



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL**

“Análisis de la impermeabilidad del concreto aplicando el aditivo Chemaplast Impermeabilizante para uso en reservorios, Lima 2019”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Barranca Sáenz, José Carlos Vladimir (ORCID: 0000-0001-8764-5052)

**ASESOR:**

Mg. Carlos Alberto Villegas Martínez (ORCID: 0000-0003-0817-7057)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **Dedicatoria**

Dedico esta investigación a mi madre porque nunca perdió la fe en mí, a mis hermanas Ysabel y Rosa por apoyarme en el tiempo que decidí realizar mi sueño, a mi hermano Marco que me enseñó a ser un soñador y que se puede comenzar de cero, a mi hermano Francisco que sacrificó mucho por darme su apoyo y dio todo por mí y sobre todo a mi hermano Ricardo que me enseñó a ser la persona quien soy, y que desde niño fue mi guía y mi ejemplo de toda la vida , a mis amigos que siempre buscaron palabras de aliento para que siga adelante y por último a Dios por darme la fe de que todo puede ser mejor.

J. Barranca S.

### **Agradecimiento**

A mis profesores por brindarme la información para poder desarrollarme en la vida académica, a la Universidad César Vallejo brindarme la oportunidad de cumplir con uno de mis mayores sueños, ser un profesional.

A mi asesor el Ing. Carlos Villegas por su ayuda en el desarrollo de esta investigación durante el ciclo académico.

A mis compañeros, porque fueron parte de mi aprendizaje profesional como social.

## **PÁGINA DEL JURADO**

# DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## Declaratoria de Originalidad del Autor

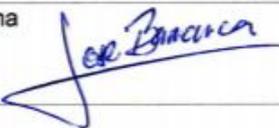
Yo, **BARRANCA SÁENZ, José Carlos Vladimir** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

**“Análisis de la impermeabilidad del concreto aplicando el aditivo Chemaplast Impermeabilizante para uso en reservorios, Lima 2019”**, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Lima 20 de Diciembre del 2019

Apellidos y Nombres del Autor <b>BARRANCA SÁENZ, José Carlos Vladimir</b>	
DNI: 42370942	Firma 
ORCID: 0000-0001-8764-5052	



# ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PÁGINA DEL JURADO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
ÍNDICE .....	vi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	2
1.2. Trabajos previos.....	5
1.3. Teoría relacionada al tema.....	9
1.4. Formulación del problema.....	34
1.5. Justificación del problema.....	34
1.6. Hipótesis características y Tipos.....	35
1.7. Objetivos.....	35
II. MÉTODO.....	36
2.1. Diseño de Investigación .....	37
2.2. Población, Muestra y Muestreo.....	40
2.3. Técnica e Instrumento de recolección de datos, validación y confiabilidad.....	41
2.4. Método de Análisis de Datos.....	43
III. RESULTADOS.....	45
3.1. Objetivo General.....	46
3.2. Ubicación y descripción del lugar de estudio.....	47
3.3. Estudio de los agregados.....	47
3.4. Diseño de Mezcla Comité 211 ACI.....	51
3.5. Resistencia a la Compresión.....	60
3.6. Determinación de Absorción y Volumen de Vacíos.....	69
3.7. Determinación de la impermeabilidad del Concreto endurecido.....	72
3.8. Reducción de agua en mezcla.....	75

IV. DISCUSIÓN.....	77
V. CONCLUSIONES.....	81
VI. RECOMENDACIONES.....	85
VII. REFERENCIAS .....	88
VIII. ANEXOS.....	94
Anexo N° 1 - Panel Fotográfico .....	95
Anexo N° 2 - Especificaciones Técnicas Cemento Portland Tipo I .....	105
Anexo N° 3 - Especificaciones Técnicas Aditivo Chemaplast .....	107
Anexo N° 4 - Hojas de recolección de datos .....	109
Anexo N° 5 - Certificados de resultados de ensayos .....	116
Anexo N° 6 - Matriz de Consistencia .....	124
Anexo N° 7 - Acta de aprobación de originalidad de Tesis .....	125
Anexo N° 8 - Turnitin .....	126
Anexo N° 9 - Autorización de publicación de Tesis en repositorio institucional .....	127
Anexo N°10 - Autorización de la versión final del trabajo de investigación .....	128

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I-1: Compuestos químicos principales del Cemento Portland .....	10
Tabla I-2: Clasificación de los Cementos.....	11
Tabla I-3: Principales propiedades y compuestos.....	11
Tabla I-4: Abertura de tamices para realizar el análisis granulométrico.....	13
Tabla I-5: Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso.....	14
Tabla I-6: Peso mínimo para muestra de ensayo.....	15
Tabla I-7: Relación de a/c según su condición de exposición.....	18
Tabla I-8: Requisitos de agua de mezclado en función del Diámetro nominal Máximo de la piedra y el Asentamiento en pulgadas.....	20
Tabla I-9: Relación (a/c) y la resistencia ( $f'_{cr}$ ).....	20
Tabla I-10: Calculo de resistencia requerida.....	20
Tabla I-11: Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto .....	21
Tabla I-12: Estimado de peso de concreto fresco.....	21
Tabla I-13: Relación de la permeabilidad del concreto con el coeficiente de permeabilidad y la profundidad de penetración.....	23
Tabla I-14: Clasificación de los Aditivos químicos.....	29
Tabla I-15: Beneficios de los Aditivos en el Concreto.....	29
Tabla I-16: Trabajabilidad y magnitud de revenimiento.....	31
Tabla II-1: Operacionalización de variables.....	39
Tabla II-2: Metodología y cantidad de probetas.....	41
Tabla II-3: Cuadro de Validez y confiabilidad de los ensayos.....	42
Tabla II-4: Rango de Validez.....	42
Tabla III-1: Análisis Granulométrico del Agregado Fino.....	48
Tabla III-2: Características del Agregado Fino.....	48
Tabla III-3: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.....	49
Tabla III-4: Características del Agregado Grueso.....	50
Tabla III-5: Análisis Granulométrico del Agregado Global.....	50

Tabla III-6: Características del Agregado Global.....	51
Tabla III-7: Resistencia a la Compresión edad de 7 días de Diseño Patrón - $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .....	60
Tabla III-8: Resistencia a la Compresión edad de 7 días de Diseño adicionando Aditivo Chemaplast Impermeabilizante - $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ .....	61
Tabla III-9: Resistencia a la Compresión edad de 7 días de Diseño Patrón - $f'c=315\text{kg/cm}^2$ .....	62
Tabla III-10: Resistencia a la Compresión edad de 7 días de Diseño adicionando Aditivo Chemaplast Impermeabilizante - $f'c=315\text{ kg/cm}^2$ .....	63
Tabla III-11: Resistencia a la Compresión edad de 28 días de Diseño Patrón - $f'c=280\text{kg/cm}^2$ .....	65
Tabla III-12: Resistencia a la Compresión edad de 28 días de Diseño adicionando Aditivo Chemaplast Impermeabilizante - $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ .....	66
Tabla III-13: Resistencia a la Compresión edad de 28 días de Diseño Patrón - $f'c=315\text{kg/cm}^2$ .....	67
Tabla III-14: Resistencia a la Compresión edad 28 días de Diseño adicionando Aditivo Chemaplast Impermeabilizante - $f'c=315\text{ kg/cm}^2$ .....	68
Tabla III-15: Datos de masa expuesta a distintas situaciones.....	69
Tabla III-16: Resultados de Ensayo para determinar la Absorción y Volumen de Vacíos .....	69
Tabla III-17: Datos de Muestras sometidas al Ensayo de permeabilidad.....	72
Tabla III-18: Análisis de Resultados de Ensayo de Permeabilidad para $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ ....	72
Tabla III-19: Análisis de Resultados de Ensayo de Permeabilidad para $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ ....	73
Tabla III-20: Agua utilizada en cada diseño de mezcla $f'c=280\text{ kg/cm}^2$ .....	75
Tabla III-21: Agua utilizada en cada diseño de mezcla $f'c=315\text{ kg/cm}^2$ .....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

