

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



**Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y
resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

AUTOR

Daniel Sanchez Cabrera

ASESOR

Jose Alberto Acero Martinez

<https://orcid.org/0000-0003-4154-9510>

Chiclayo, 2023

**Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y
resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas**

PRESENTADA POR

Daniel Sanchez Cabrera

A la Facultad de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO CIVIL AMBIENTAL

APROBADA POR

Juan Jacobo Sanchez Bautista

PRESIDENTE

Segundo Guillermo Carranza Cieza

SECRETARIO

Jose Alberto Acero Martinez

VOCAL

Dedicatoria

Este proyecto de investigación se lo dedico a Dios y a mi familia. A todas las personas que aportaron con un granito de arena, e impulsarme siempre a no rendirme y seguir en el camino del aprendizaje, incluso en los momentos más complicados de mi carrera y de mi vida cotidiana. A mi familia, por ser mi mayor apoyo y mi inspiración para salir adelante y convertir en un gran profesional, enseñándome a afrontar los desafíos y superarlos con total dignidad y sin decaer en el intento.

Agradecimiento

A mis padres, hermana, por su gran sacrificio y empeño constante para poder formarme como un ingeniero profesional y su apoyo absoluto en cada período de mi vida. Asimismo, agradezco a Tatiana por su amor incondicional. A mis docentes en general, por sus diversas enseñanzas que servirán para el desarrollo continuo de mi carrera profesional y de mi vida diaria, por impulsarme a ir más allá y atreverme a cumplir muchas metas más, y a todos que aportaron con un granito de arena en transcurso de las metas por cumplir con idea, ingenio e imaginación.

Turnitin

Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

15%

★ hdl.handle.net

Fuente de Internet

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

Índice

Resumen	12
Abstract	13
Introducción	14
Revisión de literatura	17
Antecedentes	17
Bases teóricas	20
Materiales y métodos.....	36
Resultados y Discusión	61
Conclusiones.....	82
Recomendaciones.....	84
Referencias	85
Anexos.....	87

Lista de Tablas

Tabla 1: Nomenclatura de óxidos de cementos.....	21
Tabla 2: Tabla de edad de ensayo y tolerancia.....	35
Tabla 3: Muestra según el asentamiento y cantidad de aditivo.....	38
Tabla 4: Muestra Patrón	39
Tabla 5: Manipulación de la muestra con uso de aditivo en probetas con reducción de agua al 15% y a/c=0.5	39
Tabla 6: Manipulación de la muestra con uso de aditivo más agua caliente 50°C a 60°C en muestras de 0.5*0.5*0.25m.....	40
Tabla 7: Operacionalización de Variables.....	42
Tabla 8: Diseño de mezcla en peso corregido por humedad, Slump 2” , para probetas 6”x12”.....	45
Tabla 9: Tanda vaciada del concreto hidráulico, Slump 2” , para probetas 6”x12”	45
Tabla 10: Diseño de mezcla en peso corregido por humedad, Slump 4”	46
Tabla 11: Tanda vaciada del concreto hidráulico, Slump 4” , para probetas 6”x12” ...	46
Tabla 12: Diseño de mezcla en peso corregido por humedad, Slump 7” , para probetas 6”x12”.....	46
Tabla 13: Tanda vaciada del concreto hidráulico, Slump 7” , para probetas 6”x12” ..	47
Tabla 14: Diseño de mezcla en peso corregido por humedad, Slump 4” , para muestra 11 de 0.5*0.5*0.25.	47
Tabla 15: Tanda vaciada del concreto hidráulico, Slump 4” , para muestra 11 de 0.5*0.5*0.25m.....	47
Tabla 16: Diseño de mezcla en peso corregido por humedad, Slump 7” , para muestra 10 de 0.5*0.5*0.25m.	48
Tabla 17: Tanda vaciada del concreto hidráulico, Slump 7” , para muestra 10 de 0.5*0.5*0.25m.....	48
Tabla 18: Diseño de mezcla en peso, corregido por humedad, Slump 2” , para muestra 14 de 0.5*0.5*0.25m.	48
Tabla 19: Tanda vaciada del concreto hidráulico, Slump 2” , para muestra 14 de 0.5*0.5*0.25m.	49

Tabla 20: Diseño de mezcla en peso, corregido por humedad, Slump 4", para muestra 13 de 0.5*0.5*0.25m.	49
Tabla 21: Tanda vaciada del concreto hidráulico, Slump 4", para muestra 13 de 0.5*0.5*0.25m.	49
Tabla 22: Diseño de mezcla en peso, corregido por humedad, Slump 7", para muestra 12 de 0.5*0.5*0.25m.	50
Tabla 23: Tanda vaciada del concreto hidráulico, Slump 7", para muestra 12 de 0.5*0.5*0.25m.	50
Tabla 24: Condiciones para vaciado en probetas 6"x12".....	52
Tabla 25: Condiciones para vaciado en muestras de 0.5*0.5*0.25m".....	52
Tabla 26: Matriz de consistencia.....	59
Tabla 27: Dosificación de probetas 6x12".....	61
Tabla 28: Dosificación en muestras de 0.5*0.5*0.25m.....	62
Tabla 29: Resultados en estado fresco.....	62
Tabla 30: Precio por metro cúbico del concreto.....	81

Lista de Figuras

Ilustración 1: Resistencia Compresión y Calor de Hidratación.....	22
Ilustración 2: Cantidades típicas de sus compuestos en los distintos tipos de cemento	22
Ilustración 3: Relación entre las tres fases estructurales, en edad temprana deformación y el calor de hidratación	23
Ilustración 4: Optimización de curva granulométrica	25
Ilustración 5: Valores promedio para propiedades físicas de los principales tipos de rocas.....	26
Ilustración 6: Mecanismos de repulsión electrostática para la cadena de naftaleno y melamina, y de repulsión estérica para la cadena de policarboxilato.....	28
Ilustración 7: Estrategia para demostrar hipótesis	37
Ilustración 8: Medición de la velocidad del viento con Anemómetro.....	51
Ilustración 9: Medición de la temperatura con el termómetro infrarrojo	51
Ilustración 10: Falla de tipo normal en el ensayo de Slump.....	53
Ilustración 11: Temperatura del concreto fresco, en colocación	53
Ilustración 12: Medición del contenido de aire en la olla de Washington.....	54
Ilustración 13: Peso unitario del concreto fresco, sin el peso del recipiente	54
Ilustración 14: Curado de las probetas sumergidas en el agua	54
Ilustración 15: Ensayo a compresión de 6" x 12"	55
Ilustración 16: Ensayo de módulo de elasticidad de las probetas a 28 días	55
Ilustración 17: Muestras de 0.5 x 0.5 x 0.25, con agua 50°C a 60°C y con a/c=0.5 ..	56
Ilustración 18: Curado con recubrimiento de 3cm de arena fina.....	56
Ilustración 19: Humedad en la superficie del concreto	57
Ilustración 20: Patologías existentes.....	57
Ilustración 21: Extracción de diamantinas de 2" a los 28 días	58
Ilustración 22: Concreto Patrón, $f'c = 280$ Slump 2", muestra 1.....	64
Ilustración 23: Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.3%, reducción 15% H ₂ O; Slump 2", muestra 2	65

Ilustración 24: Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.5%, reducción 15% H20 ;Slump 2", muestra 3	65
Ilustración 25: Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H20; Slump 2", muestra 4.....	66
Ilustración 26: Concreto Patrón, f'c = 280 Slump 4", muestra 5.....	67
Ilustración 27: Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.3%, reducción 15% H20 ;Slump 4", muestra 6	67
Ilustración 28: Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.5%, reducción 15% H20 ;Slump 4", muestra 7	68
Ilustración 29: Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H20 ;Slump 4", muestra 8.....	69
Ilustración 30: Concreto Patrón, f'c = 280 Slump 7", muestra 9.....	69
Ilustración 31: Resumen de resistencia a compresión de muestras con adición en condiciones normales	70
Ilustración 32: Módulo de elasticidad a los 28 días de testigos de 6" x 12", Slump 2"	71
Ilustración 33: Módulo de elasticidad a 28 días de testigos de 6" x 12", Slump 4" ...	71
Ilustración 34: Módulo de elasticidad a 28 días de testigos de 6" x 12",Slump 7"....	72
Ilustración 35: Resistencia de diamantinas, f'c de diseño 280kg/cm2, t° H2O (50-60°c), a/c=0.5 y reducción H2O (15%),t° agregados(19-25°c).....	73
Ilustración 36: Promedio de resistencia de diamantinas, f'c de diseño 280kg/cm2, t° H2O(50-60°c),a/c=0.5 y reducción H2O(15%),t° agregados(19-25°c)	73
Ilustración 37: Resistencia de diamantinas, f'c de diseño 280kg/cm2,t° H2O(50-60°c),a/c=0.5 y reducción H2O(15%).....	74
Ilustración 38: Promedio resistencia de diamantinas, f'c de diseño 280kg/cm2,t° H2O(50-60°c),a/c=0.5 y reducción H2O(15%)	75
Ilustración 39: Registro de temperatura después del vaciado, en los bloques de 0.5x0.5x0.25m, T° de agregados 19-25°C	76
Ilustración 40: Temperatura interna pasado 18 horas apróx. para el mediodía, T° de agregados 19-25°c en bloque 0.5x0.5x0.25m	76
Ilustración 41: Registro de temperatura, después del vaciado, en agregados de 28-31°C.....	77

Ilustración 42: Registro de temperatura, pasado 18 horas para el medio día, en agregados de 28-31°C.	78
--	----

Resumen

La temperatura máxima en colocación influenciará en las propiedades físico-mecánicas del concreto, donde esta dependerá del tamaño del elemento a vaciar, hidratación del cemento, temperatura del material y características del entorno, dando la necesidad de utilizar tecnologías para mejorar las prestaciones de un concreto homogéneo. El uso de aditivo policarboxilato en el 0.3%, 0.5% y 1% al incorporar en la mezcla, resultó la dosificación óptima de 0.5% manteniendo la trabajabilidad y la resistencia en 1.12 a 1.17 del $f'c$. En síntesis, se vació para una resistencia de diseño de 280kg/cm² por el método de ACI 211, asimismo, con reducción de agua al 15%, relación de a/c 0.5 y hasta temperaturas superiores de 35°C en bloques de 0.5x0.5x0.25m variando la temperatura del agua de 50 a 60°C, dando como resultado temperaturas máximas de colocación hasta 43.4°C y registrada en el tiempo de 51.9 °C después de 5 horas y 32 minutos, con la incorporación de aditivo en el 1% del peso del cemento, puesto que, se vació con este porcentaje, al obtener mejor comportamiento en la trabajabilidad, ya que, mantuvo la misma resistencia que el 0.5% a temperaturas inferiores de 35°C en colocación..

Palabras clave: Policarboxilato, Temperaturas máximas, Resistencia a compresión, Aditivo superplastificante y Concreto.

Abstract

The maximum temperature in placement will influence the physical-mechanical properties of the concrete, where this will depend on the size of the element to be poured, hydration of the cement, temperature of the material and characteristics of the environment, giving the need to use technologies to improve the performance of a concrete. homogeneous. The use of polycarboxylate additive in 0.3%, 0.5% and 1% when incorporated into the mixture, resulted in the optimal dosage of 0.5% maintaining workability and resistance at 1.12 to 1.17 of the f_c . In summary, it was emptied for a design resistance of 280kg/cm² by the ACI 211 method, likewise, with 15% water reduction, w/c ratio 0.5 and up to temperatures above 35°C in 0.5x0 blocks. .5x0.25m varying the water temperature from 50 to 60°C, resulting in maximum placement temperatures up to 43.4°C and recorded over time of 51.9°C after 5 hours and 32 minutes, with the addition of additive in 1% of the weight of the cement, since, emptied with this percentage, by obtaining better behavior in workability, since it maintained the same resistance as 0.5% at temperatures below 35° C in placement.

Keywords: Polycarboxylate, Maximum temperatures, Compressive strength, Superplasticizer additive and Concrete.

Introducción

El concreto en la construcción es el más utilizado en el mundo, producto del crecimiento de la población y demanda de nuevas actividades para satisfacer necesidades de mejor calidad de vida. La incertidumbre y toma de decisiones en obra por mantener las propiedades físico-mecánicas del concreto a temperaturas internas máximas permisibles, trae consigo el desarrollo de patologías, por la rápida hidratación del cemento, influenciando en la resistencia de esta misma; es por ello que, se deberá tomar medidas preventivas para mantener las propiedades del concreto.

En consecuencia, el uso de tecnologías como el aditivo superplastificante a base de polycarboxilato en cantidades idóneas es una solución al problema para mejorar y mantener su desempeño de un concreto homogéneo, dado que, se puede utilizar en elementos expuestos a climas cálidos, como, por ejemplo: pavimentos rígidos, donde este, se verá influenciado por características de su entorno, materiales utilizados y proporción del material usado en la mezcla de diseño. En esta investigación se busca asemejar a la realidad en obra in situ, puesto que, se tendrá en cuenta las características de los materiales a utilizar, con el propósito de obtener una mezcla de concreto con temperaturas máximas. Es por ello que, se debe simular las condiciones en el interior de una mezcla de concreto con temperaturas internas máximas, utilizando el agua caliente como un parámetro de entrada, y la incorporación del aditivo superplastificante a base de polycarboxilato para mantener sus propiedades físicas mecánicas.

Asimismo, la interacción de los materiales en su uso dependerá de su composición de estos mismos, al reaccionar en la mezcla obteniendo un producto eficaz y trabajable, con características eficientes en la resistencia y durabilidad, teniendo en cuenta el monitoreo de control de temperaturas.

A su vez, el control de las máximas temperaturas internas permitirá prever múltiples problemas en la calidad del concreto, evitando exudación, segregación, fisuración y juntas frías.

La hidratación de la pasta cementante, con interacción de los materiales utilizados y volumen de concreto, influenciará en el tiempo de fraguado, además de producir variación dimensional por la reacción química exotérmica (emisión de calor) a temperaturas máximas, generándose esfuerzos a compresión debido a expansiones tempranas entre 50 a 120h,

produciendo fisuras [1]. Lo que dependerá de las características de diseño, para mantener consistencia y homogeneidad del concreto.

Debido al gran avance tecnológico en el sector de la construcción, la incorporación del aditivo superplastificante se ha caracterizado por poseer múltiples ventajas en el concreto fresco, aumentándole su trabajabilidad y manejabilidad en la colocación, y a la vez, proporcionándole mayor fluidez a la mezcla y mejorando su resistencia. Es así que, los aditivos a base de policarboxilato vienen a ser la solución más reciente a los problemas que se describen en la plasticidad del concreto, producto a que su estructura formada por moléculas es más variada, a comparación de otros tipos de aditivo; sin embargo, su superioridad consiste en que sus reducciones de agua llegan a 40% de amasado, lo que hace que la manejabilidad sea mucho más trascendental y mejor que otros tipos de superplastificantes [2].

De esta manera, la importancia de esta investigación se basa en comprender que incorporar la dosificación óptima del aditivo superplastificante permitirá conocer y determinar el mejor comportamiento del concreto, a temperatura interna máxima en estado fresco, manteniendo la manejabilidad y resistencia del concreto, asimismo este influenciará en la colocación y acabado superficial, manteniendo su consistencia de diseño y densidad de este mismo. Además, de mitigar la pérdida violenta de Slump, optimizar rendimientos de mano de obra, mantenimiento y reduciendo costos de procesos constructivos. De la misma forma, las propiedades físico-mecánicas se verán afectados con proporciones y características térmicas adecuadas en la elaboración de concreto de calidad en el laboratorio, asemejando la realidad en de concretos a máximas temperaturas internas límites del concreto en estado fresco, puesto que, se busca diseñar mezcla de concreto para mantener el comportamiento de los elementos estructurales para el cual fue diseñado, ante los esfuerzos inducidos, respondiendo correctamente a exposiciones de agentes externos, y manteniendo su vida útil.

Asimismo, este trabajo de investigación servirá para que profesionales y futuros profesionales, tengan criterio en la toma de decisiones al utilizar nuevas tecnologías en el control de máximas temperaturas permisibles en el concreto en estado fresco, además de que influenciará en las propiedades de este; por consiguiente, puedan redirigir la información al sector de autoconstrucción, debido a que, en el Perú, según CAPECO (2018), el porcentaje de viviendas informales, producto de la construcción por autogestión y autoconstrucción, fue del 80%, durante ese año [3]. Lo que hace que las viviendas sean más vulnerables, a la devastación

producto de los sismos, e incluso, se pueda incurrir en costos mucho más elevados, hasta de un 40% para construir este tipo de viviendas. Además, el 66% de las viviendas que se compran en nuestro país, en el sector inmobiliario, provienen de construcciones informales [4]

Este estudio experimental se realizará para analizar el grado de influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas. Permitirá, evaluar propiedades físico - mecánicas del concreto a 280kg/cm², analizar el grado de influencia del aditivo superplastificante en temperaturas máximas, identificar los efectos de la incorporación del aditivo superplastificante en la consistencia del concreto fresco, determinar el nivel óptimo de dosificaciones para mejorar las propiedades mecánicas del concreto y evaluar los costos al incorporar aditivo superplastificante en la mezcla de concreto. En conclusión, la incorporación de aditivo superplastificante mejorará la trabajabilidad y resistencia del concreto, a máximas temperaturas internas.

Revisión de literatura

Antecedentes

Chee (2017), en su artículo de publicación buscó analizar los efectos del incremento de la temperatura del cemento Portland-Fly-Ash, tomando de referencia el hormigón en masa de 20 Mpa, sin permitir el intercambio de calor entre el interior y el exterior de la mezcla, es decir, en un escenario adiabático. Utilizando el método CIRIA C660, para pruebas en cajas térmicas y simulaciones de calor semiadiabáticas en el hormigón, donde las muestras de la etapa 1 son HB1(1.5x1.5x1.5m) y HB2(1.3x1.3x1.3m). Teniendo como resultado que, la distribución de la temperatura interna está directamente vinculada con el calor originado de la hidratación del cemento, debido al tiempo, además del aislamiento, la temperatura al momento inicial de colocación (23°C), el tamaño de esta, entre otros factores. De esta manera, concluyó que existe una mejor firmeza de compresión del hormigón en 28 días, a diferencia del ensayo que se realizó de 90 días. Es así que, al tomar en cuenta esto, potenciándolo con tener una adecuada mezcla de agua fría y hielo en escamas, en un proceso de asilamiento, es una gran medida para disminuir el incremento de la temperatura pico que llega a tener la mezcla. Además, demostró que la incorporación del cemento CEM II/BV es una alternativa muy relevante e importante en los vertidos del hormigón para poder enfrentarse a una disminución significativa del incremento de la temperatura externa e interna que produce esta mezcla. Es así que, comparando el uso del cemento Portland con la agregación de cenizas volantes, este último trae consigo un incremento de la temperatura adiabática mucho menor [5].

Agurto (2021). En su investigación se realizó la mezcla de concreto con consistencia fluida, empleando aditivo LBTPA-001-19(Tipo B y D) utilizado en 0.25% del cemento en combinación con cada uno de los otros dos aditivos. En LBTPA-003-19(Tipo F y II a base de polímeros) en un 1.5% del volumen de cemento, se obtuvo 9 ¾ inicial con pérdida 2 pulg. en 2 horas y a diferencia del empleo de LBTPA-002-19(Tipo A y Tipo F) en un 2% se obtuvo la misma característica hallada con respecto a la trabajabilidad inicial y final. Por consiguiente, se empleó diferentes cantidades de aditivo en 1.0%,1.5%,2.0% y 2.5% la reducción de H2O con 8 %, 12.5%, 17.0% y 22.5% y a/c 0.52, 0.49, 0.46, 0.43 respectivamente. La temperatura promedio de la masa de mezcla fue 22.0°C y 20.1°C ambiente. El uso del aditivo LBTPA-003-19 y LBTPA-002-19, donde la dosis más óptima fue, 1.5% que resultó 1.7% y 2% obteniendo 7% de aire, además la resistencia incrementó de 11%, 19%, 26%, 28% y 12%, 8% 11%,21% a

los 3, 7, 14 y 28 días respectivamente. El rendimiento de las mezclas con aditivo se situó de 0.98 a 1.02 y peso unitario de 2340 a 2444kg/m³ respectivamente, estando dentro del rango de un concreto normal. Concluyendo que el superior desempeño lo obtuvo el aditivo superplastificante LBTPA-003-19 con relación a/c 0.49, a diferencia del otro a/c a 0.46 [6].

Por su parte, Venencia (2022), en su estudio, analizó la relación existente entre las temperaturas superiores a 30°C de las mezclas de hormigón en estado fresco y endurecido, en Argentina. Para ello, utilizó cemento CP50 ARI (410 Kg/m³), arena gruesa lavada (528 Kg/m³), arena fina Paraná (418 Kg/m³), agregado grueso (899 Kg/m³), agua, aditivo superplastificante, entre otros materiales, para hallar la dosificación. Es así que, encontró temperaturas superiores a los 36°C, con una disminución de la resistencia, de los cuales, para los dos primeros meses del año superaron los parámetros especulativos en un 72%, teniendo una temperatura superior a los 5°C por sobre la temperatura del ambiente, variando entre los 25°C y 38.8°C. De esta manera, Venencia recomienda la utilización de hormigones con temperaturas mayores a lo expuesto en el reglamento del CIRSOC 201-2005 de Argentina, para climas cálidos T° límite de colocación de 35°C, conservando un rango de seguridad de 1°C [7].

Cubas (2021), llevo a cabo su trabajo de investigación, realizando un diseño de mezclas del Método ACI 211. Buscando determinar el impacto de las altas temperaturas internas sobre la resistencia sometida a compresión en 7, 14 y 28 días, y el efecto en la fisuración. Realizando un estudio completo de canteras, así como la elección de los materiales, muestras, ensayos y utilizando un aditivo retardante de fragua de 0.25% del peso de cemento (Tipo MS). Permitiéndole determinar así que existe una gran influencia de las temperaturas internas en estas dos variables, mostrando resistencias menores a T internas >32°C del horario tarde y mayores a T internas <31°C en la noche. Destacando, de esta manera que las fisuraciones en las losas se encuentran entre el 85% al 100%, sometidas a curado húmedo y las que tenían curado químico, se representaban menores al 25%. Finalmente, concluye que, mientras mayor sea la temperatura interna del concreto, este tendrá menor resistencia y una mayor probabilidad de fisuración [8].

Además, Chumán y Rivas (2020) indicaron en su investigación que el uso de aditivo superplastificante en composición de policarboxilato, permite y ayuda a la fluidez del concreto y funciona como un reductivo de agua, haciendo que se restablezcan y mejoren sus características físicas y mecánicas. Su investigación se basó en identificar las pruebas de

asentamiento, compresión y flexión con incorporación de diferentes dosis de este aditivo. Obteniendo como resultados: la optimización entre 0.20 % y 0.7% en el concretos, y varía en según lo diferentes a/c, este comparó a/c 0.25, 0.35, 0.37, 0.4. De esta manera, dedujeron que, el uso de aditivo policarboxilato efectivamente impacta positivamente a la trabajabilidad y resistencia del concreto fluido; no obstante, también reconocen estos autores la importancia de destacar que, dependerá del uso de materiales a utilizar influenciará sus propiedades mecánicas y frente a usos excesivos de dosis de este tipo de aditivo la mejora en la trabajabilidad del concreto tendría un efecto contrario, producto de que se satura la eficacia desfloculante y la fluidez de la mezcla [9].

Asimismo, Rodriguez (2019), mide la temperatura con termocuplas tipo k, donde registro en dos terminales con temperatura máxima en el tiempo de 55.9°C en la fase 1 pila 14(37.4x37.4x0.6m) a las 83.5h, con tipo de cemento con resistencia iniciales altas con temperatura de colocación máxima de 20 °C [22].

Bases teóricas

El concreto

- Definición del concreto.

El concreto es el resultado de interacción de los diferentes materiales, conformado principalmente por agregados, cemento portland, agua y eventualmente aditivos. Esta presentará ciertamente una cantidad aire ocluido producto de la mezcla [10], en la hidratación del cemento portland.

- Propiedades del concreto.

Estado fresco del concreto:

Trabajabilidad:

Es la capacidad que tiene el concreto para ser mezclado, utilizado en la colocación y sea consolidado, permitiendo su ubicación en los diferentes espacios, puesto que, esta propiedad se verá afectada por las formas de las partículas, proporciones, y cantidades empleadas.

Viscosidad:

Es la resistencia de corte dada por las capas de la pasta hidratada [11], generando reducción de la fluidez, dado que, se debe mantener la estabilidad de la mezcla con el objetivo de construir una distribución homogénea de concreto.

Segregación:

Es la división de las partículas gruesas del mortero de concreto, que se verá influenciado por el tamaño y forma de los agregados, y la distribución granulométrica. Debido a la pérdida de cohesión esta disminuye su adherencia en las partículas, por consiguiente, su conducta y distribución deja de ser homogénea y uniforme.

Exudación o Sangrado:

Es la sedimentación del agua en la superficie de la mezcla, debido a que, los agregados no absorben el H₂O en el proceso de fraguado.

Estado endurecido del Concreto:

Resistencia:

Es capacidad de esfuerzo del material ante una fuerza externa en una determinada área sin deformarse, puesto que, hay resistencia a compresión, flexión y tracción.

Durabilidad:

Permite mantener sus características iniciales ante agentes externos, sin desgaste, con el fin de cumplir su función durante su servicio. Esta se verá afectadas por fisuras, donde, el uso de adiciones para controlar y mantener su vida útil se tendrá en cuenta las expansiones generadas sin fibras donde éstas se presentan mayores de forma vertical en la dirección más larga [17]. Sin embargo, en áreas limitadas y con densificación requerirá mantenimiento, reparación o demolición de estas según el tamaño y ancho de fisura siendo estas leves, medias, severas e inaceptables, de acuerdo a su funcionabilidad de la estructura [18]. Como, por ejemplo, las fibras de acero en placas alveolares mejoran la resistencia a corte, pero, se debe tener en cuenta que genera un mayor número de fisuras en altas concentraciones [19].

- Componentes del concreto.

1. Cemento Pórtland

Es un cemento hidráulico de material conglomerante que tiene propiedades de adherencia y cohesión [11]. Está compuesto por Clinker Pórtland y yeso, que son partículas muy finas.

Tabla 1: *Nomenclatura de óxidos de cementos*

Fórmula	Nombre	Abreviatura
CaO	Oxido de Calcio "Cal"	A
SiO ₂	Dióxido de Sílice "Silicato"	S
Al ₂ O ₃	Oxido de Aluminio "Aluminato"	A
Fe ₂ O ₃	Óxido de Hierro "Hierro"	F

Fuente: Tecnología del Concreto, 2010.

La hidratación de Oxido de calcio al entrar al contacto con el agua está directamente relacionado con la expansión por la precipitación, reacción exotérmica y la cristalización primaria de Ca (OH) [21].

