



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**

Mejoramiento del Concreto $f'c$ 210 kg/cm² y mortero 1:5 adicionando
aditivos Chema, distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR

CUBAS GÁLVEZ, Jorge Luis

ASESOR

Ing. MEZA RIVAS, Jorge

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN
DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL**

TRUJILLO – PERÚ

2019

Página del Jurado

Dr. Alan Yordan Valdivieso Velarde
Presidente

Mg. Leopoldo Marcos Gutiérrez Vargas
Secretario

Mg. Jorge Luis Meza Rivas
Vocal

Dedicatoria

La presente tesis de investigación experimental la dedico a:

Dios ante todo por permitirme ser parte de este mundo, fortalecer mi vida y guiar mi camino hasta esta etapa tan anhelada en mi vida por lograr este objetivo, asimismo de su infinita bondad y amor.

Mi Abuela María quien ya desde el cielo me cuida, me dejo grandes enseñanzas de honestidad, responsabilidad, esfuerzo y superación para hacer frente a la vida y haber llegado hasta esta gran etapa de mi crecimiento y desarrollo y desde ya le debo todo en la vida.

Mis padres Natividad y Jorge quienes me regalaron el don de la vida, punto de partida para desarrollarme y crecer en la vida.

Mi Esposa Karla por ser la razón de mi vida y el soporte de mi fortaleza para seguir adelante para el logro de mis objetivos personales y familiares.

Mis profesores de esta prestigiosa universidad las gracias por su profesionalismo y grandes enseñanzas que son la base de mis conocimientos para mi desarrollo profesional en adelante.

El Autor.

Agradecimiento

A Dios por ser tan generoso y bueno conmigo, a mi familia a los cuales amo y admiro profundamente por su comprensión y fortaleza para cumplir esta meta.

A la Universidad Cesar Vallejo que me albergó en sus aulas para mi formación profesional, la cual llevaré con mucho orgullo en mi vida personal y profesional.

A mis profesores quienes mediante sus enseñanzas enriquecieron mis conocimientos y me prepararon con educación para el trabajo y desarrollarme en la vida.

A mis compañeros de clase por su apoyo y trabajo en equipo para lograr este importante objetivo en la vida de cada uno de nosotros.

El Autor.

Declaratoria de Autenticidad

Yo, Jorge Luis Cubas Gálvez, DNI N° 19329235, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se sustenta la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada por lo tanto me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, Julio del 2019

Jorge Luis Cubas Gálvez

Presentación

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos, de la Universidad César Vallejo de Trujillo, presento ante ustedes la tesis titulada: “MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F’C 210 KG/CM² Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO HERRERA, TRUJILLO, LA LIBERTAD”, con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Agradezco por los aportes y sugerencias brindadas a lo largo del desarrollo del presente estudio y de esta manera realizar una investigación más eficiente. El trabajo mencionado determina la importancia y la influencia que tiene el uso de aditivos en el mejoramiento de las propiedades del concreto y de los morteros dentro de las construcciones civiles.

Jorge Luis Cubas Gálvez

Índice

PÁGINA DEL JURADO	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO	IV
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	V
PRESENTACIÓN	VI
ÍNDICE.....	VII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad Problemática.....	11
1.2. Trabajos Previos	13
1.2.1. Internacional.....	13
1.2.2. Nacional	14
1.2.3. Local.....	18
1.3. Teorías Relacionadas al tema	21
1.3.1. Materiales para la elaboración de mezclas de concreto	21
1.4. Formulación del problema.....	51
1.5. Justificación del Estudio.....	51
1.5.1. Justificación Técnica	51
1.5.2. Justificación Social.....	51
1.5.3. Justificación por Viabilidad	52
1.5.4. Justificación por Relevancia.....	52
1.6. Hipótesis	52
1.7. Objetivos.....	52
1.7.1. Objetivo General	52
1.7.2. Objetivo Especifico	52

II.	MÉTODO	54
2.1.	Diseño de Investigación.....	54
2.2.	Variables y Operacionalización.....	54
2.2.1.	Variable Dependiente	54
2.2.2.	Variable Independiente	54
2.2.3.	Operacionalización de las variables	54
2.3.	Población y Muestra	55
2.3.1.	Población.....	55
2.3.2.	Muestra.....	56
2.4.	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	58
2.5.	Métodos de Análisis de Datos	59
2.6.	Aspectos Éticos	59
III.	RESULTADOS	60
IV.	DISCUSIÓN	66
V.	CONCLUSIONES	70
VI.	RECOMENDACIONES	72
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
	ANEXOS	77

Resumen

La presente tesis experimental correspondiente a la línea de investigación Diseño Sísmico y Estructural, denominada “Mejoramiento del Concreto $f'c$ 210 kg/cm^2 y mortero 1:5 adicionando aditivos Chema, distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad”, buscó mejorar las características del concreto y mortero utilizado en las diversas edificaciones del distrito de Víctor Larco Herrera de la ciudad de Trujillo. El concreto es uno de los materiales más preciados y utilizados en la construcción ya que tiene una gran variedad de aplicaciones y usos, asimismo permite realizar hasta las más inimaginables estructuras arquitectónicas. Actualmente el uso de los aditivos en la industria de la construcción se ha masificado y generalizado esto debido a las exigencias de la construcción, plazos de ejecución y mejorar las características de transporte, instalación y trabajabilidad, uso de las estructuras y requerimientos del mundo moderno de la construcción. Esta investigación se direccionó para analizar el efecto que tiene la incorporación de aditivos de la marca peruana Chema en los concretos utilizados en la construcción de edificaciones en el distrito de Víctor Larco de la ciudad de Trujillo, se analizó la influencia de los aditivos para mejorar las características de resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto ya que estas características permiten alargar la vida útil de las estructuras, así como conservar los componentes que conforman el concreto como son los áridos y el acero de refuerzo. El procedimiento que da valor a esta investigación consistió en la elaboración de muestras de laboratorio para los diversos tipos de concretos utilizados en la construcción como son Concreto $f'c$ 210 kg/cm^2 y Mortero 1:5, las mismas que cumplieron con los diseños de mezclas normados según ACI y la Norma europea, curados por hidratación y se realizó los ensayos de permeabilidad para medir sus coeficientes a través de los mecanismos de capilaridad y permeabilidad. Los que varían exponencialmente respecto a la relación agua/cemento, concluyendo que con la adición de aditivos impermeabilizantes se obtienen concretos más impermeables, asimismo se garantiza la resistencia a la compresión según los diseños estudiados, mediante la rotura de los testigos sometidos a cargas en laboratorio.

Palabras Claves: Mejoramiento, concreto, mortero, aditivo, permeabilidad.

Abstract

The present experimental thesis corresponding to the seismic and structural design research line, called “Concrete Improvement $f'c$ 210 kg / cm² and mortar 1: 5 adding Chema additives, district of Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad”, sought to improve the characteristics of the concrete and mortar used in the various buildings of the district of Víctor Larco Herrera of the city of Trujillo. Concrete is one of the most precious and used materials in construction since it has a wide variety of applications and uses, it also allows to realize even the most unimaginable architectural structures. Currently, the use of additives in the construction industry has become widespread and widespread due to construction requirements, lead times and improved transport, installation and workability characteristics, use of the structures and requirements of the modern world of construction This investigation was directed to analyze the effect that the incorporation of additives of the Peruvian brand Chema has on the concrete used in the construction of buildings in the district of Víctor Larco of the city of Trujillo, the influence of the additives was analyzed to improve characteristics of compressive strength and permeability of concrete since these characteristics allow to extend the useful life of the structures, as well as conserve the components that make up the concrete such as aggregates and reinforcing steel. The procedure that gives value to this research consisted in the elaboration of laboratory samples for the different types of concrete used in construction such as Concrete $f'c$ 210 kg / cm² and Mortar 1: 5, the same ones that complied with the designs of mixtures regulated according to ACI and the European Standard, cured by hydration and permeability tests were performed to measure their coefficients through the capillary and permeability mechanisms. Those that vary exponentially with respect to the water / cement ratio, concluding that with the addition of waterproofing additives more waterproof concretes are obtained, the compressive strength is also guaranteed according to the designs studied, by breaking the witnesses by subjecting them to laboratory loads .

Keywords: Improvement, concrete, mortar, additive, permeability.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

El Distrito de Víctor Larco Herrera se encuentra ubicado en el departamento de La Libertad, provincia de Trujillo, a 4 km del centro de la ciudad de Trujillo en la zona sur oeste entre las coordenadas 08°06' - 08°09' latitud sur y 79°05' - 79°07' de longitud oeste del meridiano de Greenwich, presenta una topografía con desniveles mínimos cuyas pendientes varían entre 0 y 1% y una altura sobre el nivel del mar de 3 hasta 10 msnm a orillas del océano pacífico. El distrito está dividido en dos sectores muy marcados, uno en la parte baja conocido como el antiguo pueblo de Buenos Aires con asentamientos humanos ubicados próximos al litoral del pacífico con una población del 72%, y el sector residencial con amplias y modernas urbanizaciones residenciales donde predominan las edificaciones modernas llegando a un 28% de la población total del distrito.

Presenta un clima con temperaturas que varían desde los 15°C hasta los 29°C. Debido a la proximidad al litoral del mar pacífico, el distrito presenta una conformación del subsuelo con características variables compuesto de materiales sueltos, clasificados como arcillas inorgánicas de comprensibilidad mediana en la capa superior, por debajo se encuentra una capa de materiales arenosos limosos con niveles freáticos que van desde 0 hasta los 4m. En los sectores próximos al litoral encontramos suelos tipo SP (Según clasificación SUCS corresponde a estratos mal graduados) de compacidad suelta a semidensa y según la zona se podría encontrar arenas parcialmente saturadas a saturadas con una capacidad admisible de 0.7 kg/cm², asimismo estos suelos presentan alta probabilidad de licuefacción, a esto se suma la cantidad de sulfatos existentes en el suelo lo que causa humedad y corrosión de la estructuras de concreto en contacto con estos suelos deteriorando considerablemente la vida útil de las edificaciones en la zona de estudio. El agua presente en la naturaleza, puede ser devastadora en las edificaciones cuando se comporta en forma de humedad; este es el caso del efecto llamado fenómeno de humedad por capilaridad o humedad por absorción capilar, la cual constituye una amenaza constante para las edificaciones, hasta el punto de provocar, en muchos casos, su destrucción. (Barrios Sevilla, 2012).

La humedad capilar es una de las deficiencias más comunes en el hogar que se produce en estado líquido (causada por el agua de lluvia, el agua subterránea o la condensación en la superficie) y el vapor de agua.

El aire atmosférico contiene una variedad de componentes gaseosos, vapor de agua y mezclas de contaminantes. El fenómeno conocido como capilaridad se crea porque el agua se eleva a través de los cimientos, muros y paredes. Es decir, este tipo de humedad generalmente comienza en las áreas más bajas de la casa, como en los sótanos, y luego "sube" por las paredes y muros de acuerdo con la cantidad de agua que han absorbido.

Por otro lado, su propagación puede ser provocada por un proyecto deficiente desde el punto de vista de habitabilidad, materiales utilizados en las edificaciones no adecuados para las condiciones existentes, fallas de tipo constructivo, sistemas constructivos mal utilizados, aislamiento térmico deficiente, ausencia de un control de calidad adecuado durante la construcción, ausencia de una adecuada reglamentación y normalización nacional para las edificaciones, falta de un adecuado mantenimiento preventivo. (De Bedenetti Gabriel, 2015).

La velocidad a la que el fluido pasa a través del concreto depende del tipo de material, la naturaleza, la presión y temperatura del fluido.

La penetrabilidad es sinónimo de permeabilidad y si los concretos que se utilizan en las edificaciones de la zona de estudio no presentan características de impermeabilidad estos con el paso del tiempo presentarán corrosión lo que pone en riesgo la estética y vida útil de las estructuras.

Un concreto poroso contiene espacios vacíos o poros a través de los cuales se puede absorber el líquido. Sin embargo, la porosidad en sí no es suficiente: los poros deben estar interconectados de alguna manera por donde pueda moverse, esto se produce por la falta de trabajabilidad del concreto durante su instalación como son adecuadas dosificaciones, utilizar métodos de compactación eficientes y curado, entre otros.

La presente investigación busca encontrar una solución para este problema que afecta las edificaciones en el distrito de Víctor Larco Herrera mediante el uso de aditivos impermeabilizantes de concreto de la marca nacional CHEMA, los cuales utilizados en cantidades adecuadas y de acuerdo al uso de las estructuras mejoran las características de impermeabilidad del concreto estructural, así como también para los morteros de revoques tanto en interiores y exteriores, evita la absorción capilar, la eflorescencia del salitre y musgos en la superficie, garantizando el fraguado y la resistencia mecánica de los concretos.

1.2. Trabajos Previos

1.2.1. Internacional

Porras (2017), en su tesis “Metodología de diseño para concretos permeables y sus respectivas correlaciones de permeabilidad”, de la Escuela de Ingeniería en Construcción del instituto Tecnológico de Costa Rica 2017, con el objetivo de desarrollar una propuesta metodológica para el diseño de hormigones hidráulicos permeables y sus respectivas relaciones de permeabilidad, ya que en su país Costa Rica no existe una normativa que se refiera a esta característica de los concretos utilizados en la construcción así como muy pocas investigaciones referidas al tema, concluye que al trabajar con las mezclas en estado fresco, se observó que para la relación A / C de 0.25 la trabajabilidad era muy baja, lo que hacía que fuera difícil el manejo del concreto, para la relación de 0.27, aunque había un aumento pequeño la diferencia en la capacidad de procesamiento es notable debido a lo sensible que es el problema del agua. De la misma manera y como se esperaba para la relación de 0.30, la trabajabilidad mejora aún más. Asimismo, recomienda utilizar la amplia gama de equipos disponibles en el mercado a fin de garantizar una adecuada compactación del concreto durante la trabajabilidad.

Vallejo M. y Amaguaya V. (2016), en su tesis “Selección del material óptimo para el diseño de concreto permeable utilizando agregados de dos minas de la provincia de chimborazo y cemento tipo I, en relación a la obtención de mayor permeabilidad y resistencia”, de la Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba , Ecuador; con el objetivo de determinar si los agregados extraídos de estas minas en la provincia de Chimborazo tienen propiedades óptimas para el diseño de concreto permeable, siendo el factor principal la resistencia a la compresión y la permeabilidad, así como los requisitos generales que deben cumplir como es el tamaño máximo de las partículas del a agregado grueso, la relación entre el agregado grueso y fino, el tipo y la cantidad de cemento y la relación entre a/c, asimismo la presente investigación proveerá información sobre la dosificación de un hormigón permeable con agregados de las minas de “San Andrés” y “Cerro Negro” caracterizando a los materiales de acuerdo a la permeabilidad y resistencia obtenida en los ensayos en comparación a parámetros establecidos en la norma ACI, concluye que la permeabilidad depende del tamaño del agregado grueso, por lo que la proporción de peso entre el agregado fino y el agregado grueso debe ser mayor, a fin de alcanzar una mayor permeabilidad, pero una menor resistencia a la compresión de la

misma forma, cuando la relación de peso entre agregados es menor, la resistencia aumenta, pero su permeabilidad es baja.

Pérez D. (2009), en su tesis “Estudio experimental de concretos permeables con agregados andesíticos”, de la Universidad Nacional Autónoma de México, con el objetivo de sentar las bases para la producción de concreto permeable con agregados andesíticos con un porcentaje de porosidades que cumpla con los requisitos de permeabilidad y resistencia evaluando el comportamiento en estado fresco y endurecido, concluye que la mezcla de hormigón permeable más resistente se obtuvo utilizando una mezcla relación agua/cemento de 0.35 con agregado grueso de ¾”, una dosis de 350 kg/m³ de cemento, con un porcentaje de arena del 10% y un 15% de vacíos, esta dosificación permite obtener resistencias a la compresión en promedio de 215 kg/cm² y una resistencia a la flexión promedio de 46 kg/cm². Aunque el concreto permeable con agregados de 3/8 "presentan menores resistencias las mismas que les dan a estos resultados una estructura más estética que aquellos que se obtienen con agregado 3/4 "debido al tamaño del mismo.

1.2.2. Nacional

Ponce (2016), en su tesis “Estudio comparativo del efecto de aditivos CHEMA y SIKA aceleradores de fragua en la ciudad del Cusco en concretos expuestos a climas alto andinos”, tiene por objetivos identificar las características de los dos aditivos de marca Chema y Sika aceleradores de fragua en concretos expuestos a climas alto andino, evaluando el tiempo de fragua, resistencia a la compresión y diferencia de costos del concreto, utilizando una proporción mínima, media y máxima de aditivo acelerante recomendado por cada fabricante. Como conclusiones tiene las siguientes: Se demuestra la hipótesis general sobre “Las características del efecto de los aditivos Chema y Sika en la ciudad del Cusco para acelerar el tiempo de fragua en concretos expuestos a climas alto andinos, difieren en tiempo de fragua, resistencia a la compresión y costos”, todos los aditivos utilizados en la presente tesis tienen un tiempo de fragua inicial a la primera hora indefinido, quiere decir que la aguja de Vicat penetra hasta el fondo del molde. El aditivo acelerante utilizado que tiene un tiempo de fragua inicial más rápido en cualquiera de sus proporciones a la cuarta hora es Sika 3, en una proporción máxima en donde la penetración de la aguja de Vicat es 0 mm. La incidencia de la menor resistencia de concreto obtenida en una proporción mínima es de 149.13 kg/cm² a los 3 días, que

corresponde al aditivo Chema 5 y La mayor resistencia de concreto obtenida en una proporción máxima es de 272.84 kg/cm² a los 14 días, que corresponde al aditivo Chema Estruct. Cuando se trabaja con una proporción máxima de aditivo Sika 3, al séptimo día, la resistencia del concreto es de 146.83 kg/cm², disminuyendo la resistencia en 8.86 kg/cm², al catorceavo día, la resistencia es de 138.17 kg/cm², estos resultados, reflejan una clara disminución de la resistencia a la compresión, no cumpliendo con nuestro diseño de mezclas. F'c=210kg/cm². Se demuestra que al utilizar los aditivos Sika 5 y Chema Estruct en el concreto, en cualquiera de sus proporciones recomendadas por cada fabricante (mínima, media y máxima), como se observa que existe un incremento de resistencia a los 3, 7 y 14 días respectivamente, cumpliendo con el diseño de mezclas F'c=210kg/cm². Cuando se trabaja con una proporción máxima de aditivo Chema 5, al catorceavo día, la resistencia del concreto es de 178.64 kg/cm², disminuyendo la resistencia, este resultado, reflejan una clara disminución de la resistencia a la compresión, no cumpliendo con nuestro diseño de mezclas. F'c=210kg/cm². La incidencia del aditivo acelerante utilizado que tiene un menor costo de materiales por m³ de concreto en una proporción mínima es Sika 5, que asciende S/. 312.12, tiene una diferencia de S/. 24.31 respecto a los materiales del concreto patrón, y en una proporción máxima es Chema 5, ascendiendo a S/. 437.68 y tiene una diferencia de S/.149.87 respecto a los materiales del concreto patrón; estas diferencias son directamente proporcional al volumen de concreto a utilizar. Los costos de los materiales utilizados en los diferentes tipos de concreto se pueden apreciar en la tabla No 97. Se demuestra que el concreto en una proporción mínima de Sika 3 resulta conveniente por el tiempo de fragua, de 27 mm en 4 horas, la resistencia la compresión de 211.74 kg/cm² a los 14 días y el costo de materiales asciende a S/.393.38; también resulta conveniente usar Sika 5 en una proporción mínima por el tiempo de fragua, de 1 mm en 4 horas, la resistencia la compresión de 235.21 kg/m² y el costo de materiales asciende a S/.312.12, estos tipos de concreto cumplen con la resistencia de diseño F'c=210 kg/cm². Se demuestra que el concreto en una proporción mínima de Chema 5 resulta conveniente por el tiempo de fragua, de 27 mm en 4 horas, la resistencia la compresión de 223.41 kg/cm² a los 14 días y el costo de materiales es de S/.423.35; también resulta conveniente usar Chema Estruct en una proporción mínima por el tiempo de fragua, de 1 mm en 4 horas, la resistencia la compresión de 245.24 kg/m² a los 14 días y el costo de materiales es de S/.313.17, estos tipos de concreto cumplen con la resistencia de diseño F'c=210 kg/cm².

Bernal (2017), en su tesis “Optimización de la resistencia a compresión del concreto, elaborado con cementos tipo I y aditivos superplastificantes”, esta investigación tiene como objetivo, optimizar la resistencia a compresión del concreto, elaborado con cementos tipo I y aditivos superplastificantes; se elaboró 08 especímenes por cada grupo de control con cemento utilizado Andino, Pacasmayo y sol sin aditivo, se elaboró 08 especímenes por cada grupo experimental resultante de la combinación de cada Cemento con los aditivos Superplastificantes Chema Súper Plast, Euco37 y Sika Plast 1000, ensayados a la compresión a las edades de 7, 14 y 28 días. La metodología empleada consistió en la determinación de las propiedades físico mecánicas de los agregados usados (cantera del río Chonta), el peso específico de los aditivos y de los cementos Portland Tipo I usados. Luego se realizó el diseño de mezclas, para una resistencia a la compresión especificada de 280 kg/cm^2 , a los 28 días, usando el método del Módulo de Finura de la combinación de agregados, considerando dos condiciones: Concreto sin aditivo, que sirvió como la mezcla de control. Se arribaron a las siguientes conclusiones: La mayor resistencia a compresión de los grupos de control, se obtuvo con la utilización de cemento Pacasmayo sin aditivo (GC2), a las tres edades ensayadas a 7 días (229.72 Kg/cm^2), a 14 días (270.80 Kg/cm^2) y a los 28 días (331.24 Kg/cm^2). La mayor resistencia compresión de los grupos experimentales, se obtuvo de la combinación de aditivo superplastificante Sika Plast 1000 con cemento Pacasmayo Tipo I (GE8), a las 03 edades ensayadas a 7 días (247.41 Kg/cm^2), a 14 días (293.85 Kg/cm^2) y a los 28 días (349.43 Kg/cm^2). Utilizando aditivos superplastificantes en una proporción de 1.00% del peso del cemento en la elaboración de concreto, el mayor incremento de resistencia a compresión se logró combinando aditivo superplastificante Sika Plast 1000 con Cemento Pacasmayo tipo I, mayor en 11.00% que su respectivo grupo de control y mayor en 24.80 % respecto a la resistencia a la compresión especificada. El costo de la mezcla del grupo de control, sin aditivo, fue mayor en 14.03% que el costo de la mezcla de los grupos experimentales, con aditivo superplastificante.

Silva R. (2016), en su tesis “Concreto permeable como propuesta sostenible para mejorar el sistema de drenaje pluvial de la vía Blas De Atienza en Piura”, de la Universidad César Vallejo, con el objetivo de mejorar el drenaje pluvial de la vía Blas de Atienza en Piura mediante la propuesta sostenible del uso de concretos permeable a fin de evitar el impacto negativo de las inundaciones producidas por el fenómeno de El Niño, concluye que Al evaluar todos los factores de diseño, regulaciones y procedimientos, fue posible diseñar

una carretera con una subrasante impermeable (utilizando un geotextil no tejido) con las propiedades necesarias para evitar el ingreso de agua al suelo a través de la carga de vehículos y su propia carga. En el mismo lugar, el uso de tuberías perforadas protegidas por geotextil no tejido permitirá la descarga de agua de lluvia sin finos y evacuarlas hacia sus respectivas salidas. Por otro lado, el uso de material granular para la base, con muy buena resistencia a la abrasión y buen índice de plasticidad, le brinda las mejores condiciones para drenar grandes cantidades de agua de escorrentía y soportar las cargas de los vehículos que circulan. Después de varias pruebas, finalmente se obtuvo la dosificación correcta para la losa de concreto, la misma que cumple con los requisitos de diseño de la Normativa AASHTO 93, en cuanto a resistencia, destacando su principal característica, la permeabilidad.

Córdova R. (2016), en su tesis “Determinación del grado de permeabilidad y evaluación de la resistencia a la colmatación, haciendo uso de aditivos de las marcas Sika y Euco para la fabricación de concreto poroso en la ciudad de Arequipa”, de la Universidad Católica de Santa María, con el objetivo de diseñar un concreto poroso para evaluar su permeabilidad y resistencia a la colmatación de finos para ser utilizados en la construcción de pavimentos rígidos permeables para el tránsito liviano, concluye que el mayor índice de permeabilidad que se obtuvo en este estudio con el concreto poroso fue utilizando el DISEÑO DE MEZCLAS NÚMERO CUATRO (DM4) con dosificación por pie cúbico (p^3) de: (Cemento = 6.39 kg, Agregado grueso de 3/4" = 43,09 kg, Agua = 2,24 litros, Aditivo Plastificante retardante, reductor de agua de la marca EUCO (EUCO WR 51) = 31.94 ml) y 20% de vacíos en el diseño, obtuvo una capacidad de permeabilidad de 31,94 mm/s, asimismo recomienda que para la elaboración del concreto poroso, se recomienda utilizar la relación a/c: 0.3, debido a que se ha demostrado que es la cantidad ideal de agua para mezclas de concreto poroso, el agua se debe agregar de manera gradual y precisa, ya que la cantidad insuficiente de agua produce una mezcla sin consistencia con baja resistencia a la compresión.

Gil C. (2014), en su tesis “Patologías de los efectos de la napa freática en las estructuras de las viviendas del PP. JJ Miramar Bajo-Chimbote-Ancash”, de la Universidad César Vallejo, con el objetivo de determinar la influencia de la ocurrencia de patologías que generan los efectos del nivel del agua en la estructura de las casas del PPJJ Miramar Bajo mediante el desarrollo de soluciones para garantizar la vida útil de las viviendas del

pueblo joven tratando de reducir el deterioro de las viviendas por la napa freática, concluye que según el presente estudio podemos advertir que la patología con mayor porcentaje es la eflorescencia con un 68.52%, el nivel de humedad de 62.59%, la cripto-fluorescencia de 46.30%, la corrosión de 45.56% y la corrosión de 45.56% y la degradación del concreto fue de 39.98%, ya que se encontró que los efectos del nivel freático constituyen un porcentaje significativo. Dañan seriamente las viviendas y por lo tanto causan costos de reparación que son llevados a cabo por los propietarios.