Figura I-1: Esquema de penetración al concreto endurecido.....	4
Figura I-2: Cúpula de Tanque de agua colapsada.....	5
Figura I-3: Esquema de procedimiento.....	27
Figura I-4: Esquema de ploteo de los datos mostrados.....	28
Figura I-5: Tipos de Asentamientos.....	32
Figura III-1: Ubicación de estudio.....	47
Gráfica III-1: Curva granulométrica del Agregado Fino.....	48
Gráfica III-2: Curva granulométrica del Agregado Grueso.....	49
Gráfica III-3: Curva granulométrica del Agregado Global.....	51
Gráfica III-4: Análisis comparativo a edad de 7 días de Resistencia a la Compresión promedio del Diseño Patrón - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	60
Gráfica III-5: Análisis comparativo a edad de 7 días de Diseño adicionando Aditivo Chemaplast Impermeabilizante - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	61
Gráfica III-6: Análisis comparativo a edad de 7 días de Resistencia a la Compresión promedio del Diseño Patrón - $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$ .....	62
Gráfica III-7: Análisis comparativo a edad de 7 días de Diseño adicionando Aditivo Chemaplast Impermeabilizante - $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$ .....	64
Gráfica III-8: Análisis comparativo a edad de 28 días de Resistencia a la Compresión de Diseño Patrón - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	65
Gráfica III-9: Chemaplast Impermeabilizante - $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	66
Gráfica III-10: Análisis comparativo a edad de 28 días de Resistencia a la Compresión de Diseño Patrón - $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$ .....	67
Gráfica III-11: Análisis comparativo a edad de 28 días de Diseño adicionando Aditivo Chemaplast Impermeabilizante - $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$ .....	68
Gráfica III-12: Análisis comparativo del volumen de Vacíos en Concreto o Espacios de Poros Permeables $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	70
Gráfica III-13: Análisis comparativo del volumen de Vacíos en Concreto o Espacios de Poros Permeables $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$ .....	71
Gráfica III-14: Análisis comparativo de la profundidad de penetración de agua en probetas de concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ .....	73

Gráfica III-15: Análisis comparativo de la profundidad de penetración de agua en probetas de concreto $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$ .....	74
Gráfica III-16: Análisis comparativo del incremento de la permeabilidad en probetas de concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$ .....	75
Gráfica III-17: Análisis comparativo de la variación de agua en diseño de mezcla.....	76
Gráfica III-18: Análisis comparativo de la variación de agua en diseño de mezcla.....	76

## RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo principal el determinar la impermeabilidad de un concreto utilizando aditivo Chemaplast Impermeabilizante para reservorios, utilizando los diseños de resistencia a la compresión de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=315$  kg/cm<sup>2</sup> estipulados en la norma E.060 para concretos con alta exposición al agua, esta investigación es de tipo experimental, cuantitativa y descriptiva ya que permite determinar datos científicos mediante la utilización de ensayos normados, poder medirlos y describirlos para su análisis

La muestra está determinada por las 48 probetas de 4"x8" para el ensayo de resistencia a la compresión, y las 16 probetas de 6" x12" para los ensayos de penetración de agua en concreto endurecido de la NTC 4483 y para el ensayo de determinar el volumen de vacíos

Los análisis de estos ensayos se hicieron a 7 y 28 días de edad de la muestra para determinar la resistencia a la compresión el cual mostro un patrón a disminuir la resistencia a la compresión utilizando el aditivo Chemaplast Impermeabilizante en sus tres distintas dosis y 28 días para los ensayos de permeabilidad y volumen de vacíos, el cual demostró un aumento en la impermeabilidad mediante la reducción de penetración en el concreto endurecido como la reducción del porcentaje de vacíos en las muestras con dosis de aditivo

Finalmente se pudo analizar la información de la investigación y determinar los cambios en las características de un concreto para el uso en reservorios

**Palabras clave:** Concreto, impermeabilidad, aditivo, reservorios.

## ABSTRACT

The main objective of this investigation is to determine the impermeability of a concrete using Chemaplast additive Waterproofing for reservoirs, using the designs of compressive strength of  $f'c = 280 \text{ kg / cm}^2$  and  $f'c = 315 \text{ kg / cm}^2$  stipulated in standard E .060 for concrete with high exposure to water, this research is experimental, quantitative and descriptive because it allows to determine scientific data through the use of standardized tests, to be able to measure and describe them for analysis

The sample is determined by the 48 "4" x8 "specimens for the compression strength test, and the 16 6 " x12 " specimens for the water penetration tests on hardened concrete of NTC 4483 and for the test determine the volume of voids

The analyzes of these tests were made at 7 and 28 days of age of the sample to determine the compressive strength which showed a pattern to decrease the compressive strength using the Chemaplast Waterproofing additive in its three different doses and 28 days to Permeability and void volume tests, which demonstrated an increase in impermeability by reducing penetration in hardened concrete and reducing the percentage of voids in samples with additive doses

Finally, it was possible to analyze the research information and determine the changes in the characteristics of a concrete for use in reservoirs

**Keywords:** Concrete, impermeability, additive, reservoirs.

# **I: INTRODUCCIÓN**

## **1.1. Realidad Problemática**

El agua es el recurso más importante para la vida, es así que el agua potable es uno de los elementos que más cuidado se le debe dar, cuando se enfoca un proyecto de construcción que se encargue de su tratamiento, almacenamiento y distribución.

Datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) y del UNICEF en sus últimos informes indican que aproximadamente el 30% de 7000 millones de personas no cuentan con agua potable en su vida diaria, y que 7500 millones de personas carecen de un adecuado sistema de saneamiento (2017, párr. 1)

Además, la BBC menciona el incremento que se espera de la demanda del agua en el mundo entre los años 2000 y 2050 llegue al 55%, y aunque la mayoría del consumo sea a causa de la agricultura e industria, solo el 3% del total del agua dulce en el mundo es considerada tratable para consumo humano (2017, párr.6-7)

Esta información deja claro la necesidad de este tipo de obras de captación del recurso hídrico como son los reservorios, ya que mucha del agua proveniente de los ríos no es captada y almacenada, y desechada en el mar

El crecimiento poblacional exponencial que ha ocurrido en Lima, ha incrementado la demanda del recurso hídrico, ya sea para saneamiento o industrial, ambos factores están relacionados directamente, ya que este fenómeno social ha sido reflejado en el nacimiento de nuevas zonas de viviendas en las periferias de la capital y consigo la necesidad del consumo del líquido elemento

Un reflejo del crecimiento poblacional las últimas décadas fue que trajo consigo la construcción de viviendas ya sea para una familia o multifamiliares, estas construcciones son de variadas dimensiones ya sea desde una vivienda de 1 o 2 piso o un edificio de 3 o 4 pisos hasta un proyecto de 37 pisos, pero todas estas tienen un factor en común que es un desempeño adecuado, fluido y de calidad del agua potable para los habitantes de las mismas

Sabiéndose que la ciudad metropolitana de Lima es una de las capitales del mundo con menor recurso hídrico para generación de agua potable, ya que solo cuenta con 3 cuencas principales, la implementación de un adecuado proceso constructivo de este tipo

de obras hidráulicas, que ayuden en el correcto y eficiente uso del agua potable es de principal importancia

Los reservorios de agua, o también llamados tanques de agua pueden estar de manera subterránea, a nivel del terreno o elevados, son parte de las obras complementarias de la red de agua potable, se desempeñan para el almacenamiento del agua potable, funcionan muchas veces a gravedad, es por eso que se les ubica muy comúnmente en partes de mayor cota que las viviendas o elevadas mediante armaduras de concreto armado, estas estructuras están hechas en su mayoría de concreto armado.

Este tipo de estructuras son diseñadas para soportar el ataque físico y químico de distintos agentes que atentan contra su integridad estructural, es por esto que son diseñadas por su durabilidad y eficiencia ante estos, además es necesario que esta cumpla con ciertas normativas como las que nos explica la norma de Diseño Sísmico de Estructuras Contenedoras de Líquidos (ACI 350.3-01), el cual nos habla del diseño de reservorios de concreto armado en base a los parámetros sísmicos

El concreto es un material comúnmente poroso por la composición de sus materiales de composición, ya sea por agregados como arena, piedra o el mismo cemento el cual cuenta con material granular muy fino, es así que en combinación con el agua este crea vacíos internos dejados por el agua o por la cristalización de alguno de los elementos del cemento

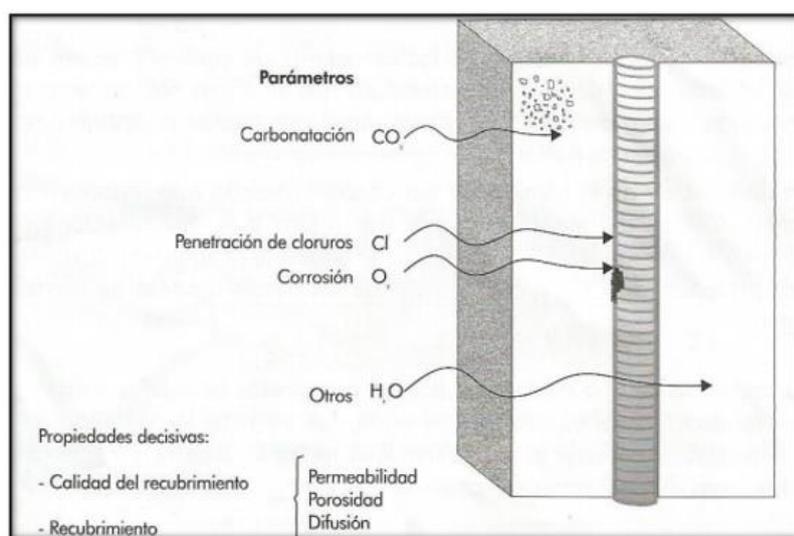
De acuerdo con el American Concrete Institute, Comité 201, (ACI 20) define la durabilidad o tiempo efectivo de un concreto endurecido hecho con cemento portland como la capacidad para resistir los ataques de agentes físicos y químicos que perjudiquen sus propiedades estructurales, y que este mantenga su utilidad, desempeño y forma.