Ilustración 1: Resistencia Compresión y Calor de Hidratación

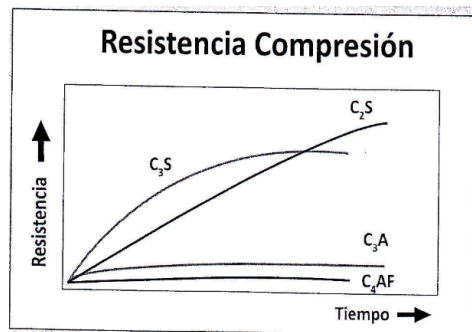


Figura 3.6. Calor de hidratación de los componentes principales del cemento

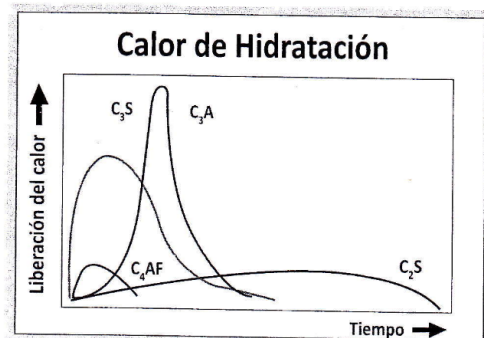
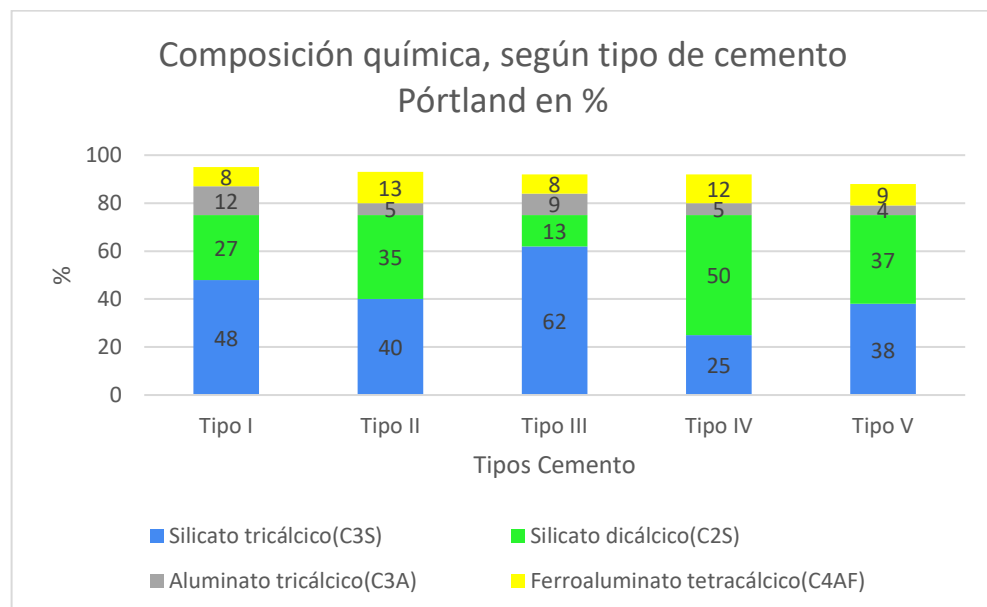


Figura 3.7. Resistencia de los componentes principales del cemento

Fuente: Tecnología del Concreto, 2010.

Ilustración 2: Cantidades típicas de sus compuestos en los distintos tipos de cemento

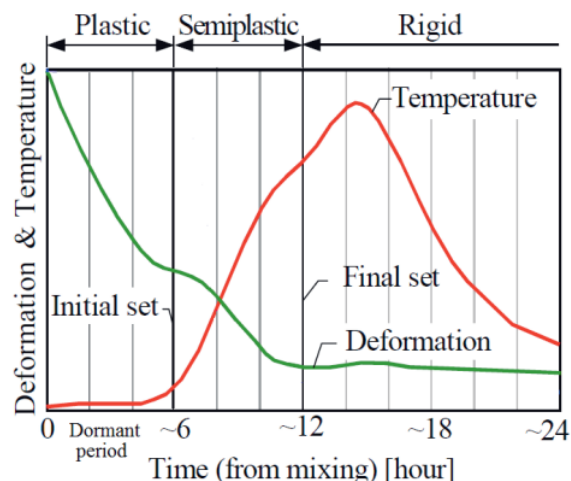


Fuente: Tecnología del Concreto, 2010.

Elaboración: Propia.

Hidratación del cemento sucede en sus primeras 24 horas después de su mezclado, experimenta tres fases.

Ilustración 3: *Relación entre las tres fases estructurales, en edad temprana deformación y el calor de hidratación*



Fuente: Faez Sayahi 2019, basado en Esping & Löfgren (2005).

Tipos de Cemento Pórtland:

Cemento Pórtland convencionales (sin adiciones), ASTM C150, NTP 334.009.

Tipo I: De uso general, no expuesto a agentes nocivos en su entorno, como sulfatos, y este no requiera de propiedades específicas en concretos y morteros.

Tipo II: Resistencia moderada, por permitir estar expuesto a cantidades moderadas de sulfatos por aguas freáticas y de generar menor calor de hidratación, además, su uso en mezclas de volúmenes considerables para el control de temperatura.

Tipo III: Con características de resistencias iniciales altas por sus partículas más finas permitiendo menor tiempo de hidratación, disminuyendo el nivel de control de curado en el tiempo, pero con un alto calor desprendido de hidratación.

Tipo IV: Emite bajo calor de hidratación, pero se debe controlar al mínimo la velocidad del calor producido y además la resistencia se crece una velocidad inferior a lo de los otros.

Tipo V: Proporciona elevada resistencia a exposición de sulfatos, acciones severas, no resiste a soluciones ácidas, ni sustancias sumamente corrosivas, además su resistencia se desarrolla de manera menos reducida que el cemento tipo I y tiene características del tipo II [11].

Cemento Pórtland Adiciones Minerales, ASTM C595, NTP 334.090

IP: Puzolana 15% - 40%, permite moderada resistencia a sulfatos y calor de hidratación.

IPM: Uso general y adiciones de Puzolana < 15%, con menor calor de hidratación.

IS: Contiene escoria de altos hornos en 25-70 %.

ISM: Presenta escoria <25 por ciento.

IL: Cemento Calizo.

IT: Cemento ternario contiene dos adiciones.

ICo: Cemento compuesto (materias inertes y/o calizas hasta 30%).

Cemento Pórtland Performance ASTM C1157, N.T.P 334.082

Tipo GU: Uso general.

Tipo HE: De alta resistencia inicial.

Tipo MS: Moderada resistencia a los sulfatos.

Tipo HS: De alta resistencia de los sulfatos.

Tipo MH: De moderado calor de hidratación.

Tipo LH: De bajo calor de hidratación.

2. Agregado ASTM C 33, NTP 400.037

Es el material inerte, que se encuentra en proporciones típicas de 60-75% [12], pero influye en las propiedades mecánicas del concreto fresco y endurecido, como ejemplo en la manejabilidad de la masa en función de su forma, textura superficial y tamaño del agregado.

Según su clasificación:

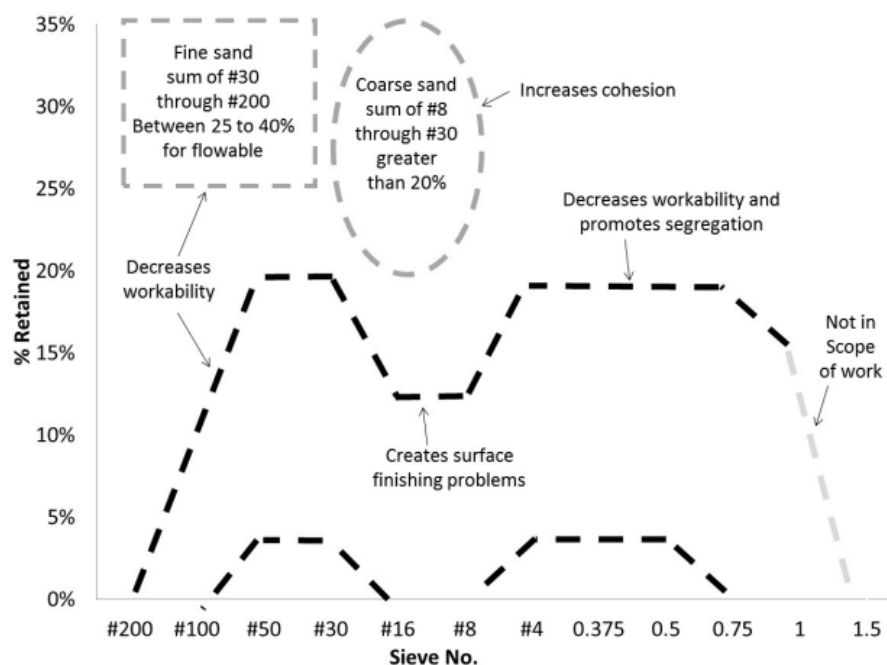
Naturaleza: De origen artificial o natural según su granulometría.

Agregado fino: Es el que pasa el tamiz 3/8" y el retenido en la malla N°200, siendo las arenas.

Agregado Grueso: Es todo material hasta que su primer retenido es malla N°4, siendo las piedras.

Método para mejorar un concreto homogéneo a su vez la trabajabilidad, es optimizando la curva granulométrica como es la curva de la tarántula.

Ilustración 4: Optimización de curva granulométrica



Fuente: Marllon D. Cook, Nick Seader, M. Tyler Ley, and Bruce W. Russell (2015).

Propiedades del Agregado:

Propiedades Mecánicas

Las diferentes propiedades que posee el agregado es la adherencia por su textura y forma, dureza depende su composición mineralógica, dado que, le permite resistir el desgaste con mayor densidad de su estructura, puesto que, mejora resistencia al impacto y abrasión.

Propiedades Físicas

Las diferentes propiedades del agregado como es las porosidad y absorción se relacionan con el contenido de humedad, por consiguiente, a menor absorción de agua por saturación, el agregado es más denso y de calidad.

Ilustración 5: Valores promedio para propiedades físicas de los principales tipos de rocas

Tipo de roca	Gravedad específica (SH)	Absorción, ¹ (%)
Igneas		
Granito	2.65	0.3
Sienita	2.74	0.4
Diorita	2.92	0.3
Gabro	2.96	0.3
Peridotita	3.31	0.3
Felsita	2.66	0.8
Basalto	2.86	0.5
Diabasa	2.96	0.3
Sedimentarias		
Piedra caliza	2.66	0.9
Dolomita	2.70	1.1
Arcilla esquistosa	1.80-2.50	
Arenisca	2.54	1.8
Chert	2.50	1.6
Conglomerado	2.68	1.2
Brecha	2.57	1.8
Metamórficas		
Gneis	2.74	0.3
Esquisto	2.85	0.4
Anfibolita	3.02	0.4
Pizarra	2.74	0.5
Cuarzita	2.69	0.3
Mármol	2.63	0.2
Serpentina	2.62	0.9

¹ Después de inmersión en agua a la temperatura y presión atmosféricas.

Fuente: Waddell J. y Dobrowolski J., Manual de la Construcción con Concreto, p. 2.9,[20].

Propiedades Térmicas

La temperatura máxima permitida del concreto en estado fresco, se debe limitar a 35°C (ACI 305), se tendrá en cuenta las condiciones del entorno y realizar mediciones de contenido temperatura de aire, contenido de humedad, velocidad del viento con el propósito de controlar la evaporación.

3. Agua, ASTM C 1602, NTP 339.088:

Es quien contribuye a la hidratación del cemento actuando como lubricante en la masa de concreto mejorando su reología, puesto que, mejora la manejabilidad de la mezcla, por consiguiente, deberá cumplir las características según norma NTP 339.088 para que sea optima en su uso en el mezclado y curado del concreto.

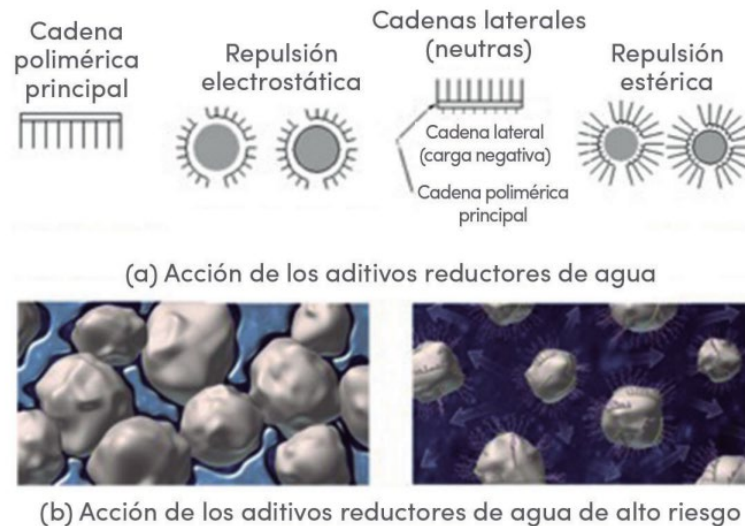
4. Aditivo

Los aditivos son productos químicos que se incorporan a la mezcla de cemento, concreto / mortero, buscando alterar las características que poseen las masas cementantes, producto de las múltiples ventajas que proporciona el incorporar estos aditivos a la mezcla, ya sea en estado fluido o endurecido.

Asimismo, estos funcionan como reductores de agua y suelen ser de dos tipos: de eficiencia alta y normal, es decir, los conocidos como superplastificantes y plastificantes.

Los aditivos superplastificantes, funcionan con un alto nivel de porcentaje de reducción de agua del 40%, brindándole una mayor fluidez al concreto y haciendo que este posea una menor tensión de fluencia y viscosidad. Esto a base de polycarboxilato, hace que se pueda obtener mayores tiempos de permanencia, al compararlos con diversos reductores de agua de alta tecnología, puesto que, sus fuerzas estéricas son más fuertes, necesitando así dosis menores, entre el 50% y 75%, respecto a la cantidad [14].

Ilustración 6: *Mecanismos de repulsión electrostática para la cadena de naftaleno y melamina, y de repulsión estérica para la cadena de policarboxilato*



Fuente: Consejo Profesional de Ingeniería Civil (CPIC), 2014.

El aditivo superplastificante a base de policarboxilato de características de Tipo F y Tipo I, posee una mayor efectividad en la trabajabilidad del concreto, y retención del tiempo de este; además, permite obtener múltiples relaciones a/c y temperaturas.

a. Tipos de aditivos

Aditivo químico según:

ASTM C 494, **NTP 334.088:**

- ✓ Tipo A: Reductor de Agua.
- ✓ Tipo B: Reductor de Agua.
- ✓ Tipo C: Retardador.
- ✓ Tipo D: Reductor de agua y retardante.
- ✓ Tipo E: Reductor de agua y acelerante.
- ✓ Tipo F: Reductor de agua de rango alto.
- ✓ Tipo G: Reductor de Agua, alto rango y retardante

ASTM C 1017:

- ✓ Tipo I: Plastificante
- ✓ Tipo II: Plastificante y retardante

ASTM C260, NTP 334.089:

- ✓ Incorporador de aire.

ASTM D98:

- ✓ Acelerante de fragua (Cloruro de calcio)

Efectos de la temperatura en el concreto

Temperaturas internas:

Se verá influenciada por la cantidad de calor emitida por las reacciones exotérmicas, de tal manera que, el tiempo de fraguado disminuye provocando cambios violentos en la consistencia de la mezcla por hidratación rápida del cemento, a su vez también influenciará las características térmicas de los agregados. Se tendrá un mejor comportamiento en sus propiedades del concreto, a temperaturas menores a 32°C en colocación del concreto fresco [15]. La temperatura máxima permitida del concreto en estado fresco, se debe limitar a 35°C (ACI 305), se tendrá en cuenta las condiciones del entorno y realizar mediciones de contenido temperatura de aire, contenido de humedad, velocidad del viento con el propósito de controlar la evaporación.

Normativa

NTP 400.012: Agregados. Delimitaciones organizadas para agregados en concreto.

La norma instaura el método para la determinación de la división por tamaño de partículas del agregado fino, grueso y global por tamizado [16].

Análisis granulométrico de agregado fino y agregado grueso

En primer lugar, se llevó a cabo el análisis de los materiales que se utilizarán para la preparación de la mezcla de concreto. Hallando así los agregados necesarios y que tenían

mejores distribuciones granulométricas (agregado heterogéneo permite mejor reacomodo, disminuyendo los espacios y pasta cementante) y con la finalidad de no concretos porosos. El TMN del agregado su primer retenido se encontrará en 5 al 10%.

Esta prueba se basa en estudiar la distribución del tamaño de las partículas de cada tipo de agregado, incorporado en la mezcla. Llevándose a cabo por medio del tamizado, mediante múltiples tamices. Asimismo, las granulometrías se representan en términos porcentuales, que van a partir de una apertura superior a inferior.

$$MF = \frac{\Sigma \% \text{ Ret. Acumulado}(6" + 3" + 1\frac{1}{2}" + 3/4" + 3/8" + N^{\circ}4 + N^{\circ}8 + N^{\circ}16 + N^{\circ}30 + N^{\circ}50 + N^{\circ}100)}{100}$$

a) Ensayo granulométrico de agregado fino:

Esta prueba se basa en estudiar la distribución del tamaño de las partículas de cada tipo de agregado, incorporado en la mezcla. Llevándose a cabo por medio del tamizado, mediante múltiples tamices. Asimismo, las granulometrías se representan en términos porcentuales, que van a partir de una apertura superior a inferior.

Es todo material que pasa por la tamiz 3/8in, y retenido en tamiz de la malla N°200, con peso unitario 1400 a 1700 kg/cm³, NTP 400.037. Tamices utilizados son: N°4, N°8, N°13, N°16, N°50, N°100 y N°200 y con módulo de fineza $2.3 > MF < 3.1$.

b) Ensayo granulométrico de agregado grueso:

Su material retenido en su totalidad se da en la malla N°4, el tamaño máximo nominal de los agregados permitirá escoger los parámetros para aceptación del agregado, en porcentaje que pasa por los tamices normalizados. Los tamices a utilizar son: 3", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8" y N° 4, tener en cuenta para el cálculo de módulo de fineza las mallas que faltan por completar se completar con el 100% de porcentaje retenido acumulado.

NTP 339.185: Método de Ensayo Normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado

Esta norma dispone el procedimiento para establecer el porcentaje total de humedad

evaporable en una prueba de agregado fino o grueso por secado. Esta muestra incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado, pero no estima el agua que se fusiona químicamente con los minerales de algunos agregados y que es incapaz de evaporación, por lo que no está incorporada en el porcentaje definido por este método [16].

a) Contenido de humedad para el agregado fino y grueso

La muestra representativa se pesa y con posterioridad, se ubica el horno por 24 h en una temperatura constante de 110°C apróx, permitirá la corrección por humedad en el diseño de mezcla.

$$P = \frac{W - D}{D} \times 100$$

P: Porcentaje de humedad

W: Masa Inicial(g)

D: Muestra Seca (g)

NTP 400.021: Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción de agregado grueso

- ✓ Partículas finas lavas y posteriormente sumergir al agua por 24 horas.
- ✓ Secar con franela la superficie de los agregados para que estén saturadas y secas superficialmente.
- ✓ Después pesar muestra y canastilla a utilizar, sumergir en el agua a 21°C y 25°C el agregado en la canastilla.
- ✓ Colocar muestra en el horno a 105°C por 24h.
- ✓ Dejar enfriar antes de pesar.

$$\text{Peso Específico} = \frac{\text{Peso seco}}{\text{Peso saturado superficialmente seco} - \text{Peso sumergido}} \times 100$$

$$\% \text{Absorción} = \frac{\text{Peso saturado superficial seco} - \text{Peso seco (horno)}}{\text{Peso seco (horno)}} \times 100$$

NTP 400.022: Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino

La muestra representativa se pesa (restar peso de recipiente) y con posterioridad saturamos los agregados en un recipiente por 24 h. Luego, el agua excedente se retira y se coloca a secado ambiente para obtener partículas secas superficialmente saturadas, esta se puede identificar cuando se realiza en el cono de absorción llenado en 3 capas con 25 golpes cada capa con pilón, donde, debe quedar $\frac{3}{4}$ partes del cono, sino aún se encuentra húmeda.

El material saturado superficialmente se tomará una muestra de 500g, también se debe pesar el matraz. Después, ubicar la muestra en el matraz con agua destilada, donde el agregado fino queda sumergido, para luego ser agitado eliminando los vacíos de la muestra en el matraz, dejándolo reposar por 24 h, pasado el tiempo establecido verificar que el agua destilada hasta el límite de 500ml si no agregar para ser pesado. La muestra retirada del matraz se colocará en un recipiente para ser colocado en el horno a 110°C (variación de +5°C) por 24 horas, culminado el tiempo pesar la muestra (restar el peso del recipiente).

$$\text{Peso específico de la Masa} = \frac{\text{Peso seco retirado del horno}}{\text{Peso volumen en el matraz} - \text{Peso Vol. Agua añadido}}$$

$$\% \text{Absorción} = \frac{\text{Peso saturado superficial seco} - \text{Peso seco (horno)}}{\text{Peso secado al horno}} \times 100$$

NTP 400.017: Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen densidad (Peso Unitario) y los vacíos en los agregados

La actual norma decreta la determinación de la densidad de masa (“Peso unitario”) del agregado en estado suelto o compactado, y cuantifica los vacíos entre partículas en agregados finos, gruesos o mezcla de ambos orientados en las mismas especificaciones. Asimismo, esta norma es aplicable a los agregados que no superen los 125 mm como tamaño nominal máximo [16].

a) Peso volumétrico de agregado fino y grueso

Relación del peso de las partículas de agregados sobre volumen de estas mismas incluyendo los vacíos entre ellas.

Instrumentos y materiales:

- ✓ Balanza, bandeja, Brocha, Varilla Lisa de 5/8 de puntas redondas, moldes de 4" y 6", horno y agregados.

Peso Unitario Suelto de agregado fino y grueso

Procedimiento:

- ✓ Registrar los pesos de moldes de volúmenes conocidos o tarar la balanza.
- ✓ Llenar moldes con la cuchara de manera uniforme hasta el ras con agregado y pesar.

$$P.U.S = \frac{\text{Peso (Molde + agregado)} - \text{Peso (Molde)}}{\text{Volumen Molde}}$$

Peso Unitario Compactado de agregado fino y grueso

Procedimiento:

- ✓ Registrar los pesos de moldes de volúmenes conocidos y escoger una muestra representativa.
- ✓ Apisonar con la varilla lisa de 5/8" de diámetro, en 3 capas chuceando 25 veces en cada una de ellas, en forma de espiral de del borde hacia el interior.
- ✓ Llenar moldes al ras de agregado y pesar.

$$P.U.S = \frac{\text{Peso (Molde + agregado)} - \text{Peso (Molde)}}{\text{Volumen Molde}}$$

NTP 339.035: Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Pórtland

Esta guía instituye el método para lograr determinar el asentamiento del concreto hidráulico de cemento Portland, en el laboratorio y en el campo. Este se sobrepone para

concretos plásticos que tengan agregados hasta 37.5 mm de tamaño. De esta manera, que, si el agregado llega a ser mayor, se ejecuta con la parte de concreto que pasa el tamiz de 37.5 mm, apartando los agregados mayores, acorde a lo que dictamina la norma NTP 339.036 [16].

Procedimiento:

- ✓ Humedecer y ubicar el cono abrams (200mm diámetro en la base, 100mm de diámetro en abertura superior y altura del cono 300mm), en una superficie plana no absorbente.
- ✓ Vaciar el concreto cada 1/3 de volumen del cono y compactar con 25 golpes con barra cilíndrica de acero liso (diámetro de 16mm ±2mm” con una longitud de 100mm a 600mm y punta semi redonda).
- ✓ Retirar el molde de cono de Abrams a una velocidad 5s ± 2s.
- ✓ Medir la altura con respecto a la varilla posiciona horizontalmente, encima del cono Abrams invertido.

NTP 339.184: Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de concreto

Esta norma instauro el método para precisar la temperatura de mezclas de concreto en estado fluido. Siendo pertinente para cuantificar la temperatura de mezclas del concreto fresco, para comprobar la conformidad con un requerimiento característico para la temperatura del concreto fresco en obra, temperatura máxima 35°C [16].

Muestra dentro de recipiente no absorbente, sensor con recubrimiento de 3” (75mm) en las diferentes direcciones, además de un tiempo mínimo de 2 min o hasta que la lectura se estabilice.

Método para calcular temperatura aproximada según NRMCA ó ACI 305R-20

$$T = \frac{0.22*(T_a * M_a + T_c * M_c) + T_w * M_w + T_{wa} * M_{wa} - 80M_i}{0.22*(M_a + M_c) + M_w + M_{wa} - M_i}$$

T; T_a; T_c; T_w; T_{wa}: Temperatura de la mezcla, agregados, cemento, agua de mezcla, temperatura de humedad libre de los agregados.

M_a; M_c; M_w; M_{wa}: Masa de agregados, cemento, agua de mezcla, masa de humedad libre en agregados.

NTP 339.034: Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Estatuye la determinación de la resistencia a la compresión en probetas cilíndricas y extracciones diamantinas de concreto. El método se aplicará a aquellos concretos que posean pesos superiores de 800 kg/m³[16].

Calibración de equipo $\pm 1\%$ de la carga indicada.

No debe variar más de 2% del diámetro del mismo cilindro, además, el promedio del diámetro de estos especímenes será uno por cada diez o tres por día de un lote.

Tabla 2: *Tabla de edad de ensayo y tolerancia*

Edad ensayo	Tolerancia permisible
24h	± 0.5 h
3 d	± 2 h
7 d	± 6 h
28 d	± 20 h
90 d	± 48 h

Fuente: Resistencia a compresión en muestras cilíndricas. NTP. 339.034.

Tener en cuenta para la edad no especificada, tolerancia $\pm 2\%$ de la edad especificada.

NTP 339.059: Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas cortadas de hormigón (Concreto)

La norma establece la obtención, preparación de especímenes y ensayo de corazones de diamantinos, estas muestras deben extraerse cuando estas presenten resistencia sin alterar la adherencia del mortero en el concreto.

Diámetros de núcleos mayores a 3.7” (94mm) ó 2 TMN del agregado grueso, de no ser posible indicar la razón.

En \varnothing de 2”, presenta resistencias a compresión comúnmente bajas y más variables con respecto a las 4 “

Longitud preferible entre 1.9 y 2.1 veces el diámetro y relación de L/D menores 1.75 requieren corrección.

ASTM C469 Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión.

Relación entre esfuerzo y deformación del concreto, intervalo comprendido entre 50 millonésimas de deformación unitaria y 40% de su resistencia máxima. Para el cálculo del E_c se empleará la siguiente fórmula.

$$E_c = \frac{S_2 - S_1}{\varepsilon_2 - 0.000050}$$

Donde:

E_c = Módulo de Elasticidad Secante

S_2 = Esfuerzo al 40% de la carga última o ruptura.

S_1 = Esfuerzo de la deformación unitaria longitudinal, ε_1 , de 50 millonésimas.

ε_2 = Deformación unitaria longitudinal producida por el esfuerzo S_2

Materiales y métodos

Tipo y nivel de investigación

Es de tipo aplicada porque buscó incrementar los conocimientos en el uso de aditivos superplastificante con dosificaciones adecuadas, utilizando ensayos de resistencia de concreto.