Los resultados obtenidos indican que más de la mitad de las casas tienen un nivel de humedad en sus paredes debido a la acción capilaridad ya que 42.25% de los hogares está a una altura de 0.50 metros del nivel freático de la zona de estudio. Por lo tanto, existe un alto riesgo de complicaciones en las residencias.

1.2.3. Local

León (2018) en su tesis “Efectos del Plastiment® HE-98 en la resistencia a la compresión del concreto estructural – Trujillo 2018”, trabajo que considero como objetivo analizar los efectos que tiene el aditivo Plastiment® HE-98 en una de las propiedades más importantes del concreto, la resistencia a la compresión. Se diseñaron mezclas de concreto para las canteras El Milagro y Cerro Chilco, los agregados de las canteras fueron caracterizados inicialmente. El diseño de mezcla se realizó por el método de volumen absoluto del ACI, se utilizó aditivo Plastiment® HE-98 en cantidades 0.0%, 0.3%, 0.5% y 0.7% y a relaciones a/c de 0.45, 0.50 y 0.55. La investigación concluyó que el aditivo Plastiment® HE-98 incrementa la consistencia o trabajabilidad de la mezcla, reduce la cantidad de agua, disminuye el peso unitario e incrementa la resistencia a la compresión con mayor incidencia cuando se usa 0.3% de aditivo según el análisis de varianza y la prueba de Tukey. En la caracterización de los agregados de la cantera, el agregado fino procedente de la cantera El Milagro presenta un peso específico de 2600 kg/m³, peso unitario suelto de 1691.7 kg/m³, peso unitario compactado de 1925.4 kg/m³, humedad natural de 1.08% y porcentaje de absorción de 1.25%. Para el agregado grueso de la cantera El Milagro presenta un peso específico de 2780 kg/m³, peso unitario suelto de 1391.7 kg/m³, peso unitario compactado de 1530.4 kg/m³, humedad natural de 0.32%, porcentaje de absorción de 0.44% y tamaño máximo nominal de ¾”; y el agregado fino procedente de la cantera Cerro Chilco presenta un peso específico de 2580 kg/m³, peso unitario suelto de 1698.4 kg/m³, peso unitario compactado de 1932.6 kg/m³, humedad natural de 1.11% y porcentaje de absorción de 1.22%. Para el agregado grueso de la

cantera Cerro Chilco presenta un peso específico de 2800 kg/m^3 , peso unitario suelto de 1399.4 kg/m^3 , peso unitario compactado de 1537.8 kg/m^3 , humedad natural de 0.31%, porcentaje de absorción de 0.45% y tamaño máximo nominal de 1". En el diseño de mezcla para las canteras El Milagro y Cerro Chilco utilizaron combinaciones de agregados 50-50, se realizaron para relaciones a/c de 0.45, 0.50 y 0.55, aditivo Plastiment® HE-98 en cantidades de 0.0%, 0.3%, 0.5% y 0.7%. Concluyendo que se necesita menos cantidad de agua cuando se incrementa la cantidad de aditivo. En los ensayos de las mezclas de concreto en estado fresco concluyeron que a medida que se incrementa la cantidad de aditivo la consistencia aumenta y disminuye el peso unitario. Además, cuando se disminuye la cantidad de aditivo la consistencia disminuye y aumenta el peso unitario. Los rangos de consistencia están entre rangos de 80 – 90 mm y los pesos unitarios se pueden considerar dentro de los rangos de concreto normal ($2400 - 2500 \text{ kg/m}^3$). En los ensayos de las mezclas de concreto en estado endurecido demostraron que la adición del aditivo incrementa la resistencia a la compresión; no obstante, el análisis de varianza (ANOVA) demostró que la utilización del aditivo tiene significancia en la resistencia a la compresión cuando se usa 0.3%, es decir, presenta mayor aumento (4.09%) de la resistencia a la compresión cuando se utiliza aditivo al 0.3% en peso.

Loayza S. y Zavaleta R. (2017), en su tesis: "Modelamiento de la relación capilaridad – deterioro en edificaciones del sector de Vista Alegre, distrito de Víctor Larco Herrera, provincia de Trujillo", de la Universidad Privada Antenor Orrego, con el objetivo de crear una metodología que utiliza los procedimientos tradicionales de prueba de humedad capilar para determinar el modelo de escenarios de deterioro generados por este tipo de humedad, concluye que el suelo en el área de estudio es arenoso, por lo que predomina las arenas, las partículas minerales con un diámetro de más de 0.02 mm se denominan gravas. Son suelos muy permeables con una alta velocidad de infiltración ya que predominan los macroporos. Concluye con todo esto que el agua que viene del suelo sube más rápido hacia las estructuras, por lo que recomienda a los graduados universitarios desarrollar temas de investigación sobre el drenaje y el uso de materiales innovadores en las cimentaciones y de esta manera evitar el deterioro de las viviendas por capilaridad.

Figuerola H. y Reyes C. (2011), en su tesis: "Modelamiento de la relación capilaridad – deterioro en edificaciones del sector de Vista Alegre, distrito de Víctor Larco Herrera, provincia de Trujillo", de la Universidad Privada Antenor Orrego, con el objetivo de

augmentar la resistencia a la compresión y reducir la permeabilidad del concreto estructural adicionando cenizas de carbón en dosificaciones de 1.5%, 3%, 4.5% y 6% de la mezcla utilizada, asimismo analizar la variación en la resistencia a la compresión en el concreto de $f'c$ 210 Kg/cm², comparando mezclas convencionales y mezclas con cenizas de carbón, concluye que la resistencia a la compresión se ha incrementado y la permeabilidad en el concreto ha disminuido agregando dosificaciones de ceniza volante de carbón en porcentajes de 1.5%, 3%, 4.5% y 6%, por lo tanto, cuanto mayor sea la capacidad de carga, mayor serán los requisitos de resistencia a la compresión; por otro lado, a menor penetración de agua en el concreto mayor rendimiento de hormigón de baja permeabilidad. En el análisis de la adición de cenizas volantes de carbón a la mezcla, se observó un aumento en la resistencia a la compresión en función de las dosis y el tiempo de curado. Asimismo, recomienda que, para futuras investigaciones científicas, es aconsejable evaluar dosis de más del 6% de cenizas volantes de carbón y desarrollar un concreto impermeable por debajo de 30 mm de penetración de agua.

Durand A. (2017), en su tesis: “Influencia del óxido de calcio en la trabajabilidad, fraguado, compresión, densidad, porosidad y absorción del concreto para elementos estructurales, Trujillo; de la Universidad Privada del Norte, con el objetivo de evaluar el efecto del óxido de calcio sobre la trabajabilidad, compresión, densidad, porosidad y absorción de hormigón para elementos estructurales a fin de determinar el porcentaje óptimo de óxido de calcio extraído de calcinación de huesos de bovinos para mejorar propiedades del hormigón en estado fresco, concluye que la trabajabilidad del concreto con superplastificante se considera óptima cuando se usa porcentajes del 1% al 4% de adición de óxido de calcio, ya que las mezclas presentan consistencia plástica y excelente trabajabilidad. A mayores porcentajes la mezcla presenta consistencia seca y pierde capacidad de trabajo, por lo que sería necesario utilizar equipos de compactación adecuados como son los vibradores de concreto. El endurecimiento del concreto con superplastificante tiende a acelerarse de conforme se le va adicionando oxido de calcio entre 1% y 5%. A partir del 6% el inicio del endurecimiento se hace un poco más más lento los resultados de resistencia a la compresión muestran un incremento entre el 10% y el 26% del $f'c$ de diseño, cuando se agrega óxido de calcio en porcentajes de 1% a 4%. A partir de 5% la resistencia comienza a disminuir. La máxima resistencia se da con un 4% de adición alcanzando un $f'c = 353$ kg/cm².

1.3. Teorías Relacionadas al tema

1.3.1. Materiales para la elaboración de mezclas de concreto

Cemento

- Definición

Según la norma ASTM C1157 define “Cemento hidráulico adicionado a un cemento hidráulico que consiste en la mezcla de dos o más ingredientes inorgánicos que contribuyen a las propiedades de desarrollo de resistencia del cemento, con o sin otros ingredientes, adiciones de proceso y adiciones funcionales. “Los cementos hidráulicos adicionados están hechos por molienda conjunta u otros procesos de mezcla”.

- Clasificación del cemento

Los tipos de cementos hidráulicos que se desarrollan en la presente investigación son de la marca Pacasmayo y están clasificados de acuerdo a las necesidades de los proyectos de construcción:

- CEMENTO TIPO I: De uso general en la construcción. Para obras que no requieren propiedades especiales.
- CEMENTO TIPO V: Para obras que requieran alta resistencia a los sulfatos.
- CEMENTO ANTI SALITRE MS: Moderada resistencia a los sulfatos. Para estructuras en contacto con ambientes y suelos húmedos-salinosos y estructuras expuestas al agua de mar.
- CEMENTO EXTRA FORTE: De uso general en la construcción. Para columnas, losas, cimentaciones y obras no expuestas a suelos húmedos-salinosos.

Agregados

- Definición

Son materiales inertes, de forma granular estable y propiedades físicas permanentes, que pueden ser naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento en presencia del agua conforman un todo compacto (piedra artificial) conocido como concreto u hormigón. Se denominan inertes porque no reaccionan de forma deformable con otros constituyentes del concreto en el especial el cemento.

Los agregados para concreto, son todos aquellos materiales que, teniendo una resistencia propia suficiente, no perturban ni afectan las propiedades y características

del concreto y garantizan una adherencia suficiente con la pasta endurecida de cemento; son muy importante los agregados para concreto porque ocupan entre el 70 y 80% del volumen de la mezcla.

- Agregados Pétreos

“La calidad de los agregados está determinada por el origen, por su distribución granulométrica, densidad, forma y superficie. Se han clasificado en agregado grueso y agregado fino fijando un tamaño de 4.76mm (N°4) a 0.075mm (N°200) para finos y de 4.76mm en adelante para el grueso” (INSTITUTO DEL CONCRETO. Tecnología y propiedades).

- Agregado Grueso

Según la ASTM C33 dice que “El agregado grueso debe consistir en grava, grava triturada, piedra triturada, escoria de alto horno enfriada al aire, o concreto de cemento hidráulico triturado, o una combinación de ellos, conforme a los requisitos de esta especificación”.

- Agregado Fino

Según la ASTM C33: “El agregado fino debe ser arena natural, arena artificial, o una combinación de ellas”.

- Agua

El agua en el concreto se puede definir como aquel componente por medio del cual, el cemento experimenta reacciones químicas que le dan la propiedad de endurecer para formar un sólido único con los agregados. Además de su funcionalidad en el proceso de hidratación, proporciona fluidez a la mezcla mejorando su lubricación y manejabilidad. Otro de los procesos en los que el agua cumple una función indispensable es durante el curado del concreto, pues hace que el cemento se hidrate sin interrupción y por lo tanto garantiza que la mezcla alcance las propiedades potenciales para las cuales fue diseñada.

En la elaboración de mezclas de concreto se debe utilizar agua libre de materias orgánicas, álcalis, ácidos y aceites. “Como regla general se considera que el agua es adecuada para producir concreto si su composición química indica que es apta para el consumo humano”. De lo contrario deben hacerse los estudios necesarios para establecer la calidad del agua según su disposición.

Concreto

También conocido como hormigón, es una piedra artificial fabricada por el hombre; su principal componente es el Cemento el cual ocupa aproximadamente el 15% del volumen de la mezcla – para el caso de mezclas convencionales-. “En términos generales, el concreto u hormigón puede definirse como la mezcla de un material aglutinante (Cemento hidráulico), un material de relleno (agregados o áridos), agua y eventualmente aditivos” (SÁNCHEZ DE GUZMÁN, Diego. Tecnología del concreto y del mortero. 5 ed. Bogotá: Bhandar Editores LTDA., 2001).

La masa plástica que se produce al mezclar los componentes puede ser moldeada y compactada con relativa facilidad; pero gradualmente pierde esta característica hasta que al cabo de algunas horas se torna rígida y comienza a adquirir el aspecto, comportamiento y propiedades de un cuerpo sólido, para convertirse finalmente en el material mecánicamente resistente que es el concreto endurecido (esto debido a la reacción química entre el Cemento y el agua).

La representación común del concreto convencional en estado fresco, lo identifica como un conjunto de fragmentos de roca, globalmente definidos como agregados, dispersos en una matriz viscosa constituida por una pasta de cemento de consistencia plástica. Esto significa que en una mezcla así hay muy poco o ningún contacto entre las partículas de los agregados, característica que tiende a permanecer en el concreto ya endurecido.

Consecuentemente con ello, el comportamiento mecánico de este material y su durabilidad en servicio dependen de tres aspectos básicos:

- Las características, composición y propiedades de la pasta de cemento, o matriz cementante, endurecida.
- La calidad propia de los agregados, en el sentido más amplio.
- La afinidad del matriz cementante con los agregados y su capacidad para trabajar en conjunto.

En el primer aspecto debe contemplarse la selección de un cementante apropiado, el empleo de una relación agua/cemento conveniente y el uso eventual de un aditivo necesario, con todo lo cual debe resultar potencialmente asegurada la calidad del matriz cementante. La pasta está compuesta de Cemento, agua y aire atrapado o aire incluido intencionalmente. Ordinariamente, la pasta constituye del 25 al 40 % del volumen total del concreto. Por lo general y después de muchas experimentaciones vemos que el

volumen absoluto del Cemento está comprendido usualmente entre el 7 y el 15 % y el agua entre el 14 y el 21 %. El contenido de aire y concretos con aire incluido puede llegar hasta el 8% del volumen del concreto, dependiendo del tamaño máximo del agregado grueso (pero solamente cuando se decide incluirle aire).

En cuanto a la calidad de los agregados (los cuales constituyen aproximadamente el 60 al 75 % del volumen total del concreto), es importante adecuarla a las funciones que debe desempeñar la estructura, a fin de que no representen el punto débil en el comportamiento del concreto y en su capacidad para resistir adecuadamente y por largo tiempo los efectos consecuentes de las condiciones de exposición y servicio a que esté sometido. Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pueden llegar hasta 10mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 4 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo de agregado que se usa comúnmente es el de 19mm o el de 25 mm.

Finalmente, la compatibilidad y el buen trabajo de conjunto del matriz cementante con los agregados, depende de diversos factores tales como las características físicas y químicas del cementante, la composición mineralógica y petrográfica de las rocas que constituyen los agregados, y la forma, tamaño máximo y textura superficial de éstos.

- Propiedades del Concreto en Estado Fresco

La capacidad intrínseca del concreto, como material de construcción, para prestar un buen servicio permanente, depende substancialmente de que posea las características y propiedades adecuadas para resistir satisfactoriamente y por largo tiempo, los efectos de las solicitudes mecánicas y las acciones detrimentales inherentes a las condiciones en que opera la estructura.

La propiedad básica que se procura obtener en el concreto endurecido es una determinada resistencia mecánica; además de esta resistencia, también se requiere propiciar otras características y propiedades del concreto, que lo hagan resistente y durable al verse sometido a las acciones añinas específicamente previstas. Al realizar el diseño de la mezcla de concreto, debe aplicarse el criterio de resistencia o durabilidad, conforme lo recomienda en su informe el Comité ACI 211.

- Trabajabilidad

Es el trabajo interno utilizado en vencerla fricción interna o componentes del concreto para conseguir una compactación adecuada, es decir, la capacidad que tiene el concreto para ser colocado y compactado apropiadamente sin producir deficiencias

de sus propiedades en estado fresco. “La manejabilidad está representada por el grado de compacidad, cohesividad, plasticidad y consistencia” (INSTITUTO DEL CONCRETO. Tecnología y propiedades).

- Segregación

Es considerada una propiedad del concreto fresco, empero, se puede considerar también como un aspecto importante de la trabajabilidad al ser definida como una tendencia de separación de las partículas gruesas del mortero del concreto, esto se debe en gran parte a la diferencia de densidades, el tamaño y forma de las partículas, el mal mezclado, el exceso de vibración en la compactación, el arrojar el concreto desde alturas mayores a 1m y al dejar fluir el concreto a lo largo de la formaleta. (INSTITUTO DEL CONCRETO. Tecnología y propiedades).

- Hidratación, Tiempo de Fraguado, Endurecimiento

Mediante el proceso llamado hidratación, las partículas del cemento reaccionan químicamente con el agua y el concreto se endurece y se convierte en un material durable. El cemento no es un compuesto químico simple, sino que es una mezcla de muchos compuestos. Cuatro de ellos conforman el 90% o más del peso del cemento y son: el silicato tricálcico, el silicato dicálcico, el aluminato tricálcico y el aluminio ferrito tetracálcico. Además de estos componentes principales, algunos otros desempeñan papeles importantes en el proceso de hidratación. Los tipos de cemento Portland contienen los mismos cuatro compuestos principales, pero en proporciones diferentes. Cuando el Clinker (el producto del horno que se muele para fabricar el cemento Portland) se examina al microscopio, la mayoría de los compuestos individuales del cemento se pueden identificar y se puede determinar sus cantidades. Sin embargo, los granos más pequeños evaden la detección visual. El diámetro promedio de una partícula de cemento típica es de aproximadamente 10 micras, o una centésima de milímetro. Si todas las partículas de cemento fueran el promedio, el cemento Portland contendría aproximadamente 298,000 millones de granos por kilogramo, pero de hecho existen unos 15 billones de partículas debido al alto rango de tamaños de partícula. Las partículas en un kilogramo de cemento Portland tienen un área superficial aproximada de 400 metros cuadrados. Los dos silicatos de calcio, los cuales constituyen cerca del 75% del peso del cemento Portland, reaccionan con el agua para formar dos nuevos compuestos: el hidróxido de calcio y el hidrato de silicato de calcio. Este último es con mucho el componente cementante más importante en el concreto. Las propiedades ingenieriles del concreto, (fraguado y

endurecimiento, resistencia y estabilidad dimensional) principalmente dependen del gel del hidrato de silicato de calcio. Es la medula del concreto.

La composición química del silicato de calcio hidratado es en cierto modo variable, pero contiene cal (CaO) y sílice (SiO₂), en una proporción sobre el orden de 3 a 2. El área superficial del hidrato de silicato de calcio es de unos 3000 metros cuadrados por gramo. Las partículas son tan diminutas que solamente se ven vistas en microscopio electrónico. En la pasta de cemento ya endurecida, estas partículas forman uniones enlazadas entre las otras fases cristalinas y los granos sobrantes de cemento sin hidratar; también se adhieren a los granos de arena y a piezas de agregado grueso, cementando todo el conjunto. La formación de esta estructura es la acción cementante de la pasta y es responsable del fraguado, del endurecimiento y del desarrollo de resistencia.

Cuando el concreto, fragua, su volumen bruto permanece casi inalterado, pero el concreto endurecido contiene poros llenos de agua y aire, mismos que no tienen resistencia alguna. La resistencia está en la parte sólida de la pasta, en su mayoría en el hidrato de silicato de calcio y en las fases cristalinas. Entre menos porosa sea la pasta de cemento, mucho más resistente es el concreto. Por lo tanto, cuando se mezcle el concreto no se debe usar una cantidad mayor de agua que la absolutamente necesaria para fabricar un concreto plástico y trabajable. Aun entonces, el agua empleada es usualmente mayor que la que se requiere para la completa hidratación del cemento. La relación mínima agua/cemento (en peso) para la hidratación total es aproximadamente de 0.22 a 0.25. El conocimiento de la cantidad de calor liberado a medida que el cemento se hidrata puede ser útil para planear la construcción. En invierno, el calor de hidratación ayudara a proteger el concreto contra el daño provocado por temperaturas de congelación. Sin embargo, el calor puede ser nocivo en estructuras masivas, tales como presas, porque puede producir esfuerzos indeseables al enfriarse luego de endurecer.

- El cemento tipo 1 libera un poco más de la mitad de su calor total de hidratación en tres días.
- El cemento tipo 2, un cemento de calor moderado, libera menos calor total que los otros y deben pasar más de tres días para que se libere únicamente la mitad de ese calor.

- El cemento tipo 3, de alta resistencia temprana, libera aproximadamente el mismo porcentaje de su calor en mucho menos de tres días.
- El cemento tipo 4, cemento de bajo calor de hidratación, se debe de tomar en consideración donde sea de importancia fundamental contar con un bajo calor de hidratación.

Es importante conocer la velocidad de reacción entre el cemento y el agua porque la velocidad determina el tiempo de fraguado y de endurecimiento. La reacción inicial debe ser suficientemente lenta para que conceda tiempo al transporte y colocación del concreto. Sin embargo, una vez que el concreto ha sido colocado y terminado, es deseable tener un endurecimiento rápido. El yeso, que es adicionado en el molino de cemento durante la molienda del Clinker, actúa como regulador de la velocidad inicial de hidratación del cemento.

Otros factores que influyen en la velocidad de hidratación incluyen la finura de la molienda, los aditivos, la cantidad de agua adicionada y la temperatura de los materiales en el momento del mezclado.

- Peso Unitario

El concreto convencional, que normalmente se usa en pavimentos, edificios y otras estructuras, tiene un peso unitario en el rango de 2,240 a 2,400 kg/m³. El peso unitario (densidad) del concreto varía dependiendo de la cantidad y densidad relativa del agregado, la cantidad de aire atrapado o atrapado intencionalmente y el contenido de agua y cemento, que a su vez se ven afectados por el tamaño máximo del agregado. En la construcción de estructuras de hormigón, generalmente se supone que la combinación de hormigón convencional y barras de refuerzo pesa 2400 kg/m³.

El peso del concreto seco es igual al peso del concreto recién mezclado menos el peso del agua volatilizable. Parte del agua mezclada se combina químicamente con el cemento durante el proceso de hidratación, convirtiendo el cemento en gel de cemento. En los poros y capilares también se retiene algo de agua, que no se evapora en condiciones normales. La cantidad de agua que se vaporiza en el aire a una humedad relativa del 50% es de aproximadamente 2 a 3% en peso del concreto, dependiendo del contenido inicial de agua del concreto, las propiedades de absorción de los agregados y el tamaño del aire de la estructura.

- Propiedades del Concreto en Estado Endurecido

Resistencia al desgaste por fricción

Los pisos, pavimentos y estructuras hidráulicas están sujetos a desgaste. Por lo tanto, el concreto en estas aplicaciones debe tener una alta resistencia a la abrasión. Los resultados de las pruebas muestran que la resistencia a la abrasión o al desgaste está estrechamente relacionada con la resistencia a la compresión del hormigón. Un concreto con alta resistencia a la compresión presenta mayor resistencia a la abrasión que un concreto con baja resistencia a la compresión. Como la resistencia a la compresión es baja, dependiendo de la relación de agua a cemento, se requiere un curado adecuado para obtener una buena resistencia al desgaste. El tipo de agregado y la condición de la superficie o el tratamiento utilizado también tienen una fuerte influencia en la resistencia al desgaste. Las pruebas de resistencia a la abrasión pueden realizarse girando pellets de acero, ruedas de rectificado o discos de presión de superficie (ASTM 779).

Resistencia mecánica

La resistencia de los diferentes tipos de cemento Portland depende principalmente de la composición química del clinker y la finura de la molienda. Por lo tanto, un cemento que tiene un alto contenido de silicato tricálcico (C3S) y alta finura puede a corto plazo producir una mayor resistencia, como es el caso del cemento tipo III que tiene una alta resistencia rápida. En contraste, un cemento con un alto contenido de silicato dicálcico (C2S) y una finura moderada debe retardar la absorción inicial de fuerza y la generación de calor subsiguiente en el concreto, como es el caso del cemento Tipo IV. Dentro de estos límites de comportamiento para resistir, se encuentran los otros tipos de cemento portland.

Resistencia a la compresión. Definida como la resistencia máxima medida de una muestra de concreto o mortero contra carga axial. Generalmente expresada en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm^2) a la edad de 28 días, es denotada por el símbolo f'_c . **Resistencia a la flexión.** Por lo general, se utiliza al diseñar pavimentos y losas apoyadas en terreno. La resistencia a la compresión se puede usar como un índice de resistencia a la flexión, ya que establece la relación empírica entre ellos y el tamaño del elemento en cuestión. **Valor de la resistencia a la tensión.** Es aproximadamente 8% a 12% de su resistencia a la compresión y es frecuentemente estimado en 1,33 a 1,99 veces la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión. **Resistencia a la torsión.** Está relacionado con el módulo de rotura y las medidas del elemento de hormigón.

Resistencia al cortante. Varía entre el 35% y el 80% de la resistencia a la compresión. La correlación es entre la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión, el esfuerzo, la torsión y el corte, según los componentes del hormigón y el entorno en el que se encuentra el hormigón.

Módulo de elasticidad: Denotado por el símbolo E, se puede definir como la relación entre la tensión normal y la deformación correspondiente por tensiones de tracción o compresión por debajo del límite de proporcionalidad de un material. Para concreto de peso normal, E varía entre 140,600 y 422,000 kg/cm², y el valor de la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión se puede estimar en 15,000 veces.

Los principales factores que afectan la consistencia son la relación agua / cemento y la edad o el grado de avance de la hidratación. Estos factores también afectan la resistencia a la flexión y el estrés, así como la adhesión del hormigón al acero.

Si se requieren valores concretos más precisos para la resistencia al envejecimiento a las relaciones de compresión, deben desarrollarse curvas para los materiales específicos y las relaciones de mezcla utilizadas en el trabajo.

Diseño de mezclas

La dosificación de mezclas de concreto, generalmente llamada diseño de mezclas, consiste en pasos interdependientes:

- Selección de los materiales adecuados (cemento, agregados, agua y aditivos).
- Determinar sus cantidades relativas de "relación" para producir el concreto más económico, un concreto para la trabajabilidad, resistencia a la compresión y durabilidad adecuada. Estas proporciones dependen de cada constituyente, que a su vez depende de la aplicación particular del concreto. También se podrían considerar otros criterios, como minimizar permeabilidad, la contracción y la colonización o el entorno químico particular.