Según Rivva (como se citó en Sánchez, 2017, p.28) explica que para que un concreto sea considerado permeable este tiene que ser atravesado por líquidos, vapores o moléculas de algún elemento químico ya sea porque contacto o presión de uno de ellos, y que la influencia de la pasta de concreto en la permeabilidad depende del agua.

La permeabilidad de un concreto es importante ya que es la propiedad más asociada a su durabilidad, con esto se entiende que un concreto mientras más resistencia a la

permeabilidad de líquidos resistirá mejor a los daños ocasionados por agentes como la corrosión de sales y sulfatos, humedad, presiones hidrostáticas.

El problema que presentan los concretos estructurales en reservorios son los que se dan a través de los métodos de filtración de agua o difusión de agentes químicos a través de la misma, así podemos encontrar los ocasionados por los sulfatos al acero, el cual puede ocasionar agrietamiento, desconchamiento o delaminación en el concreto, por la presión que ejerce la barra al incrementar su volumen por la corrosión del agente químico sobre ella, además de hacerle perder propiedades físicas del acero, otra consecuencia es la carbonatación al concreto, para Emmons esto es “[...] is a reaction between acidic gases in the atmosphere and the products of cement.”(1993, p.15), así él menciona que es a causa de gases ácidos del medio ambiente como el  $\text{CO}_2$ , ambos son ocasionados, por la difusión de agentes químicos a través de concreto.



*Figura I-1: Esquema de penetración al concreto endurecido*

*Fuente Sánchez y Guzmán*



*Figura I-2: Cúpula de Tanque de agua colapsada*

*Fuente El Comercio*

## **1.2. Trabajos previos**

### **Antecedentes Internacionales:**

Rodríguez (2016) “*Estudio de hormigones impermeables, según el origen local de materiales y la adición de aditivo impermeabilizante*”. Tesis para conseguir el título de Ingeniero Civil en la Universidad Técnica de Ambato. Este estudio es experimental y descriptivo, ya que nos muestra el análisis de las propiedades de los agregados y mediante sus características observar la eficiencia de la permeabilidad con un aditivo, así como sus otras propiedades como resistencia a la compresión, además las conclusiones más relevantes son:

Que las probetas de un concreto con un  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  sin aditivo tuvo una penetración en las probetas de 3 cm como media y como máxima de 4 cm. y que adicionando un aditivo en 2% del peso del cemento del diseño se obtuvo 1.4cm. y 1.8cm de media y máxima penetración del ensayo que cumplen con la normativa española de un concreto impermeable, de igual manera se diseñó un concreto para un  $f'c= 240 \text{ kg/cm}^2$  con y sin aditivo, obteniendo 1.9 cm. y 2.5 sin aditivo y 1.4 y 1.5 con aditivo para una media y máxima penetración del ensayo de probetas, además se observó que para ambos casos la media es la misma pero la relación de a/c disminuye de 0.58 a 0.56

Medina (2016) "*Estudio sobre tecnologías aplicadas a las mezclas de concreto hidráulico para reducir la permeabilidad al agua e incrementar su durabilidad*". Tesis conseguir título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional Autónoma de México. Esta investigación fue de tipo experimental y descriptivo, y está planteada para el desempeño específico de la propiedad de la permeabilidad de un concreto utilizando aditivos en relación con su duración y comportamiento de propiedades por efecto de líquidos y sometido a presión, además las conclusiones más relevantes son:

El estudio nos indicó que un concreto con un aditivo reductor de permeabilidad y uno que incluye sílice se incrementó en promedio de 5% su resistencia a compresión como tensión indirecta, pero sin notoriedades de cambio en la elasticidad y en la relación de Poisson de la misma mezcla

Además, indica que el aditivo reductor de permeabilidad utilizado tiene una eficiencia mejor al que incluye sílice, una propiedad que se comprobó fue que ayuda a la contracción al fraguado, ya que en lugar de manejar un concreto con relación a/c de 0.40 sin aditivo reductor de permeabilidad, se puede optar por un concreto con a/c de hasta 0.45, donde la cantidad de cementante será menor sin incrementar la contracción por secado.

Una relación de diseño para baja permeabilidad es de 0.45 a/c con un uso mayor a 400 kg/m<sup>3</sup>, además se concluyó que los usos de aditivos son para un uso de permeabilidad de concreto, pero que no incrementa sus propiedades mecánicas, además que su desempeño está dirigido a obras con afectación de humedad y agua por sus propiedades de evitar absorción capilar y porosidad

Rodríguez (2015) "*Eficiencia de aditivos impermeabilizantes por cristalización para el hormigón en Guayaquil*". Tesis para conseguir el Título de Ingeniero Civil en la Universidad Espíritu Santo. Este estudio fue experimental y se basó en demostrar la eficiencia del aditivo en la impermeabilización comparado con métodos tradicionales y así poder ver si es una alternativa técnica y económica, se pudo obtener las conclusiones como.

El estudio concluyó que se reduce la resistencia de las probetas con 1% con aditivo al incrementar los días del curado y en probetas con 5% no hay modificación en sus propiedades mecánicas hasta 28 días, así se puede establecer que el aditivo es

funcional para evitar la permeabilidad pero que ocasiona cambios en su resistencia, a esto se suma que este concreto impermeable evita filtraciones, presencia de hongos y disminuye la humedad por lo que aumenta la durabilidad del mismo

### **Antecedentes Nacionales**

Sánchez (2017). *“Aplicación del aditivo Superplastificante para reducir la permeabilidad capilar del concreto  $f^c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  en Lima – Perú, 2017”*, Tesis para conseguir el título en Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo. metodología fue de tipo descriptivo-experimental, así se quiso que una variable afecte la otra para obtener el efecto en la variable dependiente, esto se midió de manera cuantitativa como cualitativa para poder analizar los datos obtenidos que son:

Se pudo observar que con las dosificaciones del fabricante en un concreto de  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$  para la porosidad o vacíos experimento una reducción de 13.8% a 6.8%, además este redujo una relación de a/c menor, pero con una buena manejabilidad e hidratación, en relación al porcentaje de porosidad capilar o efectiva del concreto de  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$  disminuyo de 15% a 9.8% utilizando un 2% del aditivo del peso del cemento y no cumple con el límite de 10%

La velocidad promedio inicial de absorción para un concreto de  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$  está entre los  $4.0\text{E}-02 \text{ mm/s}^{1/2}$  a  $1.8\text{E}-02 \text{ mm/s}^{1/2}$ , que cumple la norma argentina CIRSOC 201-2005 el cual indica un valor minino de a  $4 \text{ g/m}^2 \cdot \text{s}^{1/2}$ .

Sota (2017) *“Influencia del aditivo Sika 1 y agregado chancado en la resistencia a la compresión y propiedades físicas en concreto de baja permeabilidad”*. Tesis para conseguir el título en Ingeniería Civil en la Universidad Nacional de Cajamarca. El estudio se realizó de manera experimental ya que manipula la variable independiente en diferentes dosis para ver cómo afecta a la variable dependiente, además esto está dentro de controles experimentales, y recabar información necesaria para analizar las propiedades de estudio y las conclusiones más relevantes son:

Que utilizando el aditivo Zeta-1 al 3% del peso del cemento para un concreto de  $f^c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , se incrementó la resistencia a la compresión en 41.29%, la porosidad disminuyo de 11.01% a 6.92%, y la absorción de 4.96% a 3.08% con lo que se puede considerar un concreto permeable

Que utilizando el aditivo Sika-1 al 1% del peso del cemento para un concreto de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , disminuyó el coeficiente de permeabilidad de  $5.91 \times 10^{-11} \text{ m/s}$  a  $4.59 \times 10^{-11} \text{ m/s}$ , en 3% de  $5.91 \times 10^{-11} \text{ m/s}$  a  $2.36 \times 10^{-11} \text{ m/s}$  y en 5% de  $5.91 \times 10^{-11} \text{ m/s}$  a  $5.22 \times 10^{-11} \text{ m/s}$ , se concluyó que usando un 3% de aditivo se obtiene una mayor eficiencia en la impermeabilidad

Para ambos casos de aditivos con 1% de estos se alcanza valores entre un  $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c = 267 \text{ kg/cm}^2$  con lo que se observa que cumplen valores a los de diseño y con un 3% se incrementó el  $f'c$  en un 41% además de obtener un coeficiente de permeabilidad de  $2.36 \times 10^{-11} \text{ m/s}$  a los 28 días de edad. Además, igual que para el anterior diseño con dosis cercanas al 3% de aditivo se obtiene una mejor permeabilidad y un alta de resistencia a la compresión.