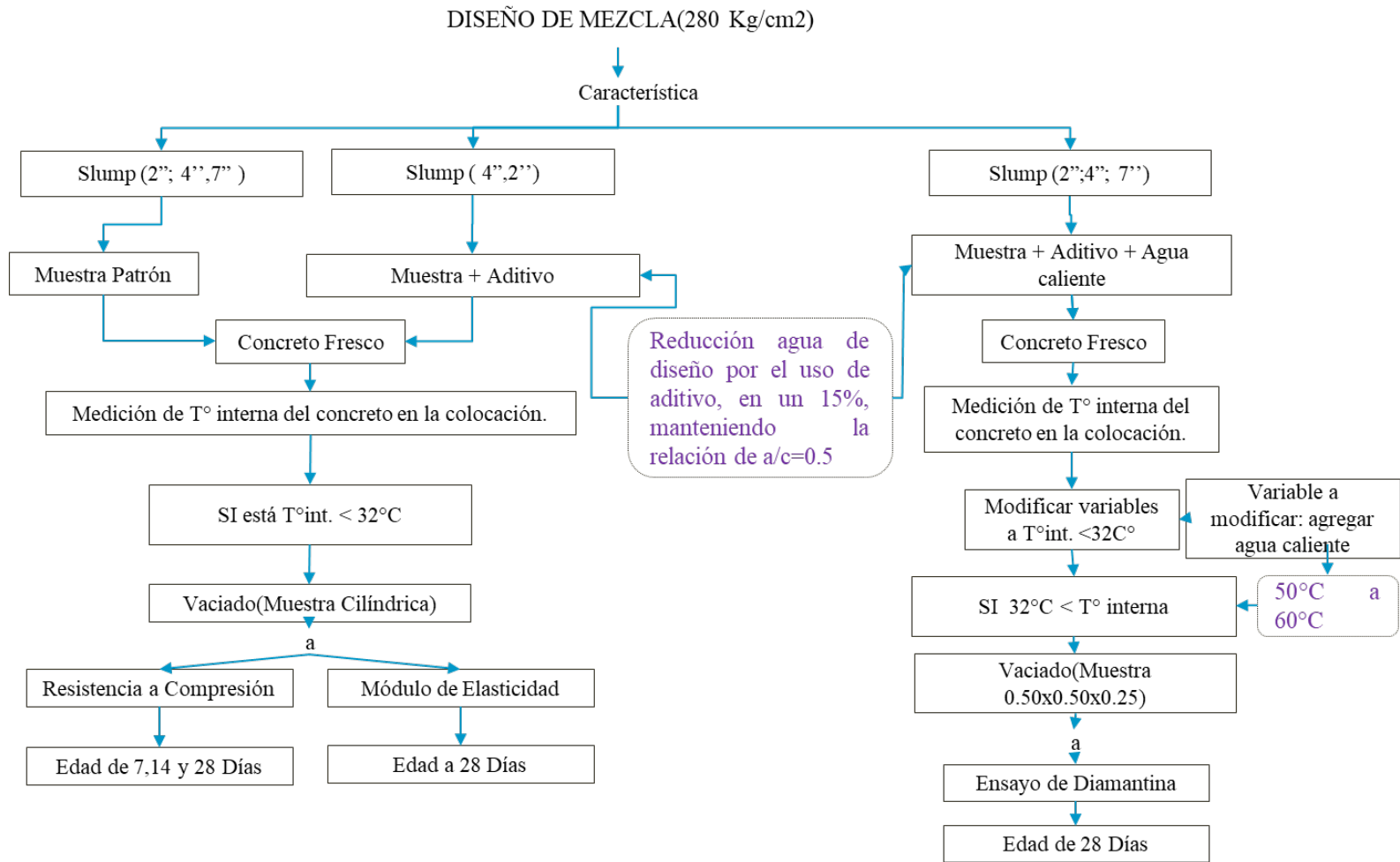
Es una investigación experimental producto de que se incorporó diferentes dosis de aditivo superplastificante (policarboxilato), en las múltiples muestras con diferentes consistencias de concreto.

Además, es de nivel predictivo, puesto que, se basó en descubrir ¿En qué grado influye el aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas?

Siendo de enfoque cuantitativo, debido a que se recolectó datos del nivel de temperaturas, trabajabilidad y resistencia a compresión.

Población, muestra y muestreo

Ilustración 7: Estrategia para demostrar hipótesis



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3: Muestra según el asentamiento y cantidad de aditivo

OBJETO DE ESTUDIO	Concreto Convencional
MUESTRA PATRON	30 Und probetas de 6"x12"
MUESTRA PATRON CON ADITIVO	54 Und probetas de 6"x12"
MUESTRA CON ADITIVO MANIPULADAS	5 Und muestras de 0.5*0.5*0.25
POBLACIÓN:	89 Und
Diseño Mezcla 280 Kg/cm ²	
Datos	
Cemento	Tipo I
a/c	0.5
Aditivo Superplastificante(policarboxilato)	0.3;0.5;1% del peso de cemento

Fuente: Elaboración Propia.

Se tienen 84 probetas ensayadas a los 7, 14, 28 días, en los diferentes asentamientos de diseño 2",4", a dosificaciones de 0.3, 0.5 y 1% del peso del cemento (Tipo I) y de 7" solo se ensayó el patrón, de las tres dosificaciones empleadas se identificó el más óptimo en cada asentamiento (Slump) de la muestra patrón para ser utilizada en las muestras manipuladas de 0.5*0.5*0.25m, con el propósito de identificar la manejabilidad y resistencia de la muestra en máximas temperaturas internas. En el diseño mezcla para las muestras con incorporación de aditivo y el aditivo más agua caliente, se consideró la relación de a/c= 0.5 debido a que el aditivo (a base de policarboxilato) es un reductor de agua, por lo siguiente se consideró la reducción de agua a un 15% con la finalidad de mantener la trabajabilidad de diseño, donde se identificó la dosificación óptima.

La obtención de datos de dicha muestra ha permitido observar el comportamiento del estímulo aplicado, para identificar el comportamiento de las propiedades mecánicas y físicas del concreto, manteniendo la trabajabilidad y resistencia del concreto.

Tabla 4: *Muestra Patrón*

Muestra Patrón	C, Af, Ag, Agua			N° Probetas por cada Slump
T°	T° interna			
Slump	Ensayo de resistencia a compresión (Días)			
	7	14	28	
2"	3	3	3	9
4"	3	3	3	9
7"	3	3	3	9
				27

Fuente: Elaboración Propia.

Muestra a elaborar permite identificar la dosificación óptima del aditivo para mantener las propiedades físico – mecánicas del concreto, a máximas temperaturas.

Tabla 5: *Manipulación de la muestra con uso de aditivo en probetas con reducción de agua al 15% y a/c=0.5*

Muestra + Aditivo	Diseño			N° Probetas por cada % aditivo
Policarboxilato	0.3;0.5;1% del peso de cemento			
T°	T° interna			
Slump	Ensayo de resistencia a compresión (Días)			
	7	14	28	
2"	3	3	3	9
2"	3	3	3	9
2"	3	3	3	9
				27

Muestra + Aditivo	Diseño			N° Probetas por cada % aditivo
Policarboxilato	0.3;0.5;1% del peso de cemento			
T°	T° interna			
Slump	Ensayo de resistencia a compresión (Días)			
	7	14	28	
4"	3	3	3	9
4"	3	3	3	9
4"	3	3	3	9
				27

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 6: Manipulación de la muestra con uso de aditivo más agua caliente 50°C a 60°C en muestras de 0.5*0.5*0.25m

Muestra + Aditivo + Agua C.	Diseño	
Policarboxilato	1% del peso de cemento	
T°	32°C < T° interna	
Slump	Ensayo de Diamantina (Días) en moldes de 0.5*0.5*0.25m	N° diamantinas por cada % muestra
	28	
2"	3	3
		3

Muestra + Aditivo + Agua C.	Diseño	
Policarboxilato	1% del peso de cemento	
T°	32°C < T° interna	
Slump	Ensayo de Diamantina (Días) en moldes de 0.5*0.5*0.25m	N° diamantinas por cada % muestra
	28	
4"	3	3
4"	3	3
		6

Muestra + Aditivo + Agua C.	Diseño	
Policarboxilato	1% del peso de cemento	
T°	32°C < T° interna	
Slump	Ensayo de Diamantina (Días) en moldes de 0.5*0.5*0.25m	N° diamantinas por cada % muestra
	28	
7"	3	3
7"	3	3
		6

Fuente: Elaboración Propia.

Criterios de selección

En agregados de texturas rugosas y con forma angular, puesto que, deberá cumplir los requisitos de granulometría, densidad del material de distintos tamaños. El uso de materiales se utilizará con el propósito de alcanzar máximas temperaturas como fue el cemento tipo I por presentar una reacción química exotérmica inicial alta, emitiendo calor al hidratarse la pasta

cementante en el tiempo, donde esta estuvo relacionado con la resistencia iniciales altas de concreto hidráulico.

Operacionalización de variables

Tabla 7: Operacionalización de Variables

VARIABLE	INDICADOR	RANGO DE APLICACIÓN	UND. DE MEDIDA	METODO DE MEDICIÓN (Instrumentos, Ensayo, NTP)
Independiente				
Aditivo superplastificante	Cantidad de aditivo	0.3-0.5-1%	% de peso del cemento	Balanza Digital
VARIABLE	INDICADOR	UND. DE MEDIDA		METODO DE MEDICIÓN (Instrumentos, Ensayo, NTP)
Dependiente				
Trabajabilidad	Slump medible	Pulg		NTP 339.035, Cono de Abrams
Temperaturas Internas	T° medible	C°		NTP 339.184, ASTM C143
Resistencia del concreto	Resistencia a Compresión	Kg/cm2		Ensayo Compresión, NTP339.034
Interviniente				
Tipo de cemento	Tipo I	Kg		Balanza Digital
a/c	0.5	lt/cemento		
Temperatura del agua	50-60°	C°		Termómetro
TMN del agregado grueso	¾"	Plg		NTP 400.012(Ensayo de Granulometría)
Slump Diseño	2", 4" y 7"	Pulg		Wincha
Curado del concreto	7, 14 y 28 días	Global		Convencional
Resistencia de Diseño	280 kg/cm2	Kg/cm2		Ensayo Compresión, NTP339.034

Fuente: Elaboración Propia.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas:

Experimentales: Se realizó la mezcla de concreto con temperaturas de límites permisibles según ACI 305, buscando analizar el grado de influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas.

Análisis de datos: Se interpretó cada fuente bibliográfica y la información pertinente, que ha sido recopilada para poder llevar a cabo cada etapa de la presente investigación.

Procedimientos

La información, para esta investigación, se ha recopilado a partir del cronograma, detallado en anexos, que se resume en las siguientes actividades:

1. Se clasificó toda la información relevante de libros, trabajos de investigación, artículos de revistas científicas y académicas, entre otros. Lo que, a su vez, sustenta el marco teórico de la presente investigación, formada por normas establecidas, detalladas, y verificaciones de los diferentes tipos de ensayos empleados.
2. Después de ello, se logró obtener los materiales para el concreto hidráulico, buscando realizar los diferentes tipos de ensayos para precisar si los materiales son idóneos para la mezcla de concreto por el método del ACI.
3. Al establecer ya los materiales para la mezcla, se pasó a efectuar el diseño de esta, a través de la muestra patrón (Tabla 3). Que básicamente precisa si el diseño se concreta, es decir, cumple para conseguir la resistencia requerida en ensayos realizados a la compresión en probetas cilíndricas de 6in x12 in.
4. A partir de la actividad culminada, se realizó la elaboración de mezclas manipuladas con el propósito de llegar a temperaturas elevadas, la temperatura máxima en colocación es de 35°C dado en ACI 305 y procedimiento estipulado en ensayos de muestra de laboratorio en ASTM C 192, según el tipo de mezclador, para realizar las distintas dosificaciones.

5. Analizar los datos obtenidos y realizar tablas comparativas, para analizar el grado de influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas.

Plan de procesamiento y análisis de datos

Para poder llevar a cabo esta investigación experimental se pasó a dividirla y diversificarlas en 5 etapas, que se resumen en:

ETAPA 01:

1. Recolección de datos e información pertinente, de proyectos de investigación, artículos de revistas académicas, entre otros, que se incluyen en los antecedentes de la presente investigación y posteriormente, en las referencias bibliográficas.
2. Verificación de las Normas establecidas, referente al Reglamento Nacional de Edificaciones y a las Normas Técnicas Peruanas. Además, de los respectivos ensayos disponibles para la investigación.

ETAPA 02:

3. Adquisición de los materiales e insumos necesarios para llevar a cabo el diseño de la mezcla.
4. Realización de ensayos iniciales para determinar que los agregados cumplen con sus propiedades físicas y mecánicas. Cumpliendo con los parámetros de granulometría a fin de preparar el diseño de mezcla, según el ACI comité 211.

Como es la

- ✓ Curva granulométrica del agregado fino, Anexo 2.
- ✓ Peso unitario del agregado fino, Anexo 4.
- ✓ Contenido de humedad del agregado fino Anexo 7.
- ✓ Peso específico y absorción del agregado fino, Anexo 6.
- ✓ Curva granulométrica del agregado grueso, Anexo 3.
- ✓ Contenido de humedad del agregado grueso, Anexo 7.
- ✓ Peso unitario del agregado grueso, Anexo 5.
- ✓ Peso específico y absorción del agregado grueso, Anexo 6.

ETAPA 03:

5. Preparación de las muestras respectivas, probetas, referentes a las fechas señaladas en esta investigación, se mantuvo relación de a/c=0.5 de diseño en todas las muestras realizadas como es en el patrón, además en las muestras manipuladas se incorporó aditivo superplastificante y también agua caliente(50-60°C) más aditivo, teniendo en cuenta que por el uso del aditivo a base de policarboxilato se redujo el 15% de agua de diseño.
6. Reajustar el Slump, con la finalidad de mantener la trabajabilidad con las proporciones adecuadas de los materiales, antes de realizar las muestras representativas en el patrón, con adición de aditivo y además de agua caliente más aditivo

Tabla 8: *Diseño de mezcla en peso corregido por humedad, Slump 2", para probetas 6"x12"*

	SLUMP 2" DISEÑO			
	Patrón	Adición 0.3%	Adición 0.5%	Adición 1%
Ajuste de agua de mezclado	249	218	218	218
Ajuste de cantidad de cemento	470	406	406	406
Ajuste de grava (húmedo)	875	862	862	862
Ajuste de arena (húmedo)	740	849	849	849
Peso unitario de la mezcla corregida	2335	2335	2335	2335

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 9: *Tanda vaciada del concreto hidráulico, Slump 2", para probetas 6"x12"*

	Patrón	Adición 0.3%	Adición 0.5%	Adición 1%
Materiales	Tanda 0.066	Tanda 0.066	Tanda 0.066	Tanda 0.066
Cemento(g)	30906	26682	26682	26682
Agua(g)	16387	14341	14341	14341
Arena(g)	48634	55750	55750	55750
Grava(g)	57492	56646	56646	56646
Aditivo(g)	0.00	80.05	133.41	266.82

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 10: *Diseño de mezcla en peso corregido por humedad, Slump 4''*

	SLUMP 4" DISEÑO			
	Patrón	Adición 0.3%	Adición 0.5%	Adición 1%
Ajuste de agua de mezclado	266	232	232	232
Ajuste de cantidad de cemento	505	435	435	435
Ajuste de grava (húmedo)	882	868	868	868
Ajuste de arena (húmedo)	682	800	800	800
Peso unitario de la mezcla corregida	2335	2335	2335	2335

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 11: *Tanda vaciada del concreto hidráulico, Slump 4'', para probetas 6''x12''*

	Patrón	Adición 0.3%	Adición 0.5%	Adición 1%
Materiales	Tanda 0.066	Tanda 0.066	Tanda 0.066	Tanda 0.066
Cemento(g)	33172	28559	28559	28559
Agua(g)	17489	15249	15249	15249
Arena(g)	44811	52590	52590	52590
Grava(g)	57948	57022	57022	57022
Aditivo(g)	0.00	85.68	142.80	285.59

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12: *Diseño de mezcla en peso corregido por humedad, Slump 7'', para probetas 6''x12''*

	SLUMP 7" DISEÑO
	Patrón
Ajuste de agua de mezclado	290
Ajuste de cantidad de cemento	552
Ajuste de grava (húmedo)	875
Ajuste de arena (húmedo)	586
Peso unitario de la mezcla corregida	2335

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 13: Tanda vaciada del concreto hidráulico, Slump 7", para probetas 6"x12"

	Patrón
Materiales	Tanda 0.066
Cemento(g)	36296
Agua(g)	19066
Arena(g)	38507
Grava(g)	57511
Aditivo(g)	0.00

Fuente: Elaboración Propia.

Muestras de concreto hidráulico con aditivo policarboxilato más agua caliente 50-60°C, reducción de agua de diseño al 15 %, para agregados de 18-25°C

Tabla 14: Diseño de mezcla en peso corregido por humedad, Slump 4", para muestra 11 de 0.5*0.5*0.25.

	SLUMP 4" DISEÑO	
	Inicial	Adición 1%
Ajuste de agua de mezclado	261	227
Ajuste de cantidad de cemento	494	425
Ajuste de grava (húmedo)	870	856
Ajuste de arena (húmedo)	679	795
Peso unitario de la mezcla corregida	2304	2304

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 15: Tanda vaciada del concreto hidráulico, Slump 4", para muestra 11 de 0.5*0.5*0.25m

	SLUMP 4" DISEÑO	
	Inicial	Adición 1%
Materiales	Tanda 0.066	Tanda 0.066
Cemento(g)	32483	27939
Agua(g)	17126	14918
Arena(g)	44594	52260
Grava(g)	57177	56263
Aditivo(g)	0.00	279.39

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 16: *Diseño de mezcla en peso corregido por humedad, Slump 7", para muestra 10 de 0.5*0.5*0.25m.*

	SLUMP 7" DISEÑO	
	Inicial	Adición 1%
Ajuste de agua de mezclado	283	247
Ajuste de cantidad de cemento	539	465
Ajuste de grava (húmedo)	875	861
Ajuste de arena (húmedo)	607	731
Peso unitario de la mezcla corregida	2304	2304

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 17: *Tanda vaciada del concreto hidráulico, Slump 7", para muestra 10 de 0.5*0.5*0.25m*

	SLUMP 7" DISEÑO	
	Inicial	Adición 1%
Materiales	Tanda	Tanda
	0.066	0.066
Cemento(g)	35410	30563
Agua(g)	18601	16249
Arena(g)	39857	48030
Grava(g)	57511	56538
Aditivo(g)	0.00	305.63

Fuente: Elaboración Propia.

Muestras de concreto hidráulico con aditivo policarboxilato más agua caliente 50-60°C, reducción de agua de diseño al 15 %, para agregados de 28-31°C

Tabla 18: *Diseño de mezcla en peso, corregido por humedad, Slump 2", para muestra 14 de 0.5*0.5*0.25m*

	SLUMP 2" DISEÑO	
	Inicial	Adición 1%
Ajuste de agua de mezclado	255	223
Ajuste de cantidad de cemento	480	416
Ajuste de grava (húmedo)	875	862
Ajuste de arena (húmedo)	726	834
Peso unitario de la mezcla corregida	2335	2335

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 19: Tanda vaciada del concreto hidráulico, Slump 2", para muestra 14 de 0.5*0.5*0.25m

	Patrón	Adición 1%
Materiales	Inicial 0.068	Tanda 0.068
Cemento(g)	31535	28441
Agua(g)	16721	15287
Arena(g)	47671	57078
Grava(g)	57492	59006
Aditivo(g)	0.00	284.41

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 20: Diseño de mezcla en peso, corregido por humedad, Slump 4", para muestra 13 de 0.5*0.5*0.25m

	SLUMP 4" DISEÑO	
	Inicial	Adición 1%
Ajuste de agua de mezclado	276	242
Ajuste de cantidad de cemento	524	454
Ajuste de grava (húmedo)	882	868
Ajuste de arena (húmedo)	653	771
Peso unitario de la mezcla corregida	2335	2335

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 21: Tanda vaciada del concreto hidráulico, Slump 4", para muestra 13 de 0.5*0.5*0.25m

	Patrón	Adición 1%
Materiales	Tanda 0.068	Tanda 0.068
Cemento(g)	35873	31052
Agua(g)	18913	16580
Arena(g)	44664	52783
Grava(g)	60362	59398
Aditivo(g)	0.00	310.52

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 22: *Diseño de mezcla en peso, corregido por humedad, Slump 7", para muestra 12 de 0.5*0.5*0.25m*

	SLUMP 7" DISEÑO	
	Inicial	Adición 1%
Ajuste de agua de mezclado	288	252
Ajuste de cantidad de cemento	549	475
Ajuste de grava (húmedo)	875	861
Ajuste de arena (húmedo)	592	716
Peso unitario de la mezcla corregida	2304	2304

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 23: *Tanda vaciada del concreto hidráulico, Slump 7", para muestra 12 de 0.5*0.5*0.25m*

	Patrón	Adición 1%
Materiales	Tanda 0.068	Tanda 0.068
Cemento(g)	37548	32490
Agua(g)	19723	17274
Arena(g)	40509	49029
Grava(g)	59908	58894
Aditivo(g)	0.00	324.90

Fuente: Elaboración Propia.

7. Medición de las condiciones del entorno, temperatura ambiente, humedad relativa, velocidad de viento (se sacó el promedio de 2 valores debido a que el flujo del viento no era constante).

Ilustración 8: *Medición de la velocidad del viento con Anemómetro*



Fuente: Elaboración Propia.

8. Medición de temperatura superficial de los materiales a utilizar en la mezcla del concreto, con termómetro infrarrojo.

Ilustración 9: *Medición de la temperatura con el termómetro infrarrojo*



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 24: Condiciones para vaciado en probetas 6"x12"**Condiciones de entorno**

Muestra	Slump Diseño	T° ambiente	% Humedad relativa	Velocidad del viento	T° Agregado Fino	T° Agregado Grueso	T° Cemento	T° Agua	% Aire	T° del concreto
1	2"	21.7	56.3%	1.42	26.4	26.2	25.6	26.6	2.0	26.3
2	2",0.3%	22.1	59.3%	1.26	23.1	23.4	22.3	21.8	1.9	23.5
3	2",0.5%	19.0	72%	1.40	20.9	20.8	20.6	20.8	1.9	22.5
4	2",1%	17.4	74.5%	1.13	18.4	18.5	18.3	17.3	1.9	21.2
5	4"	23.9	53.6%	1.80	27.8	26.7	25.2	26.7	1.7	31.7
6	4",0.3%	24.4	53.3%	1.51	26.4	26.1	25.3	26.7	1.8	30.8
7	4",0.5%	23.6	53.8%	1.73	23.7	23.4	23.2	23.2	1.7	27.9
8	4",1%	19.2	65.9%	1.48	18.9	19.0	19.0	18.9	1.6	25.0
9	7"	21.1	61.3%	1.62	22.1	22.3	22.5	22.6	1.3	24.7

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 25: Condiciones para vaciado en muestras de 0.5*0.5*0.25m''**Condiciones de entorno**

Muestra	Slump Diseño	T° ambiente	% Humedad relativa	Velocidad del viento	T° Agregado Fino	T° Agregado Grueso	T° Cemento	T° Agua	% Aire	T° del concreto
10	7"	20.6	62.8%	1.15	24.0	24.1	24.2	54.3	1.5	35.4
11	4"	20.0	65.2%	1.03	19.6	19.6	19.7	56.0	1.7	34.4
12	7"	35.0	29.4%	1.12	30.8	30.6	31.0	60.1	0.6	43.4
13	4"	29.6	42.5%	1.13	29.0	29.0	28.3	51.3	1.3	37.7
14	2	23.5	58.3%	1.1	28.6	28.7	26.9	51.9	1.8	34.5

Fuente: Elaboración Propia.

9. Preparación de mezclado(2min) para un volumen de 0.066m³.
10. Medición del asentamiento obtenido del concreto fresco, en cono de abrams, Anexo
- 12.

Ilustración 10: *Falla de tipo normal en el ensayo de Slump*



Fuente: Elaboración Propia.

11. Medición de la temperatura del concreto fresco en la carretilla con recubrimiento de 7.5cm de recubriendo con el lector digital (precisión 0.2°C) hasta que se de temperatura se encuentre estable, Anexo 9.

Ilustración 11: *Temperatura del concreto fresco, en colocación*



Fuente: Elaboración Propia.

12. Medición del contenido de Aire, Anexo 8.

Ilustración 12: *Medición del contenido de aire en la olla de Washington*



Fuente: Elaboración Propia.

13. Peso Unitario del concreto fresco, Anexo 11.

Ilustración 13: *Peso unitario del concreto fresco, sin el peso del recipiente*



Fuente: Elaboración Propia.

14. Preparación de probetas de 6"x12" de muestras para el desmoldado para colocar a curar.

Ilustración 14: *Curado de las probetas sumergidas en el agua*



Fuente: Elaboración Propia.

15. Ejecución del ensayo de resistencia a la compresión, de cada una de las probetas, en edades de 7, 14 y 28 días, respectivamente, Anexo 12.

Ilustración 15: *Ensayo a compresión de 6" x 12"*



Fuente: Elaboración Propia.

Ejecución del ensayo de módulo de elasticidad del concreto de cada una de las probetas, en edad de 28 días, se grabó desde el momento que se aplicó una carga registrando fuerza y deformación en el tiempo El módulo de elasticidad promedio de 3 testigos a edad de 28 días, datos obtenidos a velocidades de 4 a 5KN/s (Anexo 13-15).

Ilustración 16: *Ensayo de módulo de elasticidad de las probetas a 28 días*



Fuente: Elaboración Propia.

16. Después de obtener algunos resultados se optó por el más trabajable del 1% para vaciado con agua caliente 50-60°C en las muestras de 0.50*0.50*0.25m y ubicando termómetros internos para registrar en el tiempo, donde, se realizaron bloques de 7" y 4" con temperaturas de agregado entre 19-25°C y 28-31°C.

Ilustración 17: Muestras de 0.5 x 0.5 x 0.25, con agua 50°C a 60°C y con a/c=0.5



Fuente: Elaboración Propia.

17. Curado de las muestras fue de un recubrimiento de 3 centímetros para después curar durante 4 días superficialmente de 0.50*0.50*0.25m y termómetros internos para registrar en el tiempo temperaturas internas.

Ilustración 18: Curado con recubrimiento de 3cm de arena fina



Fuente: Elaboración Propia.

18. Se identifico, humedad entre superficie del concreto a pesar que la temperatura ambiente máxima fue de 37.8 °C.

Ilustración 19: *Humedad en la superficie del concreto*

Fuente: Elaboración Propia.

19. Identificación de patologías visualmente después de quitar recubriendo de arena, fisuras superficiales que eran visible a 10 cm a 15 cm y con la presencia de agua se identificó burbujas.

Ilustración 20: *Patologías existentes*

Fuente: Elaboración Propia.

20. Extracción de diamantinas de 4" a los 28 días, 3 por cada bloque de 0.50*0.50*0.25m.

Ilustración 21: *Extracción de diamantinas de 4" a los 28 días*



Fuente: Elaboración Propia.

21. No se pudo identificar fisuras profundas por lo que se debe a que es por contracción plástica, concluyendo que son superficiales; sin embargo, se observó un espaciamiento entre el encofrado y el bloque de concreto 1.2 mm.

ETAPA 04:

22. Realización del análisis de resultados obtenidos para determinar el grado de influencia, en la consistencia del concreto fresco y el nivel óptimo de dosificaciones para mejorar las propiedades mecánicas del concreto.
23. Llevar a cabo la evaluación económica de cada opción estudiada con relación al diseño patrón (Tabla 5).
24. Elaboración de conclusiones y finalmente, recomendaciones.