Aunque los aspectos teóricos del diseño de la mezcla han sido ampliamente estudiados, sigue siendo en gran parte un proceso empírico. Aunque hay muchas propiedades importantes del concreto, la mayoría de los métodos de construcción se basan principalmente en lograr una resistencia a la compresión para una edad determinada y una procesabilidad adecuada. Además, se cree que cuando se logran estas dos propiedades, las otras propiedades del concreto son satisfactorias (con la excepción de la resistencia a las heladas y la descongelación u otros problemas de durabilidad como la resistencia al

ataque químico). Sin embargo, antes de considerar los métodos de diseño actualmente en uso, es muy útil echar un vistazo más de cerca a las consideraciones básicas de diseño.

- Requerimientos para el diseño de mezclas

- Análisis granulométrico de los agregados.
- Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso).
- Peso específico de los agregados (fino y grueso).
- Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso).
- Perfil y textura de los agregados.
- Marca y tipo del cemento.
- Peso específico del cemento.
- Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados.

- Procedimiento para el diseño de mezclas

Antes de diseñar una mezcla de concreto, primero necesitamos revisar los planos y las especificaciones técnicas del proyecto donde encontraras toda la información y los requisitos especificados por el proyectista para que lo que se construirá pueda cumplir los requisitos de serviciabilidad durante la vida útil. A continuación, se detalla el procedimiento para el diseño de mezclas:

Resistencia Promedio ($f'c$)

- Cálculo de la desviación estándar

Método 1:

Si se posee un registro de resultados de ensayos de obras anteriores deberá calcularse la desviación estándar, el registro deberá:

- Representar materiales, procedimientos de control de calidad y condiciones similares a aquellos que se espera en la obra que se va a desarrollar.
- Representar a concretos preparados para alcanzar una resistencia de diseño $f'c$ que este dentro del rango de ± 70 kg/cm de la especificada para el trabajo iniciar. Si se posee un registro de 3 ensayos consecutivos la desviación estándar se calculará aplicando la siguiente fórmula:

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{(n - 1)}}$$

Dónde:

- S= Desviación estándar en kg/cm².
- Xi= Resistencia de la probeta de concreto en kg/cm².
- \bar{X} = Resistencia promedio de n probetas en kg/cm².
- n= Número de ensayos consecutivos de resistencia.

Consiste de por lo menos 30 ensayos consecutivos o dos grupos de ensayos consecutivos que totalicen por lo menos 30 ensayos. Si se posee dos grupos de ensayos consecutivos que totalicen por lo menos un registro de 30 ensayos consecutivos, la desviación estándar promedio se calculará con la siguiente fórmula:

$$\bar{s} = \sqrt{\frac{(n_1-1)(s_1)^2 + (n_2-1)(s_2)^2}{(n_1 + n_2 - 2)}}$$

Dónde:

\bar{s} =Desviación estándar promedio en kg/cm².

s1, s2 = Desviación estándar calculada para los grupos 1 y 2 respectivamente en kg/cm².

n1, n2 = Número de ensayos en cada grupo, respectivamente.

Método 2:

Si solo se dispone de un conjunto de 15 a 29 ensayos consecutivos, la desviación estándar "s" correspondiente a estas pruebas se calcula y se multiplica por el factor de corrección dado en la Tabla 1 para obtener el nuevo valor de "s". Los registros de pruebas a los que se hace referencia en este método deberán cumplir con los requisitos (a), (b) del Método 1 y deberán representar los registros de pruebas sucesivas que cubran un período de al menos 45 días calendario.

Cuadro 1. Factores de reducción

Muestra	Factor de reducción
Menos de 15	Usar tabla 2.2
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30	1.00

Fuente: ACI 211

- Cálculo de la resistencia promedio necesaria.

Una vez que la desviación estándar ha sido calculada, la resistencia compresión promedio requerida ($f'c$) se obtiene como mayor valor de las ecuaciones (1) y (2).

- La ecuación (1) proporciona una probabilidad de 1 en 100 que el promedio de tres ensayos consecutivos estará por debajo de la resistencia especificada $f'c$.
- La ecuación (2) proporciona una probabilidad similar de que ensayos individuales estén 35kg/cm^2 debajo de la resistencia especificada $f'c$.

Si la desviación estándar se ha calculado por el Método 1 o el Método 2, la resistencia promedio requerida es el mayor de los valores determinados por las siguientes ecuaciones usando la desviación estándar “s” calculada:

$$f'cr = f'c + 1.34s \quad (1)$$

$$f'cr = f'c + 2.33s - 35 \quad (2)$$

Dónde:

s = Desviación estándar, en kg/cm^2

Si se desconoce el valor de la desviación estándar, se utilizará los valores de la siguiente tabla:

Cuadro 2. Para la determinación de la resistencia promedio requerida.

$f'c$	$f'cr$
Menos de 210	$F'c + 70$
210 a 350	$F'c + 84$
Sobre 350	$F'c + 98$

Fuente: ACI 211

Determinar el Asentamiento (Slump)

Si las especificaciones técnicas del proyecto indican que el concreto tenga una determinada consistencia, el Slump puede ser elegido de la siguiente tabla:

Cuadro 3. Tabla de Consistencias y Asentamientos

Consistencia	Asentamiento
Seca Plástica Fluida	0" (0mm) a 2" (50mm) 3" (75mm) a 4" (100mm) >= 5" (125mm)

Fuente: ACI 211

Si las especificaciones técnicas del proyecto no indican la consistencia, ni asentamiento requeridos para la mezcla de diseño, mediante la tabla 4 podemos seleccionar un valor adecuado para un trabajo específico que se vaya a realizar. Se deberán usar las mezclas de la consistencia más densa que puedan ser colocadas eficientemente.

Cuadro 4. Asentamientos recomendados para varios tipos de construcción

Tipos de construcción	REVENIMIENTO(cm.)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	8	2
Zapatas simples, cajones y muros de subestructura	8	2
Vigas y muros reforzados	10	2
Columnas	10	2
Pavimentos y losas	8	2
Concreto ciclópeo y masivo	5	2

Fuente: ACI 211

Tamaño Máximo del agregado

Según la normatividad de diseño, se recomienda que el tamaño nominal máximo del agregado grueso sea el mayor que esté económicamente disponible, siempre que sea compatible con las dimensiones y características de la estructura y no deberá ser mayor que:

- 1/5 de la menor dimensión entre las superficies del encofrado.
- 1/3 del peralte de la losa.
- 3/4 de la separación mínima entre barras de refuerzo individuales, paquetes de barras, tendones o ductos de postensado.

El tamaño nominal máximo determinado aquí también se utiliza simplemente como el tamaño máximo.

Se cree que el requisito de mezcla de agua se reduce a medida que se aumenta el tamaño máximo del agregado, aumentando así la resistencia del hormigón. En general, este principio se aplica a agregados de hasta 40 mm (1½ '). En tamaños más grandes, sólo se aplica a hormigón de bajo contenido de cemento.

Agua de Mezclado y contenido de aire

La Tabla 5, elaborada de acuerdo a las recomendaciones del Comité 211 del ACI, nos facilita una primera estimación del agua de mezclado para concretos diseñados con diferentes tamaños máximos de agregado con o sin aire incorporado.

Cuadro 5. Requerimientos aproximados de agua de mezclado y de contenido de aire para diferentes valores de asentamiento y tamaños máximos de agregados.

ASENTAMIENTO O SLUMP (mm)	Agua en $lt\ m^3$ de concreto para los tamaños máximos de agregados gruesos y consistencia indicados.								
	10mm (3/8")	12.5mm (1/2")	20mm (3/4")	25mm (1")	40mm (1½")	50mm (2")	70mm (3")	150mm (6")	
CONCRETOS SIN AIRE INCORPORADO									
30 a 50 (1" a 2")	205	200	185	180	160	155	145	125	
80 a 100 (3" a 4")	225	215	200	195	175	170	160	140	
150 a 180 (6" a 7")	240	230	210	205	185	180	170	---	
Cantidad aproximada de aire atrapado (%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2	
CONCRETOS CON AIRE INCORPORADO									
30 a 50 (1" a 2")	180	175	165	160	145	140	135	120	
80 a 100 (3" a 4")	200	190	180	175	160	155	150	135	
150 a 180 (6" a 7")	215	205	190	185	170	165	160	---	
Contenido total de aire incorporado (%), en función del grado de exposición.	Exposición suave	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5*	1.0*
	Exposición moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5*	3.0*
	Exposición severa	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5*	4.0*

Fuente: ACI 211

Los valores del asentamiento para concreto con agregado más grande que 40mm (1½") se basan en las pruebas de Slump hechas después de retirar las partículas mayores de 40mm (1½") por tamizado húmedo. Estos contenidos de agua de mezclado son valores máximos para agregado grueso angular y en formado, y cuya granulometría está dentro de las especificaciones aceptadas (ASTM C 33 o NTP 400.037).

Para concreto que contiene agregado grande será tamizado húmedo por una malla de 40mm (1½") antes de evaluar el contenido de aire, el porcentaje de aire esperado en material más pequeño que 40mm (1½") debe ser el tabulado en la columna de 40mm (1½"). Sin embargo, los cálculos iniciales de las proporciones deben basarse en el contenido de aire como un porcentaje de la mezcla completa.

Estos valores se basan en el criterio de que se necesita un 9% del contenido de aire en la fase de mortero del concreto.

Como se observa, la Tabla 5 no toma en cuenta para la estimación del agua de mezclado las incidencias del perfil, textura y granulometría de los agregados. Debemos hacer presente que estos valores tabulados son lo suficientemente aproximados para una primera estimación y que, dependiendo del perfil, textura y

granulometría de los agregados, los valores requeridos de agua de mezclado pueden estar algo por encima o por debajo de dichos valores.

Al mismo tiempo, podemos usar la Tabla 6 para calcular la cantidad de agua de mezcla tomando en consideración, además de la consistencia y tamaño máximo del agregado, el perfil del mismo. Los valores de la Tabla 6 corresponden a mezclas sin aire incorporado.

Cuadro 6. Contenido de agua de mezcla

Tamaño máximo nominal del agregado grueso		Contenido de agua en el concreto, expresado en lt m ³ , para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados.					
		25mm a 50mm (1"- 2")		75mm a 100mm (3"- 4")		150mm a 175mm (6"- 7")	
mm.	Pulg.	Agregado redondeado	Agregado angular	Agregado redondeado	Agregado angular	Agregado redondeado	Agregado angular
9.5	3/8"	185	212	201	227	230	250
12.7	1/2"	182	201	197	216	219	238
19.1	3/4"	170	189	185	204	208	227
25.4	1"	163	182	178	197	197	216
38.1	1½"	155	170	170	185	185	204
50.8	2"	148	163	163	178	178	197
76.2	3"	136	151	151	167	163	182

Fuente: ACI 211

La Tabla 6 también muestra el volumen aproximado de aire atrapado en porcentaje que se espera en un concreto sin aire incorporado y los promedios recomendados del contenido de aire total para los hormigones cuyo aire se unió deliberadamente por razones de durabilidad de la exposición para la congelación y descongelación de ciclos, Agua de mar o sulfatos.

Si obtenemos los valores de la cantidad de agua y aire atrapado para un metro cúbico de concreto, calculamos el volumen que ocupan dentro de la unidad de volumen del concreto:

$$Volumen\ de\ agua(m^3) = \frac{Contenido\ de\ agua\ de\ mezclado\ (lts/m^3)}{Peso\ específico\ del\ agua\ (1000kg/cm^3)}$$

Relación Agua/Cemento (a/c)

Existen dos criterios (por resistencia, y por durabilidad) para la optar por una relación a/c, de los cuales se usará el menor de los valores, con lo cual se garantiza el cumplimiento de los requisitos de las especificaciones. Es importante que la relación

a/c seleccionada con base en la resistencia cumpla también la característica de durabilidad.

- **Por Resistencia**

Para concretos preparados con cemento portland tipo I o cementos comunes, puede tomarse la relación a/c de la Tabla 7.

Cuadro 7. Relación agua/cemento y resistencia a la compresión del concreto.

Resistencia a la compresión a los 28 días (f _{cr}) (kg/cm ²)*	Relacion agua/cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Fuente: ACI 211

Los valores corresponden a las resistencias de concreto promedio estimadas que no exceden el contenido de aire que se indica en la Tabla 5. Con una relación agua / cemento constante, la resistencia del concreto se reduce al aumentar el contenido de aire.

- **Por durabilidad**

La NTE E.060 requiere que si se desea un concreto con baja permeabilidad o el concreto será sometido a temperaturas extremas como son deshielo o congelamiento deben cumplirse los requisitos de la Tabla 8.

Cuadro 8. Valor máximo de agua / cemento permisible para el hormigón en condiciones especiales de exposición.

CONDICIONES DE EXPOSICION	RELACIÓN AGUA/CEMENTO MÁXIMA.
Concreto de baja permeabilidad:	
a) Expuesto a agua dulce.	0.50
b) Expuesto a agua de mar o aguas salobres.	0.45
c) Expuesto a la acción de aguas cloacales. (*)	0.45
Concreto expuesto a procesos de congelación y deshielo en condición húmeda:	
a) Sardineles, cunetas, secciones delgadas.	0.45
b) Otros elementos.	0.50
Protección contra la corrosión de concreto expuesto a la acción de agua de mar, aguas salobres, neblina o rocío de esta agua.	0.40
Si el recubrimiento mínimo se incrementa en 15 mm.	0.45

Fuente: ACI 211

La resistencia $f'c$ no debe ser menor de 245 kg/cm² para la condición de durabilidad.

Contenido de Cemento

Luego de estimar la cantidad de agua y la relación a/c , la cantidad de cemento por unidad de volumen de concreto se determina dividiendo la cantidad de agua por la relación a/c . Sin embargo, es posible que las especificaciones del proyecto establezcan una cantidad mínima de cemento. Dichos requisitos podrían especificarse para garantizar una superficie satisfactoria, una cierta calidad de la superficie vertical de los elementos o trabajabilidad.

$$\text{Contenido de cemento} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{contenido de agua de mezclado} (\text{lts}/\text{m}^3)}{\text{Relación } \frac{a}{c} \text{ (para } f'c)}$$

$$\text{Contenido de cemento} (\text{m}^3) = \frac{\text{contenido de cemento} (\text{kg})}{\text{Peso específico del cemento} (\text{kg}/\text{cm}^3)}$$

Contenido de Agregados: Grueso y Fino

El contenido del agregado grueso está determinado por la Tabla 9, que está preparada por el Comité 211 de la ACI, en función del tamaño nominal máximo del agregado grueso y el módulo de finura del agregado fino. La Tabla 9 proporciona la determinación de un coeficiente b/b_0 , que se calcula dividiendo el peso seco de los agregados gruesos entre el peso seco y el peso seco unitario compactado de los agregados gruesos en kg/m³.

Cuadro 9. Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto.

TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO GRUESO		Volumen de agregado grueso, seco y compactado (*) por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de finura del agregado fino.			
		MÓDULO DE FINEZA DEL AGREG. FINO			
mm.	Pulg.	2.40	2.60	2.80	3.00
10	3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5	1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
20	3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
25	1"	0.71	0.69	0.67	0.65
40	1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
50	2"	0.78	0.76	0.74	0.72
70	3"	0.81	0.79	0.77	0.75
150	6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211

Los volúmenes agregados grueso que se muestran en ASTM C29 están en condición seca y compactada. Estas cantidades se seleccionan a partir de relaciones empíricas

para producir concreto con un grado razonable de trabajabilidad para estructuras armadas ordinarias. Para los concretos menos trabajables, como se requiere, por ejemplo, para la construcción de pavimentos, los valores se pueden aumentar en aproximadamente un 10%. Con una mejor trabajabilidad del concreto si para su instalación es mediante bombeo, los valores se pueden reducir hasta en un 10%.

Con b / b_0 calculamos la cantidad de agregado grueso necesario para un metro cúbico de concreto de la siguiente manera:

$$\text{Peso seco del agr. grueso (kg/m}^3) = \frac{b}{b_0} \times (\text{Peso unit. compact. del agr. grueso})$$

Por lo tanto, los volúmenes de los agregados grueso y fino son:

$$\text{Vol agr. grueso (m}^3) = \frac{\text{Peso del agr. grueso}}{\text{Peso específico agr. grueso}}$$

$$\text{Vol. agr. fino (m}^3) = 1 - (\text{Vol agua} + \text{Vol aire} + \text{Vol cemento} + \text{Vol agr. grueso})$$

Consecuentemente, el peso seco del agregado fino será:

$$\text{Peso agr. fino (kg/m}^3) = (\text{Vol agregado fino}) (\text{Peso específico Agregado fino})$$

Ajustes por Humedad y Absorción

El contenido de agua agregado para formar la pasta se ve afectado por el contenido de humedad de los agregados. Cuando se secan al aire, absorben agua y reducen la relación A / C y la trabajabilidad. Por otro lado, si tienen humedad libre en su superficie (agregados húmedos), agregan parte de esta agua a la pasta, aumentando la relación A / C, trabajabilidad y disminuye la resistencia a la compresión. Por lo tanto, estos impactos deben ser estimados y la mezcla ajustada con estas consideraciones. Por lo tanto, si:

$$\begin{array}{l} \text{Agregado Grueso} \left\{ \begin{array}{l} \text{Humedad} = \%W_g \\ \% \text{ Absorción} = \%a_g \end{array} \right. \\ \\ \text{Agregado Fino} \left\{ \begin{array}{l} \text{Humedad} = \%W_f \\ \% \text{ Absorción} = \%a_f \end{array} \right. \end{array}$$

Peso de agregados húmedos:

$$\text{Peso del A. grueso humedo}(kg) = (\text{Peso A. grueso seco}) \cdot \left(1 + \frac{\%W_g}{100}\right)$$

$$\text{Peso del A. fino humedo}(kg) = (\text{Peso A. fino seco}) \cdot \left(1 + \frac{\%W_f}{100}\right)$$

Agua efectiva:

$$\text{Agua en agregado grueso} = (\text{Peso A. grueso seco}) \cdot \left(\frac{\%W_g - \%a_g}{100}\right) = X$$

$$\text{Agua en agregado fino} = (\text{Peso A. fino seco}) \cdot \left(\frac{\%W_f - \%a_f}{100}\right) = Y$$

$$\text{Agua efectiva(Lts)} = \text{Agua de diseño} - (X + Y)$$

Cálculo de las proporciones en peso

Cemento: agregado fino: agregado grueso/grueso

$$\frac{\text{Peso cemento}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. fino humedo}}{\text{Peso cemento}} : \frac{\text{Peso A. grueso humedo}}{\text{Peso cemento}} / \frac{\text{Agua efectiva}}{\text{Peso cemento}}$$

Preparación, Mezclado, Transporte e Instalación de la mezcla

Los procesos para preparar, mezclar, transportar, instalar y controlar el concreto de alta resistencia son en principio similares a los del concreto convencional, por lo que se pueden seguir las mismas pautas. Sin embargo, algunos aspectos deben ser enfatizados:

- Mantener el contenido de agua de la unidad en la mezcla se vuelve crítico en estos hormigones, ya que un pequeño cambio en el aumento de esta mezcla conduce a grandes pérdidas de resistencia.
- Debido al alto contenido de cemento, las recomendaciones térmicas también deben ser consideradas. Además, la producción y control de concreto requiere personal calificado.
- La preparación previa también incluye el control, manejo y almacenamiento de materiales. La medición correcta y el pesaje son esenciales para obtener buenos resultados. Para mantener la relación agua-cemento requerida para desarrollar una alta resistencia, las determinaciones deben realizarse con la mayor precisión de humedad posible de los agregados.

Mezclado

El concreto de alta resistencia se puede mezclar completamente en la planta, en un camión mezclador o en una combinación de ambos. En general, se deben seguir las recomendaciones de ACI 304. El tiempo de mezcla requerido está limitado por la eficiencia del mezclador para producir una mezcla correcta. De acuerdo con las reglas y recomendaciones generales, debe mezclarse un minuto para 0.75 m^3 más $1/4$ de minuto por cada capacidad adicional de 0.75 m^3 .

Por otro lado, el tiempo de mezcla se puede determinar sobre la base de los resultados obtenidos en las pruebas de eficiencia. Si el parámetro más importante que se obtiene es una alta resistencia a la compresión, es conveniente usar relaciones bajas de agua/cemento, teniendo en cuenta esencialmente la trabajabilidad del concreto y, por consiguiente, su ruptura. En general, el proceso de mezcla requiere, entre otras cosas, una premezcla de cemento y agua con un mezclador de alta velocidad, el uso de aditivos, el uso de agregados de cemento, un mayor tiempo de curado, preferiblemente con agua, la compresión del hormigón por presión y el hormigonado en dos direcciones. Además, el uso dirigido de los materiales, un enfoque diferente del diseño y los procesos de fabricación de las mezclas, un enfoque especial en la compactación y un control de calidad más estricto son esenciales para la producción de este tipo de concreto.

Algunos investigadores usan su composición como un método para producir concreto de alta resistencia, un alto índice de mezcla y vibración, y finalmente agregar aditivos para aumentar la resistencia del concreto. De acuerdo con lo anterior, se debe tener en cuenta lo siguiente para las preparaciones de mezcla de concreto de alta resistencia:

- Determinar el Slump.
- Selección del tamaño máximo del agregado.
- Estimación del contenido de agua.
- Elección de la relación agua / cemento o agua / cemento.
- Cálculo del contenido de materiales cementosos.
- Estimación del agregado grueso.
- Estimación del agregado fino.
- Ajuste de humedad y absorción de agregados.
- Ajuste de las mezclas de prueba.

Transporte

Puede ser transportado por diferentes equipos, cada método tiene sus ventajas y desventajas, dependiendo de la ubicación del trabajo, fácil acceso a él, clima, etc. Estas circunstancias deben tenerse en cuenta al decidir sobre el modo de transporte que se va a utilizar.

Colocación

Antes de comenzar la colocación del concreto, se debe tener en cuenta el hecho de que el tiempo de manejo será más corto de lo normal, por lo que la sincronización adecuada de los procesos del concreto y la disponibilidad del equipo es esencial.

El concreto debe descargarse lo más cerca posible del lugar donde se dejará de forma permanente, se pueden usar bugguies, carros, baldes de todo tipo y cubetas, entre otros equipos.

Debe tenerse en cuenta que una larga permanencia del hormigón en dichos contenedores dificultará su descarga debido al alto contenido de cemento y la mayor cohesión. La forma más efectiva de compactar concreto de alta resistencia es por vibración interna.

Curado

El curado es el proceso requerido para mantener el contenido de humedad y la temperatura adecuados en el concreto durante el período de hidratación de los materiales cementosos, para que las propiedades deseadas del concreto se puedan desarrollar completamente. El curado, si es esencial para la producción de un concreto de alta resistencia con la calidad adecuada.

La resistencia potencial requerida y la durabilidad del concreto solo se desarrollan completamente si se han curado adecuadamente durante un período de tiempo suficiente antes de la puesta en servicio.

Mecanismo de Penetración de Agua en el Concreto

La penetración de líquidos y gases en el concreto determina en gran parte la durabilidad del mismo. En el caso particular de los líquidos, pueden penetrar en la red porosa del hormigón con principios físicos muy diferentes, tales como permeabilidad, difusión, absorción capilar, convección o electro migración.

Sin embargo, los fenómenos más comunes de penetración de agua en el hormigón están en el orden correcto: acción capilar y penetración de agua bajo presión o permeabilidad.

- **Difusión.** Corresponde al desplazamiento de un compuesto, un ion, un líquido, etc. a través de un medio debido a un movimiento aleatorio a nivel molecular, que está relacionado a la existencia de un gradiente de concentración. La difusión generalmente se determina en concreto saturado
- **Flujo por convección.** De una sustancia se debe al hecho de que una sustancia es conducida por el movimiento de otra sustancia que la contiene.
- **Electro migración:** Al igual que la permeabilidad y la difusión, esto se refiere al movimiento de un compuesto o sustancia (líquido) debido a la presencia de un gradiente. La diferencia o el gradiente corresponde en este caso a una diferencia de voltaje.
- **Absorción Capilar:** Corresponde al desplazamiento de un frente líquido por un capilar como resultado de la interacción de las fuerzas de contacto líquido-sólido. Este fenómeno de movimiento del agua ocurre en concreto seco o parcialmente saturado.
- **Permeabilidad:** se refiere al movimiento de un líquido en presencia de un gradiente de presión, como ocurre en estructuras que conducen o almacenan agua. La permeabilidad se mide en medios saturados. En el caso del concreto, debe estar saturado para medir la permeabilidad en $m^3 / (m^2 s)$, es decir, en m / s .

Impermeabilidad

Uno podría pensar que un concreto impermeable es un elemento de concreto en el que una de sus caras está en contacto con un líquido (por ejemplo, agua) mientras que la cara opuesta permanece seca.

Esto no es realmente un concreto impermeable, es posible que se tenga un concreto con una permeabilidad muy alta porque la superficie opuesta, que está en contacto con el agua, permanece seca porque tiene un gran espesor.

En otras palabras, un flujo de agua cero o muy bajo difícilmente puede pasar a través de una pared delgada de concreto de baja permeabilidad o el mismo caudal alcanzado con una pared muy gruesa de concreto de alta permeabilidad. De manera similar, las estructuras de concreto de la misma geometría construidas con la misma calidad de concreto pueden o no ser atravesadas por el agua, dependiendo de la presión de esto y de la superficie de contacto. Como podemos ver, tanto la geometría como la presión del agua y el área de contacto están fuera del propio material y están relacionadas con la estructura y el entorno.

Cuando se define el hormigón impermeable, solo se define el material, independientemente de los aspectos estructurales o si el agua está presente en el otro lado de la estructura o no. La definición de concreto impermeable es similar a la del concreto de alta resistencia. Es decir, la propiedad del material se define como tal y no su funcionamiento en la estructura. Un concreto de alta resistencia tiene una resistencia a la compresión de más de 60 MPa (independientemente de la edad).