Labán (2017) *“Uso de aditivo súper plastificante disminuirá el costo del concreto en la construcción del conjunto habitacional Catalina, Puente Piedra - 2017”*. Tesis para optar al título de ingeniero civil en la Universidad Nacional de Cajamarca. La mencionada investigación fue de tipo explicativo-experimental ya que se manipula la variable independiente con la finalidad de analizar y controlar las consecuencias sobre la variable dependiente, las conclusiones más relevantes son:

Se obtuvo que el concreto con aditivo y endurecido tiene propiedades similares al patrón, que la relación de cemento con aditivo es inversamente proporcional a menor cemento mayor la dosis de aditivo pero que no baja la relación a/c, que en dosis desde 0.6% a 1.0 % el contenido de aire no difiere mucho del patrón al igual que el de sus pesos unitarios, además la resistencia a la compresión es la esperada para el diseño y que no incrementa y que va desde un  $f'c' = 281 \text{ kg/cm}^2$  y llegando a un  $f'c' = 266 \text{ kg/cm}^2$

Gutiérrez y Salazar (2015) *“Evaluación de la permeabilidad de diseños de concreto con el uso de aditivos Sika WT-100 y Sika WT-200 en obras hidráulicas de Lima Metropolitana”*. Tesis para conseguir el título en Ingeniería Civil en la Universidad Ricardo Palma. El estudio se realizó de manera experimental ya que manipula la variable independiente en diferentes dosis para ver cómo afecta a la variable dependiente, además esto está dentro de controles experimentales, y recabar información necesaria para analizar las propiedades de estudio y las conclusiones más relevantes son:

Después de los ensayos se pudo determinar en las probetas de concreto con relaciones de 0.40 y 0.75 de a/c sin aditivo una penetración del líquido con una profundidad de 4 cm. y 15 cm., con el primer aditivo entre 3 cm y 12.5 cm., lo cual muestra una reducción de la permeabilidad de entre el 15% y 25% y con el segundo aditivo entre 1.5 cm. y 11.5 cm., y para el segundo entre el 20% y 40%

### **1.3. Teoría relacionada al tema**

#### **Concreto**

Es la mezcla de algunos materiales pétreos, químicos y agua que proporcionan diferentes propiedades al conglomerado llamado concreto, comúnmente en su estado sólido o endurecido posee capacidad de rigidez, en su estado fresco tiene fluidez y es maniobrable, este material nos define la American Concrete Institute (ACI) como la combinación de materiales derivados de la piedra ya sean gruesos o finos con cemento y agua, que cumpla con los requerimientos y opcionalmente aditivos (2005, p.318S/3 18SR-34)

Su uso puede ser en combinación con acero o material granular como arena y piedra chancada, es uno de los principales materiales de construcción en los proyectos de ingeniería

#### **Cemento Tipo Portland**

Es uno de los componentes que se utiliza para la elaboración del concreto, por no decir el más importante, en los últimos años este ha cambiado mucho en la variedad y especificación de su aplicación según el diseño que se necesite.

La función principal de este compuesto es la de amalgamiento de los demás compuestos que conforman el concreto como agregados y demás, es comúnmente gris y esta finamente pulverizado, en combinación con proporciones de agua forma una pasta líquida que tiene propiedades de consolidar los materiales inertes para crear un bloque conciso y duradero cuando esta endurecido (Nilson.2001 p.44)

#### **Composición del Cemento Tipo Portland**

Los materiales que conforman la composición difieren según el tipo de cemento, es así que el cemento Portland está conformado mayoritariamente de silicatos de Calcio y Aluminio, arcillas y otros minerales

Nilson (2001 p.44) menciona que el cemento está hecho de materiales como piedras calizas, comúnmente llamado yeso y arcillas endurecidas que proveerán el SiO<sub>2</sub> y el Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, además este podrá tener 1% de materiales complementarios para mejorar sus propiedades, la combinación de estos en altas temperaturas en hornos generan el material llamado Clinker, posteriormente se enfría y pulveriza hasta obtener las propiedades físicas requeridas, el cemento Portland comúnmente está constituido a base del Clinker pulverizado y Sulfato de Calcio (yeso), pero el Clinker cuenta con compuestos que predominan en su composición como se muestra en la Tabla I-1 que Neville (2013) nos indica acerca de la utilidad de estos dentro del cemento

*Tabla I-1: Compuestos químicos principales del Cemento Portland*

Compuestos principales	Fórmula	Abrev.	Otro nombre	%	Utilidad
Silicato Tricálcico	3CaO.SiO <sub>2</sub>	C3S	Alita	61-67	Ayuda al desarrollo de resistencias iniciales
Silicato Dicálcico	2CaO.SiO <sub>2</sub>	C2S	Belita	17-25	Hidratación lenta y contribuye con las resistencias a la compresión
Aluminato Tricálcico	3CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C3A	Celita	4-8	Contribuye como catalizador para fraguado
Aluminato-Ferita Tetracálcico	4CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C4AF	Felita	0.5-6	Importante en el calor y velocidad de hidratación

*Fuente: Neville, 2013*

### **Tipos de cemento Portland**

El cemento como compuesto inorgánico creado a partir de la pulverización del Clinker, cuenta además con ciertas variaciones según los agregados adicionales en su composición u otros a base

La norma NTP 334.009 describe la clasificación de los cementos Portland tomando como referencia la norma ASTM C150, y los clasifica como I, II, III, IV, V, por su parte la NTP 334.090 nos explica del cemento Portland utilizando adicionados de escoria, puzolana, materias calizas o algún aditivo, por último, la NTP 334.082 detalla acerca de los cementos de performance para aplicaciones generales y especiales, ya que estos son modificados para incrementar la performance del concreto fresco y endurecido, así como durabilidad, alta resistencia inicial y final entre otros, la Tabla I-2 detalla Clasificación de los Cementos según las distintas normas.

Tabla I-2 Clasificación de los Cementos

NTP	NTP 334.009 PRESCRIPTIVA	NTP 334.090 PRESCRIPTIVA	NTP 334.082 PERFORMANCE
CLASIFICACIÓN	CEMENTOS TRADICIONALES	CEMENTOS ADICIONADOS	TODOS
TIPO	I II III IV V	IP IPM IS Ico IT	GU MS HE MH HS LH
NORMA REFERENCIA	ASTM C150	ASTM C595	ASTM C1157

Fuente Elaboración propia

### Cemento Sol Tipo I

La Norma Técnica Peruana NTP 334.009 indica que el uso para el cemento portland Tipo I es para cualquier tipo de obra de construcción, y que no contiene agregados que aumenten su performance como los demás de esta clasificación

En su ficha técnica, este cemento nos indica que cumple con los requerimientos de la NTP-334.009 y la ASTM C-150, además, nos indica una descripción detallada de sus beneficios como trabajabilidad, rapidez de fraguado y resistencias iniciales, excelente para Shotcrete y demás que podemos encontrar en el Anexo 1 sobre su ficha técnica, y en la Tabla I-3 se puede observar sus principales propiedades y compuestos:

Tabla I-3: Principales propiedades y compuestos

Parámetro	Unidad	Cemento Sol	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	336	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.12	No específica
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	3	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.2	Máximo 3.5
Residuo insoluble	%	0.7	Máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C <sub>2</sub> S	%	11.9	No específica
C <sub>3</sub> S	%	54.2	No específica
C <sub>3</sub> A	%	10.1	No específica
C <sub>4</sub> AF	%	9.7	No específica

Fuente: Unacem

## **Agregados finos y gruesos bien graduados**

Constituyen la mayor parte del volumen del concreto, aproximadamente el 70% y es un material poroso y afecta la permeabilidad del concreto endurecido. La granulometría del agregado no influye en forma apreciable en la resistencia, pero cuando se desea que el concreto sea impermeable, es conveniente y necesario que los agregados estén bien graduados pues así se consigue una mejor compacidad y se facilita la consolidación. La importancia de la porosidad es debida a su influencia sobre las otras propiedades del agregado y el papel que desempeña en la permeabilidad del concreto.