ETAPA 05:

25. Preparación y posterior presentación de la investigación a los miembros del jurado.
26. Delimitación y conocimiento de la fecha de sustentación final de la tesis.

Tabla 26: Matriz de consistencia

Problema Principal	Objetivo Principal	Hipótesis	Variables	
<p>¿En qué grado influye el aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas?</p>	<p>Analizar el grado de influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas.</p>	<p>La adición de aditivo superplastificante mejora la trabajabilidad y resistencia del concreto, a máximas temperaturas internas.</p>	<p>Independiente: Aditivo superplastificante. Dependiente: Trabajabilidad, Temperaturas Internas y Resistencia del concreto. Interviniente: Diseño de mezcla y Control de calidad del concreto.</p>	
	<p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluar propiedades físico - mecánicas del concreto a 280 kg/cm². • Analizar el grado de influencia del aditivo superplastificante en temperaturas máximas. • Identificar los efectos de la incorporación del aditivo superplastificante en la consistencia del concreto fresco. • Analizar el grado de influencia del aditivo superplastificante, cuando el concreto alcanza temperaturas elevadas. • Determinar el nivel óptimo de dosificaciones para mejorar las propiedades mecánicas del concreto. • Evaluar los costos al incorporar aditivo superplastificante en la mezcla de concreto. 		<p>Dimensiones</p> <p>Dosificación, Concreto Fresco y Concreto Endurecido.</p>	<p>Indicadores</p> <p>Cantidad de aditivo, Slump (2'', 4'', 7''), T°, Resistencia a Compresión.</p>
<p>Diseño y Tipo de investigación</p>	<p>Población, muestra y muestreo</p>		<p>Procedimiento y procesamiento de datos</p>	
<p>La investigación es experimental, de enfoque Cuantitativo, tipo aplicada y de nivel predictivo.</p>	<p>Población de 84 testigos las cuales 30 muestras de patrón con aditivo y 54 con aditivo manipulados para obtener un concreto fresco a temperaturas internas máximas permisibles en los diferentes asentamientos 2,4 y 7 pulgadas, aplicadas a dosificaciones de 0.3, 0.5 y 1% con respecto al asentamiento (Slump). Considerando en su diseño una reducción del 15% de agua. Población de 5 muestras de 0.5*0.5*0.25m con aditivo más agua caliente de 50°C.60°C y aditivo a base de policarboxilato al 1%.</p>		<p>Ensayos por realizar son granulometría, contenido de humedad, peso específico y absorción, pesos volumétricos. Posteriormente se realiza control de asentamiento y temperatura en estado fresco y características de entorno. Por último, ensayos a resistencia a compresión y elasticidad para muestras de 6''x12'' y para muestras de 0.5*0.5*0.25 se realizará ensayos de diamantina.</p>	<p>Identificar, registrar en una base de datos (fichas y Excel), realizar tablas comparativas y concluir con el mejor comportamiento de la mezcla del concreto.</p>

Fuente: Elaboración Propia.

Consideraciones éticas

Esta investigación es de carácter ético porque se sustenta en la aprobación de las autoridades respectivas, dueños instalados en sus canteras y establecimientos, para recopilar toda la información oportuna y de manera transparente, llevando a cabo el cumplimiento de normativas con el propósito de obtener resultados idóneos y relevantes para esta investigación. Descartando cualquier acto de manipulación de datos e información pertinente.

Resultados y Discusión

Datos registrados durante el vaciado e influencia de temperatura de los materiales en la temperatura de la mezcla del concreto obtenido y T° según NRMCA.

En la tabla 27 y 28, muestran la temperatura de agregados entre 18° a 24°C presentó una mayor variación en un promedio de 3.1°C , al de T° obtenida con la fórmula, y con respecto a temperaturas de materiales de $25-28^{\circ}\text{C}$ en la muestra 5 y 6 presentó variación máxima en 4.7°C con humedad relativa máxima 53.6%. El promedio de variación de las 9 muestras en temperatura obtenida y ambiente resultó 4.58°C .

Tabla 27: Dosificación de probetas 6x12”.

Muestra	Slump Diseño	Agua mezclada	Cemento Mezclado	Piedra	Arena	Fórmula NRMCA	T° Obtenida	T Obtenida - T° NRMCA	T° Obtenida-Agregados
1	2"	249	470	875	740	26.4	26.3	0.05	0.10
2	2",0.3%	218	406	862	849	22.6	23.5	0.9	0.4
3	2",0.5%	218	406	862	849	20.8	22.5	1.7	1.6
4	2",1%	218	406	862	849	18.0	21.2	3.2	2.8
5	4"	266	505	882	682	27.0	31.7	4.7	3.9
6	4",0.3%	232	435	868	800	26.3	30.8	4.5	4.4
7	4",0.5%	232	435	868	800	23.5	27.9	4.4	4.2
8	4",1%	232	435	868	800	18.9	25.0	6.1	6.1
9	7"	290	552	875	586	22.4	24.7	2.34	2.60

Fuente: Elaboración Propia.

Además, en la tabla con adición de aditivo policarboxilato en el 1% se obtuvo los siguientes resultados con adición de agua caliente (50° a 60°C), con esta incorporación

presentó una variación con respecto a la temperatura teórica en un promedio de 1.6°C, entre 19° a 31°C de temperatura de materiales.

Tabla 28: *Dosificación en muestras de 0.5*0.5*0.25m*

Muestra	Slump Diseño	Agua mezclada	Cemento Mezclado	PIEDRA	ARENA	Fórmula NRMCA	T° Obtenida	T° Obtenida - T° NRMCA	T° Obtenida-Agregados
10	7"	247	465	861	731	34.7	35.4	0.66	11.40
11	4"	227	425	856	795	31.7	34.4	2.70	14.80
12	7"	252	475	861	716	41.3	43.4	2.06	12.60
13	4"	242	454	868	771	36.6	37.7	1.11	8.70
14	2"	223	416	862	834	35.9	34.5	1.44	5.90

Fuente: Elaboración Propia.

Datos obtenidos de la mezcla de concreto en estado fresco, se observó que, el menor % de aire disminuyó a más cantidad de pasta cementante como se muestra en tabla 29, así mismo, con adición esta estuvo en el rango de 1.6-1.9% donde no se evidencio exudación. Con respecto al rendimiento en las muestras 10 y 11 presentaron un mejor comportamiento en volumen teniendo como variación de 11 a 25 kg/m³.

Tabla 29: Resultados en estado fresco

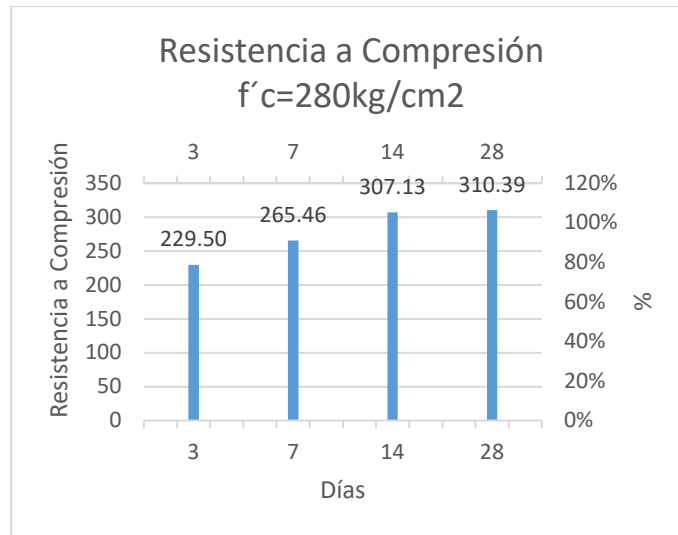
Muestra	Slump Diseño	T° ambiente	T° obtenida	Slump obtenido	%Aire	PU obtenido	PU teórico	Rendimiento
1	2"	21.7	26.3	2.0	2.0	2324	2335	0.995
2	2",0.3%	22.1	23.5	1.3	1.9	2334	2335	1.000
3	2",0.5%	19.0	22.5	1.4	1.9	2325	2335	0.996
4	2",1%	17.4	21.2	2.0	1.9	2324	2335	0.995
5	4"	23.9	31.7	4.1	1.7	2310	2335	0.989
6	4",0.3%	24.4	30.8	3.3	1.8	2304	2335	0.987
7	4",0.5%	23.6	27.9	3.5	1.7	2301	2335	0.985
8	4",1%	19.2	25.0	4.0	1.6	2306	2335	0.988
9	7"	21.1	24.7	7.5	1.3	2283	2304	0.991
10	7"	20.6	35.4	5.6	1.5	2329	2304	1.011
11	4"	20.0	34.4	3.9	1.7	2315	2304	1.005
12	7"	35.0	43.4	6.8	0.6	2308	2304	1.002
13	4"	29.6	37.7	4.5	1.3	2319	2335	0.993
14	2"	23.5	34.5	2.5	1.8	2320	2335	0.994

Fuente: Elaboración Propia.

Muestra patrón con cemento tipo I y relación de a/c=0.5 de diseño para una resistencia $f'c=280\text{kg/cm}^2$, obteniendo resultados con resistencias iniciales altas y a los 28 días

310.39kg/cm² resultado de un promedio de 3 probetas de 6"x12" por cada edad, obteniendo una diferencia de 30.39 kg/cm² (Ilustración 22).

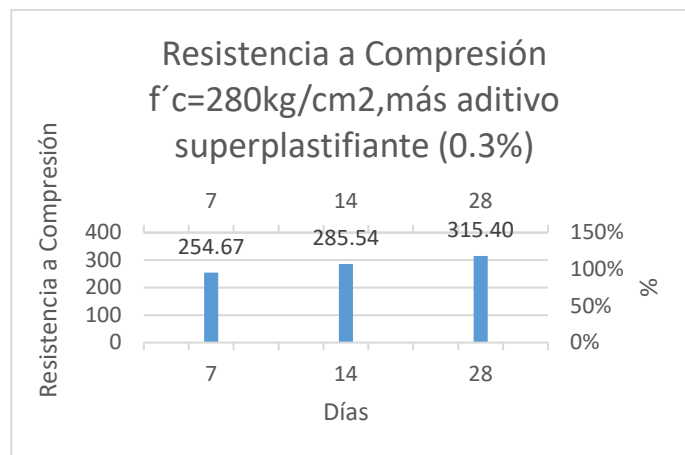
Ilustración 22: *Concreto Patrón, $f'c = 280$ Slump 2", muestra 1*



Fuente: Elaboración Propia.

Muestra con adición a base de policarboxilato (0.3% del peso del cemento tipo I) y con reducción de agua en el 15% para mantener la relación de $a/c=0.5$ de diseño para una resistencia $f'c=280$ kg/cm², obteniendo resultados con resistencias iniciales altas y a los 28 días 315.40kg/cm² resultado de un promedio de 3 probetas de 6"x12", obteniendo una diferencia de 35.40 kg/cm² (Ilustración 23).

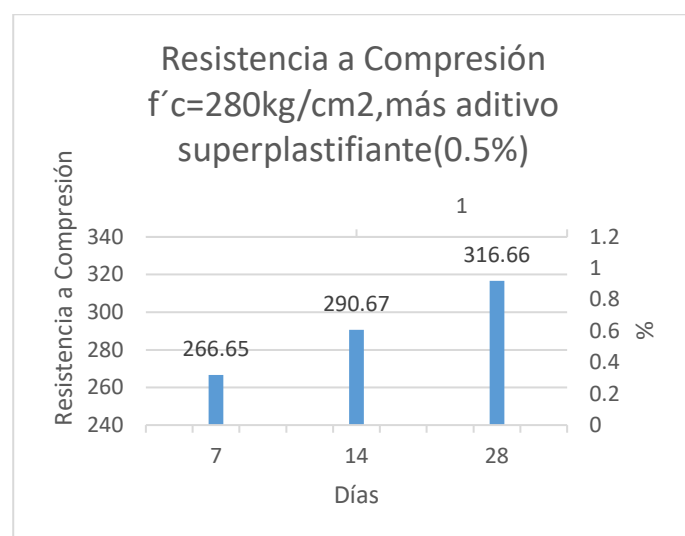
Ilustración 23: Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.3%, reducción 15% H₂O; Slump 2", muestra 2



Fuente: Elaboración Propia.

Muestra con adición a base de policarboxilato (0.5% del peso del cemento tipo I) y con reducción de agua en el 15% para mantener la relación de a/c=0.5 de diseño para una resistencia f'c=280kg/cm², alcanzando resultados con resistencias iniciales altas y a los 28 días 316.66kg/cm² resultado de un promedio de 3 probetas de 6"x12", obteniendo una diferencia de 36.66 kg/cm² (Ilustración 24).

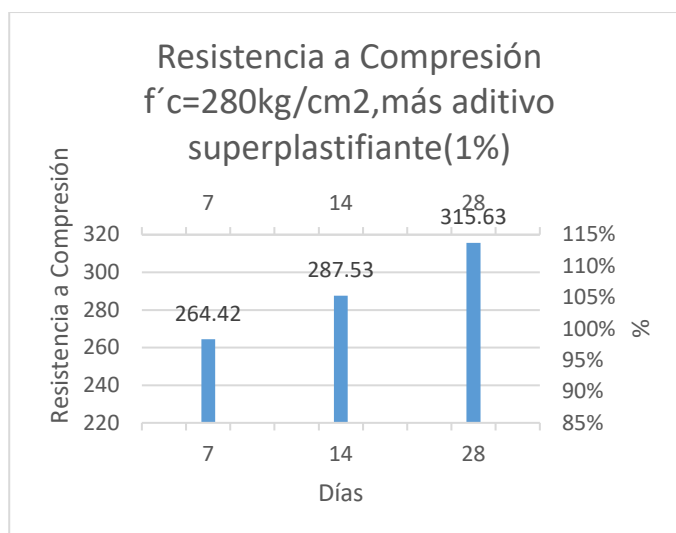
Ilustración 24: Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.5%, reducción 15% H₂O ;Slump 2", muestra 3



Fuente: Elaboración Propia.

Muestra con adición a base de policarboxilato (1% del peso del cemento tipo I) y con reducción de agua en el 15% para mantener la relación de $a/c=0.5$ de diseño para una resistencia $f'c=280\text{kg/cm}^2$, logrando resultados con resistencias iniciales altas y a los 28 días 315.63kg/cm^2 resultado de un promedio de 3 probetas de $6''\times 12''$, obteniendo una diferencia de 35.33 kg/cm^2 (Ilustración 25).

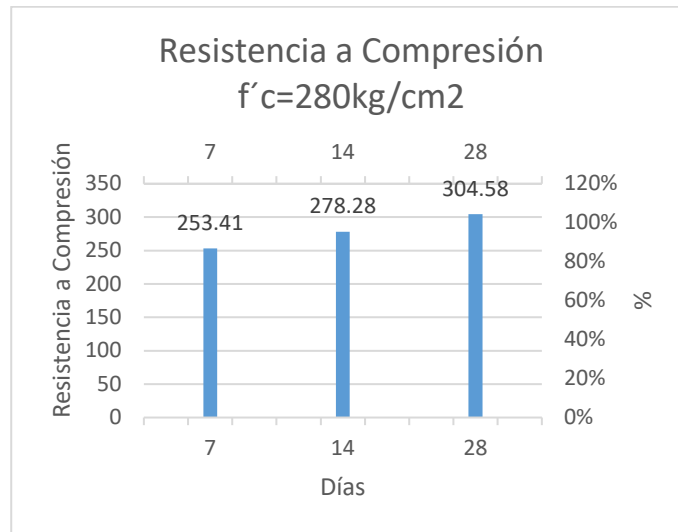
Ilustración 25: Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H₂O; Slump 2", muestra 4



Fuente: Elaboración Propia.

Muestra patrón con cemento tipo I y relación de $a/c=0.5$ de diseño para una resistencia $f'c=280\text{kg/cm}^2$, alcanzando resultados con resistencias iniciales altas y a los 28 días 304.58kg/cm^2 resultado de un promedio de 3 probetas de $6''\times 12''$, obteniendo una diferencia de 24.58 kg/cm^2 (Ilustración 26).

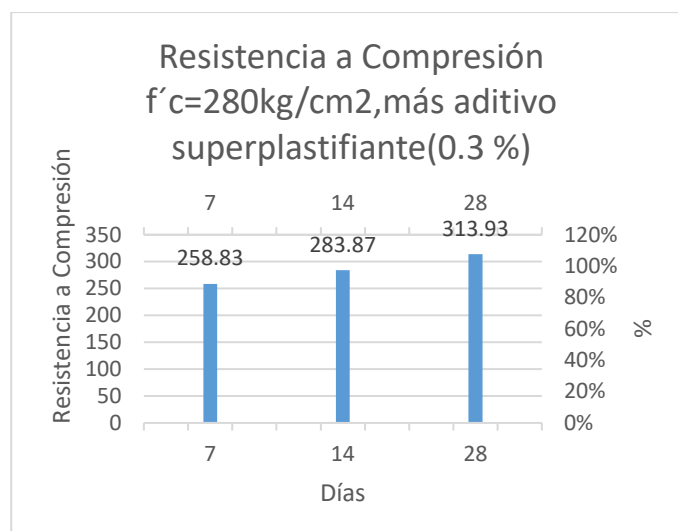
Ilustración 26: Concreto Patrón, $f'c = 280$ Slump 4", muestra 5



Fuente: Elaboración Propia.

Muestra con adición a base de policarboxilato (0.3% del peso del cemento tipo I) y con reducción de agua en el 15% para mantener la relación de $a/c=0.5$ de diseño, con resistencia $f'c=280$ kg/cm², logrando resultados con resistencias iniciales altas y a los 28 días 313.93kg/cm² resultado de un promedio de 3 probetas de 6"x12", obteniendo una diferencia de 33.93 kg/cm² (Ilustración 27).

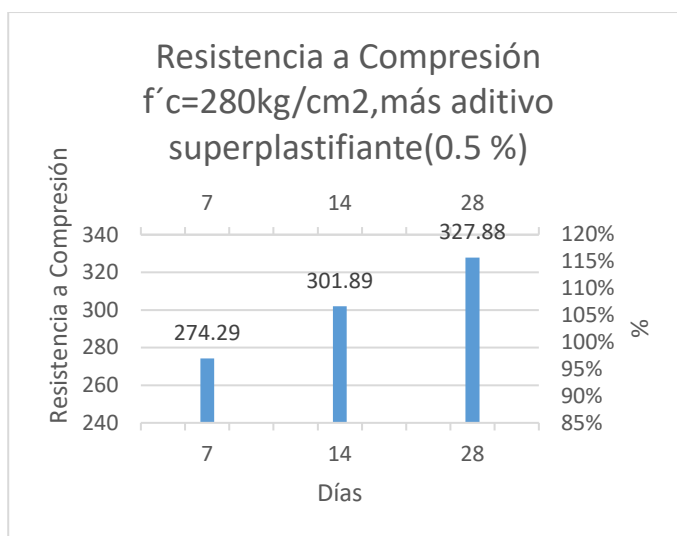
Ilustración 27: Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.3%, reducción 15% H₂O ;Slump 4", muestra 6



Fuente: Elaboración Propia.

Muestra con adición a base de policarboxilato (0.5% del peso del cemento tipo I) y con reducción de agua en el 15% para mantener la relación de $a/c=0.5$ de diseño, con resistencia $f'c=280\text{kg/cm}^2$, obteniendo resultados con resistencias iniciales altas y a los 28 días 327.88kg/cm^2 resultado de un promedio de 3 probetas de $6''\times 12''$, logrando una diferencia de 47.88 kg/cm^2 (Ilustración 28).

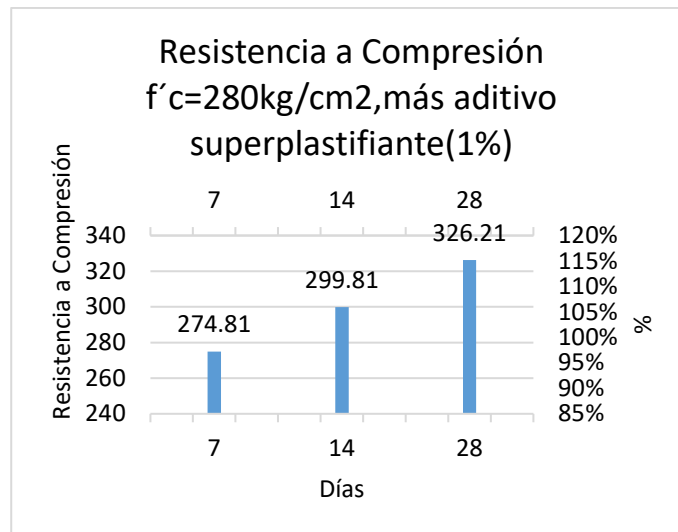
Ilustración 28: Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.5%, reducción 15% H20 ;Slump 4", muestra 7



Fuente: Elaboración Propia.

Muestra con adición a base de policarboxilato (1% del peso del cemento tipo I) y con reducción de agua en el 15% para mantener la relación de $a/c=0.5$ de diseño, con resistencia $f'c=280\text{kg/cm}^2$, alcanzando resultados con resistencias iniciales altas y a los 28 días 326.21kg/cm^2 resultado de un promedio de 3 probetas de $6''\times 12''$, obteniendo una diferencia de 46.21 kg/cm^2 (Ilustración 29).

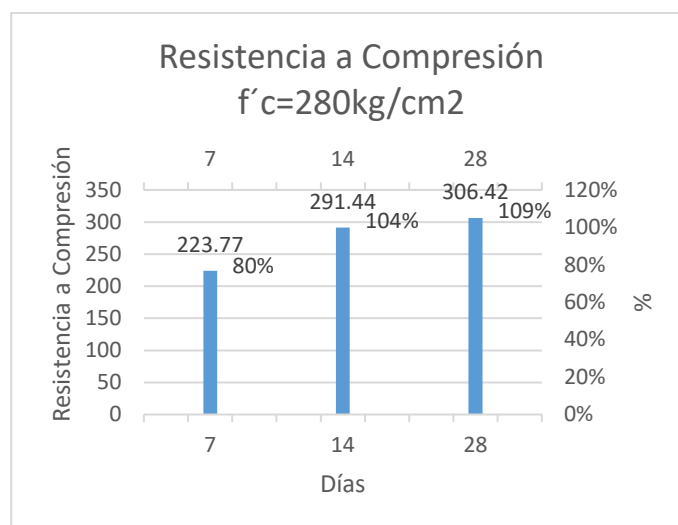
Ilustración 29: Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H2O; Slump 4", muestra 8



Fuente: Elaboración Propia.

Muestra patrón con cemento tipo I y relación de a/c=0.5 de diseño para una resistencia f'c=280kg/cm2, obteniendo resultados con resistencias iniciales altas y a los 28 días 306.42kg/cm2 resultado de un promedio de 3 probetas de 6"x12", alcanzando una diferencia de 26.42 kg/cm2 con respecto al diseño.

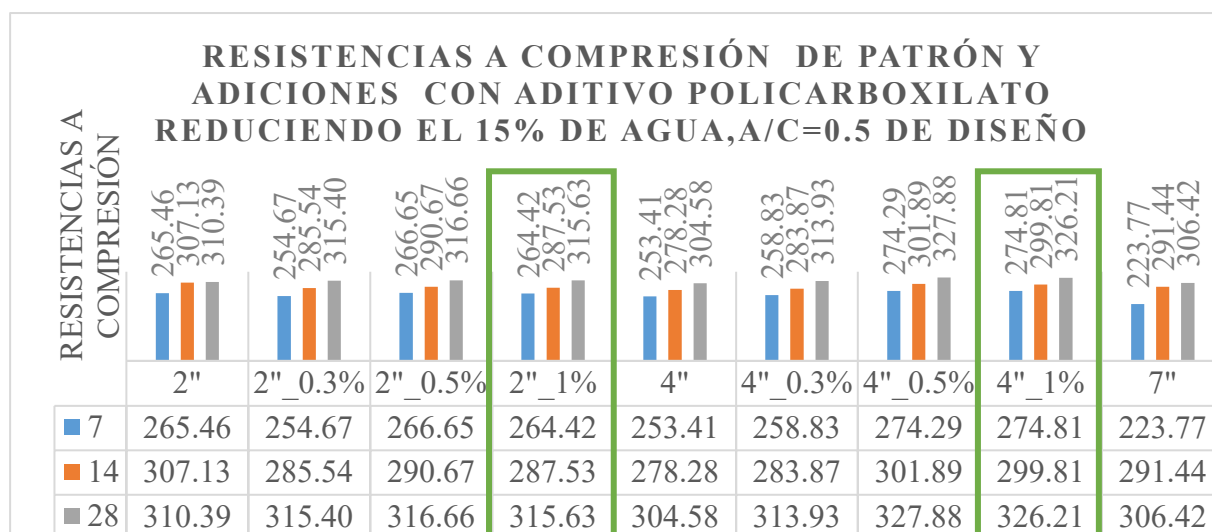
Ilustración 30: Concreto Patrón, f'c = 280 Slump 7", muestra 9



Fuente: Elaboración Propia.

En los resultados obtenidos en cada edad es promedio de 3 rupturas de probetas de 6" x 12" donde se observó una mejor trabajabilidad en el 1% pero a resistencias con mínima variación al de 0.5%, lo cual, permitió una adecuada hidratación de la pasta cementante, obteniendo resultados más favorables en las diversas condiciones de entorno (Ilustración 31), inferiores a 32°C.

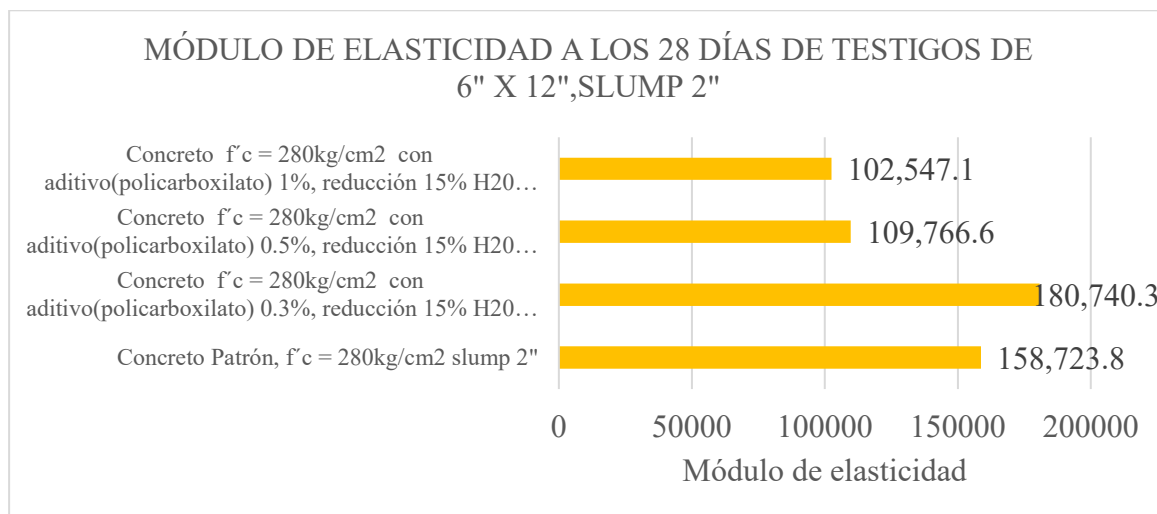
Ilustración 31: Resumen de resistencia a compresión de muestras con adición en condiciones normales



Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados obtenidos del módulo de elasticidad de las muestras realizadas (Slump 2"), en testigo de 6"x12" a edad de 28 días, se observó, que con mayor adición de aditivo policarboxilato en 1% se tuvo una mayor reducción con respecto al RNE E-0.60 en un 59.14% y al 0.3% en un 27.99%, con respecto a la muestra patrón disminuyó en 35.39% y aumentó 13.87% respectivamente, lo cual se realizó por el método estándar según ASTM C-469.