Un concreto "a prueba de agua" debe denominarse concreto de baja permeabilidad, ya que la definición de impermeable puede estar vinculada a la definición de "irrompible". Así que hoy se llaman hormigones designados "impermeables" con grosor insuficiente o con suficiente presión, el agua podría pasar a través de ellos.

Dentro del lenguaje de diseño, es difícil eliminar el nombre del concreto impermeable de modo que se pueda asumir con la certeza de que es propiedad del material y no de la estructura. CHEMA ha definido el concreto impermeable en términos de propiedades de transporte, que es el más importante para la penetración del agua: la permeabilidad y la absorción capilar.

Asimismo, es importante definir un parámetro que pueda evitar la formación de fisuras en el material, como es la retracción. Cuando hemos definido un ancho máximo de fisura, como lo realiza el PCA en el manual de construcción "Circular Concrete Tanks Without Prestressing," (máx. 0,2 mm), nos referimos a la estructura y no al material. La definición se limita al concreto y no a la estructura, por lo tanto, el concreto "impermeable" es el que cumple con los requisitos dados en la tabla 10:

Cuadro 10. Criterios de desempeño de un concreto impermeable

CRITERIOS DE DESEMPEÑO PARA UN CONCRETO IMPERMEABLE		
Ensayo	Valor	Norma
Absorción capilar (qw)	< 6 g/m ² /h	SIA 262/1 Anexo A
Penetración de agua	< 30 mm	EN 12390 Parte 8
Retracción por secado	< 0.07 %*	ASTM C 157

* 28 días de secado

Reseña de los aditivos para morteros y concretos

La historia del uso de aditivos para el concreto se remonta al ciclo XIX, luego de que Joseph Aspdin patentó un producto el 21 de octubre de 1824 en Inglaterra llamado "cemento Portland".

La primera adición de cloruro de calcio al hormigón fue registrada en 1873, a principios del siglo XIX, la inclusión de varias sustancias en el concreto para mejorar la impermeabilidad. En este momento también la incorporación de polvos finos como endurecedor de la superficie del concreto.

En la década de 1960 comenzó el uso masivo de aditivos plastificantes los que son los más utilizados en la actualidad ya que tienen la capacidad de reducir agua para el mezclado y así obtener concreto más resistente, durable y económico.

En la década de 1970, los primeros aditivos de plastificación fueron introducidos en el Perú los cuales revolucionaron la tecnología del concreto debido a sus ventajas de trabajabilidad, resistencia y durabilidad del hormigón.

- Definición de Aditivos

Un aditivo es definido por el American Concrete Institute y ASTM C 125, como: "Un material que no sea agua, agregado, cemento hidráulico, o refuerzo de fibra y que se utiliza como ingrediente en mortero u hormigón, y es añadido inmediatamente antes o durante la mezcla".

Los aditivos son productos que se agregan en pequeña proporción al concreto durante la mezcla en porcentajes entre 0.1% y 5% (según el producto o el efecto deseado) de la masa o peso del cemento, con el propósito de producir una modificación en algunos de sus propiedades originales o en el comportamiento del hormigón en su estado fresco y / o en condiciones de trabajo en una forma que se puede predecir y controlar. Esta definición excluye, por ejemplo, las fibras metálicas, puzolanas y otras. Actualmente los aditivos permiten la producción de morteros y concretos con características diferentes a los tradicionales, estos aditivos dieron un impulso creciente a la construcción y es considerado como un nuevo ingrediente junto con el cemento, el agua y agregados.

El uso de aditivos está condicionado por:

- Que se obtenga el resultado deseado sin tener que variar sustancialmente la dosificación.
- Que el producto no tiene efectos negativos sobre otras propiedades del concreto.
- Que un análisis de costos justifique su uso.

Aditivos CHEMA

CHEMA es la empresa peruana pionera en la producción de aditivos y productos para la construcción, la industria y la minería. Su innovación y calidad de sus productos ha reconocido al mercado nacional y ha sido líder por más de 40 años.

Fue fundada en 1968 por Fernando Maggi Vega, quien a su vez fundó ITICSA, una compañía que vende productos CHEMA en todo el país.

Desde entonces, Chems Maters del Perú (CHEMA) ha sido un líder en su campo, tomando una posición de liderazgo en este mercado en términos de competidores extranjeros y nacionales. Desde su fundación, ha participado en las más importantes obras de ingeniería civil de gran importancia en la historia de nuestro país.

Aditivos Impermeabilizantes CHEMA

Los aditivos para el concreto son mecanismos de naturaleza orgánica natural, como resinas o sustancias inorgánicas, cuya inserción tiene como objetivo transformar las propiedades físicas de los materiales mezclados en estado fresco; La presentación de estos aditivos para el concreto es generalmente encontrada en formas tanto de polvo como en el líquido y las emulsiones. La razón por la cual los aditivos se utilizan para reducir la permeabilidad, van más allá de impedir la entrada o salida de agua.

Esta variedad de aditivos también se usa para prevenir o reducir la aparición de eflorescencias para reducir el riesgo de corrosión del acero, carbonatación y hielo / deshielo. Los aditivos de impermeabilización se utilizan en concreto que entra en contacto con el agua y en estructuras que contienen líquidos, como tanques, estructuras enterradas, túneles, presas, puentes, muros de contención, piscinas, etc. Estas sustancias aumentan la vida útil del concreto reforzado. El comité ACI 212-10 "Aditivos para Concreto", clasifica los aditivos en su Capítulo 15 "Aditivos de reducción de la permeabilidad" en dos subcategorías:

- Aditivos que evitan el agua de la lluvia, el aumento capilar, etc.
- Aditivos para estructuras que están sujetas a un gradiente de presión.

Es decir, aditivos para contrarrestar la absorción capilar y aditivos para detener la entrada de agua a través de la permeabilidad.

El comité divide los aditivos para estas dos funciones: impermeabilizantes Hidrofóbicos, bloqueadores de líquidos, sólidos (talcos, arcillas, bentonitas, filler activos, etc.) y

materiales cristalinos o cristalizadores. Considera también las combinaciones de todas estas sustancias. Cada una de estas alternativas, que puede tener o no un efecto sobre las propiedades del concreto en estado fresco o curado, también tiene diferentes propiedades de impermeabilidad ya que se evita la penetración de los líquidos en el material.

El mismo informe de ACI 212 da algunos ejemplos del efecto de los impermeabilizantes sobre el coeficiente de permeabilidad obtenido con el método europeo modificado (Valenta). Los aditivos impermeabilizantes se han utilizado durante mucho tiempo en concreto y mortero para resolver problemas Humedad o paso de agua. La razón por la que se emplean los aditivos para disminuir la permeabilidad van mucho más allá de impedir la entrada o salida de agua. Esta variedad de aditivos se emplea también para impedir o disminuir la aparición de eflorescencias, para aminorar los riesgos de corrosión del acero, de carbonatación y la acción de hielo/deshielo.

Los aditivos impermeabilizantes son usados en concretos que van a estar en contacto con el agua y en aquellas estructuras que contienen líquidos, como tanques, estructuras enterradas, túneles, presas, puentes, muros de contención, instalaciones de centros acuáticos etc. Estas sustancias que aumentan la vida útil del concreto reforzado, contribuyen a alcanzar el cometido de mantener el agua donde se ha previsto que permanezca o fluya.

El comité ACI 212-10 “Aditivos para Concreto” en su capítulo 15 “Aditivos para reducir la permeabilidad” clasifica los aditivos en dos subcategorías:

- Aditivos para detener el agua proveniente de la lluvia, ascensión capilar etc.
- Aditivos para estructuras expuestas a un gradiente de presión. Es decir, aditivos para contrarrestar la absorción capilar y aditivos para detener el ingreso de agua por permeabilidad.

El comité divide para estas dos funciones los aditivos en: impermeabilizantes

hidrofóbicos, bloqueadores líquidos, sólidos (talcos, arcillas, bentonitas, fíller activos etc.) y materiales cristalinos o que cristalizan. Igualmente considera las combinaciones de todas estas sustancias.

Cada una de estas alternativas que pueden tener efecto o no sobre las propiedades del concreto en estado fresco o endurecido, presentan igualmente diferentes niveles de habilidad frente al agua al impedir penetrar el material. Este mismo reporte del ACI 212

expone algunos ejemplos de la acción de los impermeabilizantes sobre el coeficiente de permeabilidad obtenidos por el método europeo modificado. Los aditivos impermeabilizantes han sido usados tanto en concreto como en mortero durante mucho tiempo para resolver problemas relacionados con humedades o pasos de agua.

Aditivos Impermeabilizantes CHEMA en Perú

En el mercado nacional se tiene los siguientes aditivos de la marca CHEMA que mejoran las características de impermeabilidad del concreto endurecido:

CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE

Es un aditivo plastificante e impermeabilizante libre de cloruros que reduce la permeabilidad y aumenta la trabajabilidad del concreto obteniendo una reducción en la relación agua/cemento. Es apropiado para reservorios y tanques de agua potable.

Ventajas:

El concreto tratado con chemaplast impermeabilizante tiene las siguientes ventajas:

- Mejor acabado: La plasticidad permite un mejor acabado, por lo tanto, aumenta la durabilidad.
- Aumenta la trabajabilidad y facilita la colocación del concreto en elementos esbeltos con alta densidad de armadura con una ligera vibración, sin necesidad de aumentar la relación agua / cemento.
- Disminuye la contracción debido a la mejor retención de agua, así como mayor aglomeración interna del concreto en estado plástico.
- Aumenta la hermeticidad al agua impermeabilizándolo y produciendo mayor resistencia a la penetración de la humedad y por consiguiente al ataque de sales.
- Aumenta la durabilidad debido a su alto grado de resistencia al salitre, sulfatos y cloruros.
- No contiene cloruros.
- Aumenta la resistencia a la compresión y flexión a todas las edades; mejora la adherencia al acero de construcción.
- No transmite olor ni sabor al agua potable, ni la contamina. Cuenta con certificado CEPIS1.

Usos chemaplast impermeabilizante:

- En concretos estructurales de edificaciones y elementos esbeltos.
- En concreto caravista.
- En concretos pretensados y postensados.
- En obras hidráulicas.
- En concretos para elementos prefabricados: postes, buzones, cajas, tuberías, etc.
- En concretos para pavimentos y puentes.
- En concretos que deben ser desencofrados a temprana edad.
- En concretos de reparación en general.
- En construcciones frente al mar se recomienda utilizarlo desde los cimientos, en el concreto de techos, vigas, columnas, pisos, en el mortero de asentado y en el tarrajeo.
- En esculturas de concreto.

Datos técnicos

- Aspecto: Líquido.
- Color: Marrón
- Densidad: 3.70 – 4.16 kg/gal.
- pH: 8.2 – 9.2

CHEMA 1 LÍQUIDO

Es un aditivo impermeabilizante integral con propiedades hidrófobas que actúa obstruyendo la porosidad del concreto evitando la absorción capilar interna. Es apropiado para aplicaciones en reservorios y tanques de agua potable.

Ventajas:

- Brinda impermeabilidad a los morteros y concretos.
- Evita la absorción capilar interna.
- Evita la aparición del salitre.
- Evita la aparición de musgos en superficies.
- No altera la resistencia mecánica ni el fraguado del concreto.
- Apropiado para reservorios y tanques de agua, no contamina, no transmite olor ni sabor al agua potable.
- Cumple con la norma IRAM 1572.
- Fácil de dosificar.

Usos Chema 1 líquido:

Es recomendado para impermeabilizar concretos y morteros en ambientes interiores y/o exteriores como:

- Obras hidráulicas, represas, canales de irrigación o regadío, reservorios, tanques de agua, túneles, piscinas, jardineras, zócalos en jardineras, duchas, baños, bloques de cemento, tarrajes, estucos asentados de ladrillos, pisos, falsos pisos y azotea, cimientos, subterráneos, etc.
- En el asentamiento de las primeras hileras de albañilería para evitar la ascensión capilar de humedad y salitre.
- En general en estructuras que se encuentren expuestas a humedad y a grandes presiones de agua.

Datos técnicos

- Aspecto: Líquido.
- Color: Amarillo
- Densidad: 3.70 – 3.82 kg/gal.
- Viscosidad: 50.0 - 62.0KU
- pH: 8.0 – 13.0
- VOC: 0 g/L.
- Norma IRAM 1572: Coeficiente de absorción de agua < 50% en 24 horas (de acuerdo al método IRAM 1590 Método de ensayo por absorción capilar).

CHEMA 1 POLVO

Es un aditivo impermeabilizante integral con propiedades hidrófobas que actúa obstruyendo la porosidad del concreto evitando la absorción capilar interna. Es apropiado para aplicaciones en reservorios y tanques de agua potable.

Ventajas

- Brinda impermeabilidad morteros y concretos.
- Evita la absorción capilar interna.
- Evita la aparición del salitre.
- Evita la aparición de musgos en superficies.

- No altera la resistencia mecánica ni el fraguado del concreto.
- Apropiado para reservorios y tanques de agua, no contamina, no transmite olor ni sabor al agua potable.
- Cumple con la norma IRAM 1572.
- Fácil de dosificar.

Usos Chema 1 polvo

Es recomendado para impermeabilizar concretos y morteros en ambientes interiores y/o exteriores como:

- Obras hidráulicas, represas, canales de irrigación o regadío, reservorios, tanques de agua, túneles, piscinas, jardineras, zócalos en jardineras, duchas, baños, bloques de cemento, tarrajeos, estucos asentados de ladrillos, pisos, falsos pisos y azotea, cimientos, subterráneos, etc.
- En el asentamiento de las primeras hileras de albañilería para evitar la ascensión capilar de humedad y salitre.
- En general en estructuras que se encuentren expuestas a humedad y a grandes presiones de agua.

Datos técnicos

- Aspecto: Polvo.
- Color: Gris.
- Densidad aparente: 500 - 700 g/L.
- VOC: 0 g/L.
- Norma IRAM 1572: Coeficiente de absorción de agua < 50% en 24 horas (de acuerdo al método IRAM 1590 Método de ensayo por absorción capilar).

1.4. Formulación del problema

¿En qué medida los aditivos Chema mejoran las propiedades del concreto f'c 210 Kg/cm² y el mortero 1:5 utilizados en las obras civiles del distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad?

1.5. Justificación del Estudio

1.5.1. Justificación Técnica

La presente investigación contribuye en el conocimiento sobre los diferentes tipos de concreto elaborados con adición de aditivos para mejorar las características de los concretos utilizados en la construcción, los cuales son de la marca de bandera peruana CHEMA como son: CHEMA 1 LÍQUIDO, CHEMA 1 POLVO, CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE, en diferentes proporciones (mínima, media y máxima) recomendadas por el fabricante, utilizando agregados de las canteras del Milagro en la ciudad de Trujillo, diseñado con el método del Comité 211-ACI, así mismo estos tipos de concreto son comparados con un concreto patrón en tiempo de fragua, resistencia a la compresión y costos.

1.5.2. Justificación Social

En cuanto a la justificación social, los beneficiarios son los alumnos y futuros Ingenieros de la Universidad César Vallejo quienes deben seguir las investigaciones respecto a la mejora de las características de los concreto utilizados en las obras de construcción por que contribuirá al conocimiento comparativo de los aditivos de la marca CHEMA con la finalidad de mejorar las características de impermeabilidad del concreto y así generar nuevos temas de investigación.

También se benefician los pobladores de la ciudad del Trujillo, en especial los que viven en la zona costera del distrito de Víctor Larco Herrera y que se encuentran dentro del ámbito de la zona de estudio, encontrando en la presente investigación información de diferentes tipos concreto con adición de aditivos impermeabilizantes en proporciones recomendados por el fabricante, permitiendo así una mejor aplicación de estos aditivos en las diversas construcciones que se están realizando en nuestra ciudad.

1.5.3. Justificación por Viabilidad

En la provincia de Trujillo, así como en el distrito de Víctor Larco Herrera comercializan aditivos CHEMA de los cuales no se cuentan con resultados comparativos que permita elegir alguno de ellos, según las condiciones de trabajo que se pretende realizar y el presente estudio tiene el propósito de realizar pruebas que permitan alcanzar resultados comparativos sobre el índices de permeabilidad, tiempo de fragua, la resistencia a la compresión y los costos que supone su aplicación; aplicando tres proporciones en base a lo recomendado por cada producto, (reducida, normal y superior).

1.5.4. Justificación por Relevancia

Gracias al progreso de la industria química, los aditivos han sido incorporados al concreto y actualmente podemos encontrar muchos productos en el mercado que satisfacen la gran mayoría de las necesidades para los usuarios de concreto. Los resultados de la presente investigación, permitirá a los constructores tener un mayor criterio en cuanto a la elección del aditivo y la proporción adecuada, lo que redundará en beneficio del constructor y del beneficiario de la construcción.

1.6. Hipótesis

El uso de los aditivos Chema mejoran significativamente las propiedades de permeabilidad y resistencia del concreto f^c 210 Kg/cm² y el mortero 1:5 utilizados en las obras civiles del distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo General

Determinar en qué medida los aditivos Chema mejoran las propiedades del concreto f^c 210 Kg/cm² y el mortero 1:5 utilizados en las obras civiles del distrito de Víctor Larco Herrera, Trujillo, La Libertad.

1.7.2. Objetivo Especifico

- Realizar los ensayos de caracterización de los agregados de la cantera, con el fin de poder elaborar posteriormente el diseño de mezclas del concreto f^c 210 Kg/cm².

- Realizar el diseño de mezclas para el concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, con el fin de conocer las proporciones a utilizar.
- Definir las proporciones a utilizar para el diseño del mortero 1:5, las cuales se usarán para realizar las probetas de mortero.
- Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y del mortero 1:5 sin adición de aditivo CHEMA, con el fin de conocer su comportamiento estándar.
- Determinar la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y del mortero 1:5 con adición de aditivo CHEMA en sus diferentes dosificaciones, con el fin de conocer en qué medida mejoraron sus propiedades.
- Determinar la permeabilidad del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y del mortero 1:5 sin adición de aditivo CHEMA, con el fin de conocer su comportamiento estándar.
- Determinar la permeabilidad del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y del mortero 1:5 con adición de aditivo CHEMA en sus diferentes dosificaciones, con el fin de conocer en qué medida mejoraron sus propiedades.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación

El presente estudio de investigación es del tipo experimental porque la variable independiente se manipula deliberadamente y luego analizar las variaciones que puedan generar en las variables dependientes. Además, es un proyecto cuasi experimental porque trabaja con grupos de especímenes o probetas para ser ensayados y que son elegidos al azar.

Diseño de esquema que representa la investigación (Hernández, 2010)

<i>GE</i>	<i>O₁</i>	<i>X</i>	<i>O₂</i>
<i>GC</i>	<i>O₁</i>	-	<i>O₂</i>

Diseño factorial

Dónde:

GE= Grupo experimental.

GC= Grupo testigo o control.

X= Tratamiento experimental.

- = Ausencia de tratamiento experimental.

O₂= Post-prueba o medición posterior al tratamiento experimental.

2.2. Variables y Operacionalización

2.2.1. Variable Dependiente

- Propiedades del Concreto $f'c$ 210 Kg/cm² y mortero 1:5

2.2.2. Variable Independiente

- Porcentaje adición de aditivos CHEMA

2.2.3. Operacionalización de las variables

Cuadro 11. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de Medición
Propiedades del Concreto f_c 210 Kg/cm ² y mortero 1:5	Las cuatro propiedades principales del concreto son: trabajabilidad, permeabilidad, resistencia y durabilidad, estas propiedades pueden variar en un grado considerable, mediante el control de sus ingredientes (IMCYC, 2004).	Las propiedades del concreto y mortero son innatas de cada material y se caracterizan según sus proporciones, dichas propiedades se conocen a través de los ensayos de materiales en laboratorios	Contenido de Humedad del agregado	Razón (%)
			Granulometría	Razón (%)
			Peso Unitario Suelto	Intervalo (gr/cm ³)
			Peso Unitario Compactado	Intervalo (gr/cm ³)
			Vacío de Agregados	Razón (%)
			Peso Específico de Masa	Intervalo (gr/cm ³)
			Peso Específico de masa saturada con superficie seca	Intervalo (gr/cm ³)
			Peso específico aparente	Intervalo (gr/cm ³)
			Absorción	Razón (%)
			Diseño de Mezclas	Intervalo (kg)
			Resistencia a la compresión	Intervalo (kg/cm ²)
			Permeabilidad	Intervalo (m/s)
Porcentaje adición de aditivos CHEMA	Los aditivos son productos que se adicionan en pequeña proporción al concreto durante el mezclado en porcentajes entre 0.1% y 5% (según el producto o el efecto deseado) de la masa o peso del cemento, con el propósito de producir una modificación en algunas de sus propiedades originales o en el comportamiento del concreto en su estado fresco y/o en condiciones de trabajo en una forma susceptible de ser prevista y controlada. (ASTM)	Se añade durante la mezcla del concreto o mortero con el fin de modificar las propiedades de los mismos añadiéndose en diferentes porcentajes según la ficha técnica y el criterio del investigador.	Adición de Chemaplast Impermeabilizante	Razón (%)
			Adición de Chema 1 Líquido	Razón (%)
			Adición de Chema 1 en Polvo	Razón (%)

2.3. Población y Muestra

2.3.1. Población

La población que es el objetivo del estudio son las probetas o testigos de concretos según las normas NTP 339.034 y UNE-EN 12390-8 elaborados con cemento Mochica Anti salitre, aditivos impermeabilizantes de la marca CHEMA, agregados de la cantera El Milagro y agua del distrito de estudio.

2.3.2. Muestra

Para la realización del presente estudio se realizaron 87 probetas concreto según las diferentes clasificaciones de aditivo y las probetas patrón para los análisis comparativos respectivos.

Para realizar el concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$, se adquirieron los agregados de la cantera ubicada en la Panamericana Norte km. 579, el Milagro. Los especímenes se hicieron en función de las Normas Técnicas Peruanas de concreto las muestras elaboradas es de seis (06) muestras para cada tipo.

Para la presente tesis se utilizaron 15 especímenes patrón, 18 especímenes elaborados con la adición de aditivo Chemaplast Impermeabilizante y 18 especímenes elaborados con la adición de aditivo Chema 1 Liquido, tal como se muestra a continuación.

- 15 probetas patrón, de las cuales 4 se ensayaron a resistencia a la compresión a los 7 días, 4 a los 14 días y 4 a los 28 días y 3 se realizó el ensayo de impermeabilidad mediante el uso del permeámetro de carga variable 1 a los 7 días. 1 a los 14 días y 1 a los 28 días.
- 6 probetas con adición de 0.71%, aditivo Chemaplast Impermeabilizante, de las cuales 2 se ensayaron a resistencia a la compresión a los 7 días, 2 a los 14 días y 2 a los 28 días.
- 9 probetas con adición de 0.94%, aditivo Chemaplast Impermeabilizante, de las cuales 2 se ensayaron a resistencia a la compresión a los 7 días, 2 a los 14 días y 2 a los 28 días y 3 se realizó el ensayo de impermeabilidad mediante el uso del permeámetro de carga variable 1 a los 7 días. 1 a los 14 días y 1 a los 28 días.
- 6 probetas con adición de 2%, aditivo Chemaplast Impermeabilizante, de las cuales 2 se ensayaron a resistencia a la compresión a los 7 días, 2 a los 14 días y 2 a los 28 días.
- 6 probetas con adición de 4%, aditivo Chema 1 Liquido, de las cuales 2 se ensayaron a resistencia a la compresión a los 7 días, 2 a los 14 días y 2 a los 28 días.
- 9 probetas con adición de 4.45%, aditivo Chema 1 Liquido, de las cuales 2 se ensayaron a resistencia a la compresión a los 7 días, 2 a los 14 días y 2 a los 28 días y 3 se realizó el ensayo de impermeabilidad mediante el uso del permeámetro de carga variable 1 a los 7 días. 1 a los 14 días y 1 a los 28 días.
- 6 probetas con adición de 5%, aditivo Chema 1 Liquido, de las cuales 2 se ensayaron a resistencia a la compresión a los 7 días, 2 a los 14 días y 2 a los 28 días.

Para realizar el Mortero 1:5, se adquirieron los agregados de la cantera ubicada en la Panamericana Norte km. 579, el Milagro. Los especímenes se hicieron en función de las Normas Técnicas Peruanas de concreto las muestras elaboradas es de hasta nueve (09) muestras para cada tipo.

- Para la presente tesis se utilizaron 9 especímenes patrón, 21 especímenes elaborados con la adición de aditivo Chema 1 Polvo, tal como se muestra a continuación.
- 9 probetas patrón, de las cuales 2 se ensayaron a los 7 días, 2 a los 14 días y 2 a los 28 días y 3 se realizó el ensayo de impermeabilidad mediante el uso del permeámetro de carga variable 1 a los 7 días. 1 a los 14 días y 1 a los 28 días.
- 6 probetas con adición de 2%, aditivo Chema 1 Polvo, de las cuales 2 se ensayaron a los 7 días, 2 a los 14 días y 2 a los 28 días.
- 9 probetas con adición de 2.35%, aditivo Chema 1 Polvo, de las cuales 2 se ensayaron a los 7 días, 2 a los 14 días y 2 a los 28 días y 3 se realizó el ensayo de impermeabilidad mediante el uso del permeámetro de carga variable 1 a los 7 días. 1 a los 14 días y 1 a los 28 días.
- 6 probetas con adición de 3%, aditivo Chema 1 Polvo, de las cuales 2 se ensayaron a los 7 días, 2 a los 14 días y 2 a los 28 días.