La NTP 400.011 en su definición sobre los agregados finos lo define como un conjunto de partículas originadas por la disgregación artificial o natural de rocas que traspasa el tamiz de abertura de 9.51 mm. o 3/8" y que queda contenido en el tamiz de 74 µm o malla N°200 y el agregado grueso que son partículas del mismo origen que el agregado fino pero que mediante la granulometría son retenidos en el tamiz N°4(4.75mm). (2014, p.6)

Ambos agregados tienen que cumplir con ciertas propiedades establecidas en la NTP 400.037 acerca de las normativas necesarias de los agregados para un concreto

Esta norma nos define que el agregado grueso puede ser de diferentes tipos según su tamaño máximo nominal o reutilizando un concreto endurecido u ambos mientras cumpla con las propiedades necesarias (NTP 400.037, 2015, p.12)

Para un buen diseño de mezcla los agregados son graduados por sus diferentes propiedades, ya sea tamaño, porcentaje de humedad, porosidad, densidad mediante algunos ensayos como:

### ➤ **Análisis granulométrico para los agregados NTP 400.012**

La norma lo define como método por el cual se distribuye las dimensiones volumétricas de los agregados al pasar y ser separados por un conjunto de tamices de diferentes dimensiones de mayor a una menor (NTP 400.012, 2013, p.3)

La granulometría se da para poder tener un adecuado tamaño de agregado en un diseño de concreto o algún análisis de densidad, es importante ya que determina el volumen de vacíos y espacios que se encuentran entre partículas

El cernido de la muestra puede ser con un agitador mecánico, este ensayo se utiliza para segregar y medir el tamaño máximo nominal del agregado necesario para un determinado ensayo.

La norma NTP 400.037 define que el 45% del agregado fino no puede estar entre dos mallas continuas, la Tabla I-4 indica los tamaños máximos nominales especificados por la norma NTP 400.011 para determinar un agregado grueso y fino

*Tabla I-4: Abertura de tamices para realizar el análisis granulométrico*

<b>AGREGADOS</b>	<b>ABERTURA (mm)</b>	<b>TAMIZ</b>
<b>FINOS</b>	0.075	Nº 200
	0.106	Nº 140
	0.25	Nº 60
	0.425	Nº 40
	0.85	Nº 20
	2	Nº 10
	4.75	Nº 4
<b>GRUESOS</b>	9.5	3/8"
	19	3/4"
	25	1"
	37.5	1 1/2"
	50	2"
	75	3"
	90	3 1/2"
	100	4"

*Fuente: Norma Técnica Peruana (NTP 400.011)*

Asimismo, en la Tabla I-5 la NTP 400.037 nos brinda las cantidades que pasan según los tamices para el agregado grueso.

Tabla I-5: Requisitos Granulométricos del Agregado Grueso

PORCENTAJE QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS													
Tamaño Nominal	100 mm (4")	90 mm (3 1/2")	75 mm (3")	63 mm (2 1/2")	50 mm (2")	35.5 mm (1 1/2")	25 mm (1")	19 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	4.75 mm (No 4)	2.36 mm (No 8)	1.18 mm (No 16)
90 mm a 37.5 mm (3 1/2" a 1 1/2")	100	90 a 100	—	25 a 60	—	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—
63 mm a 37.5 mm (2 1/2" a 1 1/2")	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—	—
50 mm a 25 mm (2" a 1")	—	—	—	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—	—
50 mm a 4.75 mm (2" a No 4)	—	—	—	100	95 a 100	—	35 a 70	—	10 a 30	—	0 a 5	—	—
37.5 mm a 19 mm (1 1/2" a 3/4")	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	—	0 a 5	—	—	—
37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2" a No 4)	—	—	—	—	100	95 a 100	—	35 a 70	—	10 a 30	0 a 5	—	—
25 mm a 12.5 mm (1" a 1/2")	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—	—	—
25 mm a 9.5 mm (1" a 3/8")	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	—	—
25 mm a 4.75 mm (1" a No 4)	—	—	—	—	—	100	95 a 100	—	25 a 60	—	0 a 10	0 a 5	—
19 mm a 9.5 mm (3/4" a 3/8")	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	—	—
19 mm a 4.75 mm (3/4" a No 4)	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	—	20 a 55	0 a 10	0 a 5	—
12.5 mm a 4.75 mm (1/2" a No 4)	—	—	—	—	—	—	—	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	—
9.5 mm a 2.36 mm (3/8" a No 8)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 400.037

➤ **Ensayo de Contenido de humedad de agregados NTP 339.185**

La norma nos indica que este procedimiento está enfocado en determinar la humedad evaporable en los agregados grueso tanto como fino, aquella que se encuentra en los poros de las muestras y la humedad superficial (NTP 339.185, 2013, p.1)

El procedimiento comienza con el pesado de la muestra en condición natural, posteriormente se seca la muestra a una temperatura de 110 °C con un  $\pm 5^\circ$ , luego se procede pesar después de 24 horas de enfriada la muestra en un ambiente sellado herméticamente sin humedad

El método de cálculo se realiza de la siguiente manera:

## Contenido de Humedad

$$\%Humedad = \frac{(H - S)}{S} * 100$$

H= Peso del material húmedo natural (gr)

S= Peso del material seco (gr)

### ➤ Ensayo de Peso específico y Absorción de los agregados. NTP 400.021 y NTP 400.022

Este ensayo está enfocado a los materiales granulares fino y grueso, para poder determinar el espacio que ocupa en un área determinada y con esto ver la cantidad de vacíos que tiene este material, estos al perder su humedad se convierten en poros que permiten la permeabilidad de líquidos

La Norma NTP 400.021. (2002) nos explica acerca de cómo obtener el peso específico y absorción del agregado grueso, está tomando como antecedente la ASTM C 127-88, nos menciona que no se debe usar un agregado que traspase el tamiz N°4 (4.75mm) por tamizado seco a excepción de que la cantidad de este sea mucha y se tome un tamiz N°8 (2.36mm) estos excedentes de fino, la norma nos indica en la tabla I-6 el peso mínimo para ser usado como muestra

*Tabla I-6: Peso mínimo para muestra de ensayo*

Tamaño máximo nominal mm(pulg.)	Peso mínimo de la muestra de ensayo kg(lb)
12,5(1/2) o menos	2(4,4)
19,0(3/4)	3(6,6)
25,0(1)	4(8,8)
37,5(1 1/2)	5(11)
50(2)	8(18)
63(2 1/2)	12(26)
75(3)	18(40)
90(3 1/2)	25(55)
100(4)	40(88)
112(4 1/2)	50(110)
125(5)	75(165)
150(6)	125(276)

*Fuente Norma Técnica Peruana NTP 400.021*

El procedimiento consiste en el secado de los agregados a una temperatura aproximada de 110 °C con un más menos de 5°, luego se procede a ventilar a temperatura ambiente por un lapso de 1h. a 3h. además se escoge muestras con tamaño máximo nominal a partir de 1 ½ pulg., cuando la muestra tenga una temperatura aproximada de 50 °C se le sumerge en agua a temperatura ambiente por un periodo mínimo de 4h. hasta 24h.

Esta parte del ensayo es eliminada siempre y cuando los agregados se utilicen directamente de su cantera, en el caso de proseguir, remover la muestra en un paño según indica la norma para evitar excesos y pesar en una balanza calibrada y determinar el peso del agua por su temperatura ambiente, luego se procede hacer el secado igual que al comienzo y se pesa cuando la muestra sea manipulable al tacto.

Cálculos del Peso Especifico

**Peso específico de la masa (Pem)**

$$Pem = \frac{A}{(B - C)} X 100$$

Donde:

A= Peso de la muestra seca en el aire (gr)

B= Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (gr)

C= Peso en el agua de la muestra saturada (gr)

**Peso específico de la masa saturada con superficie seca (PeSSS)**

$$PeSSS = \frac{B}{(B - C)} X 100$$

Donde:

B= Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (gr)

C= Peso en el agua de la muestra saturada (gr)

### **Peso específico aparente (Pea)**

$$Pea = \frac{A}{A - C} \times 100$$

Donde:

A= Peso de la muestra seca en el aire (gr)

C= Peso en el agua de la muestra saturada (gr)

### **Absorción (Ab)**

$$Ab\% = \frac{B - A}{A} \times 100$$

Donde:

A= Peso de la muestra seca en el aire (gr)

B= Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (gr)

La NTP 400.022 (2002) propiamente para agregados finos, nos indica un procedimiento similar para la obtención de absorción.

### **Impermeabilidad del Concreto**

Es la acción opuesta a la permeabilidad, la RAE lo define como aquel material que permite el paso del agua o fluido a través de él.