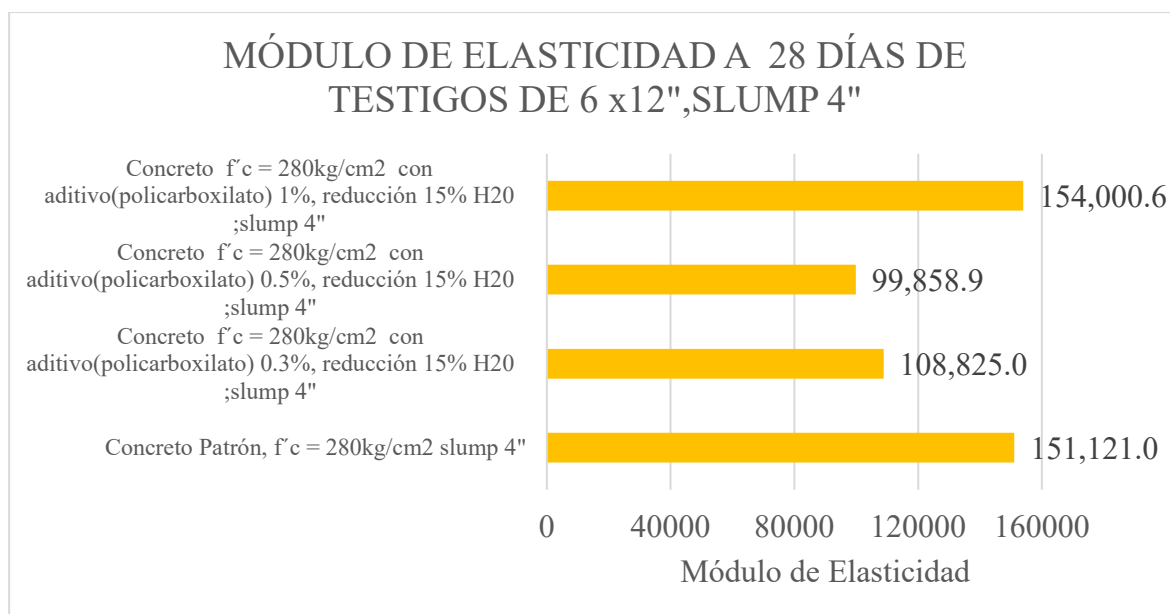
Ilustración 32: Módulo de elasticidad a los 28 días de testigos de 6" x 12", Slump 2"



Fuente: Elaboración Propia.

En cambio, en el Slump 4" se identificó los resultados de módulo de elasticidad en testigos de 6"x12" a edad de 28 días, por lo cual, la adición de aditivo policarboxilato en 0.5% tuvo una mayor reducción con respecto al RNE E-0.60 en un 60.21% y al 1% en un 38.64%; con respecto a la muestra patrón disminuyó en 33.92% y aumento 1.91% respectivamente, utilizando el método estándar, según ASTM C-469.

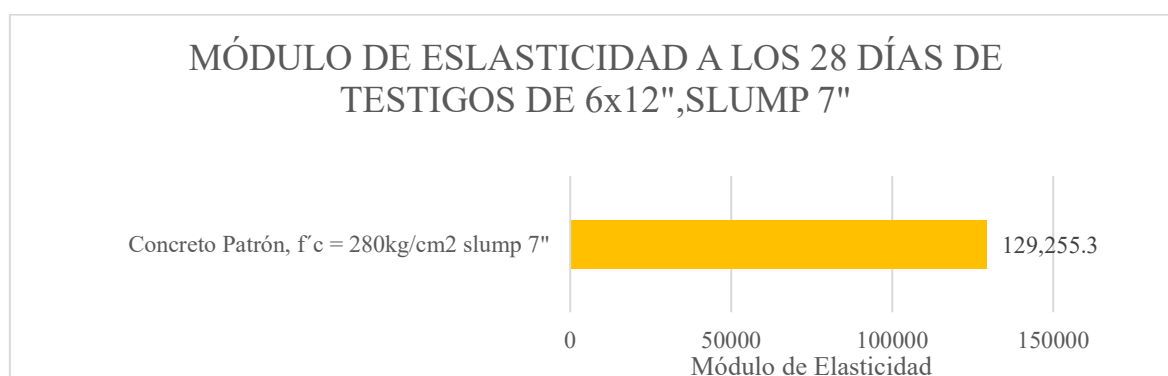
Ilustración 33: Módulo de elasticidad a 28 días de testigos de 6" x 12", Slump 4"



Fuente: Elaboración Propia.

A diferencia del Slump 7" se identificó los resultados de módulo de elasticidad en testigos de 6"x12" a edad de 28 días, donde se evaluó inicialmente su resistencia (ilustración 31), obteniendo como resultados, resistencia de 310.39 kg/cm² en el Slump 2" con una variación en 5.81 y 3.97 k/cm² con respecto 4" y 7" en testigos patrón. Además, con respecto a la muestra RNE E-0.60 el módulo de elasticidad disminuyó en 48.5%, utilizando el método estándar, según ASTM C-469.

Ilustración 34: *Módulo de elasticidad a 28 días de testigos de 6" x 12", Slump 7"*

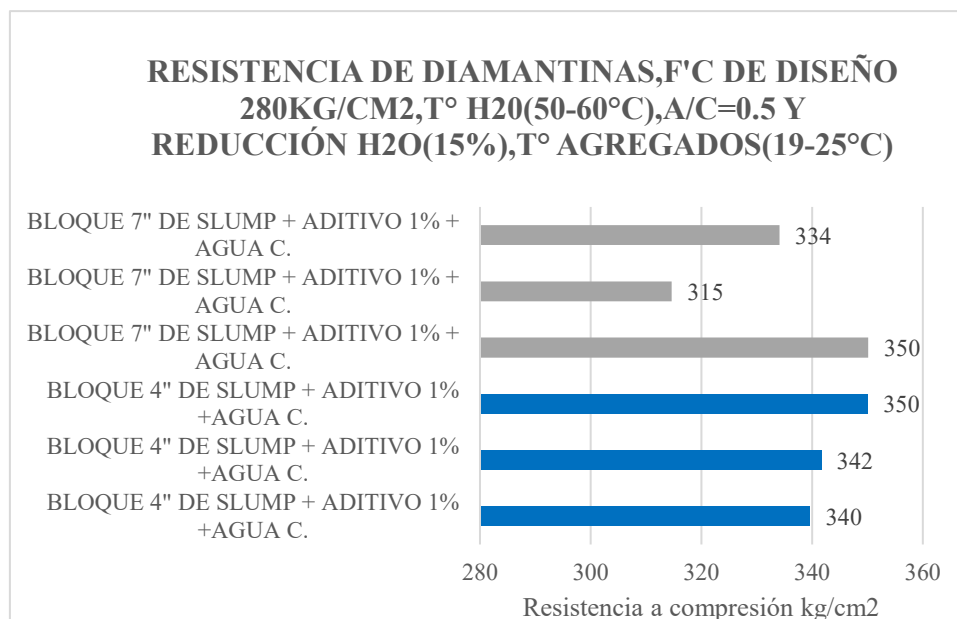


Fuente: Elaboración Propia.

Resistencia de diamantinas con temperatura de agregados entre 19 a 25° en los bloques de 0.5x0.5x0.25.

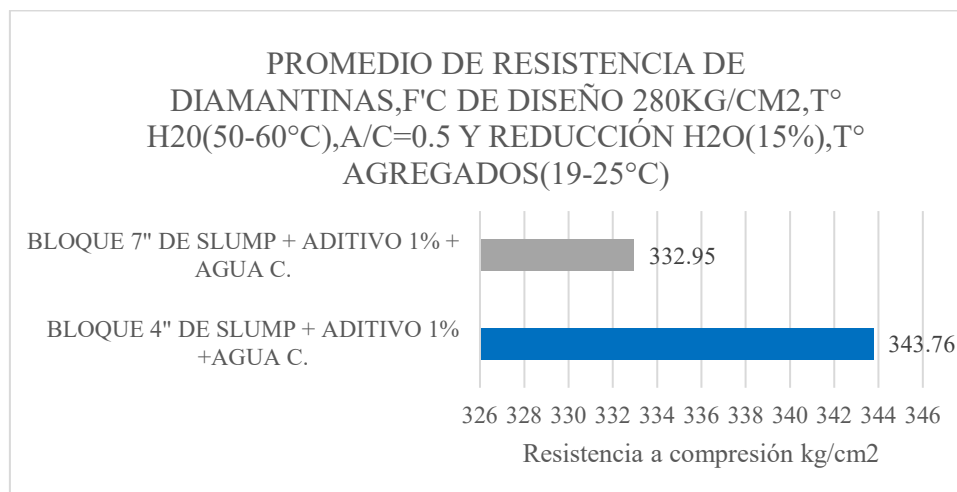
Resultados encontrados en la extracción de diamantina de diámetro de 2", 3 unidades extraído por cada bloque dónde se identificó la resistencia a compresión a los 28 días de edad con T° de colocación del concreto(34-35°C), después de haber realizado el análisis de las propiedades físicas y mecánicas del concreto en las muestras de testigo de 6x12", con la adición de aditivo de policarboxilato en 1 % por mejor compartimiento en estado fresco y endurecido del concreto en la resistencia (ilustración 25), teniendo una temperatura de colocación mayor a T°>32°C (anexo11) y trabajabilidad (anexo12), obteniendo como resultados, el mejor comportamiento de 4" con adición de aditivo en 1% a temperatura de H₂O(50-60°C) en una relación de a/c=0.5 y temperatura superficialmente de agregados en 19° - 25°C, en 1.22 y 1.18, de 4" y 7" respectivamente con respecto a la resistencia a compresión de diseño, difiriendo en 11kg/cm² entre resistencias obtenidas.

Ilustración 35: Resistencia de diamantinas, f'_c de diseño 280kg/cm², t° H₂O (50-60°C), $a/c=0.5$ y reducción H₂O (15%), t° agregados (19-25°C)



Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 36: Promedio de resistencia de diamantinas, f'_c de diseño 280kg/cm², t° H₂O (50-60°C), $a/c=0.5$ y reducción H₂O (15%), t° agregados (19-25°C)

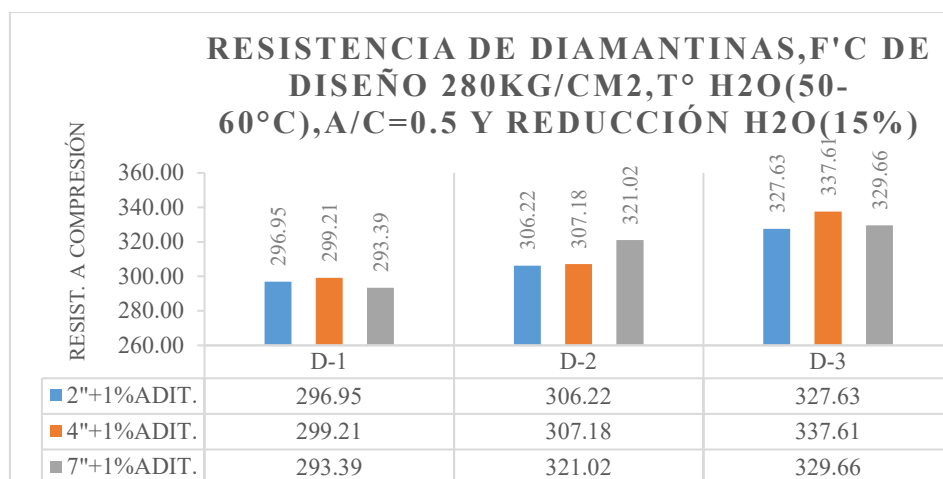


Fuente: Elaboración Propia.

Resistencia de diamantinas con temperatura de agregados entre 28 a 31°C en los bloques de 0.5x0.5x0.25.

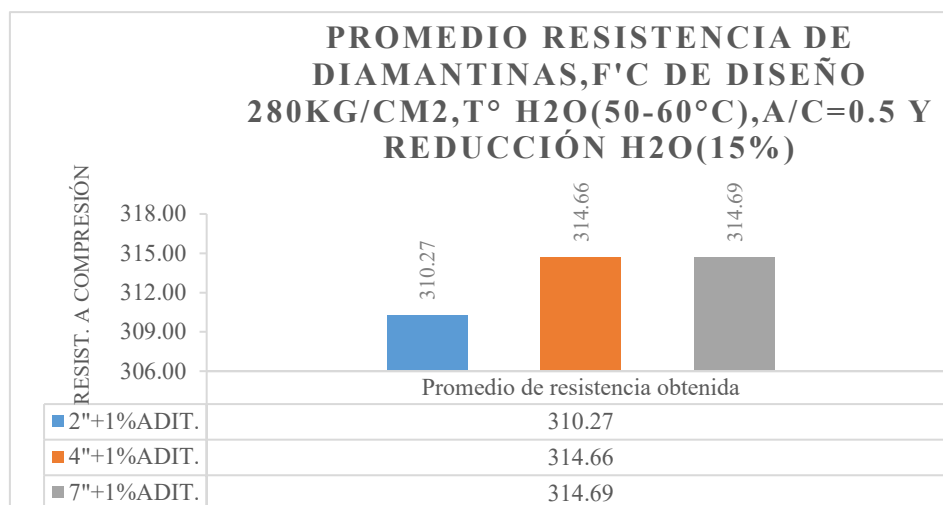
Se obtuvo resultados de las propiedades físicas y mecánicas del concreto a temperaturas máximas en los bloques, entre 34 a 43°C, que se obtuvo al vaciar con la adición del aditivo superplastificante a base de policarboxilato en 1 % para mejorar la consistencia y resistencia (Ilustración 31) del concreto. Asimismo, la temperatura de colocación fue mayor a $T > 32^{\circ}\text{C}$ y la trabajabilidad (Anexo 10), obteniendo como resultados, el mejor comportamiento en Slump de 7", 4" y 2" de diseño con una temperatura de H₂O (50-60°C), relación de a/c=0.5, reducción de agua al 15% y una temperatura superficialmente de agregados en 28° - 31°C, en 1.12, 1.12 y 1.1, con respecto a la resistencia a compresión de 280kg/cm², respectivamente y una variación de 4.42kg/cm² en resistencias obtenidas.

Ilustración 37: Resistencia de diamantinas, f_c de diseño 280kg/cm², t° H₂O(50-60°C), a/c=0.5 y reducción H₂O(15%)



Fuente: Elaboración Propia.

Ilustración 38: Promedio resistencia de diamantinas, f_c de diseño 280kg/cm^2 , $t^\circ\text{H}_2\text{O}(50-60^\circ\text{C})$, $a/c=0.5$ y reducción $\text{H}_2\text{O}(15\%)$

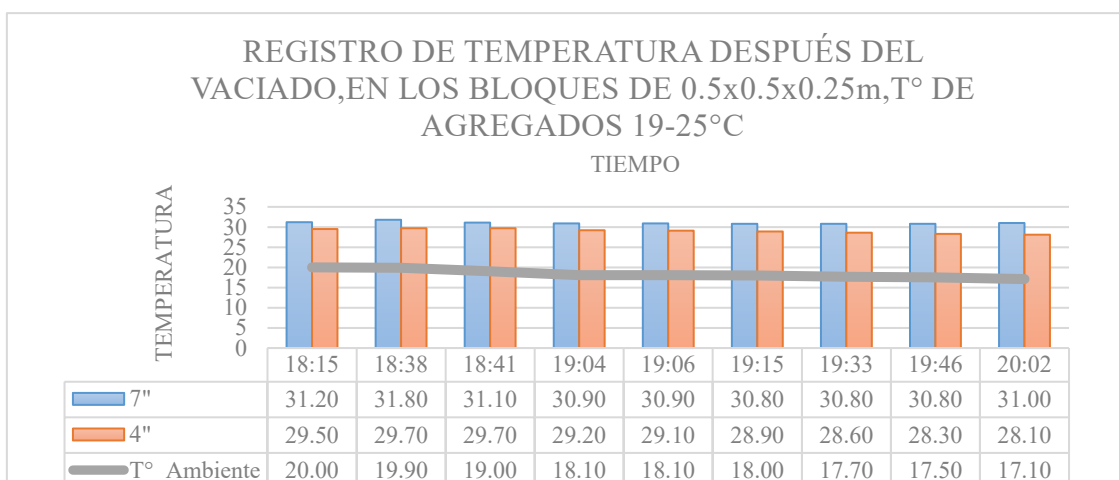


Fuente: Elaboración Propia.

Registro de temperatura interna, con T° con agregados entre 19 a 25°C en los bloques de 0.5x0.5x0.25m.

Se registró temperaturas máximas con f_c de diseño 280kg/cm^2 , $t^\circ\text{H}_2\text{O}(50-60^\circ\text{C})$, $a/c=0.5$, reducción $\text{H}_2\text{O}(15\%)$ y de adición 1% (peso del cemento) de aditivo policarboxilato en la madures del concreto para identificar a temperatura más elevada expuesto al ambiente, en los bloques de $0.5 \times 0.5 \times 0.25\text{m}$, T° de agregados $19-25^\circ\text{C}$, obteniendo cómo resultado una variación de tiempo 1:47min que se vio influenciado T° ambiente con humedad relativa de 65% a 72.3% con tendencia a reducir la temperatura interna y velocidad de aire 1.15m/s . Concluyendo que el de 4" se vio más influencia que el de 7", puesto que, la variación de temperatura interna 0.8°C y 1.6°C respectivamente, en el tiempo transcurrido.

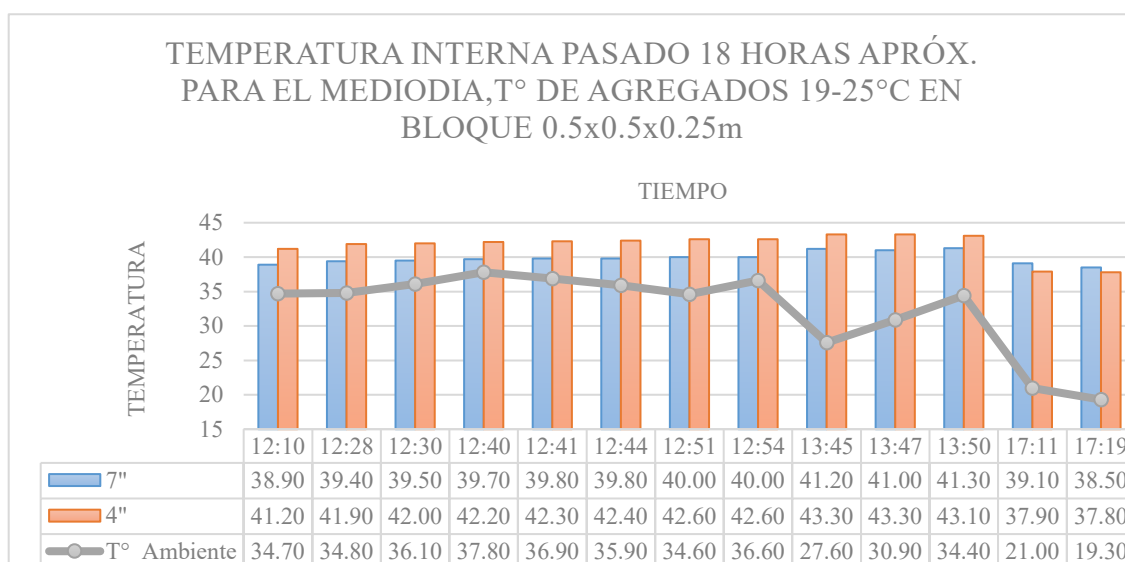
Ilustración 39: Registro de temperatura después del vaciado, en los bloques de 0.5x0.5x0.25m, T° de agregados 19-25°C



Fuente: Elaboración Propia.

Se observó pasado las 18 horas al mediodía a temperatura ambiente máxima en 37°C registrada a las 12:40pm, donde el bloque se ve más influenciado en el Slump 4 pulgadas por el volumen de los agregados.

Ilustración 40: Temperatura interna pasado 18 horas apróx. para el mediodía, T° de agregados 19-25°C en bloque 0.5x0.5x0.25m

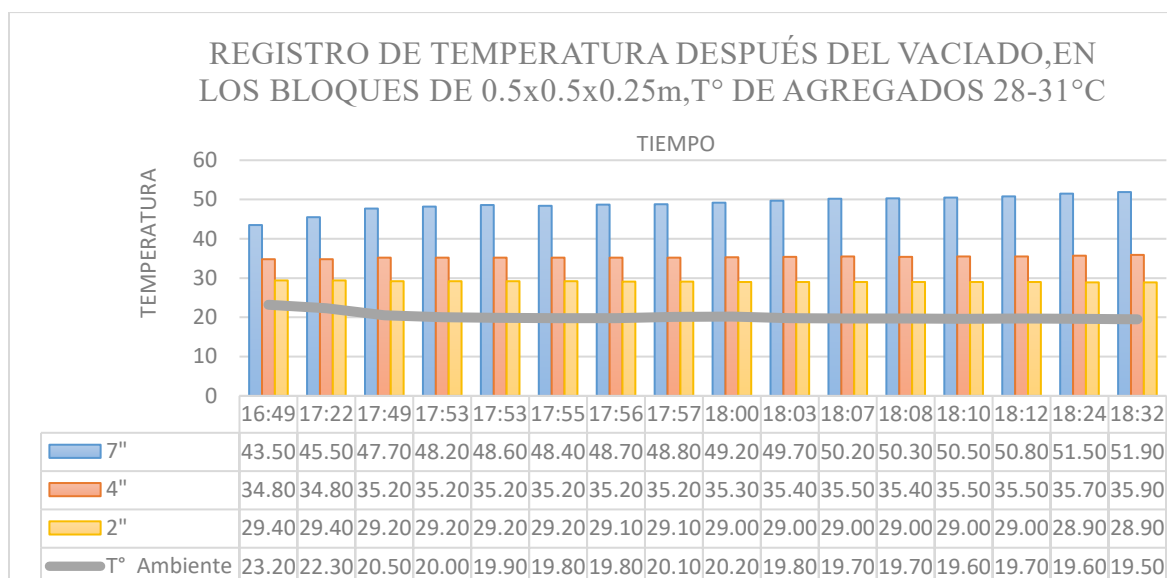


Fuente: Elaboración Propia.

Registro de temperatura interna, con T° con agregados entre 28 a 31°C en los bloques de 0.5x0.5x0.25m.

Se registró temperaturas máximas en la madures del concreto de f_c de diseño 280kg/cm^2 , $t^{\circ}\text{h}_2\text{o}(50-60^{\circ}\text{c})$, $a/c=0.5$, reducción H_2O (15%) y de adición 1% (peso del cemento) de aditivo policarboxilato, para identificar a temperatura más elevada expuesto al ambiente, en los bloques de $0.5 \times 0.5 \times 0.25\text{m}$, T° de agregados $28-31^{\circ}\text{C}$, obteniendo cómo resultado una variación de tiempo 1:43min que se vio influenciado T° ambiente con humedad relativa de 56.3% a 58.3% con tendencia a reducir la temperatura interna y velocidad de aire 1.25m/s . Concluyendo que el de 7", 4" y 2", se registró la variación de temperatura interna 8.4°C , 1.1°C y 3.7 respectivamente, además las temperaturas de colocación (Anexo 9), la trabajabilidad (Anexo 10) y resistencia a compresión por extracción de diamantinas (Ilustración 38).

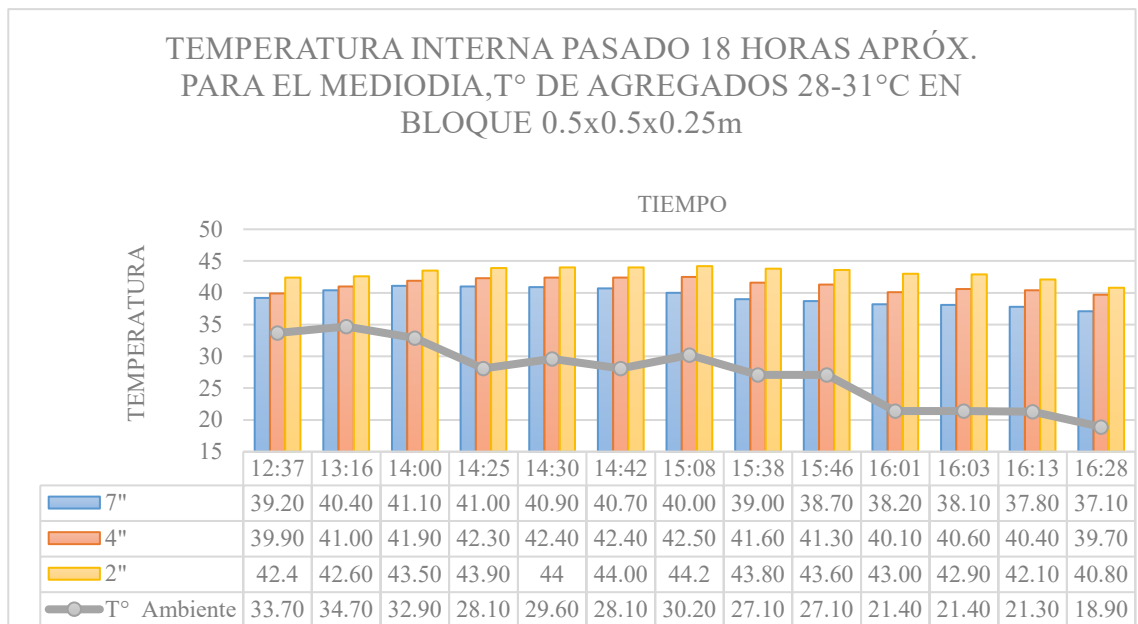
Ilustración 41: Registro de temperatura, después del vaciado, en agregados de $28-31^{\circ}\text{C}$.



Fuente: Elaboración Propia.

La temperatura interna máxima registrada, después de transcurrir 18 horas desde el vaciado, fue de 44.2°C , en el Slump 2", además, la variación de temperatura máxima y mínima fue de 4.2 desde las 12:37 pm hasta 16:28 pm.

Ilustración 42: Registro de temperatura, pasado 18 horas para el medio día, en agregados de 28-31°C.



Fuente: Elaboración Propia.

Discusión:

Analizar el grado de influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas.

Después de haber analizado que el aditivo superplastificante a base de policarboxilato influye significativamente en la trabajabilidad y resistencia del concreto. Se determinó que, la dosis óptima para mejorar las propiedades físico-mecánicas del concreto fueron de 0.5 y 1% a temperaturas máximas, a comparación de 0.3% del peso del cemento, lo que corrobora la postura de Chuman y Rivas[8], donde la resistencia presenta mejor comportamiento en el Slump 4", con una temperatura de colocación menor a 35.5°C, siendo de 343.76kg/cm², a diferencia de temperaturas superiores donde esta redujo a 314.66kg/cm², difiriendo en 29.1 kg/cm² resultados a edad de 28 días, esto puede variar según sus características de entorno.