Cuadro 12. CANTIDAD DE ENSAYOS A REALIZAR SEGÚN EL ADITIVO UTILIZADO EN DISTINTAS PROPORCIONES

Diseño de mezcla	Tipo de cemento	Tipo de aditivo	Código de probeta	Porcentaje aditivo (relac. Peso x bolsa cemento)	Vol/peso aditivo x bolsa (ml/gr)	# probetas por tipo	Ensayo a 07 días compresión c/certificado	Ensayo a 14 días compresión c/certificado	Ensayo a 28 días compresión c/certificado	Ensayo a 28 días permeabilidad c/certificado
F'c 210 kg/cm2	Pacasmayo mochica Antisalitre azul	Chemaplast impermeabilizante	Ht-f'c210 kg/cm2	0.94%	400.0	9	2	2	2	3
			Ie(+)-f'c210 kg/cm2	2.00%	510.0	6	2	2	2	0
			Ie(-)-f'c210 kg/cm2	0.71%	297.5	6	2	2	2	0
			Sa-f'c210 kg/cm2	0.00%	0.0	9	2	2	2	3
F'c 210 kg/cm2	Pacasmayo mochica Antisalitre azul	Chema 1 liquido	Ht-f'c210 kg/cm2	4.45%	1890.0	9	2	2	2	3
			Ie(+)-f'c210 kg/cm2	5.00%	2125.0	6	2	2	2	0
			Ie(-)-f'c210 kg/cm2	4.00%	1700.0	6	2	2	2	0
			Sa-f'c210 kg/cm2	0.00%	0.0	6	2	2	2	0
Mortero 1:3	Pacasmayo mochica Antisalitre azul	Chema 1 polvo	Ht-m1:3	2.35%	1000.0	9	2	2	2	3
			Ie(+)-m1:3	3.00%	1275.0	6	2	2	2	0
			Ie(-)-m1:3	2.00%	850.0	6	2	2	2	0
			Sa-m1:3	0.00%	0.0	9	2	2	2	3

87

Leyenda	
Ht	Aditivo según hoja técnica
Ie(+)	Más aditivo que hoja técnica
Ie(-)	Menos aditivo que hoja técnica
Sa	Sin aditivo

2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Observación directa: Los datos se recopilan a través de la percepción deliberada y selectiva del investigador en condiciones que el investigador puede controlar y manipular. Es decir, la observación se aplica directamente a todas las pruebas realizadas bajo la responsabilidad del investigador y a los estándares establecidos por ACI y ASTM y NTP.

Análisis de la documentación: Los datos se recopilan de fuentes secundarias, tales como: investigaciones nacionales e internacionales, normas (ASTM, ACI y NTP), libros, documentos, periódicos, blogs; Las cuales son debidamente citadas en las referencias de este trabajo. Uso de esta información para analizar las variables de interés.

Pruebas de laboratorio: El método principal de recolección de datos, las pruebas para las muestras de concreto permeable realizadas en este estudio son: prueba de compresión de 3, 7, 14 y 28 días según la norma ASTM C-39, y la prueba de permeabilidad de 28 días según ACI 522. R, 2006. Los datos obtenidos por las pruebas anteriores se almacenan en cuadros de resumen.

El principal método de recolección de datos es el diagrama de flujo que se convierte en una representación pictórica de las etapas del proceso. Útil para determinar cómo el proceso realmente funciona para obtener un resultado. Los diagramas de flujo se pueden aplicar a todos los aspectos del proceso, desde el flujo de selección de materiales hasta las etapas ensayos.



2.5. Métodos de Análisis de Datos

- Para el procesamiento de datos, se utilizan hojas de cálculo en Microsoft Excel que cumplen con los estándares utilizados anteriormente.
- Para una mejor interpretación de los datos obtenidos, están disponibles en tablas y gráficos estadísticos.

2.6. Aspectos Éticos

Para garantizar los mejores resultados de esta investigación se está considerando la normatividad peruana (NTP), así como la normatividad internacional ACI, ASTM. Los ensayos realizados tienen la veracidad en los resultados del laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales. Asimismo, la dirección técnica del asesor permitirá enriquecer los conocimientos a fin de validar la investigación.

III. RESULTADOS

- Se realizó los ensayos de caracterización de los agregados de la cantera El Milagro en el laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales de la Universidad Cesar Vallejo, y los resultados son los siguientes:

Cuadro 13. Cuadro resumen de caracterización de los agregados

ENSAYO	GRAVA	ARENA GRUESA	ARENA FINA
Módulo de finura	7.56	2.67	0.82
Tamaño máximo	1 plg	4.178 mm	4.178 mm
Tamaño máximo nominal	¾ plg	2.360 mm	0.150 mm
Contenido de humedad	0.37%	0.61%	1.12%
Peso específico de masa	2.62	2.54	2.19
Peso específico de masa saturada con superficie seca	2.65	2.61	2.30
Peso específico aparente	2.69	2.73	2.46
Absorción	0.98	2.74	4.99%
Peso unitario suelto	1339.73 kg/m ³	1646.96 kg/m ³	1277.29 kg/m ³
Peso unitario compactado	1498.15 kg/m ³	1782.44 kg/m ³	1454.07 kg/m ³
Vacío de agregados en estado suelto	48.93%	35.18%	41.61%
Vacío de agregados en estado	42.90%	29.84%	33.53%

- Se realizó el diseño de mezclas para el concreto fc 210 kg/cm², de acuerdo a la caracterización de los agregados de la cantera El Milagro y las proporciones son las siguientes:

Cuadro 14. Proporciones de Diseño de mezcla concreto fc 210 kg/cm²

CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA
322.33 kg	794.22 kg	951.67 kg	227.63 lts
1	2.46	2.95	30.01 lts

- Se definió a través de ábacos el diseño de mezclas para el mortero 1:5 y los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 15. Proporciones de Diseño de mezcla mortero 1:5

TIPO DE MORTERO	MATERIALES POR M3		
	CEMENTO	AGREGADO FINO	AGUA
1:5	302 kg	1.2 m3	240 lts

- Se realizó los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y del mortero 1:5 sin adicionar el aditivo CHEMA, y los resultados son los siguientes:

Cuadro 16. Resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 Kg/cm² de la mezcla patrón

N° TESTIGO	RESISTENCIA DE DISEÑO kg/cm ²	ADITIVO	EDAD (días)	CARGA kg	SECCIÓN cm ²	RESISTENCIA OBTENIDA kg/cm ²
1	210	NO	7	26769.00	176.72	151.48
2	210	NO	7	26705.00	176.72	151.11
3	210	NO	7	25469.00	176.72	144.12
4	210	NO	7	26970.00	176.72	152.61
5	210	NO	14	31757.20	176.72	179.70
6	210	NO	14	31054.00	176.72	175.72
7	210	NO	14	31005.00	176.72	175.45
8	210	NO	14	30998.00	176.72	175.41
9	210	NO	28	36973.00	176.72	209.22
10	210	NO	28	37874.00	176.72	214.32
11	210	NO	28	37515.00	176.72	212.28
12	210	NO	28	37150.00	176.72	210.22

Cuadro 17. Resistencia a la compresión del mortero 1:5 mezcla patrón

N° TESTIGO	MORTERO 1:5 (kg/cm ²)	ADITIVO	EDAD (días)	CARGA kg	SECCIÓN cm ²	RESISTENCIA OBTENIDA kg/cm ²
1	160	NO	7	8869.00	78.54	112.92
2	160	NO	7	8815.00	78.54	112.24
3	160	NO	14	10578.50	78.54	134.69
4	160	NO	14	10484.00	78.54	133.49
5	160	NO	28	12772.90	78.54	162.63
6	160	NO	28	12571.6	78.54	160.07

- Se realizó los ensayos de resistencia a la compresión para el concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y del mortero 1:5 adicionando aditivos CHEMA en diferentes proporciones, y los resultados son los siguientes:

Cuadro 18. Resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 Kg/cm² con aditivo Chemaplast Impermeabilizante en diferentes proporciones

N° TESTIGO	RESISTENCIA DE DISEÑO kg/cm²	ADITIVO	EDAD (días)	CARGA kg	SECCIÓN cm²	RESISTENCIA OBTENIDA kg/cm²
1	210	Chemaplast Impermeabilizante al 0.71%	7	47624.00	176.72	269.49
2	210	Chemaplast Impermeabilizante al 0.71%	7	47840.00	176.72	270.71
3	210	Chemaplast Impermeabilizante al 0.94%	7	47021.00	176.72	266.08
4	210	Chemaplast Impermeabilizante al 0.94%	7	46840.00	176.72	265.05
5	210	Chemaplast Impermeabilizante al 2%	7	39169.00	176.72	221.64
6	210	Chemaplast Impermeabilizante al 2%	7	38873.00	176.72	219.97
7	210	Chemaplast Impermeabilizante al 0.71%	14	55577.00	176.72	314.49
8	210	Chemaplast Impermeabilizante al 0.71%	14	55340.00	176.72	313.15
9	210	Chemaplast Impermeabilizante al 0.04%	14	54592.00	176.72	308.92
10	210	Chemaplast Impermeabilizante al 0.94%	14	52694.00	176.72	298.18
11	210	Chemaplast Impermeabilizante al 2%	14	45046.00	176.72	254.90
12	210	Chemaplast Impermeabilizante al 2%	14	45514.00	176.72	257.55
13	210	Chemaplast Impermeabilizante al 0.71%	28	59890.00	176.72	338.90
14	210	Chemaplast Impermeabilizante al 0.71%	28	60150.00	176.72	340.37
15	210	Chemaplast Impermeabilizante al 0.94%	28	58434.00	176.72	330.66
16	210	Chemaplast Impermeabilizante al 0.94%	28	58569.00	176.72	331.42
17	210	Chemaplast Impermeabilizante al 2%	28	56593.00	176.72	320.24
18	210	Chemaplast Impermeabilizante al 2%	28	56615.00	176.72	320.37

*Cuadro 19. Resistencia a la compresión del concreto f'c 210 Kg/cm² con aditivo
Chema 1 Líquido en diferentes proporciones*

N° TESTIGO	RESISTENCIA DE DISEÑO kg/cm²	ADITIVO	EDAD (días)	CARGA kg	SECCIÓN cm²	RESISTENCIA OBTENIDA kg/cm²
1	210	Chema 1 Líquido al 4%	7	26346.00	176.72	149.08
2	210	Chema 1 Líquido al 4%	7	26879.00	176.72	152.10
3	210	Chema 1 Líquido al 4.5%	7	26283.00	176.72	148.73
4	210	Chema 1 Líquido al 4.5%	7	26973.00	176.72	152.63
5	210	Chema 1 Líquido al 5%	7	26521.00	176.72	150.07
6	210	Chema 1 Líquido al 5%	7	26871.00	176.72	152.05
7	210	Chema 1 Líquido al 4%	14	30989.00	176.72	175.36
8	210	Chema 1 Líquido al 4%	14	31050.00	176.72	175.70
9	210	Chema 1 Líquido al 4.5%	14	29628.40	176.72	167.66
10	210	Chema 1 Líquido al 4.5%	14	29874.30	176.72	169.05
11	210	Chema 1 Líquido al 5%	14	29580.80	176.72	167.39
12	210	Chema 1 Líquido al 5%	14	30050.00	176.72	170.04
13	210	Chema 1 Líquido al 4%	28	37082.00	176.72	209.83
14	210	Chema 1 Líquido al 4%	28	36999.00	176.72	209.37
15	210	Chema 1 Líquido al 4.5%	28	36719.00	176.72	207.78
16	210	Chema 1 Líquido al 4.5%	28	37174.00	176.72	210.36
17	210	Chema 1 Líquido al 5%	28	37122.00	176.72	210.06
18	210	Chema 1 Líquido al 5%	28	37188.00	176.72	210.43

Cuadro 20. Resistencia a la compresión del mortero 1:5 con aditivo Chema 1 Polvo en diferentes proporciones

N° TESTIGO	RESISTENCIA DE DISEÑO kg/cm²	ADITIVO	EDAD (días)	CARGA kg	SECCIÓN cm²	RESISTENCIA OBTENIDA kg/cm²
1	160	Chema 1 Polvo al 2%	7	9034.00	78.54	115.02
2	160	Chema 1 Polvo al 2%	7	9115.00	78.54	116.06
3	160	Chema 1 Polvo al 2.35%	7	9446.00	78.54	120.27
4	160	Chema 1 Polvo al 2.35%	7	9437.00	78.54	120.16
5	160	Chema 1 Polvo al 3%	7	9553.00	78.54	121.63
6	160	Chema 1 Polvo al 3%	7	9603.00	78.54	122.27
7	160	Chema 1 Polvo al 2%	14	10177.10	78.54	129.58
8	160	Chema 1 Polvo al 2%	14	10105.00	78.54	128.66
9	160	Chema 1 Polvo al 2.35%	14	10182.50	78.54	129.65
10	160	Chema 1 Polvo al 2.35%	14	10090.40	78.54	128.47
11	160	Chema 1 Polvo al 3%	14	10354.00	78.54	131.83
12	160	Chema 1 Polvo al 3%	14	10250.00	78.54	130.51
13	160	Chema 1 Polvo al 2%	28	12663.20	78.54	161.23
14	160	Chema 1 Polvo al 2%	28	12565.80	78.54	159.99
15	160	Chema 1 Polvo al 2.35%	28	12678.00	78.54	161.42
16	160	Chema 1 Polvo al 2.35%	28	12647.00	78.54	161.03
17	160	Chema 1 Polvo al 3%	28	12657.00	78.54	161.15

18	160	Chema 1 Polvo al 3%	28	12668.60	78.54	161.30
----	-----	---------------------	----	----------	-------	--------

- Se determinó la permeabilidad del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ y del mortero 1:5 de la mezcla patrón y los resultados son los siguientes:

Cuadro 21. Permeabilidad del concreto $f'c = 210\text{ Kg/cm}^2$ de la mezcla patrón

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm^2	Fecha de Ensayo		Edad (días)	Porcentaje de Aditivo	Coeficiente de Permeabilidad
			Moldeo	Práctica			
01	Cimentación	210	14/05/2019	21/05/2019	7 días	0.00%	1.45E-04 m/s
02	Cimentación	210	14/05/2019	28/05/2019	14 días	0.00%	9.51E-05 m/s
03	Cimentación	210	14/05/2019	11/06/2019	28 días	0.00%	3.25E-05 m/s

Cuadro 22. Permeabilidad del mortero 1:5 de la mezcla patrón

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm^2	Fecha de Ensayo		Edad (días)	Porcentaje de Aditivo	Coeficiente de Permeabilidad
			Moldeo	Práctica			
01	Mortero	1:5 (160)	14/05/2019	21/05/2019	7 días	0.00%	1.17E-08 m/s
02	Mortero	1:5 (160)	14/05/2019	28/05/2019	14 días	0.00%	5.73E-09 m/s
03	Mortero	1:5 (160)	14/05/2019	11/06/2019	28 días	0.00%	2.24E-09 m/s

- Se determinó la permeabilidad del concreto $f'c = 210\text{kg/cm}^2$ y del mortero 1:5 adicionando aditivos CHEMA en diferentes proporciones, y los resultados son los siguientes:

Cuadro 23. Permeabilidad del concreto $f'c = 210\text{ Kg/cm}^2$ con aditivo CHEMAPLAST

IMPERMEABILIZANTE

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm^2	Fecha de Ensayo		Edad (días)	Porcentaje de Aditivo	Coeficiente de Permeabilidad
			Moldeo	Práctica			
01	Cimentación Chemaplast impermeabilizante	210	14/05/2019	21/05/2019	7 días	0.94%	9.01E-05 m/s
02	Cimentación Chemaplast impermeabilizante	210	14/05/2019	28/05/2019	14 días	0.94%	5.35E-05 m/s
03	Cimentación Chemaplast impermeabilizante	10	14/05/2019	11/06/2019	28 días	0.94%	9.91E-06 m/s

Cuadro 24. Permeabilidad del concreto $f'c$ 210 Kg/cm² con aditivo CHEMA 1

LIQUIDO

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Ensayo		Edad (días)	Porcentaje de Aditivo	Coeficiente de Permeabilidad
			Moldeo	Práctica			
01	Cimentación Chema 1 líquido	210	14/05/2019	21/05/2019	7 días	4.45%	3.01E-05 m/s
02	Cimentación Chema 1 líquido	210	14/05/2019	28/05/2019	14 días	4.45%	1.65E-05 m/s
03	Cimentación Chema 1 líquido	210	14/05/2019	11/06/2019	28 días	4.45%	5.91E-06 m/s

Cuadro 25. Permeabilidad del mortero 1:5 con aditivo CHEMA 1 EN POLVO

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Ensayo		Edad (días)	Porcentaje de Aditivo	Coeficiente de Permeabilidad
			Moldeo	Práctica			
01	Mortero Chema 1 en polvo	1:3 (160)	14/05/2019	21/05/2019	7 días	2.35%	2.17E-09 m/s
02	Mortero Chema 1 en polvo	1:3 (160)	14/05/2019	28/05/2019	14 días	2.35%	1.63E-09 m/s
03	Mortero Chema 1 en polvo	1:3 (160)	14/05/2019	11/06/2019	28 días	2.35%	1.27E-09 m/s

IV. DISCUSIÓN

- En el presente trabajo se encontró las propiedades físicas y mecánicas de los agregados que se producen en la cantera ubicada en el km 579 de la panamericana norte El Milagro, si cumplen con las especificaciones técnicas de las normas: ASTM C 136, MTC E215, ASTM C 128, ASTM C 29, ASTM C 127, resultado que coincide con León (2018) que en su tesis “Efectos del Plastiment® HE-98 en la resistencia a la compresión del concreto estructural – Trujillo 2018”, menciona que la caracterización de los agregados de la cantera, el agregado fino procedente de la cantera El Milagro presenta un peso específico de 2600 kg/m³, peso unitario suelto de 1691.7 kg/m³, peso unitario compactado de 1925.4 kg/m³, humedad natural de 1.08% y porcentaje de absorción de 1.25%. Para el agregado grueso de la cantera El Milagro presenta un peso específico de 2780 kg/m³, peso unitario suelto de 1391.7 kg/m³, peso unitario compactado de 1530.4 kg/m³, humedad natural de 0.32%, porcentaje de absorción de 0.44% y tamaño máximo nominal de ¾”; y el agregado fino procedente de la cantera Cerro Chilco presenta un peso específico de 2580 kg/m³, peso unitario suelto de 1698.4 kg/m³, peso unitario compactado de 1932.6 kg/m³, humedad natural de 1.11% y porcentaje de absorción de 1.22%. Para el agregado grueso de la cantera Cerro Chilco presenta un peso específico de 2800 kg/m³, peso unitario suelto de 1399.4 kg/m³, peso unitario compactado de 1537.8 kg/m³, humedad natural de 0.31%, porcentaje de absorción de 0.45% y tamaño máximo nominal de 1”.
- En el presente trabajo se encontró que el diseño de mezclas para concreto de cimentaciones f'c 210 kg/cm² según el método ACI 211, ACI 212 de la muestra patrón, asimismo a las muestras aditivadas se les agrego aditivos según la siguiente proporción respecto al peso del cemento: Chemaplast Impermeabilizante con 0.71%, 0.94% y 2%, Chema 1 Líquido: 4%, 4.45% y 5%, y para el diseño de mezcla para mortero 1:3 para Impermeabilización de muros según el método ACI 211, ACI 212 para la muestra patrón, de la misma manera para la muestra con la adición de aditivo Chema 1 Polvo en las proporciones de 2%, 2.35% y 3% en relación al peso del cemento, resultado que coincide con Bernal (2017) que en su tesis “Optimización de la resistencia a compresión del concreto, elaborado con cementos tipo i y aditivos superplastificantes”, manifiesta que el diseño de mezclas, para una resistencia a la

compresión especificada de 280 kg/cm², a los 28 días, usando el método del Módulo de Finura de la combinación de agregados, considerando dos condiciones: Concreto sin aditivo, que sirvió como la mezcla de control. Los resultados encontrados, también tienen similitud con León (2018) que en su tesis “Efectos del Plastiment® HE-98 en la resistencia a la compresión del concreto estructural – Trujillo 2018”, menciona que el diseño de mezcla se realizó por el método de volumen absoluto del ACI, se utilizó aditivo Plastiment® HE-98 en cantidades 0.0%, 0.3%, 0.5% y 0.7% y a relaciones a/c de 0.45, 0.50 y 0.55. La investigación concluyó que el aditivo Plastiment® HE-98 incrementa la consistencia o trabajabilidad de la mezcla, reduce la cantidad de agua, disminuye el peso unitario e incrementa la resistencia a la compresión con mayor incidencia cuando se usa 0.3% de aditivo según el análisis de varianza y la prueba de Tukey, también menciona que en el diseño de mezcla para las canteras El Milagro y Cerro Chilco utilizaron combinaciones de agregados 50-50, se realizaron para relaciones a/c de 0.45, 0.50 y 0.55, aditivo Plastiment® HE-98 en cantidades de 0.0%, 0.3%, 0.5% y 0.7%. Concluyendo que se necesita menos cantidad de agua cuando se incrementa la cantidad de aditivo.

- En el presente trabajo se encontró que el uso de aditivos CHEMA mejora la resistencia a la compresión ASTM C39 del concreto f'c 210 Kg/cm² y del mortero 1:3. El uso del aditivo Chemaplast Impermeabilizante es el más influyente en favorecer la resistencia a la compresión del concreto f'c 210 Kg/cm², tanto en las pruebas a 7, 14 y 28 días, los valores obtenidos de la resistencia en todos los casos mayores a 210 kg/cm², siendo su mayor valor al 0,71% de adición de aditivo a los 28 días con un f'c 339.6 kg/cm², y el uso del aditivo Chema 1 Polvo, favorece la resistencia a la compresión del mortero 1:3 a los 28 días, tanto al 0,02%; 0,0235% y 0,03% los valores obtenidos de la resistencia son mayores a 160 kg/cm², siendo su mayor valor al 0,0235% y 0,03% de adición de aditivo con un f'c 161,225 kg/cm², resultados que coinciden con Ponce (2016) quien menciona que la incidencia de la menor resistencia de concreto obtenida en una proporción mínima es de 149.13 kg/cm² a los 3 días, que corresponde al aditivo Chema 5 y La mayor resistencia de concreto obtenida en una proporción máxima es de 272.84 kg/cm² a los 14 días, que corresponde al aditivo Chema Estruct. Cuando se trabaja con una proporción máxima de aditivo Sika 3, al séptimo día, la resistencia del concreto es de 146.83 kg/cm², disminuyendo la resistencia en 8.86 kg/cm², al catorceavo día, la resistencia es de 138.17 kg/cm², también menciona que se

demuestra que al utilizar los aditivos Sika 5 y Chema Estruct en el concreto, en cualquiera de sus proporciones recomendadas por cada fabricante (mínima, media y máxima), como se observa que existe un incremento de resistencia a los 3, 7 y 14 días respectivamente, cumpliendo con el diseño de mezclas $f'c=210\text{kg/cm}^2$. Los resultados encontrados, también son similares con Bernal (2017), quien menciona que utilizando aditivos superplastificantes en una proporción de 1.00% del peso del cemento en la elaboración de concreto, el mayor incremento de resistencia a compresión se logró combinando aditivo superplastificante Sika Plast 1000 con Cemento Pacasmayo tipo I, mayor en 11.00% que su respectivo grupo de control y mayor en 24.80 % respecto a la resistencia a la compresión especificada. De igual manera, el resultado encontrado es similar a Durand (2017) que menciona, que el endurecimiento del concreto con superplastificante tiende a acelerarse de conforme se le va adicionando óxido de calcio entre 1% y 5%. A partir del 6% el inicio del endurecimiento se hace un poco más más lento los resultados de resistencia a la compresión muestran un incremento entre el 10% y el 26% del $f'c$ de diseño, cuando se agrega óxido de calcio en porcentajes de 1% a 4%. A partir de 5% la resistencia comienza a disminuir. La máxima resistencia se da con un 4% de adición alcanzando un $f'c = 353 \text{ kg/cm}^2$

- En el presente trabajo se encontró que el uso de aditivos CHEMA mejora las características de impermeabilidad del concreto $f'c 210 \text{ Kg/cm}^2$ del mortero 1:3. El uso del aditivo Chemaplast Impermeabilizante es el más influyente en mejorar las características de Impermeabilidad para el concreto $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$, siendo su mayor valor al 0.94% de adición de aditivo a los 28 días con un coeficiente de Darcy de $9.91\text{E}-06 \text{ m/s}$, y el uso del aditivo Chema 1 Polvo, mejora las características de Impermeabilidad del mortero 1:3 a los 7 días, al 2.35% de adición de aditivo con un coeficiente de Darcy de $2.17\text{E}-09 \text{ m/s}$, resultado que coincide con Córdova (2016), que en su estudio menciona que el mayor índice de permeabilidad que se obtuvo en este estudio con el concreto poroso fue utilizando el DISEÑO DE MEZCLAS NÚMERO CUATRO (DM4) con dosificación por pie cubico (p3) de: (Cemento = 6.39 kg, Agregado grueso de 3/4" = 43,09 kg, Agua = 2,24 litros, Aditivo Plastificante retardante, reductor de agua de la marca EUCO (EUCO WR 51) = 31.94 ml) y 20% de vacíos en el diseño, obtuvo una capacidad de permeabilidad de 31,94 mm/s, asimismo recomienda que para la elaboración del concreto poroso, se recomienda

utilizar la relación a/c: 0.3, debido a que se ha demostrado que es la cantidad ideal de agua para mezclas de concreto poroso, el agua se debe agregar de manera gradual y precisa, ya que la cantidad insuficiente de agua produce una mezcla sin consistencia con baja resistencia a la compresión. Los resultados encontrados, también se relacionan con Figueroa y Reyes (2011) que en su trabajo, mencionan que la resistencia a la compresión se ha incrementado y la permeabilidad en el concreto ha disminuido agregando dosificaciones de ceniza volante de carbón en porcentajes de 1.5%, 3%, 4.5% y 6%, por lo tanto, cuanto mayor sea la capacidad de carga, mayor serán los requisitos de resistencia a la compresión; por otro lado, a menor penetración de agua en el concreto mayor rendimiento de hormigón de baja permeabilidad.