Un concreto impermeable es aquel que no permite ser traspasado por algún líquido, esta definición no es del todo cierta ya que el concreto por su misma composición es poroso o cuenta con vacíos

Al formarse la pasta de cemento, la permeabilidad varía con el progreso de la hidratación en una pasta fresca, el fluido del agua se controla por el tamaño, forma y concentración de los granos de cemento, además la permeabilidad del concreto será más baja cuando mayor es el contenido de cemento. Cuando el cemento es grueso tiende a

producir una pasta con alta porosidad que un cemento fino y por lo tanto es más permeable.

El agua del mezclado de la pasta con los sólidos del concreto, determina la cantidad de vacíos entre los agregados (Solís y Moreno, 2006, p.2)

La impermeabilidad de un concreto depende de que tan bien se sature los espacios y vacíos dentro de la mezcla fresca, los autores nos explican que esta propiedad depende mucho de la proporción de agua

La permeabilidad y la absorción capilar son diferentes formas en la que el agua circulación de a través del concreto endurecido, siendo la primera a través consecuencia de una presión y la segunda por el contacto de un líquido con la superficie de un concreto no saturado (NTC 4483, 1993, p.1)

### **Relación Agua/Cemento**

La norma E.060 de Concreto Armado indica que la durabilidad depende de la relación agua /material cementante y para condiciones especiales de exposición de las cuales nos menciona la relación agua/cemento para una baja permeabilidad es importante por la hidratación de la pasta de cemento (p.28), esta norma nos explica en la tabla I-13 sobre la relación de agua/cemento con las condiciones agresivas de exposición del concreto:

*Tabla I-7: Relación de a/c según su condición de exposición*

Condición de la exposición	Relación máxima agua material cementante (en peso) para concretos de peso	f'c mínimo (Kg/cm <sup>2</sup> ) para concretos de peso normal o con agregados ligeros*
Concreto que se pretende tenga baja permeabilidad en exposición al agua.	0.50	280
Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo en condición húmeda o a productos químicos descongelantes.	0.45	315
Para proteger de la corrosión el refuerzo de acero cuando el concreto está expuesto a cloruros provenientes de productos descongelantes, sal, agua salobre, agua de mar o a salpicaduras del mismo origen.	0.40	350

*Fuente Norma E. 060*

Sin embargo, la norma ACI 350.1 acerca de Concreto Estructural de la cual toma referencia el cuadro anterior nos muestra relaciones de agua más conservadoras como 0.45, 0.42 y 0.40 para los tres casos de condiciones de exposición (p.350/350R-41).

El estudio está enfocado en la impermeabilización de reservorios de agua, en la norma ACI 350.3 acerca de estructuras contenedoras de agua nos menciona que el método constructivo puede ser concreto pre tensado o armado (p.12)

Así Pavón (2015) en su guía de diseño, describe como característica del concreto un mínimo el valor de resistencia a la compresión de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ , (p.9). El diseño de esta investigación se tomará en relación a la E.060, ya que el uso del aditivo Chemaplast se aplicará en 3 dosis diferentes para observar la variación de resultados, estas dosis son tomadas de la hoja técnica como dosis base

Toda estructura de concreto está diseñada según la función que esta desempeñara, el diseño de mezcla de concreto se basa cumplir según el uso de la estructura, es así que la norma E0.20 (2011) nos explica que las estructuras deben soportar las cargas de uso que se le imponga según lo previsto (p.1)

### **Diseño de mezcla**

Una definición que nos brinda Guzmán (2001) es se le puede denominar diseño de mezcla al método por el cual se selecciona las proporciones mínimas de los materiales para crear un concreto que cumpla las propiedades requeridas y normadas establecidas por diseño de construcción, además que este sea económico y funcional

Un diseño de mezcla es la proporción adecuada de materiales para un concreto requerido pero que cumpla las condiciones técnicas y económicas, ya que, si bien un concreto de mayor resistencia a la compresión puede ser utilitario para la estructura, este generaría sobre costos

Por otra parte, el Comité ACI 211-2009 nos brinda la metodología y los requisitos para un diseño según su resistencia en la Tabla I-8 nos indica el volumen de agua en litros en función del tamaño del agregado y el Slump requerido, Tabla I-9 nos indica la relación de (a/c) y la resistencia ( $f'cr$ ), en caso de tener una cantidad de agua no visible, se saca los cálculos necesarios para obtener una relación exacta de (a/c), teniendo la relación de

agua se puede determinar la cantidad de cemento, cabe recordar que el  $f'_{cr}$  o resistencia requerida está en función de la resistencia especificada con nos muestra la Tabla I-10, la Tabla I-11 nos indica la relación de piedra en función del volumen del concreto, la tabla I-12 nos sirve para las correcciones de volumen final con aire atrapado en la mezcla, finalmente se puede obtener las proporciones en peso por m<sup>3</sup> y por cada uno de los agregados, cemento y agua requerida

*Tabla I-8: Requisitos de agua de mezclado en función del Diámetro nominal Max de la piedra. y el Asentamiento en pulgadas*

SLUMP	Diámetro nominal máximo								Con o Sin aire
	3 / 8 "	1 / 2 "	3 / 4 "	1"	1 1 / 2 "	2 "	3 "	6 "	
1 " - 2 "	205	200	185	180	160	155	145	125	sin aire incorporado
3 " - 4 "	225	215	200	195	175	170	160	140	
6 " - 7 "	240	230	210	205	185	185	170	-----	
1 " - 2 "	180	175	165	160	145	10	135	120	con aire incorporado
3 " - 4 "	200	190	180	175	160	155	150	135	
6 " - 7 "	215	205	190	185	170	165	160	-----	

*Fuente ACI 211-1*

*Tabla I-9: Relación (a/c) y la resistencia ( $f'_{cr}$ )*

$f'_{cr}$	Aire incorporado	
	Sin	Con
450	0.38	-----
400	0.43	-----
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.60
150	0.80	0.71

*Fuente ACI 211-1*

*Tabla I-10: Calculo de resistencia requerida*

RESISTENCIA ESPECIFICADA	RESISTENCIA REQUERIDA
$f'_{c} < 210$	$f'_{cr} = f'_{c} + 70$
$210 \leq f'_{c} \leq 350$	$f'_{cr} = f'_{c} + 85$
$f'_{c} > 350$	$f'_{cr} = 1.10 \times f'_{c} + 50$

*Fuente ACI 211-1*

*TABLA I-11: Volumen de agregado grueso por unidad de volumen de concreto (b/b)*

Diáme. N máx.	Módulo de Finura de la arena				
	2.40	2.60	2.8	3.0	3.2
3 / 8 "	0.5	0.48	0.46	0.44	0.42
1 / 2 "	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51
3 / 4 "	0.66	0.64	0.62	0.6	0.58
1"	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63
1 1 / 2 "	0.75	0.73	0.71	0.69	0.67
2 "	0.78	0.76	0.74	0.72	0.7
3 "	0.82	0.8	0.78	0.76	0.74
6"	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79

*Fuente ACI 211-1*

*Tabla I-12: Estimado de peso de concreto fresco*

Diáme. N máx.	Aire (%) Atrapado
3 / 8 "	3
1 / 2 "	2.5
3 / 4 "	2
1"	1.5
1 1 / 2 "	1
2 "	0.5
3 "	0.3
6"	0.2

*Fuente ACI 211-1*

### **Permeabilidad del concreto**

La permeabilidad es una manera de darle durabilidad al concreto e indirectamente al acero, ya que disminuye la acción del agua y otros agentes perjudiciales (Torres y otros, 2007, p.2), estos agentes pueden ser sales, sulfatos, e incluso la misma agua con agentes químicos que causa hielo y deshielo dentro de la estructura de concreto

Kosmatka, Kerkhoff, Panarese y Tanesi, (2004) nos menciona que un concreto para ser permeable ante el agua depende de 4 factores como la proporción de agua, cemento y agregado, la granulometría y permeabilidad del agregado, y de la calidad y la permeabilidad de la misma pasta. Además, nos indica que esta propiedad es

afectada por la relación agua /cemento, el grado de hidratación del cemento y el tiempo de curado (p.10)

La permeabilidad se incrementa cuando hay demasiados de vacíos en la mezcla, esto disminuye la resistencia a la compresión, además la compactación de la mezcla es determinada por la energía aplicada (Cabello Zapata, Pardo, Campusano, Espinoza, Sánchez, 2015, p.68)

Neville nos explica acerca del coeficiente de Permeabilidad (K) según la Ley de Darcy para un flujo laminar en poros capilares de concreto saturado, que se despeja de la siguiente ecuación:

#### **Coeficiente de Permeabilidad (K)**

$$\frac{dq}{dh} \frac{1}{A} = \frac{K' \rho g \Delta h}{\eta L}$$

En donde:

$\frac{dq}{dh}$  = Rapidez de flujo de agua en m<sup>3</sup>/s,

A = Área de sección transversal de la muestra en m<sup>2</sup>,

$\Delta h$  = Caída en altura hidráulica a través de la muestra,  
medida en m,

L = Espesor de la muestra en m,

$\eta$  = Viscosidad dinámica del fluido en N s/m<sup>2</sup>,

$\rho$  = Densidad del fluido en kg/m<sup>3</sup>, y

g = Aceleración debida a la gravedad.