Evaluar propiedades físico - mecánicas del concreto de $f'c=280$ kg/cm².

Posteriormente, al haber evaluado las diferentes características, con la finalidad de obtener trabajabilidad y mejorar la resistencia a compresión, con adición en el 1%, este presentó un mejor comportamiento en la trabajabilidad con respecto al 0.3% y 0.5%, en cambio, en la resistencia se observó un incremento de 1.13 (315.63kg/cm²) y 1.17(326.21 kg/cm²) con respecto al $f'c$ de Slump 2" y 4", de igual manera, en el 0.5 % también se obtuvo el mismo factor de resistencia, con respecto a la $f'c=280$ kg/cm² (figura resistencia 6x12), lo que contradice la postura de Cubas[8] que, utilizó aditivo retardante de fragua, curado húmedo y cemento tipo MS, teniendo en su investigación una resistencia de 1.03(287.38kg/cm²).

Analizar el grado de influencia del aditivo superplastificante en temperaturas máximas.

Al usar el aditivo a base de policarboxilato se mantuvo la trabajabilidad, en esta investigación, pero se tiene en cuenta que el tiempo de fraguado inicial es más cortó por la T°; durante el tiempo de colocación de 20-25 min, iniciando desde su medición de temperatura en colocación hasta realizar el acabado en los bloques, a diferencia de Agurto[6] que persistió la trabajabilidad y Slump, durante 30 min, debido a su temperatura máxima de colocación, siendo esta de 22°C con dosificación óptima de 1.5% ; sin embargo, en esta investigación fue de

35.5°C. Tomando en cuenta la influencia del entorno que está expuesto la mezcla como es la temperatura ambiente y los materiales en diseño de esta.

A diferencia de temperaturas obtenidas de la mezcla y del ambiente difirieron en promedio de 4.58°C (muestras 1 al 9), con respecto al de Venencia [7] de 5°C.

Identificar los efectos de la incorporación del aditivo superplastificante en la consistencia del concreto fresco.

Se identificó que a mayor incorporación de aditivo la mezcla es más fluida y trabajable, como se evidenció en la investigación de Chuman y Rivas [9], con respecto al de menor porcentaje de adición, puesto que, no se presentó exudación en la mezcla de concreto, dando como resultado una mezcla con consistencia homogénea donde se pudo evidenciar un mejor acabado superficial, al formarse una capa impermeabilizante en la superficie, evitando la evaporación del agua, que se puede evidenciar en el Slump 2” con adición del aditivo en el 0.3%, 0.5% y 1%, teniendo un incremento en 1.25”, 1.4” y 2”, asimismo, para el Slump 4”, utilizando las mismas adiciones, se obtuvo 3.25”, 3.5” y 4”.

Analizar el grado de influencia del aditivo superplastificante, cuando el concreto alcanza temperaturas elevadas.

A temperaturas superiores a 35°C con adición de agua caliente utilizando el 1% de aditivo policarboxilato disminuye la resistencia (resultados obtenidos por extracción de diamantinas), que concuerda con lo que afirma Cubas [8] que a mayor temperatura de colocación disminuye la resistencia. Asimismo, este llegó a temperaturas de 37°C en colocación, turno tarde con Slump de 3 “de diseño, obteniendo una resistencia 302.36kg/cm² a los 28días, cumple la resistencia, a diferencia de la investigación realizada donde se obtuvo 314.66kg/cm² con una T° 37.7°C.

Temperaturas en el tiempo del concreto alcanzó 51.9°C en 5 horas y 32 minutos, en colocación 43.4°C, en un bloque de 0.5x0.5x0.25m de Slump de 7” + aditivo en 1%, a diferencia de Chee [5] en un elemento de 1.3x1.3x1.3m con una temperatura pico en el tiempo de 49.53°C y de colocación a 23°C.

Rodríguez, en la fase 1 pila 14(37.4x37.4x0.6m) se registró en el tiempo con temperatura pico en el núcleo de 55.9°C [22].

Dosificación óptima para mejorar las propiedades mecánicas del concreto.

La dosificación óptima del aditivo superplastificante (Tipo F y Tipo I) a base de policarboxilato, según la investigación realizada fue del 0.5% del peso del cemento corroborando Chuman y Rivas [9] que se encuentra dentro del rango de 0.2% y de 0.7%.

Evaluar los costos al incorporar aditivo superplastificante en la mezcla de concreto.

En función a la muestra patrón y con adición de aditivo superplastificante, para un diseño de $f'c$ 280 kg/cm², resultó más económico con adición en 0.5%; sin embargo, al 1%, hubo un incremento que se vio reflejado por el precio unitario del aditivo 16.83 por litro, donde este presentó mayor trabajabilidad y consistencia del concreto en esta investigación. Asimismo, del uso del aditivo proporciona un mejor acabado superficial, además de evitar el uso de curadores químicos por temas de evaporación de agua en estado fresco, debido a la temperatura y velocidad del viento.

Tabla 30: Precio por metro cúbico del concreto

Descripción	Unidad	Metrado	Costo (S/.)
Concreto Patrón, $f'c = 280$ slump 2"	m ³	1	396.01
Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.3%, reducción 15% H20 ;slump 2"	m ³	1	370.12
Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.5%, reducción 15% H20 ;slump 2"	m ³	1	382.885
Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H20 ;slump 2"	m ³	1	414.796
Concreto Patrón, $f'c = 280$ slump 4"	m ³	1	420.607
Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.3%, reducción 15% H20 ;slump 4"	m ³	1	391.871
Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.5%, reducción 15% H20 ;slump 4"	m ³	1	405.533
Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H20 ;slump 4"	m ³	1	439.689
Concreto Patrón, $f'c = 280$ slump 7"	m ³	1	453.818
Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H20 ;slump 7"	m ³	1	465.821
Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H20 ;slump 4"	m ³	1	431.51
Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H20 ;slump 7"	m ³	1	474.316
Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H20 ;slump 4"	m ³	1	455.935
Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H20 ;slump 2"	m ³	1	423.275

Fuente: Elaboración Propia.

Conclusiones

Se concluyó que, la trabajabilidad mejora a mayor porcentaje de aditivo en el 1%; sin embargo, la dosificación óptima es 0.5%, dado que, las resistencias se mantienen en ambos porcentajes, en un factor 1.13(316.66kg/cm²) y 1.17(326.21 kg/cm²) con respecto f'c, a temperatura de colocación de 22.5 y 27.9 °C, dando como resultado que a menor porcentaje de aditivo hubo mayor porcentaje de aire, asimismo, la cantidad de cemento por metro cúbico utilizado en el patrón fue de 470 y 505kg; en cambio, la incorporación de aditivo con reducción de agua resultó ser de 406 y 435kg en el diseño de 2" y 4" respectivamente, con un peso unitario obtenido entre 2306-2324 kg/m³, utilizando el método de ACI 211 para una resistencia de 280kg/cm², teniendo una relación de a/c 0.5, cemento tipo I, aditivo policarboxilato 0.3%,0.5%,1% y reducción del 15% de agua, de diseño.

Además, el uso de aditivo policarboxilato mejora las propiedades físicas, debido a, su reducción de agua y por la repulsión estérica que se origina, evitando exudación y mejorando sus prestaciones en la trabajabilidad de la mezcla de un concreto homogéneo. De igual manera, en las propiedades mecánicas, mantuvo su resistencia en temperaturas máximas o temperaturas elevadas en rango de 1.12-1.18 del f'c, pero a su vez, cabe precisar que, a mayor temperatura en colocación, la resistencia disminuye como resultó en el elemento estudiado de 0.5x0.5x0.25m evidenciándose en la ilustración 36 y 38.

Adicionalmente, la mezcla con aditivo resultó más fluida, puesto que, la repulsión estérica hizo disminuir las tensiones entre las capas de la pasta, a su vez disminuyendo la viscosidad y mejorando la cohesión del concreto. Por lo cual, mantuvo la trabajabilidad, pero no el slump durante 20 a 25min a temperatura de colocación 43.4 °C porque el tiempo de fraguado inicial es más cortó por característica térmicas y proporciones de los materiales.

Por otra parte, las temperaturas máximas de colocación y teórico, inferiores a 32°C, presentaron variación en un promedio de 3.1°C y 4.7 °C (muestras 5 y 6) y con respecto a la T° ambiente - colocación esta fue de 4.58°C (muestras del 1 al 9). Temperatura inferiores a 35°C, agua caliente (50-60°C) y materiales entre 19.6°- 24.2°C, difiere (T° Obtenida - T° NRMCA) en promedio 1.68°C en un rango de humedad relativa de 62.8 - 65.2%.

También, en temperaturas elevadas, superiores a 35°C, se presentó una variación promedio de 1.2°C de la T° obtenida - teórico (muestras 12 al 14). Además, se registró la

variación de la temperatura interna máximas (Ilustración 41) en 8.4°C ,1.1°C y 3.7°C, en el tiempo, con agua caliente en 50-60°C, aditivo policarboxilato en el 1%, registrándose una temperatura máxima interna en el tiempo de 51.9°C a 5:32min, después de su vaciado, en el slump 7”.

Además, la dosificación óptima encontrada fue de 0.5%, manteniendo la trabajabilidad y la resistencia en 1.12 a 1.17 del f’c, (Ilustración 31). Sin embargo, en el módulo de elasticidad fue mayor, incorporando el aditivo superplastificante a base de policarboxilato.

Finalmente, los costos de incorporar el aditivo varían en función al volumen del cemento, en esta investigación. Resultando que, la más económica fue con la adición del 0.5% de policarboxilato, en el slump 2” y 4” en S/. 13.12 y S/. 15.6, respectivamente, a la del patrón. Asimismo, el uso de aditivo evitará usar curadores químicos, puesto que, mejora el acabado superficial disminuyendo la permeabilidad y exudación del concreto, lo que a su vez evitará reparación por patología. Además, se debe tener en cuenta la relación de a/c y la gradación de los agregados para mejorar su fluidez de concreto en estado fresco.

Recomendaciones

Mantener rendimientos superiores 0.989, evitando pérdida de volumen, esté se ve influenciado por los volúmenes de los materiales, además de, obtener pesos unitarios obtenidos superiores 2330 kg/m³, lo cual es fundamental la granulometría de los agregados permitiendo la trabajabilidad en la mezcla y adecuada relación de volumen-peso, lo cual, la evaluación de curva de tarántula es una alternativa para optimizar una adecuada graduación de los agregados.

Evitar, agregar agua con cemento para dar acabado superficial, ya que significaría que no hay una cohesión adecuada y provocando pérdida en su funcionalidad del aditivo como impermeabilizante superficialmente.

Seguir realizando pruebas a temperaturas máximas, con respecto a tensiones generadas a edades tempranas por la temperatura e identificando el alaveo en un elemento.

Realizar bloques del doble de las dimensiones de estudio, con adición de agua caliente para identificar su máxima temperatura pico en el tiempo e identificar si las adiciones como aditivos mantienen las propiedades mecánicas del concreto, registrando el gradiente térmico en un elemento expansivo, considerando la normativa ASTM C157 y ASTM C878.

Realizar pruebas con menor relación de a/c a temperaturas máximas y elevadas, puesto que, las partículas de cemento deben tener una adecuada hidratación con la cantidad de agua adecuada, evitando tener pérdidas de resistencia, por tener exceso de temperatura interna o agua, generando tensiones tempranas en consecuencia: fisuración por secado o porosidades.

Referencias

[1] B. C, G. J, C. M, y H. P, «Hormigón y hormigonado de cimentación con hormigón autocompactante y de elevadas prestaciones (70 MPa)», vol. 6, n.o 1, p. 13, 2016.

[2] SIKA, «ADITIVOS PARA CONCRETO», p. 28. [En línea]. Disponible en: <https://col.sika.com/content/dam/dms/co01/7/BROCHURE%20ADITIVOS%20PARA%20CONCRETO.pdf>

[3] COPYRIGHT 2022 AC ARQUITECTOS, «LA CONSTRUCCIÓN INFORMAL EN EL PERÚ», 2018. [En línea]. Disponible en: <https://acarquitectos.com.pe/wonderful-serenity-has-taken/>

[4] Fernando Velarde, «El estado del Deficit Habitacional en el Perú», 2021. [En línea]. Disponible en: <https://ciudadmas.com/urbanismo/deficit-de-vivienda-en-peru/#:~:text=Pese%20a%20la%20pandemia%2C%20el,Per%C3%BA%20proviene%20de%20desarrollos%20informales.>

[5] G. C. Siang, “Determination of Temperature Rise and Temperature Differentials of CEMII/B-V Cement for 20MPa Mass Concrete using Adiabatic Temperature Rise Data”, IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng., vol. 217, p. 012008, jul. 2017, doi: 10.1088/1757-899X/217/1/012008.

[6] P. Agurto, «INFLUENCIA DE LOS PORCENTAJES DE ADITIVOS SUPERPLASTIFICANTES EN LA CONSISTENCIA DE CONCRETOS FLUIDOS EN LIMA 2021», Universidad Privada del Norte, Lima, 2021. [En línea].

[7] S. R. Venencia, «Temperatura del hormigón fresco: colocación y compactación con temperaturas mayores a 30°C», p. 117, 2022.

[8] M. T. C. Rosales, “INFLUENCIA DE LAS ALTAS TEMPERATURAS INTERNAS DEL VACIADO DEL CONCRETO EN SU RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FISURACIÓN”, p. 146.

[9]. B. C. Chávez, K. Andrés, y B. R. Ochoa, “ASESOR: Mg. Ing. CHAVARRÍA REYES, LILIANA JANET”, p. 190.

- [10] ACI Committee, «Standar Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavweight, and Mass Concrete».
- [11] J. Niño, *Tecnología del Concreto*, 3.^a ed. 2010.
- [12] E. Pasquel, *TOPICOS DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO EN EL PERU*, 2.^a ed. Perú, 1998.
- [13] Torre, «CURSO BASICO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO», 1, 2004.
- [14] G. Holdings, «ADITIVOS REDUCTORES DE AGUA PARA CONCRETO PREMEZCLADO», p. 2, 2016.
- [15] Instituto de Construcción y Gerencia, «NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN E.060 CONCRETO ARMADO».
- [16] INDECOPI, «NORMA TÉCNICA PERUANA». 3, 2021.
- [17] Torrijos, M. C., Giaccio, G., y Zerbino. R, «Desarrollo de la fisuración por la reacción álcali sílice en bloques de hormigón simple y reforzados con distintos tipos de fibras», *Revista hormigón*, p. 9, mar. 2023.
- [18] Pombo. R y Zerbino. R, «Sobre la expectativa de fisuras en un piso industrial de hormigón», *Revista hormigón*, p. 12, mar. 2023.
- [19] Cuenca Asensio. E, «Hormigones reforzados con fibras de acero. Conceptos fundamentales y aplicaciones estructurales», *Revista hormigón*, p. 9, abr. 2021.
- [20] Waddell J, & Dobrowolsky J, *Manual de la Construcción con Concreto*, Tomo I, tercera edición 2001, Editorial McGraw-Hill, México.
- [21] S.-H. Kang, M. Kwon, Y.-H. Kwon, y J. Moon, «Effects of polycarboxylate ether (PCE)-based superplasticizer on the dissolution and subsequent hydration of calcium oxide (CaO)», *Cement and Concrete Research*, vol. 146, p. 106467, ago. 2021, doi: [10.1016/j.cemconres.2021.106467](https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2021.106467).
- [22] D. A. R. Rodriguez, «EVALUACIÓN TERMODINÁMICA DE LAS ESTRUCTURAS DE CONCRETO MASIVO: ESTUDIO NUEVO PUENTE PUMAREJO», 2019.

Anexos

Anexo 1: Ficha Técnica del aditivo

Sika® ViscoCrete®-1110 PE

ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE PARA CONCRETO

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

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

USOS

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

CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

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

- Fuerte reducción de agua y aumenta la cohesión lo que lo hace adecuado para la producción de concreto autocompactante.
 - Alta Impermeabilidad.
 - Extrema reducción de agua (que trae consigo una alta densidad y resistencia).
 - Excelente fluidez (reduce en gran medida el esfuerzo de colocación y vibración).
 - Mejora la plasticidad y disminuye la contracción plástica.
 - A dosis altas mantiene el slump por más de dos horas (Hacer pruebas de diseño) Esto puede variar por las condiciones ambientales y el tipo de cemento que use.
 - Reduce la carbonatación del concreto.
 - Aumenta la durabilidad del concreto.
 - Reduce la exudación y la segregación.
 - Aumenta la adherencia entre el concreto y el acero.
- Sika® ViscoCrete®-1110 PE no contiene cloruros ni otros ingredientes que promuevan la corrosión del acero. Por lo tanto, puede usarse sin restricciones en construcciones de concreto reforzado y pre-tensado.

CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple con la norma ASTM C-494 Tipo F y ASTM C-1017 Tipo I

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

Empaques	<ul style="list-style-type: none"> • Granel x 1 L. • Cilindro x 200 L. • IBC x 1000 L
Apariencia / Color	Líquido marrón claro a marrón oscuro
Vida Útil	12 meses
Condiciones de Almacenamiento	El producto debe de ser almacenado en su envase original y sin abrir, protegido de la luz directa del sol y de las heladas, a temperaturas entre 5 °C y 35 °C.
Densidad	1,07 kg/L +/- 0,01

Fuente: Sika

Anexo 2: Ensayo, Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino



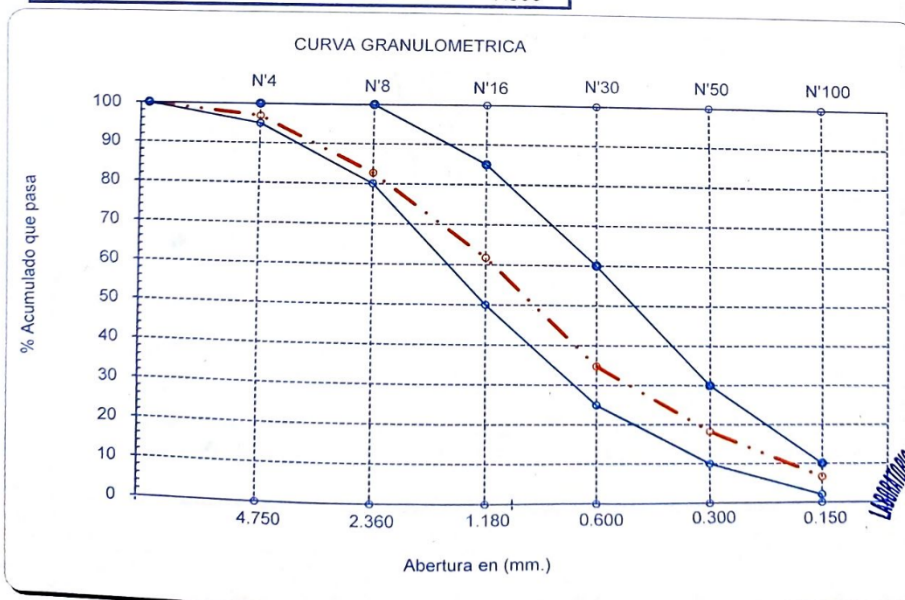
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Sánchez Cabrera, Daniel
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado fino
 Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo	P. Inicial H.	1000.0	% de Humedad =	0.49	Modulo de Fineza:	2.99	
		P. Inicial S.	995.1					
Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones:		
Pulg.	(mm.)							
1/2"	12.700	0	0.0	0.0	100.0	100	100	
3/8"	9.500	0	0.0	0.0	100.0	100	100	
Nº 04	4.750	30.62	3.1	3.1	96.9	95	100	
Nº 08	2.360	141.143	14.2	17.3	82.7	80	100	
Nº 16	1.180	208.87	21.0	38.3	61.7	50	85	
Nº 30	0.600	267.66	26.9	65.1	34.9	25	60	
Nº 50	0.300	165.34	16.6	81.8	18.2	10	30	
Nº 100	0.150	116.0	11.7	93.4	6.6	2	10	
Fondo		65.437	6.6	100.0	0.0			
Módulo de Fineza						2.989		
Abertura de malla de referencia						9.500		



Anexo 3: Ensayo, Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso



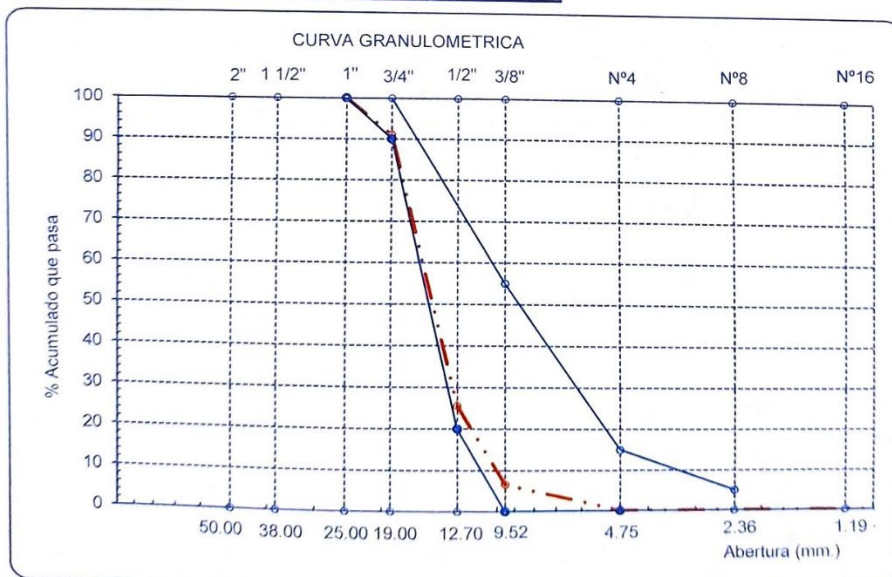
UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Sánchez Cabrera, Daniel
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022
Ensayo : Análisis granulométrico por tamizado del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-136 ó N.T.P. 400.012

Cantera : Piedra Chancada - Cantera Pacherras
P. Inicial H. 3946
P. Inicial S. 3936
% de Humedad = 0.25

Malla		Peso Ret.	(% Ret.)	(% Acum. Ret.)	(% Acum. Que Pasa)	Especificaciones USO 6	
Pulg.	(mm.)						
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	38.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
1"	25.00	0.0	0.0	0.0	100.0	100.0	100.0
3/4"	19.00	355.6	9.0	9.0	91.0	90.0	55.0
1/2"	12.70	2573.0	65.4	74.4	25.6	20.0	15.0
3/8"	9.52	748.9	19.0	93.4	6.6	0.0	5.0
Nº 04	4.75	252.7	6.4	99.9	0.1	0.0	0.0
Nº 08	2.36	0.0	0.0	99.9	0.1	0.0	0.0
Nº 16	1.19	0.0	0.0	99.9	0.1	0.0	0.0
Fondo		6	0.1	100.0	0.0		
Tamaño Máximo		1"		38.00			
Tamaño Máximo Nominal		3/4"		25.00			



Anexo 4: Ensayo, Peso unitario del agregado fino



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Sánchez Cabrera, Daniel
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

Ensayo : Peso unitario del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Canetra : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

1.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	21934	21934
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		21934	21934
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.01463	0.01463
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1499	1499
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1492	

2.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	23533.3	23533.3
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		23533	23533
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.01463	0.01463
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1609	1609
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1601	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000	1000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	995.08	995.08
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0.0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.5	0.5
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.49	



Anexo 5: Ensayo, Peso unitario del agregado grueso



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Sánchez Cabrera, Daniel
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.

Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

Ensayo : Peso unitario del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Cantera : Piedra Chancada - Cantera Pacherras

A.- PESO UNITARIO SUELTO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	19933.4	19933.4
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		19933	19933
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.01463	0.01463
5.- Peso unitario suelto húmedo	(kg/m ³)	1363	1363
6.- Peso unitario suelto seco (Promedio)	(kg/m ³)	1359	

B.- PESO UNITARIO COMPACTADO

1.- Peso de la muestra suelta + recipiente	(gr.)	21300	21300
2.- Peso del recipiente	(gr.)	0.0	0.0
3.- Peso del material		21300.0	21300.0
4.- Constante ó Volumen	(m ³)	0.01463	0.01463
5.- Peso unitario compactado húmedo	(kg/m ³)	1456	1456
6.- Peso unitario compactado seco (Promedio)	(kg/m ³)	1452	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

C.- CONTENIDO DE HUMEDAD

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	3946	3946
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	3936	3936
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.3	0.3
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.25	



Anexo 6: Ensayo, Peso específico y absorción del agregado fino y grueso



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Sánchez Cabrera, Daniel
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.

Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado fino

Referencia : Norma ASTM C-128 ó N.T.P. 400.022

Cantera : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

I.- Datos.

1.- Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasco + P	(g)	975.9	1020.4
2.- Pesc Peso de la Arena Sup. Seca + Peso del Frasc	(g)	670.22	714.68
3.- Peso del Agua	(g)	305.69	305.75
4.- Peso de la Arena Secada al Horno + Peso del Frasc	(g)	665.01	709.9
5.- Peso del Frasco	(g)	170.14	213.41
6.- Peso de la Arena Secada al Horno	(g)	494.87	496
7.- Volumen del frasco	(g)	500	500

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.551
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.574
C.- PESO ESPESIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.609
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.01

Ensayo : Peso específico y Absorción del agregado grueso

Referencia : Norma ASTM C-127 ó N.T.P. 400.021

Cantera : Piedra Chancada - Cantera Pacherras

I.- Datos.

1.- Peso de la muestra secada al horno	(g)	1731	1733
2.- Peso de la muestra superficialmente seca	(g)	1750	1750
3.- Peso de la muestra dentro del agua + peso del cai	(g)	2151	2148
4.- Peso de la canastilla	(g)	1046	1046
5.- Peso de la muestra saturada dentro del agua	(g)	1105	1102

II.- Resultados

A.- PESO ESPECIFICO DE MASA	(g/cm ³)	2.679
B.- PESO ESP. DE MASA SAT. SUP. SECO	(g/cm ³)	2.707
C.- PESO ESPESIFICO APARENTE	(g/cm ³)	2.756
D.- PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	(%)	1.04



Anexo 7: Ensayo, Contenido de humedad del agregado fino y grueso



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Sánchez Cabrera, Daniel
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.

Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

Ensayo : Contenido de humedad del agregado fino
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	1000	1000
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	995.12	995.12
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.49	0.49
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.49	

Ensayo : Contenido de humedad del agregado grueso
Referencia : Norma ASTM C-535 ó N.T.P. 339.185

Cantera : Piedra Chancada - Cantera Pacherras

I.- Datos

A.- Peso de muestra húmeda	(gr.)	4484	4484
B.- Peso de muestra seca	(gr.)	4473	4473
C.- Peso de recipiente	(gr.)	0.0	0
D.- Contenido de humedad	(%)	0.2	0.2
E.- Contenido de humedad (promedio)	(%)	0.25	



Anexo 8: Hormigón, método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Daniel Sánchez Cabrera
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

Ensayo : HORMIGON (CONCRETO). Método por presión para la determinación del contenido de aire en mezclas frescas.