V. CONCLUSIONES

- Se realizó la caracterización de los agregados de la cantera seleccionada y los estudios de laboratorio confirmaron que las propiedades físicas y mecánicas de los agregados que se producen en la cantera ubicada en el km 579 de la panamericana norte El Milagro, si cumplen con las especificaciones técnicas de las normas: ASTM C 136, MTC E215, ASTM C 128, ASTM C 29, ASTM C 127.
- Se realizó el diseño de mezclas para concreto de cimentaciones $f'c$ 210 kg/cm² según el método ACI 211, ACI 212 de la muestra patrón, asimismo a las muestras aditivadas se les agregó aditivos según la siguiente proporción respecto al peso del cemento: Chemaplast Impermeabilizante con 0.71%, 0.94% y 2%, Chema 1 Líquido: 4%, 4.45% y 5%.
- Se realizó el diseño de mezcla para mortero 1:5 para Impermeabilización de muros según el método ACI 211, ACI 212 para la muestra patrón, de la misma manera para la muestra con la adición de aditivo Chema 1 Polvo en las proporciones de 2%, 2.35% y 3% en relación al peso del cemento.
- Se realizó las pruebas de resistencia a la compresión tanto para el concreto $f'c=210$ Kg/cm² y para el mortero 1:5, y en ambos casos, los resultados patrón cumplen las expectativas del diseño y esto se puede apreciar en los resultados.
- Se encontró que el uso de aditivos CHEMA mejora la resistencia a la compresión ASTM C39 del concreto $f'c$ 210 Kg/cm² y del mortero 1:5:
 - De los aditivos CHEMA, se encontró que el uso del aditivo Chemaplast Impermeabilizante es el más influyente en favorecer la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 210 Kg/cm², tanto en las pruebas a 7, 14 y 28 días, los valores obtenidos de la resistencia en todos los casos son mayores a 210 kg/cm², siendo su mayor valor al 0.71% de adición de aditivo a los 28 días con un $f'c$ 339.6kg/cm².
 - Se encontró que el aditivo Chema 1 Polvo, favorece la resistencia a la compresión del mortero 1:5 a los 28 días, tanto al 2%; 2.35% y 3% los valores obtenidos de la resistencia son mayores a 160 kg/cm², siendo su mayor valor al 2.35% y 3% de adición de aditivo con un $f'c$ 161.22 kg/cm².

- Se realizó las pruebas de permeabilidad tanto para el concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ y para el mortero 1:5 usando el permeámetro de carga variable, y en ambos casos, los resultados patrón cumplen las expectativas del diseño, sabiendo que se ha utilizado cemento Antisalitre y esto se puede apreciar en los resultados.
- Se encontró que el uso de aditivos CHEMA mejora la permeabilidad del concreto $f'c 210 \text{ Kg/cm}^2$ y del mortero 1:5:
 - De los aditivos CHEMA, se encontró mediante el permeámetro de Carga Variable ACI522 R, 2006 que el uso del aditivo Chemaplast Impermeabilizante es el más influyente en mejorar las características de permeabilidad para el concreto $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$, siendo su mayor valor al 0.94% de adición de aditivo a los 28 días con un coeficiente de Darcy de $9.91\text{E}-06 \text{ m/s}$.
 - Se encontró que el aditivo Chema 1 Polvo, mejora las características de permeabilidad del mortero 1:3 a los 7 días, al 2.35% de adición de aditivo con un coeficiente de Darcy de $2.17\text{E}-09 \text{ m/s}$

VI. RECOMENDACIONES

- Para la presente investigación experimental se utilizó el cemento Mochica Antisalitre con el cual se obtienen mejores resultados ya que el suelo del distrito presenta altos porcentajes de sulfatos en su composición y este cemento tiene mejor comportamiento en estas condiciones.
- Con la finalidad de lograr un concreto de alta impermeabilidad se recomienda utilizar porcentajes menores de aditivo Chemaplast impermeabilizante del que se indica en la hoja técnica con lo que se obtendrán mejores resultados a un menor costo.
- Queda demostrado que los aditivos de la marca nacional Chema mejoran significativamente las características del concreto y mortero que fueron analizados en la presente investigación experimental por lo que debemos fomentar su utilización.
- Se utilizaron los agregados de la cantera del km. 579 de la panamericana norte El Milagro los mismos que cumplen, se recomienda utilizar agregados de otras canteras de la región a fin de comparar los resultados.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNAL, Daniel. Optimización de la resistencia a compresión del concreto, elaborado con cementos tipo i y aditivos superplastificantes. Trabajo de titulación (Ingeniero civil). Cajamarca. Universidad Nacional de Cajamarca. 2017

LEÓN, May. Efectos del Plastiment® HE-98 en la resistencia a la compresión del concreto estructural – Trujillo 2018. Trabajo de titulación (Ingeniero civil). Trujillo. Universidad César Vallejo. 2018.

PONCE, Edison. Estudio comparativo del efecto de aditivos CHEMA y SIKA aceleradores de fragua en la ciudad del Cusco en concretos expuestos a climas alto andinos. Trabajo de titulación (Ingeniero civil). CUSCO. Universidad Andina del Cusco. 2016

PORRAS, J. Metodología de diseño para concretos permeables y sus respectivas correlaciones de permeabilidad. Trabajo de titulación (Ingeniero civil), Costa Rica. Escuela de Ingeniería en Construcción del instituto Tecnológico de Costa Rica. 2017.

VALLEJO, M. y AMAGUAYA, V. Selección del material óptimo para el diseño de concreto permeable utilizando agregados de dos minas de la provincia de chimborazo y cemento tipo I, en relación a la obtención de mayor permeabilidad y resistencia”. Ecuador. Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba .2016.

SILVA, R. Concreto permeable como propuesta sostenible para mejorar el sistema de drenaje pluvial de la vía Blas De Atienza en Piura”. Piura. Universidad Cesar Vallejo. 2016.

A.C.I. (2002). Manual of Concrete of Practice. American Concrete Institute.

ACI522, R. (2006). Permeámetro de carga variable.

Álvarez, R. N. (2008). Diseño por Durabilidad de Estructuras de Concreto. México: Unidad Profesional Adolfo López Matos Zacatenco.

Arch Daily. (21 de Julio de 2014). Recuperado el 19 de abril de 2016, de <http://www.archdaily.co/co/624276/materiales-hormigon-impermeable>

Arciniegas, F. &. (2015). Trabajo de Grado: Análisis del Comportamiento Mecánico, de Permeabilidad y de Deformaciones a Largo Plazo en Concretos de Ultra Alto Desempeño UHPC. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.

- Arrieta, R. F. (2011). Concreto Permeable. Diseño de mezclas para evaluar su resistencia a la compresión uniaxial y su permeabilidad. Portal de revistas académicas Universidad de Costa Rica, 46.
- Celis, R. L. (2006). Durabilidad de la infraestructura de concreto reforzado expuesta a diferentes ambientes urbanos de México. México Coordinación de Ingeniería Vehicular e Integridad Estructural (CIVIE).
- Díaz, V. G. (2009). Manual de prácticas de Concreto Hidráulico. México Tesis FIC Universidad Veracruzana.
- Hermida, G. (2009). Concreto de Baja Permeabilidad. Asociación Argentina del hormigón elaborado.
- Hermida, G. (31 de agosto de 2013). Asociación Argentina del Hormigón Elaborado. Recuperado el 19 de abril de 2016, de <http://www.hormigonelaborado.com/default.asp?IDSEC=62&IDCONTPRI=1032>
- Luco, L. F. (2009). IMPORTANCIA DEL CURADO EN LA CALIDAD DEL HORMIGÓN DE RECUBRIMIENTO. Scielo, 46.
- Mattio, M. E. (2014). LA permeabilidad al agua como parámetro para evaluar la durabilidad del hormigón. córdoba: universidad nacional de córdoba facultad de ciencias exactas físicas y naturales.
- NTP339.033. (2009). HORMIGÓN (CONCRETO). Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo. Lima, Perú.
- NTP339.047. (2014). CONCRETO. Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados. - See more at: <http://www.asocem.org.pe/noticias-nacionales/apruebannormas-tecnicas-peruanas-referidas-a-cemento-concreto-yagregados#sthash.6QY19jbN.dpuf>. Lima, Perú.
- NTP339.185. (2002). Contenido de humedad del agregado fino y grueso. Lima, Perú.
- NTP400.012. (2001). AGREGADOS, Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global. Lima, Perú.
- NTP400.017. (1999). Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado. Lima, Perú.

NTP400.018. (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz 75µm(N°200) por lavado en agregados. Lima, Perú.

NTP400.019. (2002). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaño menores por abrasión e impacto en la máquina de los ángeles. Lima, Perú.

NTP400.021. (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción de agregado grueso. Lima, Perú.

NTP400.022. (2002). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción de agregado fino. Lima, Perú.

Pasquel, E. (1998). TÓPICOS DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.

Salvatierra, E. H. (2011). Concreto de Alta Resistencia usando Aditivo Superplastificante, Microsilice y Nanosilice con Cemento Portland I. Lima-Perú: Tesis de grado FIC Universidad Nacional de Ingeniería.

Santiago, P. E. (2011). Monografía: Aditivos para el Concreto. Veracruz.

Siancas, S. M. (2003). TESIS ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN DE CONCRETO: MIXER Y DISPENSADOR. Piura.

http://eudora.vivienda.gob.pe/OBSERVATORIO/PYED_MUNICIPALIDADES/TRUJILLO/ESQUEMA_DIRECTOR_2003.pdf

<http://munivictorlarco.gob.pe/portal/descargas/Transparencia/Codisec/Plan%20de%20Seguridad%20Ciudadana/Planseg2018.pdf>

<file:///C:/Users/USUARIO/Desktop/PROYECTO%20DE%20INVESTIGACION%20N/Tesis%20Trabajos%20Previos/NACIONAL/NAPA%20FREATICA%20EN%20NUOVO%20CHIMBOTE%20Y%20EL%20SALITRE.pdf>

<http://munivictorlarco.gob.pe/portal/descargas/PEI-2015.PDF>

<https://es.scribd.com/document/78167783/DANOS-QUE-OCASIONA-EL-SALITRE-EN-VIVIENDAS-E-INDICIOS-PARA-LA-FORMULACION-TEORICA>

<http://cecfic.uni.edu.pe/archivos/Clasificacion%20de%20suelos%20-%20MAD.pdf>

<http://proyectos.inei.gob.pe/web/biblioineipub/bancopub/Est/Lib0268/CAP-11.htm>

<http://www.sni.org.pe/aprueban-normas-tecnicas-peruanas-version-2018-hormigon-concreto-agregados-cementos/>

http://Users/USUARIO/Downloads/100611_Cemento_y_sus_aplicaciones.pdf

ANEXOS

PANEL FOTOGRAFICO

Extracción de material de cantera



Caracterización de agregados





Elaboración de probetas



Rotura de probetas



**ANÁLISIS DE COSTO COMPARATIVO
DE CONCRETO Y MORTERO ACON
ADITIVOS CHEMA**

Análisis Comparativo de Costo de Concreto F'c 210 Kg/cm² – Cimentaciones

Costo del Concreto f'c 210 Kg/cm² x bolsa de cemento sin aditivo

MATERIALES					PRECIO	
TIPO	TAMAÑO	UN	CANTIDAD	VOL	X m3/bol	X bolsa
Agua		Litros	26	0,03	3,81	0,10
Cemento V		Bol	1	0,03	32,10	32,10
Piedra Chancada	1/2	p3	3	0,03	0,76	2,27
	3/4	p3	3	0,03	1,13	3,40
Arena		p3	2,5	0,03	0,57	1,42
					Con Piedra de 1/2"	35,88
					Con Piedra de 3/4"	37,01

Costo del Concreto f'c 210 Kg/cm² x bolsa de cemento con aditivo

MATERIALES					PRECIO	
TIPO	TAMAÑO	UN	CANTIDAD	VOL	X m3/bol	X Bolsa
Agua		Litros	26	0,026	3,8	0,1
Cemento V		Bol	1	0,028	32,1	32,1
Piedra Chancada	1/2	p3	3	0,028	0,8	2,3
	3/4	p3	3	0,028	1,1	3,4
Arena		p3	2,5	0,028	0,6	1,4
ADITIVOS	Chemaplast Impermeabilizante				Con Piedra de 1/2"	42,4
	Chema 1 Liquido					58,5
	Chema 1 Polvo					56,8
	Chemaplast Impermeabilizante				Con Piedra de 3/4"	43,5
	Chema 1 Liquido					59,7
	Chema 1 Polvo					57,9

Análisis Comparativo de Costo de Mortero 1:5 para revoques

Costo del Concreto f'c 210 Kg/cm² x bolsa de cemento sin aditivo

MATERIALES				PRECIO	
TIPO	UN	CANTIDAD	VOL	X m3/bol	X bolsa
Agua	Litros	25,5	0,0255	3,8	0,1
Cemento Mochica	Bol	1	0,028	32,1	32,1
Arena	Bol	3	0,028	0,6	1,7
			Costo x Bolsa		33,90

Costo del Concreto f'c 210 Kg/cm² x bolsa de cemento con aditivo

MATERIALES				PRECIO	
TIPO	UN	CANTIDAD	VOL	X m3/bol	X Bolsa
Agua	Litros	25,5	0,0255	3,8	0,1
Cemento Mochica	Bol	1	0,028	32,1	32,1
Arena	Bol	3	0,028	0,6	1,7
ADITIVOS	Chemaplast Impermeabilizante			6,5	40,4
	Chema 1 Liquido			22,7	56,5
	Chema 1 Polvo			20,9	54,8

**HOJA TÉCNICA DE CEMENTO
PACASMAYO MOCHICA ANTISALITRE**



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.

Calle La Colonia Nro. 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Siete Km. 666 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 317 - 6000



SGC-REG-06-G0002 -
Versión 01

CEMENTO MOCHICA ANTISALITRE

Cemento Portland Tipo MS

Conforme a la NTP 334.082 / ASTM C1157

Pacasmayo, 15 de Junio del 2016

PROPIEDADES FISICAS		CPSAA (*)	Requisito NTP 334.082 / ASTM C1157
Contenido de Aire	%	5	NO ESPECIFICA
Expansión en Autoclave	%	0.05	Máximo 0.80
Superficie Especifica	cm ² /g	4530	NO ESPECIFICA
Retenido M325	%	3.7	NO ESPECIFICA
Densidad	g/mL	2.94	NO ESPECIFICA
Resistencia Compresión :			
Resistencia Compresión a 3días	MPa (kg/cm ²)	23.3 (237)	Mínimo 11.0 (Mínimo 112)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (kg/cm ²)	31.6 (322)	Mínimo 18.0 (Mínimo 184)
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (kg/cm ²)	42.6 (436)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)
Tiempo de Fraguado Vicat :			
Fraguado Inicial	min	190	Mínimo 45
Fraguado Final	min	374	Máximo 420
Expansión Barra de Mortero a 14 días			
Expansión Barra de Mortero a 14 días	%	0.007	Máximo 0.020
Expansión por Sulfato a 6 meses			
Expansión por Sulfato a 6 meses	%	0.041	Máximo 0.10

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-05-2016 al 31-05-2016

La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Abril 2016

La expansión por sulfatos a 6 meses corresponde al mes de Noviembre 2015

La expansión de la barra del mortero corresponde al mes de Abril 2016

(*) Requisito opcional.

Ing. Ivanoff Rojas

Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por : **Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L**

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

HOJA TÉCNICA DE ADITIVOS CHEMA



Calidad que Construye

Hoja Técnica

CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE

Aditivo plastificante e impermeabilizante para concreto

VERSION: 01
FECHA: 24/02/2018

DESCRIPCIÓN CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE es un aditivo plastificante e impermeabilizante libre de cloruros que reduce la permeabilidad y aumenta la trabajabilidad del concreto obteniendo una reducción en la relación agua/cemento. Es apropiado para reservorios y tanques de agua potable. (Ver cuadro de Impermeabilizantes Integrales CHEMA).

VENTAJAS El concreto tratado con CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE tiene las siguientes ventajas:

- Mejor acabado: La plasticidad permite un mejor acabado, por lo tanto, aumenta la durabilidad.
- Aumenta la trabajabilidad y facilita la colocación del concreto en elementos esbeltos con alta densidad de armadura con una ligera vibración, sin necesidad de aumentar la relación agua / cemento.
- Disminuye la contracción debido a la mejor retención de agua así como mayor aglomeración interna del concreto en estado plástico.
- Aumenta la hermeticidad al agua impermeabilizándolo y produciendo mayor resistencia a la penetración de la humedad y por consiguiente al ataque de sales.
- Aumenta la durabilidad debido a su alto grado de resistencia al salitre, sulfatos y cloruros.
- No contiene cloruros.
- Aumenta la resistencia a la compresión y flexión a todas las edades; mejora la adherencia al acero de construcción.
- No transmite olor ni sabor al agua potable, ni la contamina. Cuenta con certificado CEPIS¹.

USOS

- En concretos estructurales de edificaciones y en elementos esbeltos.
- En concreto caravista.
- En concretos pretensados y post-tensados.
- En obras hidráulicas.
- En concretos para elementos pre-fabricados; postes, buzones, cajas, tuberías, etc.
- En concretos para pavimentos y puentes.
- En concretos que deben ser desencofrados a temprana edad.
- En concretos de reparación en general.
- En construcciones frente al mar se recomienda utilizarlo desde los cimientos, en el concreto de techos, vigas, columnas, pisos, en el mortero de asentado y en el tarrajeo.
- En esculturas de concreto.

DATOS TÉCNICOS

Densidad: 3.78 – 4.16 kg/gal
Color: Marrón
Aspecto: Líquido
Ph: 8.2 – 9.2

¹ CEPIS. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.



Calidad que Construye

Hoja Técnica

CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE

Aditivo plastificante e impermeabilizante para concreto

VERSION: 01
FECHA: 24/02/2018

PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO

1. Agregar 400 ml de **CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE** por bolsa de cemento al agua de amasado de acuerdo al efecto deseado, sin combinarlo con otros aditivos. Se sugiere realizar pruebas previas con los materiales, tipo de cemento y condiciones de obra.
2. Para un mejor resultado en tarrajeos, aplique 2 capas de 1 cm. de espesor. Después de realizar el tarrajeo, curar con agua o utilizar Curadores CHEMA. Use CHEMA FIBRA ULTRA FINA para evitar rajaduras.

RENDIMIENTO

La dosis sugerida es 400 ml de **CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE** por bolsa de cemento. La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales, tipo de cemento y en las condiciones de obra.

PRESENTACIÓN

Envase de 1 gal. (Código: 05003700) / Master Pack de 4 unidades.
Envase de 5 gal. (Código: 05003701)
Envase de 55 gal. (Código: 05003702)

ALMACENAMIENTO

De almacenarse en lugar fresco, ventilado y sellado bajo techo su tiempo de vida útil será de 1 año.

PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES

En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico).
Producto tóxico. NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños.
No coma ni beba mientras manipula el producto.
Lávese las manos luego de manipular el producto.
Utilice guantes de seguridad, gafas y ropa protectoras de trabajo.
Almacene el producto bajo sombra y en ambientes ventilados.
En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua.
Si es ingerido, no provocar vómitos; procure buscar ayuda médica inmediata.

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.

CETOX
CENTRO TOXICOLÓGICO
273-4218 / 080012533

ATENCIÓN AL CLIENTE:
(511) 336-8407

Página 2 de 3



CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE

Aditivo plastificante e impermeabilizante para concreto

VERSION: 01
FECHA: 24/02/2018

CUADRO DE IMPERMEABILIZANTES INTEGRALES CHEMA

CHEMA 1 POLVO	Para preparar morteros y concretos súper impermeables en cisternas, tanques elevados, jardineras, zócalos, zonas húmedas y otros.
CHEMA 1 LÍQUIDO	Para mortero y concreto impermeables.
CHEMITA EN POLVO	Impermeabilizante en polvo para morteros y concreto muy económico.
CHEMAPLAST	Plastificante reductor de agua e impermeabilizante integral que otorga mayor f'c ideal para lograr un concreto caravista de alta calidad.
CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE	Impermeabilizante para cimientos y sobrecimientos, morteros de uso extensivo, además de plastificante para concreto caravista.

"La presente Edición anula y reemplaza la Versión N° 0 para todos los fines"



CHEMA 1 LÍQUIDO

Aditivo impermeabilizante e hidrófobo líquido para morteros y concretos.

VERSION: 01
CREADO: 28/08/2017

DESCRIPCIÓN CHEMA 1 LÍQUIDO es un aditivo impermeabilizante integral con propiedades hidrófobas que actúa obstruyendo la porosidad del concreto evitando la absorción capilar interna. Es apropiado para aplicaciones en reservorios y tanques de agua potable.

- VENTAJAS**
- Brinda impermeabilidad a los morteros y concretos.
 - Evita la absorción capilar interna.
 - Evita la aparición del salitre.
 - Evita la aparición de musgos en superficies.
 - No altera la resistencia mecánica ni el fraguado del concreto.
 - Apropiado para reservorios y tanques de agua, no contamina, no transmite olor ni sabor al agua potable.
 - Cumple con la norma IRAM 1572.
 - Fácil de dosificar.

USOS CHEMA 1 LÍQUIDO es recomendado para impermeabilizar concretos y morteros en ambientes interiores y/o exteriores como:

- Obras hidráulicas, represas, canales de irrigación o regadío, reservorios, tanques de agua, túneles, piscinas, jardineras, zócalos en jardineras, duchas, baños, bloques de cemento, tarrajeos, estucos asentados de ladrillos, pisos, falsos pisos y azotea, cimientos, subterráneos, etc.
- En el asentamiento de las primeras hileras de albañilería para evitar la ascensión capilar de humedad y salitre.
- En general en estructuras que se encuentren expuestas a humedad y a grandes presiones de agua.

- DATOS TÉCNICOS**
- Aspecto : Líquido.
 - Color : Amarillo
 - Densidad : 3.70 – 3.82 kg/gal.
 - Viscosidad : 50.0 - 62.0KU
 - pH : 8.0 – 13.0
 - VOC : 0 g/L.
 - Norma IRAM 1572 : Coeficiente de absorción de agua < 50% en 24 horas (de acuerdo al método IRAM 1590 Método de ensayo por absorción capilar).

PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO CHEMA 1 LIQUIDO debe ser diluido en el agua de masado del mortero o concreto a razón de ½ gal por bolsa de cemento.
Para un mejor resultado en tarrajeos aplicar en dos capas. Después de realizar el tarrajeo, curar con agua o utilizar curadores CHEMA.
En climas muy calurosos o donde exista riegos de fisuración, se recomienda el uso de CHEMA FIBRA DE POLIPROPILENO.



Hoja Técnica

CHEMA 1 LÍQUIDO

Aditivo impermeabilizante e hidrófobo líquido para morteros y concretos.

VERSION: 01
CREADO: 28/08/2017

RENDIMIENTO	La dosis es ½ galón de CHEMA 1 LÍQUIDO por bolsa de cemento en el agua de amasado. La cantidad de agua a emplearse puede variar de 4.5 a 7 galones por bolsa de cemento de acuerdo al diseño de mezcla. Para morteros impermeables usar diseño 1:3 (1 cemento + 3 arena fina). El rendimiento es 5m ² aprox. en tarrajeos a un espesor de 1.3 cm. por bolsa de cemento.
PRESENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none">- Envases de 1 gal.- Envases de 5 gal.- Envases de 55 gal.
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	12 meses almacenados en su envase original, sellado, bajo techo.
PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES	En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico 012732318/ 999012933). Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños. No comer ni beber mientras manipula el producto. Utilizar guantes, máscara para vapores, gafas protectoras y ropa de trabajo. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua.

"La presente Edición anula y reemplaza la Versión N° 0 para todos los fines"

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.



CHEMA 1 POLVO

Aditivo impermeabilizante e hidrófobo en polvo
Para morteros y concretos.

VERSION: 01
FECHA: 27/08/2017

DESCRIPCIÓN CHEMA 1 POLVO es un aditivo impermeabilizante integral con propiedades hidrófobas que actúa obstruyendo la porosidad del concreto evitando la absorción capilar interna. Es apropiado para aplicaciones en reservorios y tanques de agua potable.

VENTAJAS

- Brinda impermeabilidad morteros y concretos.
- Evita la absorción capilar interna.
- Evita la aparición del salitre.
- Evita la aparición de musgos en superficies.
- No altera la resistencia mecánica ni el fraguado del concreto.
- Apropiado para reservorios y tanques de agua, no contamina, no transmite olor ni sabor al agua potable.
- Cumple con la norma IRAM 1572.
- Fácil de dosificar.

USOS CHEMA 1 POLVO es recomendado para impermeabilizar concretos y morteros en ambientes interiores y/o exteriores como:

- Obras hidráulicas, represas, canales de irrigación o regadío, reservorios, tanques de agua, túneles, piscinas, jardineras, zócalos en jardineras, duchas, baños, bloques de cemento, tarrajes, estucos asentados de ladrillos, pisos, falsos pisos y azotea, cimientos, subterráneos, etc.
- En el asentamiento de las primeras hileras de albañilería para evitar la ascensión capilar de humedad y salitre.
- En general en estructuras que se encuentren expuestas a humedad y a grandes presiones de agua.

DATOS TÉCNICOS

- Aspecto : Polvo.
- Color : Gris.
- Densidad aparente : 500 - 700 g/L.
- VOC : 0 g/L.
- Norma IRAM 1572 : Coeficiente de absorción de agua < 50% en 24 horas (de acuerdo al método IRAM 1590 Método de ensayo por absorción capilar).

PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO

Agregar 1 bolsa de 1kg de CHEMA 1 POLVO por bolsa de cemento, luego añadir agregados restantes del concreto o mortero.

Asegurar una completa homogeneidad antes de agregar el agua de mezcla.

Para un mejor resultado en tarrajes aplicar en dos capas. Después de realizar el tarrajeo, curar con agua o utilizar curadores CHEMA.

En climas muy calurosos o donde exista riegos de fisuración, se recomienda el uso de CHEMA FIBRA DE POLIPROPILENO.