La determinación del coeficiente K' representa la permeabilidad interna del material, cualquiera sea el fluido que está intentando traspasar y se mide como metros elevado al cuadrado.

Normalmente el líquido es agua, y se usa su densidad, despejando la ecuación tenemos que:

**Despejando el Coeficiente de Permeabilidad K'**

$$K = \frac{K' \rho g}{\eta}$$

Este coeficiente K' se usa generalmente para medir la permeabilidad de un concreto endurecido ante la acción de algún líquido, normalmente de agua, y se mide en relación al tiempo en metros por segundo. Así el agua presenta variaciones en su viscosidad dependiendo de la temperatura, es por eso que la ecuación de flujo es:

**Ecuación de Flujo**

$$\frac{dq}{dh} \frac{1}{A} = K \frac{\Delta h}{L}$$

El coeficiente de permeabilidad es un factor importante en los cálculos de presión hidrostática, ya que el fluido aplica fuerzas al concreto tratando de filtrarse entre sus capilares, es coeficiente se puede medir a través de métodos que simulen la presión en probetas de concreto por un tiempo determinado según las normas

➤ **Ensayo para determinar la permeabilidad del concreto NTC 4483**

Este método consiste en determinar el coeficiente de permeabilidad (K) a través de medir la profundidad de penetración de un flujo constante, además se aplica a concretos de alta y baja permeabilidad, este segundo por su composición, diseño y características, en la Tabla I-7 se indica la relación de la permeabilidad del concreto con el coeficiente de permeabilidad y la profundidad de penetración

*Tabla.I-13: Relación de la permeabilidad del concreto con el coeficiente de permeabilidad y la profundidad de penetración*

Determinación	Unidades	Permeabilidad		
		Baja	Media	Alta
Coeficiente de permeabilidad al agua	m/s	< 10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-12</sup> a 10 <sup>-10</sup>	>10 <sup>-10</sup>
Profundidad de penetración	mm	< 30	30 a 60	> 60

*Fuente Norma Técnica Colombiana NTC 4483*

El ensayo somete a presión una cara de la muestra equivalente a 0,5 MPa (50 m de agua), pero explica que esta presión supera en demasía la presión de servicio de la estructura, sin embargo, se hace por razones de que a presiones menores sería demasiado largo el ensayo y poco practico

### **Porosidad**

La porosidad es una propiedad de todos los materiales granulares ya que estos tienen vacíos entre partículas, en el volumen bruto de concreto estos representan una parte que no pudo hidratarse por la pasta de cemento, es decir aquella parte que en combinación con el agua dejó vacíos de aire entre partícula. La relación agua/cemento influye en la porosidad ya que influye en como la cantidad de agua hidrata la mezcla (Neville,2011, p. 22).

Por otra parte, la influencia de estos poros dentro del concreto endurecido son de importancia, ya que la permeabilidad en el volumen del concreto endurecido se da a través del sistema de poros y capilares

El diámetro de los poros para que afecten de manera importante en la permeabilidad son de 120 o 160nm, además estos al ser continuos se convierten en capilares.

Los agregados por ser un material discontinuo contienen poros y estos dejan vacíos al no compactarse completamente con la pasta de cemento y dejando burbujas de aire (Neville,2011, p. 338).

### **Absorción capilar**

Al igual que la rigidez, la absorción capilar es una propiedad del concreto endurecido y está definida como un fluido que se transporta mediante poros interconectados que conforman capilares en un concreto endurecido, Neville nos dice que este tipo de propiedad puede adquirir con rapidez más agua que por presión pero que no necesariamente por ser rápido puede absorber mucha agua (2011, p.340)

Normalmente la absorción capilar su penetración en el concreto no es profunda, este tipo de propiedad del concreto indica penetraciones más rápidas de fluidos que las

ejercidas por presión directa, pero estas normalmente ocurren en periodos cortos de tiempo

➤ **Método de Ensayo Absorción Capilar ASTM C-642-04**

Su nombre como nos indica la ASTM es acerca de la obtención de la Densidad, absorción y vacíos en concreto endurecido, entre sus más importantes anotaciones nos indica el tamaño de la muestra el cual no debe exceder los 350 cm<sup>3</sup> o un peso de 800gr. las muestras pueden ser cilíndricas, núcleos o vigas de que no excedan las dimensiones anteriores

Este ensayo se da como parte de obtener un conocimiento general de la cantidad de vacíos o porcentaje de porosidad de un concreto endurecido, el procedimiento de este trabajo consta de registrar la masa de una muestra totalmente seca mediante periodos de 24 horas sometidas a un calor requerido en un horno, luego se introduce por completo en agua a 21 °C y mantenerlo en inmersión por un tiempo menor de 48 horas, a continuación se seca la superficie y se pesa la masa a intervalos de 24 horas, con esto se obtiene la masa saturada por inmersión, con una toalla se seca la humedad superficial sin afectar la masa saturada y se pesa

Después esta misma muestra se coloca en agua en ebullición por 5 horas, se deja enfriar a temperatura ambiente y se mide la masa saturada, se seca con una toalla nuevamente quitando los excesos de humedad superficial.

Por último, la muestra es tomada por alambre y suspendida se sumerge en agua en ebullición y se vuelve a medir la masa al terminar el tiempo requerido por la norma, los cálculos según la ASTM C-642 se describen de la siguiente manera:

*Absorción después de la inmersión %*

$$= \left( \frac{B - A}{A} \right) \times 100$$

*Absorción después de la inmersión y ebullición %*

$$= \left( \frac{C - A}{A} \right) \times 100$$

*Densidad aparente (seca)*

$$= \left( \frac{A}{C - D} \right) \times \rho = g_1$$

*Densidad aparente despues de inmersion*

$$= \left( \frac{B}{C - D} \right) \times \rho$$

*Densidad aparente despues de inmersion y ebullición*

$$= \left( \frac{C}{C - D} \right) \times \rho$$

*Densidad aparente*

$$= \left( \frac{A}{A - D} \right) \times \rho = g_2$$

*Volumen de espacio poroso permeable (vacios)%*

$$= \left( \frac{g_1 - g_2}{g_2} \right) \times 100 \quad \text{ó} \quad \frac{(C - A)}{(C - D)} \times 100$$

Donde:

A= Masa de muestra secada al horno en aire, g.

B= Masa de la muestra de superficie seca en aire después de la inmersión, g

C= Masa de la muestra de superficie seca en aire después de la inmersión y el hervido, g

D= Masa aparente de la muestra en agua después de inmersión y ebullición, g

$g_1$ = Densidad aparente, seco, mg/m<sup>3</sup>

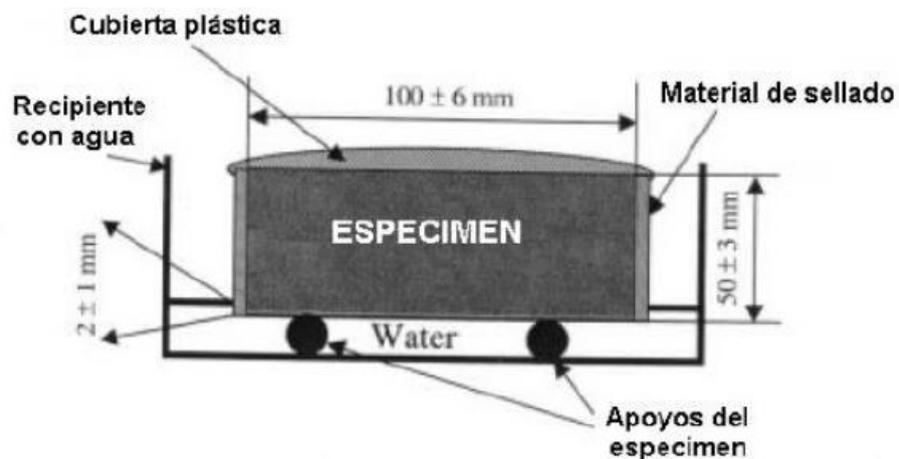
$g_2$ = Densidad aparente, mg/m<sup>3</sup>