Referencia : Norma ASTM C-29 ó N.T.P. 400.017

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Contenido de aire - Método por presión (%)		
				Hora del ensayo (Hr)	Tipo de medidor	Contenido de aire (%)
01	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 2"	280	4/10/2022	5:00pm	Medido "B"	2.0
02	Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O ;slump 2"	280	11/10/2022	5:00pm	Medido "B"	1.9
03	Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O ;slump 2"	280	11/10/2022	8:00pm	Medido "B"	1.9
04	Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 2"	280	11/10/2022	7:00pm	Medido "B"	1.9
05	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 4"	280	16/10/2022	1:00pm	Medido "B"	1.7
06	Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O ;slump 4"	280	16/10/2022	3:00pm	Medido "B"	1.8
07	Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O ;slump 4"	280	16/10/2022	4:00pm	Medido "B"	1.7
08	Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 4"	280	16/10/2022	5:40pm	Medido "B"	1.6
09	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 7"	280	17/10/2022	5:25 p. m.	Medido "B"	1.3
10	Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 7"	280	2/11/2022	5:00pm	Medido "B"	1.5
11	Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 4"	280	2/11/2022	6:00pm	Medido "B"	1.7
12	Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 7"	280	15/11/2022	1:00pm	Medido "B"	0.6
13	Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 4"	280	15/11/2022	3:00pm	Medido "B"	1.3
14	Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 2"	280	15/11/2022	4:00pm	Medido "B"	1.8

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



Anexo 9: Hormigón, método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Daniel Sánchez Cabrera
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezcla de hormigón.
Referencia : N.T.P. 339.184

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f _c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Temperatura (C°)
DM-01	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 2"	280	4/10/2022	26.3
DM-02	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O ;slump 2"	280	11/10/2022	23.5
DM-03	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O ;slump 2"	280	11/10/2022	22.5
DM-04	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 2"	280	11/10/2022	21.2
DM-05	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 4"	280	16/10/2022	31.7
DM-06	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O ;slump 4"	280	16/10/2022	30.8
DM-07	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O ;slump 4"	280	16/10/2022	27.9
DM-08	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 4"	280	16/10/2022	25.0
DM-09	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 7"	280	17/10/2022	24.7
DM-10	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 7"	280	2/11/2022	35.4
DM-11	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 4"	280	2/11/2022	34.4
DM-12	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 7"	280	15/11/2022	43.4
DM-13	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 4"	280	15/11/2022	37.7
DM-14	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 2"	280	15/11/2022	34.5

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



Anexo 10: Hormigón, método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento portland



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Daniel Sánchez Cabrera
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

Ensayo : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland.

Referencia : N.T.P. 339.035.2009

Diseño	IDENTIFICACIÓN	Diseño f'c (kg/cm ²)	Fecha de vaciado (Días)	Asentamiento	
				Obtenido(pulg)	Obtenido(cm)
DM-01	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 2"	280	4/10/2022	2	5.08
DM-02	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O ;slump 2"	280	11/10/2022	1.25	3.18
DM-03	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O ;slump 2"	280	11/10/2022	1.4	3.56
DM-04	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 2"	280	11/10/2022	2	5.08
DM-05	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 4"	280	16/10/2022	4.1	10.41
DM-06	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O ;slump 4"	280	16/10/2022	3.25	8.26
DM-07	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O ;slump 4"	280	16/10/2022	3.5	8.89
DM-08	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 4"	280	16/10/2022	4	10.16
DM-09	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 7"	280	17/10/2022	7.5	19.05
DM-10	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 7"	280	2/11/2022	5.6	14.22
DM-11	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 4"	280	2/11/2022	3.9	9.91
DM-12	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 7"	280	15/11/2022	6.8	17.27
DM-13	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 4"	280	15/11/2022	4.5	11.43
DM-14	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 2"	280	15/11/2022	2.5	6.35

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



Anexo 11: Hormigón, método de ensayo para determinar la densidad, rendimiento y contenido de aire del concreto



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista : Daniel Sánchez Cabrera
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

Ensayo : CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2ª Edición
Referencia : N.T.P. 339.046 : 2008 (revisada el 2018)

Muestra N°	IDENTIFICACIÓN	Diseño F'c	Fecha de vaciado (Días)	DENSIDAD (Kg/m ³)
01	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 2"	280	4/10/2022	2324.23
02	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O ;slump 2"	280	11/10/2022	2334.23
03	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O ;slump 2"	280	11/10/2022	2325.36
04	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 2"	280	11/10/2022	2323.52
05	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 4"	280	16/10/2022	2310.14
06	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O ;slump 4"	280	16/10/2022	2303.94
07	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O ;slump 4"	280	16/10/2022	2300.70
08	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 4"	280	16/10/2022	2306.19
09	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 7"	280	17/10/2022	2283.36
10	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 7"	280	2/11/2022	2329.44
11	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 4"	280	2/11/2022	2315.35
12	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 7"	280	15/11/2022	2308.45
13	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 4"	280	15/11/2022	2319.16
14	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 2"	280	15/11/2022	2320.00

OBSERVACIONES:

- Muestreo, identificación y ensayo realizados por el solicitante.



Anexo 12: Hormigón, método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



Tesista : Daniel Sánchez Cabrera
Atención : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : "Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas"
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Chiclayo, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

Código : N.T.P. 339.034 - 2008 / ASTM C-39/39M - 05
Título : HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas

Muestra N°	Denominación ó descripción del vaciado	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Dias	f'c kg/cm ²
01	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 2"	04/10/2022	07/10/2022	3	219
02	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 2"	04/10/2022	07/10/2022	3	228
03	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 2"	04/10/2022	07/10/2022	3	241
04	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 2"	04/10/2022	11/10/2022	7	277
05	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 2"	04/10/2022	11/10/2022	7	277
06	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 2"	04/10/2022	11/10/2022	7	243
07	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 2"	04/10/2022	18/10/2022	14	304
08	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 2"	04/10/2022	18/10/2022	14	303
09	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 2"	04/10/2022	18/10/2022	14	314
10	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 2"	04/10/2022	01/11/2022	28	308
11	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 2"	04/10/2022	01/11/2022	28	317
12	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 2"	04/10/2022	01/11/2022	28	307
13	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	18/10/2022	7	243
14	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	18/10/2022	7	255
15	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	18/10/2022	7	266
16	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	25/10/2022	14	286
17	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	25/10/2022	14	286
18	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	25/10/2022	14	286





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



19	Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	08/11/2022	28	317
20	Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	08/11/2022	28	313
21	Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	08/11/2022	28	316
22	Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	18/10/2022	7	268
23	Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	18/10/2022	7	263
24	Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	18/10/2022	7	269
25	Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	25/10/2022	14	274
26	Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	25/10/2022	14	310
27	Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	25/10/2022	14	287
28	Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	08/11/2022	28	319
29	Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	08/11/2022	28	317
30	Concreto con aditivo(policarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	08/11/2022	28	313
31	Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	18/10/2022	7	263
32	Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	18/10/2022	7	274
33	Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	18/10/2022	7	256
34	Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	25/10/2022	14	296
35	Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	25/10/2022	14	283
36	Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	25/10/2022	14	284
37	Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	08/11/2022	28	313
38	Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	08/11/2022	28	309
39	Concreto con aditivo(policarboxilato) 1%, reducción 15% H2O slump 2"	11/10/2022	08/11/2022	28	325
40	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 4"	16/10/2022	23/10/2022	7	246
41	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 4"	16/10/2022	23/10/2022	7	251
42	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 4"	16/10/2022	23/10/2022	7	288
43	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 4"	16/10/2022	30/10/2022	14	286
44	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 4"	16/10/2022	30/10/2022	14	286
45	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 4"	16/10/2022	30/10/2022	14	282



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES

46	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	307
47	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	301
48	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	306
49	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	23/10/2022	7	262
50	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	23/10/2022	7	254
51	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	23/10/2022	7	260
52	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	30/10/2022	14	276
53	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	30/10/2022	14	286
54	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	30/10/2022	14	289
55	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	324
56	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	310
57	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	308
58	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	23/10/2022	7	268
59	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	23/10/2022	7	280
60	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	23/10/2022	7	275
61	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	30/10/2022	14	308
62	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	30/10/2022	14	323
63	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	30/10/2022	14	275
64	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	331
65	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	343
66	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	310
67	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	23/10/2022	7	268
68	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	23/10/2022	7	273
69	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	23/10/2022	7	283
70	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	30/10/2022	14	302
71	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	30/10/2022	14	302
72	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O slump 4"	16/10/2022	30/10/2022	14	296





UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ENSAYOS DE MATERIALES



73	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H20 slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	331
74	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H20 slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	328
75	Concreto con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H20 slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	320
76	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 7"	17/10/2022	24/10/2022	7	221
77	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 7"	17/10/2022	24/10/2022	7	220
78	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 7"	17/10/2022	24/10/2022	7	230
79	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 7"	17/10/2022	31/10/2022	14	285
80	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 7"	17/10/2022	31/10/2022	14	288
81	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 7"	17/10/2022	31/10/2022	14	301
82	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 7"	17/10/2022	14/11/2022	28	296
83	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 7"	17/10/2022	14/11/2022	28	310
84	Concreto Patrón, f'c = 280 slump 7"	17/10/2022	14/11/2022	28	313

OBSERVACIONES :

- Muestreo realizados por el solicitante.

- El presente documento no deberá ser reproducido sin la autorización escrita del laboratorio.



Anexo 13: Método de determinación del módulo de elasticidad estático Slump 2''



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



Tesista : Daniel Sánchez Cabrera
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas.
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION
(Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).

Diseño de concreto ($F_c = 280\text{kg/cm}^2$)

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	α_u (Kg/cm^2)	Esfuerzo S2 ($40\% \alpha_u$) (Kg/cm^2)	Esfuerzo S1 (0.000050) (Kg/cm^2)	ϵ unitaria $\epsilon_1 (S_1)$	E_c (Kg/cm^2)	Promedio E_c (Kg/cm^2)
Concreto Patrón, $F_c = 280\text{kg/cm}^2$ slump 2"	04/10/2022	01/11/2022	28	307.63	123	10.92560	0.000756	158724	187828.95
Concreto Patrón, $F_c = 280\text{kg/cm}^2$ slump 2"	04/10/2022	01/11/2022	28	316.69	127	13.77498	0.000550	225860	
Concreto Patrón, $F_c = 280\text{kg/cm}^2$ slump 2"	04/10/2022	01/11/2022	28	306.84	123	18.10332	0.000635	178903	
Concreto $F_c = 280\text{kg/cm}^2$ con aditivo (poli-carboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O ;slump 2"	11/10/2022	08/11/2022	28	317.22	127	30.02400	0.000586	180740	169414.60
Concreto $F_c = 280\text{kg/cm}^2$ con aditivo (poli-carboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O ;slump 2"	11/10/2022	08/11/2022	28	312.52	125	31.12347	0.000606	168722	
Concreto $F_c = 280\text{kg/cm}^2$ con aditivo (poli-carboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O ;slump 2"	11/10/2022	08/11/2022	28	316.47	127	35.09847	0.000626	158781	
Concreto $F_c = 280\text{kg/cm}^2$ con aditivo (poli-carboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O ;slump 2"	11/10/2022	08/11/2022	28	319.18	128	48.70712	0.000769	109767	117667.17
Concreto $F_c = 280\text{kg/cm}^2$ con aditivo (poli-carboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O ;slump 2"	11/10/2022	08/11/2022	28	317.34	127	44.29463	0.000767	115298	
Concreto $F_c = 280\text{kg/cm}^2$ con aditivo (poli-carboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O ;slump 2"	11/10/2022	08/11/2022	28	313.45	125	44.29463	0.000684	127937	
Concreto $F_c = 280\text{kg/cm}^2$ con aditivo (poli-carboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 2"	11/10/2022	08/11/2022	28	313.36	125	54.73424	0.000739	102547	109455.78
Concreto $F_c = 280\text{kg/cm}^2$ con aditivo (poli-carboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 2"	11/10/2022	08/11/2022	28	308.78	124	49.98212	0.000701	112910	
Concreto $F_c = 280\text{kg/cm}^2$ con aditivo (poli-carboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 2"	11/10/2022	08/11/2022	28	324.73	130	42.14678	0.000710	112910	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Anexo 14: Método de determinación del módulo de elasticidad estático Slump 4''



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



Tesista : Daniel Sánchez Cabrera
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del
Tesis : concreto, sometido a máximas temperaturas internas.
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION (Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión). Diseño de concreto ($f'c = 280\text{kg/cm}^2$)

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	α_s (Kg/cm^2)	Esfuerzo S2 (40% α_s) (Kg/cm^2)	Esfuerzo S1 (0.000050) (Kg/cm^2)	ϵ unitaria (ϵ_s (S ₂))	E_c (Kg/cm^2)	Promedio E_c (Kg/cm^2)
Concreto Patrón, $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	307.01	123	48.05158	0.000648	124956.32	151121.04
Concreto Patrón, $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	301.07	120	25.17908	0.000631	163962.23	
Concreto Patrón, $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	305.67	122	25.17908	0.000640	164444.57	
Concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O ;slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	323.79	130	50.49106	0.000769	109924.11	108824.95
Concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O ;slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	310.19	124	55.22724	0.000754	97862.75	
Concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ con aditivo(polycarboxilato) 0.3%, reducción 15% H2O ;slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	307.80	123	51.08308	0.000657	118688.00	
Concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ con aditivo(polycarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O ;slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	331.05	132	82.12197	0.000781	68830.33	99858.93
Concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ con aditivo(polycarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O ;slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	342.76	137	74.08738	0.000765	88081.21	
Concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ con aditivo(polycarboxilato) 0.5%, reducción 15% H2O ;slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	309.83	124	38.27002	0.000650	142665.27	
Concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	330.77	132	39.58686	0.000725	137414.76	154000.65
Concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	327.65	131	28.82387	0.000801	136116.38	
Concreto $f'c = 280\text{kg/cm}^2$ con aditivo(polycarboxilato) 1%, reducción 15% H2O ;slump 4"	16/10/2022	13/11/2022	28	320.20	128	15.92930	0.000645	188470.80	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Anexo 15: Método de determinación del módulo de elasticidad estático Slump 7”



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL



Tesista : Daniel Sánchez Cabrera
Escuela : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del
Tesis : concreto, sometido a máximas temperaturas internas.
Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

Ensayo : STANDARD TEST METHOD FOR STATIC MODULUS OF ELASTICITY AND POISSON'S RATIO OF CONCRETE IN COMPRESSION
(Método estándar para la determinación del módulo de elasticidad estático y de la relación de Poisson del concreto sometido a compresión).
Diseño de concreto ($f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$)

Referencia : ASTM C-469

IDENTIFICACIÓN	Fecha de vaciado	Fecha Ensayo	Edad (Días)	σ_u (Kg/cm^2)	Esfuerzo S2 ($40\% \sigma_u$) Kg/cm^2	Esfuerzo S1 (0.000050) Kg/cm^2	ϵ unitaria $\epsilon_2 (S_2)$	E_c Kg/cm^2	Promedio E_c Kg/cm^2
Concreto Patrón, $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ slump 7”	17/10/2022	14/11/2022	28	296.12	118	45.80974	0.000667	117633.39	129255.34
Concreto Patrón, $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ slump 7”	17/10/2022	14/11/2022	28	310.39	124	33.02640	0.000685	143465.46	
Concreto Patrón, $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ slump 7”	17/10/2022	14/11/2022	28	312.75	125	43.97861	0.000690	126667.18	

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayo realizado por el solicitante.



Anexo 16: Extracción de corazones diamantinos de DM-10 y DM-11.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL LABORATORIO DE
SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista: Daniel Sánchez Cabrera
Escuela: Ingeniería Civil Ambiental
Tesis: Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas
Ubicación: Prov. Chiclayo, Departamento Lambayeque

Norma de Ensayo		Denominación						
Norma Técnica Peruana 339.059		Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas cortadas de hormigón (Concreto)						
Núcleo Diamantino	(*)Descripción de la Muestra	Elemento	Fecha de vaciado	Fecha de Extracción	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Relación Longitud/Diámetro	Factor de Corrección
DM-11	BLOQUE 4" DE SLUMP + ADITIVO 1% + AGUA C.	-	02/11/2022	30/12/2022	20.55	10.22	2.01	1.00
DM-11	BLOQUE 4" DE SLUMP + ADITIVO 1% + AGUA C.	-	02/11/2022	30/12/2022	20.45	10.23	2.00	1.00
DM-11	BLOQUE 4" DE SLUMP + ADITIVO 1% + AGUA C.	-	02/11/2022	30/12/2022	20.75	10.22	2.03	1.00
DM-10	BLOQUE 7" DE SLUMP + ADITIVO 1% + AGUA C.	-	02/11/2022	30/12/2022	20.40	10.23	1.99	1.00
DM-10	BLOQUE 7" DE SLUMP + ADITIVO 1% + AGUA C.	-	02/11/2022	30/12/2022	20.25	10.23	1.98	1.00
DM-10	BLOQUE 7" DE SLUMP + ADITIVO 1% + AGUA C.	-	02/11/2022	30/12/2022	20.20	10.23	1.97	1.00

Norma de Ensayo		Denominación						
Norma Técnica Peruana 339.034		Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas						
Núcleo Diamantino	(*)Descripción de la Muestra	Fecha de vaciado	Fecha de Ensayo	Edad del concreto (día)	Área (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Corregida (Kg/cm ²)
DM-11	BLOQUE 4" DE SLUMP + ADITIVO 1% + AGUA C.	02/11/2022	30/11/2022	28	82.0	27840	340	340
DM-11	BLOQUE 4" DE SLUMP + ADITIVO 1% + AGUA C.	02/11/2022	30/11/2022	28	82.1	28059	342	342
DM-11	BLOQUE 4" DE SLUMP + ADITIVO 1% + AGUA C.	02/11/2022	30/11/2022	28	82.0	28717	350	350
DM-10	BLOQUE 7" DE SLUMP + ADITIVO 1% + AGUA C.	02/11/2022	30/11/2022	28	82.3	28807	350	350
DM-10	BLOQUE 7" DE SLUMP + ADITIVO 1% + AGUA C.	02/11/2022	30/11/2022	28	82.2	25870	315	315
DM-10	BLOQUE 7" DE SLUMP + ADITIVO 1% + AGUA C.	02/11/2022	30/11/2022	28	82.2	27455	334	334

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.



Anexo 17: Extracción de corazones diamantinos de DM-12.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL LABORATORIO DE
SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista: : Daniel Sánchez Cabrera
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas
Ubicación : Prov. Chiclayo, Departamento Lambayeque

Norma de Ensayo		Denominación						
Norma Técnica Peruana 339.059		Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas cortadas de hormigón (Concreto)						
Núcleo Diamantino	(*) Descripción de la Muestra	Elemento	Fecha de vaciado	Fecha de Extracción	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Relación Longitud/Diámetro	Factor de Corrección
DM-12	BLOQUE 7" DE SLUMP + ADITIVO 1% +AGUA C.	-	15/11/2022	12/12/2022	20.00	10.25	1.95	1.00
DM-12	BLOQUE 7" DE SLUMP + ADITIVO 1% +AGUA C.	-	15/11/2022	12/12/2022	15.20	10.23	1.49	0.96
DM-12	BLOQUE 7" DE SLUMP + ADITIVO 1% +AGUA C.	-	15/11/2022	12/12/2022	19.60	10.26	1.91	1.00

Norma de Ensayo		Denominación						
Norma Técnica Peruana 339.034		Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas						
Núcleo Diamantino	(*) Descripción de la Muestra	Fecha de vaciado	Fecha de Ensayo	Edad del concreto (día)	Área (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Corregida (Kg/cm ²)
DM-12	BLOQUE 7" DE SLUMP + ADITIVO 1% +AGUA C.	15/11/2022	13/12/2022	28	82.5	24219	293	293
DM-12	BLOQUE 7" DE SLUMP + ADITIVO 1% +AGUA C.	15/11/2022	13/12/2022	28	82.1	28254	344	330
DM-12	BLOQUE 7" DE SLUMP + ADITIVO 1% +AGUA C.	15/11/2022	13/12/2022	28	82.7	26549	321	321

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.



Anexo 18: Extracción de corazones diamantinos de DM-13.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL LABORATORIO DE
SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista: : Daniel Sánchez Cabrera
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas
Ubicación : Prov. Chiclayo, Departamento Lambayeque

Norma de Ensayo		Denominación						
Norma Técnica Peruana 339.059		Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas cortadas de hormigón (Concreto)						
Núcleo Diamantino	(*)Descripción de la Muestra	Elemento	Fecha de vaciado	Fecha de Extracción	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Relación Longitud/Diámetro	Factor de Corrección
DM-13	BLOQUE 4" DE SLUMP + ADITIVO 1% +AGUA C.	-	15/11/2022	12/12/2022	19.75	10.25	1.93	1.00
DM-13	BLOQUE 4" DE SLUMP + ADITIVO 1% +AGUA C.	-	15/11/2022	12/12/2022	20.55	10.26	2.00	1.00
DM-13	BLOQUE 4" DE SLUMP + ADITIVO 1% +AGUA C.	-	15/11/2022	12/12/2022	20.50	10.22	2.01	1.00

Norma de Ensayo		Denominación						
Norma Técnica Peruana 339.034		Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas						
Núcleo Diamantino	(*)Descripción de la Muestra	Fecha de vaciado	Fecha de Ensayo	Edad del concreto (día)	Área (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Corregida (Kg/cm ²)
DM-13	BLOQUE 4" DE SLUMP + ADITIVO 1% +AGUA C.	15/11/2022	13/12/2022	28	82.4	27831	338	338
DM-13	BLOQUE 4" DE SLUMP + ADITIVO 1% +AGUA C.	15/11/2022	13/12/2022	28	82.6	24721	299	299
DM-13	BLOQUE 4" DE SLUMP + ADITIVO 1% +AGUA C.	15/11/2022	13/12/2022	28	82.0	25192	307	307

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.



Anexo 18: Extracción de corazones diamantinos de DM-14.



UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL AMBIENTAL LABORATORIO DE
SUELOS, CONCRETO Y ENSAYO DE MATERIALES



Tesista: : Daniel Sánchez Cabrera
Escuela : Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas
Ubicación : Prov. Chiclayo, Departamento Lambayeque

Norma de Ensayo		Denominación						
Norma Técnica Peruana 339.059		Método para la obtención y ensayo de corazones diamantinos y vigas cortadas de hormigón (Concreto)						
Núcleo Diamantino	(*)Descripción de la Muestra	Elemento	Fecha de vaciado	Fecha de Extracción	Longitud (cm)	Diámetro (cm)	Relación Longitud/Diámetro	Factor de Corrección
DM-14	BLOQUE 2" DE SLUMP + ADITIVO 1% +AGUA C.	-	15/11/2022	12/12/2022	19.20	10.24	1.88	1.00
DM-14	BLOQUE 2" DE SLUMP + ADITIVO 1% +AGUA C.	-	15/11/2022	12/12/2022	20.13	10.26	1.96	1.00
DM-14	BLOQUE 2" DE SLUMP + ADITIVO 1% +AGUA C.	-	15/11/2022	12/12/2022	18.40	10.23	1.80	1.00

Norma de Ensayo		Denominación						
Norma Técnica Peruana 339.034		Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas						
Núcleo Diamantino	(*)Descripción de la Muestra	Fecha de vaciado	Fecha de Ensayo	Edad del concreto (día)	Área (cm ²)	Carga (kgf)	Resistencia (kg/cm ²)	Resistencia Corregida (Kg/cm ²)
DM-14	BLOQUE 2" DE SLUMP + ADITIVO 1% +AGUA C.	15/11/2022	13/12/2022	28	82.3	24448	297	297
DM-14	BLOQUE 2" DE SLUMP + ADITIVO 1% +AGUA C.	15/11/2022	13/12/2022	28	82.7	27087	328	328
DM-14	BLOQUE 2" DE SLUMP + ADITIVO 1% +AGUA C.	15/11/2022	13/12/2022	28	82.3	25192	306	306

Observaciones:

- Muestreo, identificación y ensayos realizado por el solicitante.



Anexo 21: Diseño de mezcla DM-05.

DISEÑO DE MEZCLA DM-05 F'c = 280 kg/cm²

Tesista : Sánchez Cabrera, Daniel
 Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas

Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)
REFERENCIA : RECOMENDACIÓN ACI 211

DISEÑO DE RESISTENCIAF'c = 280 Kg/cm²

I.) Datos del agregado grueso : Piedra Chancada - Cantera Pacheres - Pacheres					
01.- Tamaño máximo nominal				3/4"	pulg.
02.- Peso específico seco de masa				2679	Kg/m ³
03.- Peso Unitario compactado seco				1452	Ka/m ³
04.- Peso Unitario suelto seco				1359	Ka/m ³
05.- Contenido de humedad				0.25	%
06.- Contenido de absorción				1.04	%
II.) Datos del agregado fino : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo					
07.- Peso específico seco de masa				2551	Ka/m ³
08.- Peso unitario seco suelto				1492	Ka/m ³
09.- Contenido de humedad	1000.00	1070.12	75.00	0.49	%
10.- Contenido de absorción				1.01	%
11.- Módulo de finiza (adimensional)				2.989	
III.) Datos de la mezcla y otros					
12.- Resistencia especificada a los 28 días				F'cr	365 Kg/cm ²
13.- Relación agua cemento				R ^{ac}	0.500 Porvariabl
14.- Asentamiento				5	4 Pulg.
15.- Volumen unitario del agua : Potable de la zona. RED			0%		205 L/m ³
16.- Contenido de aire atrapado					2.0 %
17.- Volumen del agregado grueso					0.601 m ³
18.- Peso específico del cemento : Tipo I - QUISQUEYA					3130 Ka/m ³
19.- Aditivo Sin Aditivo					%
20.- Densidad aparente del aditivo : Sika 1					1.070 a/cm ³ =ka/t

IV.) Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a- C e m e n t o	410	0.131				1.03
b- A g u a	205	0.205				
c- A i r e	2.0	0.020				
d- A r e n a	812	0.318	48	816		Agua Efectiva
e- G r a v a	873	0.326	52	875		4.2
	2302	1.000				6.9
						11

V.) Resultado final de diseño (húmedo)

C E M E N T O	410	Ka/m ³	VI.) Tanda de ensayo	10.250	kq	F'cemento (en bolsos)	0.025	m ³	9.6
A G U A	216	L/m ³		5.404	L	R ^{ac} de diseño			0.500
A R E N A	816	Kg/m ³		20.392	kg	R ^{ac} de obra			0.527
P I E D R A	875	Kg/m ³		21.879	kg	Aditivo en Kg/m ³			0.000
Sin Aditivo	0.000	Kg		0.000	L				
	2317			57.925					

VII.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

En bolsa de 1 pie3P	1.0	1.99	2.13	22.4	0.000	Lts/pie ³
En bolsa de 1 pie3V	1.0	2.01	2.36	22.4	0.000	Lts/pie ³

ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)
REFERENCIA : RECOMENDACIÓN ACI 211

0	Vol. Agregados H.	1691	3.4	0.01
		1564	3.228	
AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA:			3.2	0.05
			0.2	-0.02
			0.026	-0.0028
peso de tanda de ensayo	57.925	Peso Tanda vaciado	0.0274	
Peso unitario de la mezcla teorica	2335			
Rendimiento	0.0248			

Ajuste de agua de mezclado	266
Ajuste de cantidad de cemento	505
Ajuste de grava (húmedo)	882
Ajuste de arena (húmedo)	682
Ajuste por slump	0
Ajuste de % de Grava	

Ra/c final	0.527
F. Cemento	11.9
% de grava	56
% de arena	44

Peso unitario teórico final de la mezcla 2335 kg/m³
 Peso unitario de la mezcla corregida 2335 kg/m³



Anexo 22: Diseño de mezcla DM-06-08.