Hoja Técnica

CHEMA 1 POLVO

Aditivo impermeabilizante e hidrófobo en polvo
Para morteros y concretos.

VERSION: 01
FECHA: 27/08/2017

RENDIMIENTO	La dosis recomendada es de 1kg de CHEMA 1 POLVO por bolsa de cemento. Para morteros impermeables usar diseño 1:3 (1 cemento + 3 de arena fina). El rendimiento aproximado es de 5m ² a un espesor de 1.3 cm.
PRESENTACIÓN	- Envase de 1 kg.
TIEMPO DE ALMACENAMIENTO	36 meses almacenados en su envase original, sellado, bajo techo.
PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES	En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico 012732318/ 999012933). Producto tóxico, NO INGERIR, mantenga el producto fuera del alcance de los niños. No comer ni beber mientras manipula el producto. Utilizar guantes, máscara para vapores, gafas protectoras y ropa de trabajo. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua.

"La presente Edición anula y reemplaza la Versión N° 0 para todos los fines"

La información que suministramos está basada en ensayos que consideramos seguros y correctos de acuerdo a nuestra experiencia. Los usuarios quedan en libertad de efectuar las pruebas y ensayos previos que estimen conveniente, para determinar si son apropiados para un uso en particular. El uso, aplicación y manejo correcto de los productos, quedan fuera de nuestro control y es de exclusiva responsabilidad del usuario.

ESTUDIO DE MECANICA DE MATERIALES



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

- ◆ Análisis Granulométrico A.F y A.G
- ◆ Contenido de Humedad A.F y A.G
- ◆ Peso Específico y Absorción A.F. y A.G
- ◆ Peso Unitario y Vacíos A.F y A.G

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS
ASTM C 136**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2019 PANAMERICANA NORTE KM 579

MUESTRA : C-X / A^F / ARENA FINA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

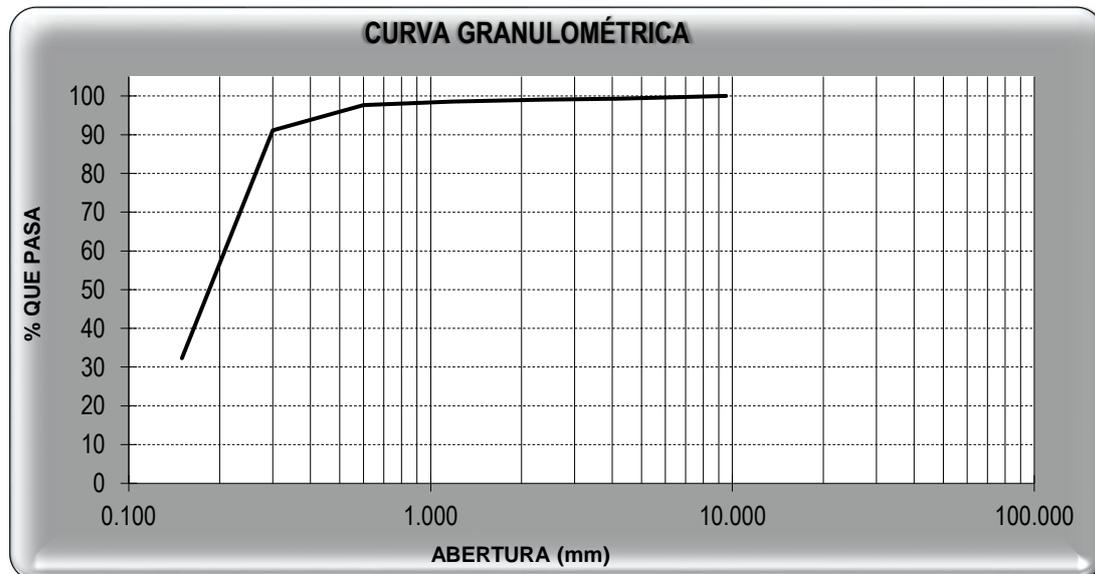
DATOS DEL ENSAYO

Peso total de la muestra tamizada : 500.00

Peso de muestra tamizada sin plato : 338.51

Peso de muestra en el plato : 161.49

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Requisito de % que Pasa	Contenido de Humedad
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	1.12%
No4	4.178	3.54	0.71	0.71	99.29	95 - 100	
8	2.360	1.21	0.24	0.95	99.05	80 - 100	Módulo de Finura
16	1.180	2.37	0.47	1.42	98.58	50 - 85	0.82
30	0.600	4.75	0.95	2.37	97.63	25 - 60	Tamaño Máximo
50	0.300	32.35	6.47	8.84	91.16	10 - 30	No4
100	0.150	294.29	58.86	67.70	32.30	2 - 10	Tamaño Máximo Nominal
PLATO		161.49	32.30	100.00	0.00		
Total		500.00	100.00				100 = 0.150 mm



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO**
MTC E 215

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2019 PANAMERICANA NORTE KM 579

MUESTRA : C-X / A°F° / ARENA FINA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

MTC E 215

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	51.24	52.00	51.66
Peso del tarro + suelo humedo (g)	140.12	150.77	145.92
Peso del tarro + suelo seco (g)	139.02	149.83	144.85
Peso del suelo seco (g)	87.78	97.83	93.19
Peso del agua (g)	1.10	0.94	1.07
% de humedad (%)	1.25	0.96	1.15
% de humedad promedio (%)	1.12		

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS
ASTM C 128**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2019 PANAMERICANA NORTE KM 579

MUESTRA : C-X / A°F° / ARENA FINA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE A° F°	Ensayo 01	Ensayo 02
A= Peso en el aire de la muestra seca (g)	476.50	476.00
B= Peso de la fiola afroada llena de agua (g)	673.40	683.40
C= Peso total de la fiola, aforada con la muestra y agua (g)	958.70	962.60
S= Peso de la muestra saturada con superficie seca (g)	500.00	500.00
Peso específico de masa (Pem)	2.22	2.16
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)	2.33	2.26
Peso específico aparente (Pea)	2.49	2.42
Absorción (%)	4.93	5.04
PESO ESPECÍFICO DE MASA PROMEDIO (Pem)	2.19	
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (PeSSS)	2.30	
PESO ESPECÍFICO APARENTE PROMEDIO (Pea)	2.46	
ABSORCIÓN PROMEDIO (%)	4.99	

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS
ASTM C-29

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2019 PANAMERICANA NORTE KM 579

MUESTRA : C-X / A°F° / ARENA FINA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO

Método Suelto

Muestra N°	1	2
Peso del frasco (gr)	4888.00	4888.00
Volúmen del frasco (cm3)	3026.00	3026.00
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	8727.00	8780.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	3839.00	3892.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1.269	1.286
Contenido de Humedad (%)	1.12%	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.269	1.286
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm3)	1.277	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m3)	1277.29	
% de Vacíos	41.61%	

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS
ASTM C-29**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2019 PANAMERICANA NORTE KM 579

MUESTRA : C-X / A°F° / ARENA FINA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO

Método compactado por apisonado

Muestra N°	1	2
Peso del frasco (gr)	4888.00	4888.00
Volúmen del frasco (cm3)	3026.00	3026.00
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	9326.00	9251.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	4438.00	4363.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1.467	1.442
Contenido de Humedad (%)	1.12%	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.466	1.442
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm3)	1.454	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m3)	1454.07	
% de Vacíos	33.53%	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS
ASTM C 136**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2019 PANAMERICANA NORTE KM 579

MUESTRA : C-X / A°G' / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

DATOS DEL ENSAYO

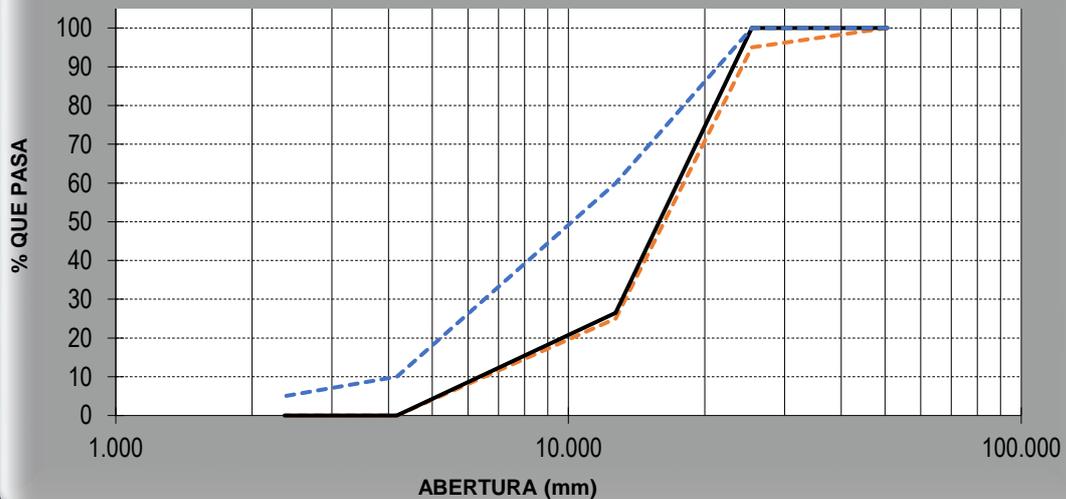
Peso total de la muestra tamizada : 2000.00

Peso de muestra tamizada sin plato : 2000.00

Peso de muestra en el plato : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Requisito de % que Pasa	Contenido de Humedad
3 plg	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		0.37%
2 plg	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	
1 1/2 plg	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		Módulo de Finura
1 plg	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	95 - 100	
3/4 plg	19.050	1120.90	56.05	56.05	43.96		7.56
1/2 plg	12.700	350.00	17.50	73.55	26.46	25 - 60	Tamaño Máximo
3/8 plg	9.525	529.10	26.46	100.00	0.00		
No4	4.178	0.00	0.00	100.00	0.00	0 - 10	1 plg
8	2.360	0.00	0.00	100.00	0.00	0 - 5	Tamaño Máximo Nominal
PLATO		0.00	0.00	100.00	0.00		
Total		2000.00	100.00				3/4 plg = 19.05 mm

CURVA GRANULOMÉTRICA



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS
ASTM C 136**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2019 PANAMERICANA NORTE KM 579

MUESTRA : C-X / A'F^c / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

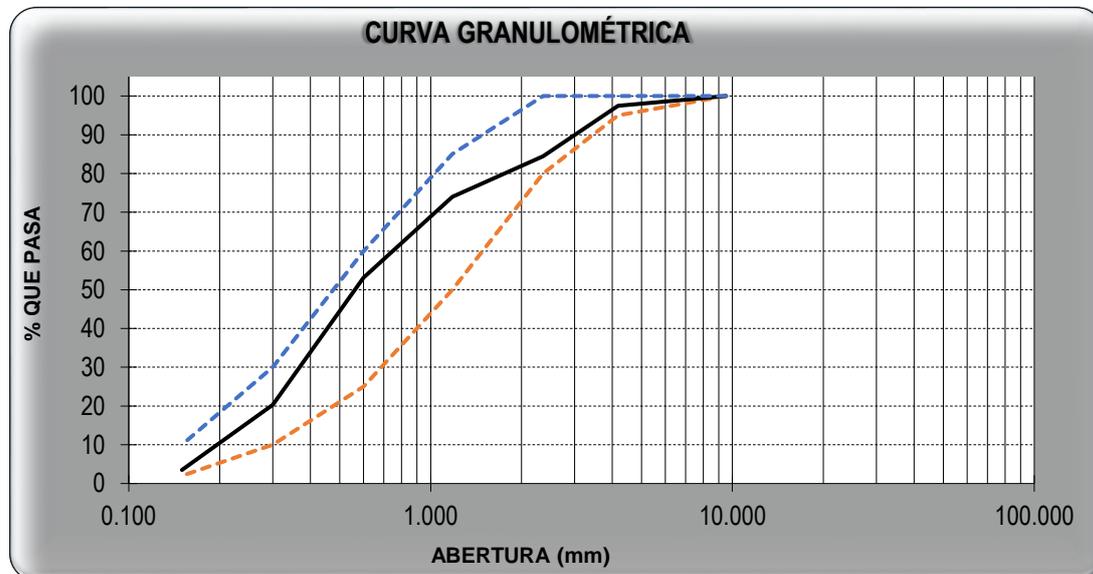
DATOS DEL ENSAYO

Peso total de la muestra tamizada : 500.00

Peso de muestra tamizada sin plato : 482.53

Peso de muestra en el plato : 17.47

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	%Que Pasa	Requisito de % que Pasa	Contenido de Humedad
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	0.61%
No4	4.178	12.53	2.51	2.51	97.49	95 - 100	
8	2.360	65.34	13.07	15.57	84.43	80 - 100	Módulo de Finura
16	1.180	52.32	10.46	26.04	73.96	50 - 85	2.67
30	0.600	104.04	20.81	46.85	53.15	25 - 60	Tamaño Máximo
50	0.300	164.01	32.80	79.65	20.35	10 - 30	No4
100	0.150	84.29	16.86	96.51	3.49	2 - 10	Tamaño Máximo Nominal
PLATO		17.47	3.49	100.00	0.00		
Total		500.00	100.00				8 = 2.360 mm



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO**
MTC E 215

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2019 PANAMERICANA NORTE KM 579

MUESTRA : C-X / A°G' / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

MTC E 215

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	30.33	32.50	31.75
Peso del tarro + suelo humedo (g)	244.91	245.85	245.17
Peso del tarro + suelo seco (g)	244.11	245.06	244.39
Peso del suelo seco (g)	213.78	212.56	212.64
Peso del agua (g)	0.80	0.79	0.78
% de humedad (%)	0.37	0.37	0.37
% de humedad promedio (%)	0.37		

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**MÉTODO DE ENSAYO PARA CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL DE LOS AGREGADOS POR SECADO**
MTC E 215

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2019 PANAMERICANA NORTE KM 579

MUESTRA : C-X / A°F° / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

MTC E 215

Descripción	Muestra 01	Muestra 02	Muestra 03
Peso del tarro (g)	50.72	48.98	51.78
Peso del tarro + suelo humedo (g)	180.65	182.25	185.12
Peso del tarro + suelo seco (g)	179.90	181.43	184.28
Peso del suelo seco (g)	129.18	132.45	132.50
Peso del agua (g)	0.75	0.82	0.84
% de humedad (%)	0.58	0.62	0.63
% de humedad promedio (%)	0.61		

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS**
ASTM C 127

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM² Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2019 PANAMERICANA NORTE KM 579

MUESTRA : C-X / A°G° / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE A° G°	Ensayo 01	Ensayo 02
A= Peso en el aire de la muestra seca (g)	2344.20	2276.20
B= Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (g)	2366.60	2299.20
C= Peso sumergido en agua de la muestra saturada (g)	1473.60	1431.10
Peso específico de masa (Pem)	2.63	2.62
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)	2.65	2.65
Peso específico aparente (Pea)	2.69	2.69
Absorción (%)	0.96	1.01
PESO ESPECÍFICO DE MASA PROMEDIO (Pem)	2.62	
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA PROMEDIO (PeSSS)	2.65	
PESO ESPECÍFICO APARENTE PROMEDIO (Pea)	2.69	
ABSORCIÓN PROMEDIO (%)	0.98	

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS
ASTM C 128**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2019 PANAMERICANA NORTE KM 579

MUESTRA : C-X / A°F° / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE A° F°	Ensayo 01	Ensayo 02
A= Peso en el aire de la muestra seca (g)	486.30	487.00
B= Peso de la fiola afroada llena de agua (g)	640.50	649.10
C= Peso total de la fiola, aforada con la muestra y agua (g)	948.00	958.50
S= Peso de la muestra saturada con superficie seca (g)	500.00	500.00
Peso específico de masa (Pem)	2.53	2.56
Peso específico de masa saturada con superficie seca (PeSSS)	2.60	2.62
Peso específico aparente (Pea)	2.72	2.74
Absorción (%)	2.82	2.67
PESO ESPECÍFICO DE MASA PROMEDIO (Pem)	2.54	
PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (PeSSS)	2.61	
PESO ESPECÍFICO APARENTE PROMEDIO (Pea)	2.73	
ABSORCIÓN PROMEDIO (%)	2.74	

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS
ASTM C-29**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2019 PANAMERICANA NORTE KM 579

MUESTRA : C-X / A°G' / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO

Método suelto

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)	8583.00	8583.00
Volúmen del frasco (cm3)	10314.00	10314.00
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	22356.00	22447.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	13773.00	13864.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1.335	1.344
Contenido de Humedad (%)	0.37%	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.335	1.344
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm3)	1.340	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m3)	1339.73	
% de Vacíos	48.93%	

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS
ASTM C-29**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2019 PANAMERICANA NORTE KM 579

MUESTRA : C-X / A°G' / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO SUELTO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO

Método compactado por apisonado

Muestra N°	1	2
Peso del recipiente (gr)	8583.00	8583.00
Volúmen del frasco (cm3)	10314.00	10314.00
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	24174.00	23897.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	15591.00	15314.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1.512	1.485
Contenido de Humedad (%)	0.37%	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.512	1.485
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm3)	1.498	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m3)	1498.15	
% de Vacíos	42.90%	

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS**
ASTM C-29

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2019 PANAMERICANA NORTE KM 579

MUESTRA : C-X / A°F° / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO

Método Suelto

Muestra N°	1	2
Peso del frasco (gr)	4888.00	4888.00
Volúmen del frasco (cm3)	3026.00	3026.00
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	9870.00	9874.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	4982.00	4986.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1.646	1.648
Contenido de Humedad (%)	0.61%	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.646	1.648
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm3)	1.647	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m3)	1646.96	
% de Vacíos	35.18%	

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

PESO UNITARIO Y VACÍOS DE AGREGADOS
ASTM C-29

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2019 PANAMERICANA NORTE KM 579

MUESTRA : C-X / A°F° / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO

Método compactado por apisonado

Muestra N°	1	2
Peso del frasco (gr)	4888.00	4888.00
Volúmen del frasco (cm3)	3026.00	3026.00
Peso del Suelo Húmedo + Frasco (gr)	10259.00	10305.00
Peso del Suelo Húmedo (gr)	5371.00	5417.00
Peso Unitario Húmedo (gr/cm3)	1.775	1.790
Contenido de Humedad (%)	0.61%	
Peso Unitario Seco (gr/cm3)	1.775	1.790
Peso Unitario Seco Promedio (gr/cm3)	1.782	
Peso Unitario Seco Promedio (Kg/m3)	1782.44	
% de Vacíos	29.84%	

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO ACI**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2019 PANAMERICANA NORTE KM 579

MUESTRA : C-X / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Resistencia a la compresión f'c	=	210 Kg/cm2
Tipo de Estructura	=	Cimentaciones simples y calzaduras

CARACTERÍSTICAS	CEMENTO	AGR. GRUESO	AGR. FINO
Densidad o peso específico gr/cm3	3.15	2.62	2.54
Tamaño Máximo Nominal	-	3/4 plg	2.360 mm
Peso Unitario (Kg/m3)	3150	2620	2540
P.U Suelto Seco (kg/m3)	1500	1339.73	1646.96
P.U Compactado Seco (Kg/m3)	-	1498.15	1782.44
Módulo de Finura	-	7.56	2.67
Humedad (%)	-	0.37	0.61
Absorción (%)	-	0.98	2.74

Asentamiento según la estructura	Máximo	Mínimo
	3 plg	1 plg

Asentamiento según consistencia	
Consistencia	Plástica
Asentamiento	3 - 4 plg
Trabajabilidad	Trabajable
Método de Compactación	Vibración ligera y chuseado

Registro de ensayos en obras anteriores:

Nº MUESTRA	f'c
1	200 Kg/cm2
2	240 Kg/cm2
3	220 Kg/cm2
4	190 Kg/cm2
5	227 Kg/cm2
6	182 Kg/cm2
7	200 Kg/cm2
8	229 Kg/cm2
9	242 Kg/cm2
10	184 Kg/cm2

1.- CÁLCULO F'cr (RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA)

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}} = 22.89$$

$$F'cr = F'c + 1.33xS \dots \dots (1) = 240.4 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F'cr = F'c + 2.33xS - 35 \dots (2) = 228.3 \text{ Kg/cm}^2$$

F'cr = 240.00 Kg/cm2

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO ACI**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2019 PANAMERICANA NORTE KM 579

MUESTRA : C-X / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

2.- CONTENIDO DE AGUA

VOLUMEN UNITARIO DE AGUA								
Asentamiento	Agua en 1/m3 para los tamaños Max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicados							
1"=25mm	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Concreto sin aire incorporado								
1 a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3 a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6 a 7"	243	228	216	202	190	178	160	
Concreto con aire incorporado								
1 a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3 a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6 a 7"	216	205	197	184	174	166	154	

Volumen unitario de agua
205 lts

3.- CONTENIDO DE AIRE

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
Tamaño máximo nominal	Aire Atrapado
3/8 plg	3.00%
1/2 plg	2.50%
3/4 plg	2.00%
1 plg	1.50%
1 1/2 plg	1.00%
2 plg	0.50%
3 plg	0.3%
6 plg	0.2%

Contenido de Aire Atrapado para el tamaño máximo nominal del agregado de este proyecto = 2.00%

4.- RELACIÓN AGUA / CEMENTO

SELECCIÓN DE LA RELACIÓN AGUA / CEMENTO POR RESISTENCIA		
f'cr (28 días)	Relación agua cemento de diseño por peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	-
450	0.38	-

RELACIÓN AGUA / CEMENTO = 0.636 (Por interpolación)

5.- CONTENIDO DE CEMENTO

$$\frac{a}{c} = \frac{205 \text{ lts}}{c} = 0.636 \Rightarrow C = 322.33 \text{ Kg} \text{ lo que equivale a } 7.58 \text{ bolsas de cemento}$$

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO ACI**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2019 PANAMERICANA NORTE KM 579

MUESTRA : C-X / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

6.- CONTENIDO DEL AGREGADO GRUESO

PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DE CONCRETO				
Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen del agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Peso del agregado grueso por volumen de concreto = 0.633 m3

Cantidad de Agregado Grueso = 948.15 kg

7.- CONTENIDO DE VOLÚMENES ABSOLUTOS

Cemento = 0.102 m3
Agua = 0.205 m3
Aire = 0.020 m3
Agregado Grueso = 0.362 m3

0.689 m3

Volumen del Agregado Fino = 1 m3 - 0.689 m3 = 0.311 m3

8.- CONTENIDO DEL AGREGADO FINO

Cantidad de Agregado Fino = 789.39 kg

9.- DISEÑO EN ESTADO SECO

Cemento = 322.33 Kg
Agua = 205.00 lts
Aire = 2.00%
Agregado Grueso = 948.15 Kg
Agregado Fino = 789.39 Kg

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO ACI**

PROYECTO	:	MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD
SOLICITANTE	:	CUBAS GALVEZ JORGE LUIS
RESPONSABLE	:	ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA
UBICACIÓN	:	EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
FECHA	:	MAYO DEL 2019 PANAMERICANA NORTE KM 579
MUESTRA	:	C-X / CANTERA / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

10.- CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

$$Peso\ seco \times \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

Contenido de Agregado Grueso Corregido	=	951.67 Kg
Contenido de Agregado Fino Corregido	=	794.22 Kg

11.- APORTES DE AGUA A LA MEZCLA

$$\frac{(\%w - \%abs) \times \text{Agregado seco}}{100}$$

Agua del Agregado Grueso	=	-5.80 lts
Agua del Agregado Fino	=	-16.83 lts
Aporte de agua a la mezcla	=	-22.63 lts

12.- AGUA NETA

$$\text{Agua Neta} = \text{Volumen unitario de agua} - (\text{Aporte de agua a la mezcla})$$

Agua Neta = 227.63 lts

13.- PROPORCIONAMIENTO DEL DISEÑO

CEMENTO	AGREGADO FINO	AGREGADO GRUESO	AGUA
322.33 Kg	794.22 Kg	951.67 Kg	227.63 lts

*** PROPORCIONES DEL DISEÑO**

1	:	2.46	:	2.95	:	30.01 lts
---	---	------	---	------	---	-----------

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

OBRA : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESTIGOS : 06 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE

RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

FECHA : MAYO DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm2	Resistencia Obtenida Kg/cm2	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	CIMENTACIÓN	210	14/05/2019	21/05/2019	7	59015.47	26769.00	176.72	151.48	72.13
02	CIMENTACIÓN	210	14/05/2019	21/05/2019	7	58874.38	26705.00	176.72	151.12	71.96
03	CIMENTACIÓN	210	15/05/2019	22/05/2019	7	56149.47	25469.00	169.72	150.07	71.46
04	CIMENTACIÓN	210	15/05/2019	22/05/2019	7	59458.60	26970.00	176.72	152.62	72.68
05	MOTERO	1:5 (160)	16/05/2019	23/05/2019	7	19552.77	8869.00	78.54	112.92	70.58
06	MOTERO	1:5 (160)	16/05/2019	23/05/2019	7	19433.73	8815.00	78.54	112.24	70.15
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

OBRA : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESTIGOS : 06 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE

RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

FECHA : MAYO DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm2	Resistencia Obtenida Kg/cm2	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	CIMENTACIÓN	210	14/05/2019	28/05/2019	14	70012.56	31757.20	181.46	175.01	83.34
02	CIMENTACIÓN	210	14/05/2019	28/05/2019	14	68462.27	31054.00	176.72	175.73	83.68
03	CIMENTACIÓN	210	15/05/2019	29/05/2019	14	68354.24	31005.00	176.72	175.45	83.55
04	CIMENTACIÓN	210	15/05/2019	29/05/2019	14	68338.81	30998.00	176.72	175.41	83.53
05	MOTERO	1:5 (160)	16/05/2019	30/05/2019	14	23321.57	10578.50	78.54	134.69	84.18
06	MOTERO	1:5 (160)	16/05/2019	30/05/2019	14	23113.24	10484.00	78.54	133.49	83.43
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

OBRA : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESTIGOS : 06 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE

RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

FECHA : JUNIO DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	CIMENTACIÓN	210	14/05/2019	11/06/2019	28	81511.42	36973.00	176.72	209.22	99.63
02	CIMENTACIÓN	210	14/05/2019	11/06/2019	28	83497.78	37874.00	176.72	214.32	102.06
03	CIMENTACIÓN	210	15/05/2019	12/06/2019	28	82706.32	37515.00	176.72	212.29	101.09
04	CIMENTACIÓN	210	15/05/2019	12/06/2019	28	81901.63	37150.00	176.72	210.23	100.11
05	MOTERO	1:5 (160)	16/05/2019	13/06/2019	28	28159.39	12772.90	78.54	162.63	101.64
06	MOTERO	1:5 (160)	16/05/2019	13/06/2019	28	27715.60	12571.60	78.54	160.07	100.04
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

OBRA : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESTIGOS : 06 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE

RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

FECHA : MAYO DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm2	Resistencia Obtenida Kg/cm2	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	CIMENTACIÓN 0.71% CHEMAPLAST	210	14/05/2019	21/05/2019	7	104992.82	47624.00	176.72	269.50	128.33
02	CIMENTACIÓN 0.71% CHEMAPLAST	210	14/05/2019	21/05/2019	7	105469.02	47840.00	176.72	270.72	128.91
03	CIMENTACIÓN 0.94% CHEMAPLAST	210	14/05/2019	21/05/2019	7	103663.44	47021.00	176.72	266.08	126.71
04	CIMENTACIÓN 0.94% CHEMAPLAST	210	14/05/2019	21/05/2019	7	103264.40	46840.00	176.72	265.06	126.22
05	CIMENTACIÓN 2.00% CHEMAPLAST	210	14/05/2019	21/05/2019	7	86352.76	39169.00	176.72	221.65	105.55
06	CIMENTACIÓN 2.00% CHEMAPLAST	210	14/05/2019	21/05/2019	7	85700.19	38873.00	176.72	219.98	104.75
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

OBRA : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESTIGOS : 06 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE

RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

FECHA : MAYO DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	CIMENTACIÓN 0.71% CHEMAPLAST	210	14/05/2019	28/05/2019	14	122526.17	55577.00	176.72	314.50	149.76
02	CIMENTACIÓN 0.71% CHEMAPLAST	210	14/05/2019	28/05/2019	14	122003.67	55340.00	176.72	313.16	149.12
03	CIMENTACIÓN 0.94% CHEMAPLAST	210	14/05/2019	28/05/2019	14	120354.62	54592.00	176.72	308.93	147.11
04	CIMENTACIÓN 0.94% CHEMAPLAST	210	14/05/2019	28/05/2019	14	116170.25	52694.00	176.72	298.19	141.99
05	CIMENTACIÓN 2.00% CHEMAPLAST	210	14/05/2019	28/05/2019	14	99309.31	45046.00	176.72	254.91	121.38
06	CIMENTACIÓN 2.00% CHEMAPLAST	210	14/05/2019	28/05/2019	14	100341.07	45514.00	176.72	257.56	122.65
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

OBRA : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESTIGOS : 06 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE

RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

FECHA : JUNIO DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	CIMENTACIÓN 0.71% CHEMAPLAST	210	14/05/2019	11/06/2019	28	132034.69	59890.00	176.72	338.91	161.38
02	CIMENTACIÓN 0.71% CHEMAPLAST	210	14/05/2019	11/06/2019	28	132607.89	60150.00	176.72	340.38	162.09
03	CIMENTACIÓN 0.94% CHEMAPLAST	210	14/05/2019	11/06/2019	28	128824.77	58434.00	176.72	330.67	157.46
04	CIMENTACIÓN 0.94% CHEMAPLAST	210	14/05/2019	11/06/2019	28	129122.39	58569.00	176.72	331.43	157.82
05	CIMENTACIÓN 2.00% CHEMAPLAST	210	14/05/2019	11/06/2019	28	124766.06	56593.00	176.72	320.25	152.50
06	CIMENTACIÓN 2.00% CHEMAPLAST	210	14/05/2019	11/06/2019	28	124814.56	56615.00	176.72	320.37	152.56
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

OBRA : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESTIGOS : 06 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE

RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

FECHA : MAYO DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	CIMENTACIÓN 4.00% CHEMA 1 LÍQUIDO	210	15/05/2019	22/05/2019	7	58082.92	26346.00	176.72	149.09	70.99
02	CIMENTACIÓN 4.00% CHEMA 1 LÍQUIDO	210	15/05/2019	22/05/2019	7	59257.98	26879.00	176.72	152.10	72.43
03	CIMENTACIÓN 4.45% CHEMA 1 LÍQUIDO	210	15/05/2019	22/05/2019	7	57944.03	26283.00	176.72	148.73	70.82
04	CIMENTACIÓN 4.45% CHEMA 1 LÍQUIDO	210	15/05/2019	22/05/2019	7	59465.22	26973.00	176.72	152.64	72.68
05	CIMENTACIÓN 5.00% CHEMA 1 LÍQUIDO	210	15/05/2019	22/05/2019	7	58468.73	26521.00	176.72	150.08	71.47
06	CIMENTACIÓN 5.00% CHEMA 1 LÍQUIDO	210	15/05/2019	22/05/2019	7	59240.34	26871.00	176.72	152.06	72.41
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

OBRA : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM² Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESTIGOS : 06 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE

RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

FECHA : MAYO DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	CIMENTACIÓN 4.00% CHEMA 1 LÍQUIDO	210	15/05/2019	29/05/2019	14	68318.97	30989.00	176.72	175.36	83.51
02	CIMENTACIÓN 4.00% CHEMA 1 LÍQUIDO	210	15/05/2019	29/05/2019	14	68453.45	31050.00	176.72	175.71	83.67
03	CIMENTACIÓN 4.45% CHEMA 1 LÍQUIDO	210	15/05/2019	29/05/2019	14	65319.36	29628.40	172.03	172.22	82.01
04	CIMENTACIÓN 4.45% CHEMA 1 LÍQUIDO	210	15/05/2019	29/05/2019	14	65861.48	29874.30	176.72	169.05	80.50
05	CIMENTACIÓN 5.00% CHEMA 1 LÍQUIDO	210	15/05/2019	29/05/2019	14	65214.42	29580.80	172.03	171.95	81.88
06	CIMENTACIÓN 5.00% CHEMA 1 LÍQUIDO	210	15/05/2019	29/05/2019	14	66248.83	30050.00	176.72	170.05	80.98
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

OBRA : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESTIGOS : 06 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE

RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

FECHA : JUNIO DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	CIMENTACIÓN 4.00% CHEMA 1 LÍQUIDO	210	15/05/2019	12/06/2019	28	81751.72	37082.00	176.72	209.84	99.92
02	CIMENTACIÓN 4.00% CHEMA 1 LÍQUIDO	210	15/05/2019	12/06/2019	28	81568.74	36999.00	176.72	209.37	99.70
03	CIMENTACIÓN 4.45% CHEMA 1 LÍQUIDO	210	15/05/2019	12/06/2019	28	80951.44	36719.00	176.72	207.79	98.95
04	CIMENTACIÓN 4.45% CHEMA 1 LÍQUIDO	210	15/05/2019	12/06/2019	28	81954.54	37174.00	176.72	210.36	100.17
05	CIMENTACIÓN 5.00% CHEMA 1 LÍQUIDO	210	15/05/2019	12/06/2019	28	81839.90	37122.00	176.72	210.07	100.03
06	CIMENTACIÓN 5.00% CHEMA 1 LÍQUIDO	210	15/05/2019	12/06/2019	28	81985.41	37188.00	176.72	210.44	100.21
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

OBRA : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESTIGOS : 06 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE

RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

FECHA : MAYO DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	MORTERO 2.00% CHEMA 1 EN POLVO	1:5 (160)	16/05/2019	23/05/2019	7	19916.54	9034.00	78.54	115.02	71.89
02	MORTERO 2.00% CHEMA 1 EN POLVO	1:5 (160)	16/05/2019	23/05/2019	7	20095.11	9115.00	78.54	116.06	72.53
03	MORTERO 2.35% CHEMA 1 EN POLVO	1:5 (160)	16/05/2019	23/05/2019	7	20824.84	9446.00	78.54	120.27	75.17
04	MORTERO 2.35% CHEMA 1 EN POLVO	1:5 (160)	16/05/2019	23/05/2019	7	20805.00	9437.00	78.54	120.16	75.10
05	MORTERO 3.00% CHEMA 1 EN POLVO	1:5 (160)	16/05/2019	23/05/2019	7	21060.73	9553.00	78.54	121.63	76.02
06	MORTERO 3.00% CHEMA 1 EN POLVO	1:5 (160)	16/05/2019	23/05/2019	7	21170.97	9603.00	78.54	122.27	76.42
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

OBRA : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESTIGOS : 06 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE

RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

FECHA : MAYO DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm ²	Resistencia Obtenida Kg/cm ²	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	MORTERO 2.00% CHEMA 1 EN POLVO	1:5 (160)	16/05/2019	30/05/2019	14	22436.64	10177.10	78.54	129.58	80.99
02	MORTERO 2.00% CHEMA 1 EN POLVO	1:5 (160)	16/05/2019	30/05/2019	14	22277.69	10105.00	78.54	128.66	80.41
03	MORTERO 2.35% CHEMA 1 EN POLVO	1:5 (160)	16/05/2019	30/05/2019	14	22448.54	10182.50	78.54	129.65	81.03
04	MORTERO 2.35% CHEMA 1 EN POLVO	1:5 (160)	16/05/2019	30/05/2019	14	22245.50	10090.40	78.54	128.47	80.30
05	MORTERO 3.00% CHEMA 1 EN POLVO	1:5 (160)	16/05/2019	30/05/2019	14	22826.64	10354.00	78.54	131.83	82.39
06	MORTERO 3.00% CHEMA 1 EN POLVO	1:5 (160)	16/05/2019	30/05/2019	14	22597.36	10250.00	78.54	130.51	81.57
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES

**CERTIFICADO DE ROTURA
ASTM C39**

OBRA : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

UBICACIÓN : EL MILAGRO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

TESTIGOS : 06 TESTIGOS ALCANZADOS POR EL SOLICITANTE

RESPONSABLE LAB. : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

FECHA : JUNIO DEL 2019

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Rotura		Edad (días)	Carga		Sección cm2	Resistencia Obtenida Kg/cm2	Porcentaje del Diseño %
			Moldeo	Rotura		Lbs.	Kgs.			
01	MORTERO 2.00% CHEMA 1 EN POLVO	1:5 (160)	16/05/2019	13/06/2019	28	27917.54	12663.20	78.54	161.23	100.77
02	MORTERO 2.00% CHEMA 1 EN POLVO	1:5 (160)	16/05/2019	13/06/2019	28	27702.81	12565.80	78.54	159.99	100.00
03	MORTERO 2.35% CHEMA 1 EN POLVO	1:5 (160)	16/05/2019	13/06/2019	28	27950.17	12678.00	78.54	161.42	100.89
04	MORTERO 2.35% CHEMA 1 EN POLVO	1:5 (160)	16/05/2019	13/06/2019	28	27881.83	12647.00	78.54	161.03	100.64
05	MORTERO 3.00% CHEMA 1 EN POLVO	1:5 (160)	16/05/2019	13/06/2019	28	27903.88	12657.00	78.54	161.15	100.72
06	MORTERO 3.00% CHEMA 1 EN POLVO	1:5 (160)	16/05/2019	13/06/2019	28	27929.45	12668.60	78.54	161.30	100.81
OBSERVACIONES Y SUGERENCIAS			EL MOLDEO Y CURADO DE LOS TESTIGOS HA SIDO REALIZADO POR EL SOLICITANTE							

VALORES		
EDAD EN DÍAS	RESISTENCIA (%)	
	MÍNIMO	IDEAL
7	70	75
14	80	85
21	90	95
28	100	115

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

**PERMEABILIDAD MEDIANTE EL PERMEÁMETRO DE CARGA VARIABLE
ACI522 R, 2006**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : JUNIO DEL 2019

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO, MEDIANTE EL PERMEÁMETRO DE CARGA VARIABLE (ACI 522, R)

Para la obtención de los coeficientes de permeabilidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$K = \frac{L}{t} \times \frac{a}{A} \times \ln \frac{h_1}{h_2}$$

Dónde:

K = Coeficiente de permeabilidad (m/s)

A = Área de la muestra (m)

a = Área de la tubería de carga (m)

t = Tiempo en segundos que demora en pasar (h2-h1)

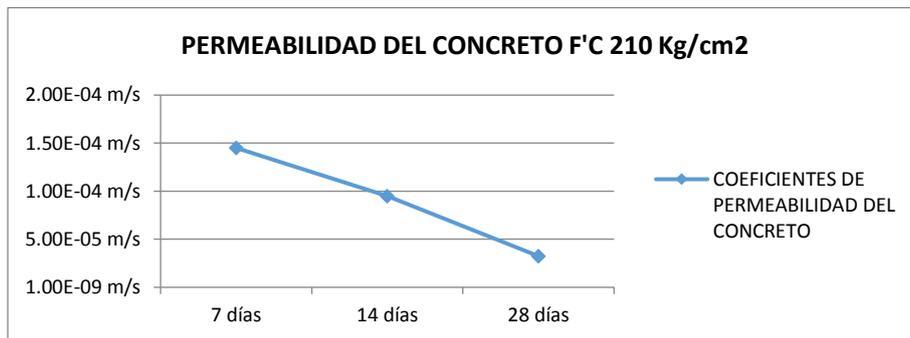
h1 = Altura de agua medida del nivel de referencia (parte superior de la muestra (m))

h2 = Altura de tubería de salida del agua con respecto al nivel de referencia (0.01 m))

L = Longitud de la muestra

* El cemento utilizado es Mochica Antisalitre

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Ensayo		Edad (días)	Porcentaje de Aditivo	Coeficiente de Permeabilidad
			Moldeo	Práctica			
01	CIMENTACIÓN	210	14/05/2019	21/05/2019	7 días	0.00%	1.45E-04 m/s
02	CIMENTACIÓN	210	14/05/2019	28/05/2019	14 días	0.00%	9.51E-05 m/s
03	CIMENTACIÓN	210	14/05/2019	11/06/2019	28 días	0.00%	3.25E-05 m/s



NIVELES DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO NTC 4483, 2002	
Nivel de Permeabilidad	Coefficiente de Darcy
Alta permeabilidad	0 – 1.0 x 10 ⁻³ m/s
Permeabilidad media	10 ⁻³ – 10 ⁻⁴ m/s
Baja permeabilidad	10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁶ m/s
Alta impermeabilidad	10 ⁻⁶ – 10 ⁻⁷ m/s
Muy alta impermeabilidad	10 ⁻⁷ – 10 ⁻⁹ m/s

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

**PERMEABILIDAD MEDIANTE EL PERMEÁMETRO DE CARGA VARIABLE
ACI522 R, 2006**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : JUNIO DEL 2019

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO, MEDIANTE EL PERMEÁMETRO DE CARGA VARIABLE (ACI 522, R)

Para la obtención de los coeficientes de permeabilidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$K = \frac{L}{t} \times \frac{a}{A} \times \ln \frac{h1}{h2}$$

Dónde:

K = Coeficiente de permeabilidad (m/s)

A = Área de la muestra (m)

a = Área de la tubería de carga (m)

t = Tiempo en segundos que edemora en pasar (h2-h1)

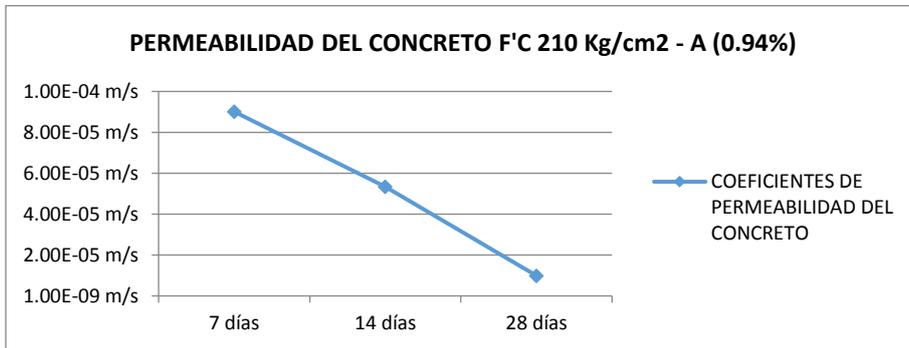
h1 = Altura de agua medida del nivel de referencia (parte superior de la muestra (m))

h2 = Altura de tubería de salida del agua con respecto al nivel de referencia (0.01 m))

L = Longitud de la muestra

* El cemento utilizado es Mochica Antisalitre

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm²	Fecha de Ensayo		Edad (días)	Porcentaje de Aditivo	Coeficiente de Permeabilidad
			Moldeo	Práctica			
01	CIMENTACIÓN CHEMAPLAST	210	14/05/2019	21/05/2019	7 días	0.94%	9.01E-05 m/s
02	CIMENTACIÓN CHEMAPLAST	210	14/05/2019	28/05/2019	14 días	0.94%	5.35E-05 m/s
03	CIMENTACIÓN CHEMAPLAST	210	14/05/2019	11/06/2019	28 días	0.94%	9.91E-06 m/s



NIVELES DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO NTC 4483, 2002	
Nivel de Permeabilidad	Coefficiente de Darcy
Alta permeabilidad	0 – 1.0 x 10 ⁻³ m/s
Permeabilidad media	10 ⁻³ – 10 ⁻⁴ m/s
Baja permeabilidad	10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁶ m/s
Alta impermeabilidad	10 ⁻⁶ – 10 ⁻⁷ m/s
Muy alta impermeabilidad	10 ⁻⁷ – 10 ⁻⁹ m/s

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

**PERMEABILIDAD MEDIANTE EL PERMEÁMETRO DE CARGA VARIABLE
ACI522 R, 2006**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'C 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : JUNIO DEL 2019

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO, MEDIANTE EL PERMEÁMETRO DE CARGA VARIABLE (ACI 522, R)

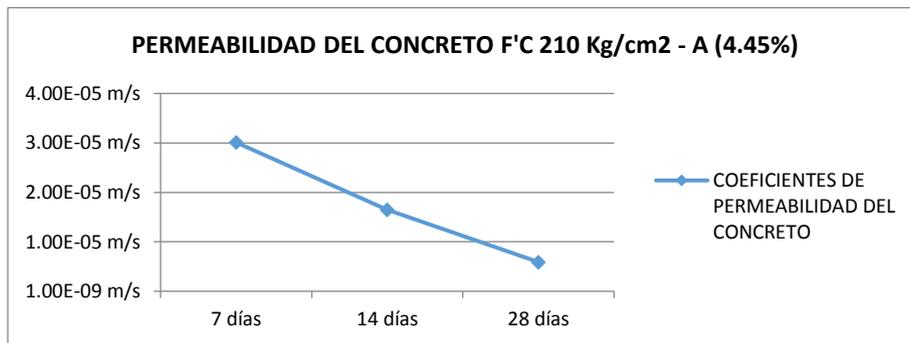
Para la obtención de los coeficientes de permeabilidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$K = \frac{L}{t} \times \frac{a}{A} \times \ln \frac{h_1}{h_2}$$

Dónde:

- K = Coeficiente de permeabilidad (m/s)
- A = Área de la muestra (m)
- a = Área de la tubería de carga (m)
- t = Tiempo en segundos que edemora en pasar (h2-h1)
- h1 = Altura de agua medida del nivel de referencia (parte superior de la muestra (m))
- h2 = Altura de tubería de salida del agua con respecto al nivel de referencia (0.01 m))
- L = Longitud de la muestra

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Ensayo		Edad (días)	Porcentaje de Aditivo	Coeficiente de Permeabilidad
			Moldeo	Práctica			
01	CIMENTACIÓN CHEMA 1 LÍQUIDO	210	14/05/2019	21/05/2019	7 días	4.45%	3.01E-05 m/s
02	CIMENTACIÓN CHEMA 1 LÍQUIDO	210	14/05/2019	28/05/2019	14 días	4.45%	1.65E-05 m/s
03	CIMENTACIÓN CHEMA 1 LÍQUIDO	210	14/05/2019	11/06/2019	28 días	4.45%	5.91E-06 m/s



NIVELES DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO NTC 4483, 2002	
Nivel de Permeabilidad	Coefficiente de Darcy
Alta permeabilidad	0 – 1.0 x 10 ⁻³ m/s
Permeabilidad media	10 ⁻³ – 10 ⁻⁴ m/s
Baja permeabilidad	10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁶ m/s
Alta impermeabilidad	10 ⁻⁶ – 10 ⁻⁷ m/s
Muy alta impermeabilidad	10 ⁻⁷ – 10 ⁻⁹ m/s

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

**PERMEABILIDAD MEDIANTE EL PERMEAMETRO DE CARGA VARIABLE
ACI522 R, 2006**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : JUNIO DEL 2019

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO, MEDIANTE EL PERMEAMETRO DE CARGA VARIABLE (ACI 522, R)

Para la obtención de los coeficientes de permeabilidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$K = \frac{L}{t} \times \frac{a}{A} \times \ln \frac{h_1}{h_2}$$

Dónde:

- K = Coeficiente de permeabilidad (m/s)
- A = Área de la muestra (m)
- a = Área de la tubería de carga (m)
- t = Tiempo en segundos que edemora en pasar (h2-h1)
- h1 = Altura de agua medida del nivel de referencia (parte superior de la muestra (m))
- h2 = Altura de tubería de salida del agua con respecto al nivel de referencia (0.01 m))
- L = Longitud de la muestra

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm ²	Fecha de Ensayo		Edad (días)	Porcentaje de Aditivo	Coeficiente de Permeabilidad
			Moldeo	Práctica			
01	MORTERO	1:5 (160)	14/05/2019	21/05/2019	7 días	0.00%	1.17E-08 m/s
02	MORTERO	1:5 (160)	14/05/2019	28/05/2019	14 días	0.00%	5.73E-09 m/s
03	MORTERO	1:5 (160)	14/05/2019	11/06/2019	28 días	0.00%	2.24E-09 m/s



NIVELES DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO NTC 4483, 2002	
Nivel de Permeabilidad	Coefficiente de Darcy
Alta permeabilidad	0 – 1.0 x 10 ⁻³ m/s
Permeabilidad media	10 ⁻³ – 10 ⁻⁴ m/s
Baja permeabilidad	10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁶ m/s
Alta impermeabilidad	10 ⁻⁶ – 10 ⁻⁷ m/s
Muy alta impermeabilidad	10 ⁻⁷ – 10 ⁻⁹ m/s

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES

**PERMEABILIDAD MEDIANTE EL PERMEÁMETRO DE CARGA VARIABLE
ACI522 R, 2006**

PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL CONCRETO F'c 210 KG/CM2 Y MORTERO 1:5 ADICIONANDO ADITIVOS CHEMA, DISTRITO DE VÍCTOR LARCO, TRUJILLO, LA LIBERTAD

SOLICITANTE : CUBAS GALVEZ JORGE LUIS

RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

UBICACIÓN : VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO - LA LIBERTAD

FECHA : JUNIO DEL 2019

COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO, MEDIANTE EL PERMEÁMETRO DE CARGA VARIABLE (ACI 522, R)

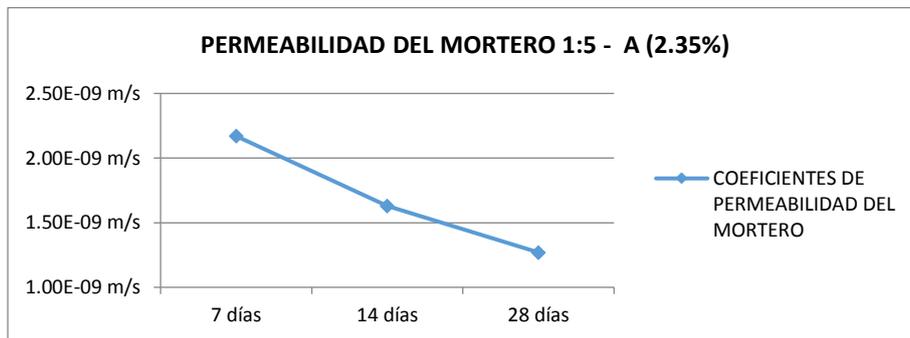
Para la obtención de los coeficientes de permeabilidad se utilizó la siguiente fórmula:

$$K = \frac{L}{t} \times \frac{a}{A} \times \ln \frac{h_1}{h_2}$$

Dónde:

- K = Coeficiente de permeabilidad (m/s)
- A = Área de la muestra (m)
- a = Área de la tubería de carga (m)
- t = Tiempo en segundos que edemora en pasar (h2-h1)
- h1 = Altura de agua medida del nivel de referencia (parte superior de la muestra (m))
- h2 = Altura de tubería de salida del agua con respecto al nivel de referencia (0.01 m))
- L = Longitud de la muestra

N° de Testigo	Estructura	Resist. Kg/cm²	Fecha de Ensayo		Edad (días)	Porcentaje de Aditivo	Coeficiente de Permeabilidad
			Moldeo	Práctica			
01	MORTERO CHEMA 1 EN POLVO	1:5 (160)	14/05/2019	21/05/2019	7 días	2.35%	2.17E-09 m/s
02	MORTERO CHEMA 1 EN POLVO	1:5 (160)	14/05/2019	28/05/2019	14 días	2.35%	1.63E-09 m/s
03	MORTERO CHEMA 1 EN POLVO	1:5 (160)	14/05/2019	11/06/2019	28 días	2.35%	1.27E-09 m/s



NIVELES DE PERMEABILIDAD DEL CONCRETO NTC 4483, 2002	
Nivel de Permeabilidad	Coefficiente de Darcy
Alta permeabilidad	0 – 1.0 x 10 ⁻³ m/s
Permeabilidad media	10 ⁻³ – 10 ⁻⁴ m/s
Baja permeabilidad	10 ⁻⁵ – 10 ⁻⁶ m/s
Alta impermeabilidad	10 ⁻⁶ – 10 ⁻⁷ m/s
Muy alta impermeabilidad	10 ⁻⁷ – 10 ⁻⁹ m/s