.14).**

- Elaboración de especímenes de concreto
  - Elegir el método de consolidación según el asentamiento obtenido.
  - Usar moldes de longitud dos veces su diámetro y el diámetro debe ser por lo menos tres veces el tamaño nominal máximo del agregado grueso; así mismo se debe usar una varilla de compactación de al menos 100 mm mayor que la profundidad del molde en el que se está realizando el envarillado, pero no mayor que 600 mm de longitud total, además tendrá su extremo de compactación, o ambos extremos, terminados en punta semiesférica del mismo diámetro de la varilla.
  - Moldear los especímenes rápidamente sobre una superficie nivelada y rígida, libre de vibraciones y otras alteraciones, en un lugar tan cerca como sea posible a la localización de los ambientes donde serán almacenados; colocando el concreto en el molde el número requerido de capas de aproximadamente igual volumen.
  - Apisonar cada capa con el extremo semiesférico de la barra compactadora, aplicando el número requerido de golpes. En la primera capa la barra debe penetrar hasta el fondo de la capa a través de su altura. En el apisonado de la capa se deber tener cuidado de no dañar la parte inferior del molde. Distribuir

uniformemente los golpes de la barra sobre la sección transversal del molde. Para cada capa superior, la barra debe penetrar toda la capa a través de su altura, de manera que la barra penetre hasta la capa precedente aproximadamente 25 mm.

- Golpear con el martillo de goma ligeramente las paredes del molde unas 10 a 15 veces, con el fin de eliminar los vacíos y burbujas de aire que puedan haber quedado atrapadas.
- Acomodar el concreto de cada capa, a lo largo de los lados del molde cilíndrico, con un badilejo o herramienta adecuada. Ajustar el faltante en los moldes que no fueron llenados completamente con una porción de concreto representativa durante la consolidación de la capa superior. Se debe remover el concreto en exceso en los moldes.
- Dar el acabado a la superficie superior, utilizando la barra compactadora para enrasar, cuando la consistencia del concreto lo permita, o con una paleta de mano o badilejo.
- Marcar apropiadamente el exterior del espécimen con la información del concreto que ellos representan. Usar un método que no altere la superficie superior del concreto, no marcar las tapas removibles.
- Curado de especímenes de concreto
- Cubrir los especímenes inmediatamente después de finalizado el moldeado, para prevenir la evaporación del agua del concreto no endurecido, preferiblemente con un material no absorbente, no reactivo ó con una lámina de plástico resistente, durable e impermeable. Los especímenes serán almacenados inmediatamente después del acabado hasta que se remuevan de los moldes para prevenir la pérdida de humedad.
- Desmoldar los especímenes después de  $24 \text{ h} \pm 8 \text{ h}$  después del vaciado. Para concreto con tiempo de fraguado prolongado, los moldes no serán trasladados hasta  $20 \text{ h} \pm 4 \text{ h}$  después del fraguado final.

- Curar todos los especímenes con humedad a temperatura de  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a menos que se especifique lo contrario, desde el tiempo de moldeo hasta el momento del ensayo. El almacenamiento durante las primeras 48 horas de curado se hará en un ambiente libre de vibración. Para los especímenes desmoldados, el curado húmedo significa que éstos deberán estar superficialmente libres de agua durante todo el tiempo. La condición de curado se cumple usando cuartos húmedos o tanques de almacenamiento de agua de acuerdo con los requerimientos de la NTP 334.077.

➤ **Resistencia a la compresión del concreto. (NTP.339.034, 2015, p.12).**

- Proteger los cilindros de la pérdida de humedad por cualquier método conveniente durante el periodo entre el retiro del almacenaje de humedad y el ensayo.
- Ensayar los cilindros en condición húmeda y tan pronto como sea práctico luego de retirarlos del almacenaje húmedo. Todos los cilindros de ensayo para una determinada edad de ensayo serán fracturados dentro el tiempo permisible.
- Colocar el bloque de rotura inferior con la cara endurecida hacia arriba, sobre la mesa o platina de la máquina de ensayo directamente debajo del bloque de apoyo del asiento esférico (superior).
- Limpiar las caras de contacto de los bloques superior e inferior y las del espécimen de ensayo y colocar el espécimen sobre el bloque inferior de rotura.
- Si se emplean almohadillas, limpiar las superficies del cojinete del anillo de retención y centrar la almohadilla o almohadillas sobre el espécimen.
- Cuidadosamente alinear los ejes del espécimen con el centro de empuje de la rótula del bloque de asiento esférico.

- Aplicar la carga de compresión mientras el indicador muestra que la carga disminuye constantemente y el espécimen muestra un patrón de fractura bien definido (Tipos del 1 al 4). Para una máquina de ensayo, equipada con un detector de rotura del espécimen, el cierre automático de la máquina de ensayo está prohibido hasta que la carga haya caído a un valor menor del 95 % de la carga máxima. Cuando se ensayan con almohadillas, una fractura en la esquina similar a los patrones tipos 5 o 6, puede ocurrir antes que la capacidad última del espécimen haya sido alcanzada.
  - Registrar la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo, y anotar el tipo de patrón de fractura, esquematizar y describir el patrón de fractura brevemente. Si el patrón de fractura no es ninguno de los patrones típicos, bosquejar y describir brevemente el patrón de fractura. Si la resistencia medida es menor a lo esperado, examinar la fractura del concreto y notar la evidencia de segregación, y la presencia de grandes vacíos de aire; si las fracturas pasan predominantemente alrededor o a través de las partículas del agregado grueso, y verificar si el refrentado se realizó de conformidad con las NTP 339.037 o NTP 339.216.
  - Calcular la resistencia a la compresión del espécimen dividiendo la carga máxima alcanzada por el espécimen durante el ensayo entre el área promedio de la sección transversal.
- **Madurez del concreto. (NTP.339.217, 2016, p.8).**
- Preparar al menos 15 probetas cilíndricas de acuerdo con la NTP 339.183. Las proporciones de mezcla y los constituyentes del concreto serán similares a aquellos del concreto cuya resistencia se estimará usando esta NTP. Si 2 tandas son necesarias para preparar el número requerido de cilindros, elaborar un número igual de cilindros para cada tanda y ensayar un cilindro de cada una de ellas a la edad de ensayo.

- Los sensores de temperatura serán incrustados dentro los  $\pm 15$  mm de los centros de al menos 2 probetas. Inmediatamente conectar los sensores a los instrumentos de madurez o a los accesorios que registran las temperaturas como son: el tablero de datos o muestra de cartas de registro.
- El curado húmedo de probetas en el recipiente de agua o cuarto de humedad será cumpliendo los requisitos de la NTP 334.077.
- A menos que se especifique lo contrario, los ensayos de compresión se realizarán a las edades 1 d, 3 d, 7 d, 14 d y 28 d de conformidad con la NTP 339.034. Ensayar 2 probetas a cada edad y computarizar la resistencia promedio. Si el rango de resistencia a la compresión de 2 especímenes excede el 10 % de su promedio, ensayar otros cilindros y hallar el promedio de los 3 ensayos. Si un resultado es bajo, esto es debido a que es defectuoso obviamente, se descartará este resultado.
- A cada edad de ensayo, registrar el promedio de índice de madurez para las probetas equipados.
- Diagramar el promedio de resistencias a la compresión como una función del valor promedio del índice de madurez. Graficar la mejor curva a través de los datos. La curva resultante es la relación de madurez-resistencia a ser usada para estimar la resistencia de la mezcla de concreto curada bajo otras condiciones de temperatura.