DISEÑO DE MEZCLADM-06 AL 08 F'c = 280 kg/cm²
 Tesista : Sánchez Cabrera Daniel
 Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas
 Lugar : Dist. Chiclayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chiclayo, 18 de Noviembre del 2022

ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)
REFERENCIA : RECOMENDACIÓN ACI 211

DISEÑO DE RESISTENCIAF'c = 280 Kg/cm²

I.) Datos del agregado grueso : Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras			
01.- Tamaño máximo nominal	3/4"	pulg.	
02.- Peso específico seco de masa	2679	Kg/m ³	
03.- Peso Unitario compactado seco	1452	Kg/m ³	
04.- Peso Unitario suelto seco	1359	Kg/m ³	
05.- Contenido de humedad	0.25	%	
06.- Contenido de absorción	1.04	%	
II.) Datos del agregado fino : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo			
07.- Peso específico seco de masa	2551	Kg/m ³	
08.- Peso unitario seco suelto	1492	Kg/m ³	
09.- Contenido de humedad	0.49	%	
10.- Contenido de absorción	1.01	%	
11.- Módulo de fineza (adimensional)	2.999		
III.) Datos de la mezcla y otros			
12.- Resistencia especificada a los 28 días	F'cr	365	Kg/cm ²
13.- Relación agua cemento	R ^{á/c}	0.500	Por variabil
14.- Asentamiento	5	4	Pulg.
15.- Volumen unitario del agua : Potable de la zona. RED	15%	174	L/m ³
16.- Contenido de aire atrapado		2.0	%
17.- Volumen del agregado grueso		0.601	m ³
18.- Peso específico del cemento : Tipo I - QUISQUEYA		3130	Kg/m ³
19.- Aditivo		0.500	%
20.- Densidad aparente del aditivo : Sika 1		1.070	g/cm ³ =kg/l

IV.) Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua					
a.- Cemento	349	0.111			1.05
b.- Agua	174.25	0.174			
c.- Aire	2.0	0.020	Corrección por humedad		Agua Efectiva
d.- Arena	940	0.369	52	945	4.9
e.- Grava	873	0.326	48	875	6.9
	2338	1.000			12

V.) Resultado final de diseño (húmedo)		VI.) Tarda de ensayo	0.025 m ³
CEMENTO	349 Kg/m ³	8.713	kg
AGUA	186 L/m ³	4.652	L
ARENA	945 Kg/m ³	23.623	kg
PIEDRA	875 Kg/m ³	21.879	kg
	0 1.743 Kg	1.629	L/m ³
		2355	
		0.041	L
		58.866	
		8.2	
		0.500	
		0.534	
		1.743	

VII.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)						
En bolsa de 1 pie ³ P	1.0	2.71	2.51	22.7	0.199	Lts/pie ³
En bolsa de 1 pie ³ V	1.0	2.73	2.78	22.7	0.199	Lts/pie ³

ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)
REFERENCIA : RECOMENDACIÓN ACI 211

Vol. Agregados H.	1820	3.4	0.61
	1668	3.226	
AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :		3.2	0.63
		0.2	-0.02
		0.023	-0.0029
peso de tanda de ensayo	58.866	Peso Tanda vaciado	0.6274
Peso unitario de la mezcla teórica	2335		
Rendimiento	0.0252		

Ajuste de agua de mezclado	232	Ra/c final	0.534
Ajuste de cantidad de cemento	435	F. Cemento	10.2
Ajuste de grava (húmedo)	868	% de grava	52
Ajuste de arena (húmedo)	800	% de arena	48
Ajuste por slump	0		
Ajuste de % de Grava		Aditivo (L/m ³)	2.03

Peso unitario teórico final de la mezcla 2335 kg/m³
 Peso unitario de la mezcla corregida 2335 kg/m³

Aditivo a Superplastificante		
Aditivo (L/m ³)	0.30%	0.50%
	1.22	2.03
		4.06



Anexo 23: Diseño de mezcla DM-09.

DISEÑO DE MEZCLA DM- 09 F'c = 280 kg/cm2
 Tesista : Sánchez Cabrera, Daniel
 Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
 Tesis : Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas
 Lugar : Dist. Chidayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
 Fecha de emisión : Chidayo, 18 de Noviembre del 2022

ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)
REFERENCIA : RECOMENDACIÓN ACI211

DISEÑO DE RESISTENCIA F'c = 280 Kg/cm²

I.) Datos del agregado grueso : Piedra Chancada - Cartera Pacherras - Pacherras

01- Tamaño máximo nominal	3/4" pulg.
02- Peso específico seco de masa	2679 Kg/m ³
03- Peso Unitario compactado seco	1452 Kg/m ³
04- Peso Unitario suelto seco	1359 Kg/m ³
05- Contenido de humedad	0.25 %
06- Contenido de absorción	1.04 %

II.) Datos del agregado fino : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo

07- Peso específico seco de masa	2551 Kg/m ³
08- Peso unitario seco suelto	1492 Kg/m ³
09- Contenido de humedad	0.49 %
10- Contenido de absorción	1.01 %
11- Módulo de finza (adimensional)	2.989

III.) Datos de la mezcla y otros

12- Resistencia especificada a los 28 días	F'cr	365 Kg/cm ²
13- Relación agua cemento	R ^{ac}	0.500 MÍNIMO
14- Asentamiento		7 Pulg.
15- Volumen unitario del agua : Potable de la zona. RED	0%	216 L/m ³
16- Contenido de aire atrapado		2.0 %
17- Volumen del agregado grueso		0.601 m ³
18- Peso específico del cemento : Tipo I - QUISQUEYA		3130 Kg/m ³
19- Aditivo : Sin Aditivo		0.000 %
20- Densidad aparente del aditivo : Sika 1		1.070 g/cm ³ =kg/l

IV.) Calculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a.- Cemento	432	0.138			1.65
b.- Agua	216	0.216			
c.- Aire	2.0	0.020			
d.- Arena	766	0.300	Corrección por humedad	Agua Efectiva	
e.- Grava	873	0.326	47 769	4.0	
	2289	1.000	53 875	6.9	
			0.6260	11	

V.) Resultado final de diseño (húmedo) VI.) Tanda de ensayo

C E M E N T O	432	Kg/m ³	10.800	kg	F'c cemento (en bolsas)	10.2
A G U A	227	L/m ³	5.673	L	R ^{ac} de diseño	0.500
A R E N A	769	Kg/m ³	19.237	kg	R ^{ac} de obra	0.525
P I E D R A	875	Kg/m ³	21.879	kg	Aditivo en Kg/m ³	0.000
Sin Aditivo	0.000	Kg	0.000	L		
	2304		57.589			

VII.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

En bolsa de 1 pie ³ P	1.0	1.78	2.03	22.3	0.000	Lts/pie ³
En bolsa de 1 pie ³ V	1.0	1.80	2.24	22.3	0.000	Lts/pie ³

ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)
REFERENCIA : RECOMENDACIÓN ACI211

0 Vol. Agregados H. 1645
1461

AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

peso de tanda de ensayo	57.589	Peso Tanda vaciado
Peso unitario de la mezcla teorica	2304	
Rendimiento	0.0250	

Ajuste de agua de mezclado	290	R ^{ac} final	0.525
Ajuste de cantidad de cemento	552	F. Cemento	13.0
Ajuste de grava (húmedo)	875	% de grava	60
Ajuste de arena (húmedo)	586	% de arena	40
Ajuste por slump	15 1/4		
Ajuste de % de Grava			

Peso unitario teorico final de la mezcla **2304** kg/m3
 Peso unitario de la mezcla corregida **2304** kg/m3



Anexo 24: Diseño de mezcla DM-10.

DISEÑO DE MEZCLA DM- 10		F'c =	280 kg/cm ²
Tesista	: Sánchez Cabrera, Daniel		
Solicitante	: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental		
Tesis	: Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas		
Lugar	: Dist. Chidayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.		
Fecha de emisión	: Chidayo, 16 de Noviembre del 2022		
ENSAYO	: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)		
REFERENCIA	: RECOMENDACIÓN ACI 211		
Solicitante	0		
DISEÑO DE RESISTENCIA	F'c =	280	Kg/cm ²
I.) Datos del agregado grueso : Piedra Chancada - Cantera Pacheres - Pacheres			
01.- Tamaño máximo nominal		3/4"	pulg.
02.- Peso específico seco de masa		2679	Kg/m ³
03.- Peso Unitario compactado seco		1452	Kg/m ³
04.- Peso Unitario suelto seco		1359	Kg/m ³
05.- Contenido de humedad		0.25	%
06.- Contenido de absorción		1.04	%
II.) Datos del agregado fino : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo			
07.- Peso específico seco de masa		2551	Kg/m ³
08.- Peso unitario seco suelto		1492	Kg/m ³
09.- Contenido de humedad	1000.00	1070.12	75.00
10.- Contenido de absorción		0.49	%
11.- Módulo de finiza (adimensional)		1.01	%
		2.989	
III.) Datos de la mezcla y otros			
12.- Resistencia especificada a los 28 días	F'or	365	Kg/cm ²
13.- Relación agua cemento	R ^{ac}	0.500	Según Var
14.- Asentamiento		7	Pulg.
15.- Volumen unitario del agua : Potable de la zona. RED	15%	184	L/m ³
16.- Contenido de aire atrapado		2.0	%
17.- Volumen del agregado grueso		0.601	m ³
18.- Peso específico del cemento : Tipo I - QUISQUEYA		3130	Kg/m ³
19.- Aditivo Sin Aditivo		1.000	%
20.- Densidad aparente del aditivo : Sika 1		1.070	g/cm ³ =kg/l
M.) Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua			
a.- C e m e n t o	367	0.117	
b.- A g u a	183.6	0.184	
c.- A i r e	2.0	0.020	
d.- A r e n a	901	0.353	
e.- G r a v a	873	0.326	
	2327	1.000	
			Corrección por humedad
		51	906
		49	875
		0.6791	
			Agua Efectiva
			4.7
			6.9
			12
V.) Resultado final de diseño (húmedo)			
C E M E N T O	367	Kg/m ³	9.180 kg
A G U A	195	L/m ³	4.881 L
A R E N A	906	Kg/m ³	22.640 kg
P I E D R A	875	Kg/m ³	21.879 kg
Sin Aditivo	3.672 Kg	3.432 L/m ³	0.086 L
	2343		58.580
VI.) Tanda de ensayo			
			0.025 m ³
			F' cemento (en bolsas)
			8.6
			R ^{ac} de diseño
			0.500
			R ^{ac} de obra
			0.532
			Aditivo en Kg/m ³
			3.672
VII.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)			
En bolsa de 1 pie ³ P	1.0	2.47	2.38
			22.6
			0.397
			Lts/pe ³
En bolsa de 1 pie ³ V	1.0	2.49	2.64
			22.6
			0.397
			Lts/pe ³

ENSAYO	: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)		
REFERENCIA	: RECOMENDACIÓN ACI 211		
Solicitante	Vol. Agregados H.	1781	
		1592	
AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :			
peso de tanda de ensayo	58.580		Peso Tanda vaciado
Peso unitario de la mezcla teorica	2304		
Rendimiento	0.0254		
Ajuste de agua de mezclado	247	Ra/c final	0.532
Ajuste de cantidad de cemento	485	F. Cemento	10.9
Ajuste de grava (húmedo)	861	% de grava	54
Ajuste de arena (húmedo)	731	% de arena	46
Ajuste por slump	10 1/6		
Ajuste de % de Grava		Aditivo	4.35 L/m ³
Peso unitario teorico final de la mezcla	2304	kg/m ³	
Peso unitario de la mezcla corregida	2304	kg/m ³	



Anexo 25: Diseño de mezcla DM-11.

	DISEÑO DE MEZCLA DM- 11	F _c =	280 kg/cm ²
Tesista	: Sánchez Cabrera, Daniel		
Solicitante	: Escuela de Ingeniería Civil Ambiental		
Tesis	: Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas		
Lugar	: Dist. Chidayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.		
Fecha de emisión	: Chidayo, 18 de Noviembre del 2022		
ENSAYO	: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)		
REFERENCIA	: RECOMENDACIÓN ACI 211		
DISEÑO DE RESISTENCIA			
		F _c =	280 Kg/cm ²
I.) Datos del agregado grueso	: Piedra Chancada - Cantera Pacheres - Pacheres		
01.- Tamaño máximo nominal			3/4" pulg.
02.- Peso específico seco de masa			2679 Kg/m ³
03.- Peso Unitario compactado seco			1452 Kg/m ³
04.- Peso Unitario suelto seco			1359 Kg/m ³
05.- Contenido de humedad			0.25%
06.- Contenido de absorción			1.04%
II.) Datos del agregado fino	: Arena Gruesa - La Victoria - Patapo		
07.- Peso específico seco de masa			2551 Kg/m ³
08.- Peso unitario seco suelto			1492 Kg/m ³
09.- Contenido de humedad	1000.00	1070.12	75.00
10.- Contenido de absorción			0.49%
11.- Módulo de finiza (adimensional)			2.989
III.) Datos de la mezcla y otros			
12.- Resistencia especificada a los 28 días		F _{cr}	365 Kg/cm ²
13.- Relación agua cemento		R ^{á/c}	0.500 Según vari
14.- A sentamiento			4 Pulg.
15.- Volumen unitario del agua	: Potable de la zona, RED	15%	174 L/m ³
16.- Contenido de aire atrapado			2.0%
17.- Volumen del agregado grueso			0.601 m ³
18.- Peso específico del cemento	: Tipo I - QUISQUEYA		3130 Kg/m ³
19.- Aditivo <i>Sin Aditivo</i>			1.000%
20.- Densidad aparente del aditivo	: Sika 1		1.070 g/cm ³ =kg/l
IV.) Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua			
a.- C e m e n t o	349	0.111	
b.- A g u a	174.25	0.174	
c.- A i r e	2.0	0.020	Corrección por humedad
d.- A r e n a	940	0.369	52 945
e.- G r a v a	873	0.326	48 875
	2338	1.000	0.6944
			Agua Efectiva
			4.9
			6.9
			12
V.) Resultado final de diseño (húmedo)			
CEM EN TO	349	Kg/m ³	8.2
A G U A	186	L/m ³	0.500
A R E N A	945	Kg/m ³	0.534
P I E D R A	875	Kg/m ³	3.485
Sin Aditivo	3.485 Kg	3.257 L/m ³	0.081 L
		2355	58.866
VI.) Tanda de ensayo			
			0.025 m ³
		8.713 kg	F _c (en bolsas)
		4.652 L	R ^{á/c} de diseño
		23.623 kg	R ^{á/c} de obra
		21.879 kg	Aditivo en Kg/m ³
			3.485
VII.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)			
En bolsa de 1 pie ³ P	1.0	2.71	2.51
			22.7
			0.397
			Lts/pie ³
En bolsa de 1 pie ³ V	1.0	2.73	2.78
			22.7
			0.397
			Lts/pie ³

ENSAYO	: DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)		
REFERENCIA	: RECOMENDACIÓN ACI 211		
0			
	V ol. Agregados H.	1820	
		1652	
AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :			
peso de tanda de ensayo	58.866	Peso Tanda vadado	
Peso unitario de la mezcla teorica	2304		
Rendimiento	0.0255		
Ajuste de agua de mezclado	227	Ra/c final	0.534
Ajuste de cantidad de cemento	425	F. Cemento	10.0
Ajuste de grava (húmedo)	856	% de grava	52
Ajuste de arena (húmedo)	795	% de arena	48
Ajuste por slump	0		
Ajuste de % de Grava		Aditivo	3.97 L/m ³
Peso unitario teorico final de la mezcla	2304	kg/m ³	
Peso unitario de la mezcla corregida	2304	kg/m ³	



Anexo 26: Diseño de mezcla DM-12.

DISEÑO DE MEZCLA DM- 12 F'c = 280 kg/cm²
Tesista : Sánchez Cabrera, Daniel
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas
Lugar : Dist. Chidayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.

ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)
REFERENCIA : RECOMENDACIÓN ACI 211

DISEÑO DE RESISTENCIAF'c = 280 Kg/cm²

I.) Datos del agregado grueso : Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras			
01.- Tamaño máximo nominal			3/4" pulg.
02.- Peso específico seco de masa			2679 Kg/m ³
03.- Peso Unitario compactado seco			1452 Kg/m ³
04.- Peso Unitario suelto seco			1359 Kg/m ³
05.- Contenido de humedad			0.25%
06.- Contenido de absorción			1.04%
II.) Datos del agregado fino : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo			
07.- Peso específico seco de masa			2551 Kg/m ³
08.- Peso unitario seco suelto			1492 Kg/m ³
09.- Contenido de humedad	1000.00	1070.12	75.00
10.- Contenido de absorción			0.49%
11.- Módulo de finiza (adimensional)			2.989
III.) Datos de la mezcla y otros			
12.- Resistencia especificada a los 28 días		F'cr	365 Kg/cm ²
13.- Relación agua cemento		R ^{alc}	0.500 MÍNIMO
14.- Asentamiento			7" Pulg.
15.- Volumen unitario del agua	: Potable de la zona. RED	15%	18.4 L/m ³
16.- Contenido de aire atrapado			2.0%
17.- Volumen del agregado grueso			0.601 m ³
18.- Peso específico del cemento	: Tipo I - QUISQUEYA		3130 Kg/m ³
19.- Aditivo Sin Aditivo			1.000%
20.- Densidad aparente del aditivo	: Sika 1		1.070 g/cm ³ =kg/L 297.995

IV.) Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua					
a.- C e m e n t o	367	0.117			
b.- A g u a	183.6	0.184			
c.- A i r e	2.0	0.020			
d.- A r e n a	901	0.353	51	906	4.7
e.- G r a v a	873	0.326	49	875	6.9
	2327	1.000		0.6791	12
					Agua Efectiva

V.) Resultado final de diseño (húmedo)		VI.) Tanda de ensayo		0.025 m ³
CE M E N T O	367 Kg/m ³	9.180 kg	F'c (en bolsas)	8.6
A G U A	195 L/m ³	4.881 L	R ^{alc} de diseño	0.500
A R E N A	906 Kg/m ³	22.640 kg	R ^{alc} de obra	0.532
P I E D R A	875 Kg/m ³	21.879 kg	Aditivo en Kg/m ³	3.672
Sin Aditivo	3.672 Kg	3.432 L		
	2343	0.086 L		
		58.580		

VII.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)					
En bolsa de 1 pie ³ P	1.0	2.47	2.38	22.6	0.397 Lts/pie ³
En bolsa de 1 pie ³ V	1.0	2.49	2.64	22.6	0.397 Lts/pie ³

ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)
REFERENCIA : RECOMENDACIÓN ACI 211

0

Vol. Agregados H. 1781
1577

AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

peso de tanda de ensayo 58.580 Peso Tanda vaciado
 Peso unitario de la mezcla teorica 2304
 Rendimiento 0.0254

Ajuste de agua de mezclado	252
Ajuste de cantidad de cemento	475
Ajuste de grava (húmedo)	861
Ajuste de arena (húmedo)	716
Ajuste por slump	15 1/4
Ajuste de % de Grava	

Ra/c final 0.532
 F. Cemento 11.2
 % de grava 55
 % de arena 45
 Aditivo 4.44 L/m³

Peso unitario teorico final de la mezcla 2304 kg/m³
 Peso unitario de la mezcla corregida 2304 kg/m³



Anexo 27: Diseño de mezcla DM-13.

DISEÑO DE MEZCLA DM-13 Fc = 280 kg/cm²
Tesista : Sánchez Cabrera, Daniel
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas
Lugar : Dist. Chidayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chidayo, 18 de Noviembre del 2022

ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)
REFERENCIA : RECOMENDACIÓN ACI 211

DISEÑO DE RESISTENCIAFc = 280 Kg/cm²

I.) Datos del agregado grueso : Piedra Chancada - Cartera Pacheres - Pacheres			
01.- Tamaño máximo nominal		3/4" pulg.	
02.- Peso específico seco de masa		2679 Kg/m ³	
03.- Peso Unitario compactado seco		1452 Kg/m ³	
04.- Peso Unitario suelto seco		1359 Kg/m ³	
05.- Contenido de humedad		0.25%	
06.- Contenido de absorción		1.04%	
II.) Datos del agregado fino : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo			
07.- Peso específico seco de masa		2551 Kg/m ³	
08.- Peso unitario seco suelto		1492 Kg/m ³	
09.- Contenido de humedad		0.49%	
10.- Contenido de absorción		1.01%	
11.- Módulo de fineza (adimensional)		2.989	
III.) Datos de la mezcla y otros			
12.- Resistencia especificada a los 28 días	F'cr	365 Kg/cm ²	
13.- Relación agua cemento	R'ac	0.500 según varic	
14.- Asentamiento		4 Pulg.	
15.- Volumen unitario del agua : Potable de la zona. RED	15%	174 L/m ³	
16.- Contenido de aire atrapado		2.0%	
17.- Volumen del agregado grueso		0.601 m ³	
18.- Peso específico del cemento : Tipo I - QUISQUEYA		3130 Kg/m ³	
19.- Aditivo		1.000%	
20.- Densidad aparente del aditivo : Silka 1		1.070 g/cm ³ =ka/l	

IV.) Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua					
a.- C e m e n t o	349	0.111			
b.- A g u a	174.25	0.174			
c.- A i r e	2.0	0.020			
d.- A r e n a	940	0.369	52	945	4.9
e.- G r a v a	873	0.326	48	875	6.9
	2338	1.000			12
			0.6944		

V.) Resultado final de diseño (húmedo)		VI.) Tarda de ensayo		0.025 m ³
CEMENTO	349 Kg/m ³	8.713 ka	F/cemento (en bolsas)	8.2
AGUA	186 L/m ³	4.652 L	R'ac de diseño	0.500
ARENA	945 Kg/m ³	23.623 ka	R'ac de obra	0.534
PIEDRA	875 Kg/m ³	21.879 ka	Aditivo en Kg/m ³	3.485
	0 3.485 Kg	3.257 L/m ³		
		2355		

VII.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

En bolsa de 1 pie ³ P	1.0	2.71	2.51	22.7	0.397	Lts/pie ³
En bolsa de 1 pie ³ V	1.0	2.73	2.78	22.7	0.397	Lts/pie ³

ENSAYO : DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)
REFERENCIA : RECOMENDACIÓN ACI 211

Vol. Agregados H. 1820
1639

AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

peso de tanda de ensayo 58.866 Peso Tanda vadado
 Peso unitario de la mezcla teorica 2335
 Rendimiento 0.0252

Ajuste de agua de mezclado	242
Ajuste de cantidad de cemento	454
Ajuste de grava (húmedo)	868
Ajuste de arena (húmedo)	771
Ajuste por slump	10 1/6
Ajuste de % de Grava	

Ra/c final 0.534
 F. Cemento 10.7
 % de grava 53
 % de arena 47
 Aditivo 4.24 L/m³

Peso unitario teorico final de la mezcla 2335 kg/m³
 Peso unitario de la mezcla corregida 2335 kg/m³



Anexo 28: Diseño de mezcla DM-14.

Tesista : DISEÑO DE MEZCLA DM-14 F'c = 280 kg/cm²
 : Sánchez Cabrera, Daniel
Solicitante : Escuela de Ingeniería Civil Ambiental
Tesis : Influencia del aditivo superplastificante en la trabajabilidad y resistencia del concreto, sometido a máximas temperaturas internas
Lugar : Dist. Chidayo, Prov. Lambayeque, Reg. Lambayeque.
Fecha de emisión : Chidayo, 18 de Noviembre del 2022

EN SAYO : DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)
REFERENCIA : RECOMENDACIÓN ACI 211

DISEÑO DE RESISTENCIA

F'c = 280 Kg/cm²

I.) Datos del agregado grueso : Piedra Chancada - Cantera Pacherras - Pacherras			
01- Tamaño máximo nominal	3/4" pulg.		
02- Peso específico seco de masa	2679 Kg/m ³		
03- Peso Unitario compactado seco	1452 Ka/m ³		
04- Peso Unitario suelto seco	1359 Ka/m ³		
05- Contenido de humedad	0.25 %		
06- Contenido de absorción	1.04 %		
II.) Datos del agregado fino : Arena Gruesa - La Victoria - Patapo			
07- Peso específico seco de masa	2551 Ka/m ³		
08- Peso unitario seco suelto	1492 Ka/m ³		
09- Contenido de humedad	0.49 %		
10- Contenido de absorción	1.01 %		
11- Módulo de finiza (adimensional)	2.989		
III.) Datos de la mezcla y otros			
12- Resistencia especificada a los 28 días	F'or = 365 Kg/cm ²		
13- Relación agua cemento	R ^{ac} = 0.500 Según Variable		
14- Asentamiento	2 Pulg.		
15- Volumen unitario del agua : Potable de la zona. RED	19%	162 L/m ³	
16- Contenido de aire atrapado		2.0 %	
17- Volumen del agregado grueso		0.601 m ³	
18- Peso específico del cemento : Tipo I- QUISQUEYA		3130 Ka/m ³	
19- Aditivo Sin Aditivo		1.000 %	
20- Densidad aparente del aditivo : Sika 1		1.070 g/cm ³ =kg/ 287.885	

IV.) Cálculo de volúmenes absolutos, corrección por humedad y aporte de agua

a.- C e m e n t o	323	0.103						
b.- A g u a	161.5	0.162						1.06
c.- A i r e	2.0	0.020						
d.- A r e n a	994	0.389	53	998				5.2
e.- G r a v a	873	0.326	47	875				6.9
	2353	1.000			0.7153			12

V.) Resultado final de diseño (húmedo)	VI.) Tanda de ensayo	0.025 m ³
C E M E N T O 323 Ka/m ³	8.075 kg	F' cemento (en bolsas) 7.6
A G U A 174 L/m ³	4.340 L	R ^{ac} de diseño 0.500
A R E N A 998 Ka/m ³	24.962 kg	R ^{ac} de obra 0.537
P I E D R A 875 Kg/m ³	21.879 kg	Aditivo en Kg/m ³ 3.230
Sin Aditivo 3.230 Kg	3.019 L/m ³	
	2370	59.256

VII.) Dosificación en volumen (materiales con humedad natural)

En bolsa de 1 pie ³ P	1.0	3.09	2.71	22.8	0.397	Lts/pie ³
En bolsa de 1 pie ³ V	1.0	3.12	3.00	22.8	0.397	Lts/pie ³

EN SAYO : DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO (Sin aire incorporado)
REFERENCIA : RECOMENDACIÓN ACI 211

Vol. Agregados H.	1874	3.4	0.61
	1696	3.226	
		3.2	0.65

AJUSTE DE LA MEZCLA DE PRUEBA :

peso de tanda de ensayo	59.256	Peso Tanda vaciado
Peso unitario de la mezcla teorica	2335	
Rendimiento	0.0254	

Ajuste de agua de mezclado	223
Ajuste de cantidad de cemento	416
Ajuste de grava (húmedo)	862
Ajuste de arena (húmedo)	834
Ajuste por slump	5
Ajuste de % de Grava	

R ^{ac} final	0.537
F. Cemento	9.8
% de grava	51
% de arena	49
Aditivo (L/m ³)	3.9

Peso unitario teorico final de la mezcla	2335	kg/m ³
Peso unitario de la mezcla corregida	2335	kg/m ³