$\rho$  = densidad del agua = 1 mg/m<sup>3</sup>= 1 g/cm<sup>3</sup>

➤ **Ensayo normalizado para medir el ritmo de absorción de agua de los concreto ASTM C-1585-04**

Este método indica que se distingue del ASTM C-642, ya que este ensayo solo se expone una superficie al agua a temperatura ambiente, mientras que las demás son selladas y así simular la absorción de una estructura que este en contacto con el agua por solo un lado, el ritmo de penetración se le conoce como Sortividad

Entre sus condiciones para el ensayo la norma nos indica que se necesita de un ambiente hermético, pero a temperatura de  $50 \pm 2$  °C y una humedad relativa de  $80 \pm 3\%$ . La probeta normalizada de ensayo es un disco de  $100 \pm 6$  mm de diámetro, con un espesor de  $50 \pm 3$  mm. Las probetas se obtienen ya sea de probetas cilíndricas elaboradas de acuerdo con lo indicado en la norma C31/C31M en la Figura I-3 nos muestra el procedimiento



*Figura I-3 Esquema de procedimiento*

*Fuente Norma ASTM C 1585-04*

Los cálculos de absorción I, está definido como la variación de la masa de una probeta seca a una con absorción entre el producto del área de la sección transversal de la probeta y la densidad del agua

$$I = \frac{m_t}{a \times d}$$

Donde:

$I$  = La absorción

$m_t$  = El cambio en la masa de las probetas en gramos, al momento

$\alpha$  = El área expuesta de la probeta, en  $\text{mm}^2$ , y

$d$  = La densidad del agua en  $\text{g}/\text{mm}^3$

En la Figura I-4 nos enseña cómo se desarrolla la absorción a través del tiempo en un concreto endurecido

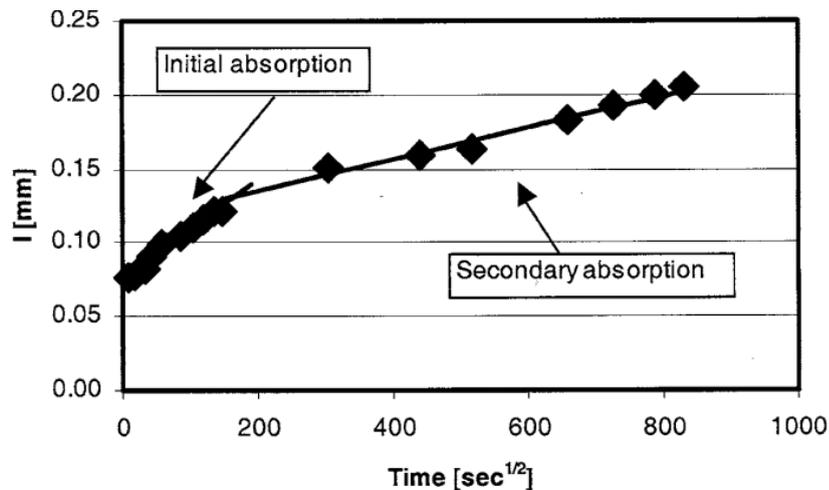


Figura I-4: Esquema de ploteo de los datos mostrados

Fuente Norma ASTM C 1585-04

Los cálculos para el ploteo de la absorción de un líquido en un concreto son:

- Absorción inicial (puntos medidos después de 6 horas de uso):

$$I = S_i \sqrt{t} + b$$

- Absorción secundaria (puntos medidos después del primer día de uso):

$$I = S_s \sqrt{t} + b$$

Donde el tiempo (t) está en segundos

### Aditivos para concreto

Es el material que puede ser líquido o en polvo que se añade a la mezcla de concreto antes o durante su preparación para mejorar las propiedades del concreto en su estado líquido o rígido (E.060, 2013, p.14)

La ASTM C494/C494M-17 y la NTP 334.088 nos habla sobre los aditivos químicos para el concreto, además esta lo clasifica en la siguiente tabla I-14 como:

*Tabla I-14: Clasificación de los Aditivos químicos*

TIPO A	Aditivos reductores de agua.
TIPO B	Aditivos retardadores.
TIPO C	Aditivos acelerantes.
TIPO D	Aditivos reductores de agua y retardadores.
TIPO E	Aditivos reductores de agua y acelerantes.
TIPO F	Aditivos reductores de agua de alto alcance.
TIPO G	Aditivos reductores de agua de alto alcance y retardadores.

*Fuente: Elaboración propia*

La ACI 212 (2010, p.7) por su parte nos indica que los aditivos se usan para mejorar las propiedades del concreto en su estado líquido o rígido como se detalla en la tabla I-15

*Tabla I-15: Beneficios de los Aditivos en el Concreto*

CONCRETO FRESCO	CONCRETO ENDURECIDO
Aumentar la capacidad de trabajo sin aumentar el contenido de agua, o	Reducir la tasa de evolución de calor durante la hidratación del cemento
Disminuir el contenido de agua sin cambiar la trabajabilidad;	Acelerar el ritmo de desarrollo de la resistencia a edades tempranas
Aumentar la caída o desplome de flujo sin aumentar el contenido de agua	Aumentar la fuerza (tracción, compresión, flexión)
Retardar o acelerar el tiempo de fraguado inicial	Aumentar la resistencia a la congelación y descongelación
Reducir o impedir la liquidación, o crear una ligera expansión	Reducir escala causada por sales de deshielo
Modificar las características de sangrado	Disminuir la permeabilidad
Reducir la segregación	Aumentar enlace con refuerzo de acero y entre el hormigón existentes y nuevos
Mejorar la capacidad de acabado	Mejorar la resistencia al impacto y resistencia a la abrasión
Mejorar la capacidad de bombeo	Inhibir la corrosión de metal incrustada
Modificar las propiedades reológicas	Producir un hormigón o mortero de color
Reducir la tasa de pérdida de asentamiento	Reducir la contracción por secado y curling.
Aumentar la tasa de colocación	

*Fuente: ACI-212*

### **Aditivo reductor de agua**

Los plastificantes o reductores de agua (aditivos Tipo A) son los conocidos. Se Desarrollaron a partir del concepto de la ley de Abrams, según la cual la resistencia a la

compresión del concreto es inversamente proporcionar la relación “agua/cemento”, su compuesto principal son los lignosulfatos (Sánchez, 2010, p.90)

Los primeros plastificantes modernos se elaboraron con ligninas, las cuales son productos obtenidos del procesamiento industrial de la madera y actualmente se ha refinado y mejorado su composición para lograr mayor rendimiento y confiabilidad

Estos aditivos ejercen propiedades que están encargados de la reducción o evitar el traspaso de un líquido bajo presión a través de un volumen de concreto, una forma de aumentar la permeabilidad es incrementando el tiempo de curado y utilizando una relación agua/cemento menos a 0.50, los aditivos impermeabilizantes normalmente reducen la relación agua/cemento. (Kosmatka y otros, 2004)

El ACI 212 nos divide en dos las categorías de aditivos reductores de la permeabilidad, estos son el PRA para hormigón expuestos a condiciones no hidrostáticas (Pran) y ARP para hormigón expuestas a condiciones hidrostáticas (Prah) (2010, p.48)

Es decir, los Pran sería para concretos expuestos a una permeabilidad ocasionada por la absorción capilar mientras que los Prah son para concretos que son expuestos bajo presión directa de agua

## **Trabajabilidad**

La trabajabilidad es una propiedad del concreto fresco, el concreto por los materiales que la componen y por la proporción de agua en la mezcla constituye un material muy o poco maleable.

Neville lo define como “Un concreto que se puede compactar con facilidad se dice que es trabajable” (2013, p.127). pero esta definición se refiere a que la mezcla este lo suficientemente hidratada para que al compactarse evite la menor cantidad de vacíos

Por su parte la ASTM C 125-93 señala que es una “propiedad que determina el esfuerzo requerido para manipular una cantidad de concreto acabado de mezclar con una pérdida mínima de homogeneidad ". Esta definición se enfoca en la operación del mezclado de los componentes del concreto que busca un amalgamamiento como un solo producto

Para obtener unos resultados acerca de la trabajabilidad la norma ASTM C 143-90a nos alcanza la prueba de revenimiento, este método es usado tanto en campo como laboratorio

➤ **Ensayo de Asentamiento del Hormigón con cono de Abrams NTP 339.035**

Este se da para observar la compactación de la mezcla y su consistencia, la norma técnica peruana (NTP) 339.035 toma este ensayo de la ASTM C 143-90a nos indica el procedimiento para realizar esta prueba que nos permite determinar el grado de trabajabilidad de un concreto fresco.

La importancia de este ensayo es porque nos permite ver la fluidez del comportamiento de la mezcla de concreto fresco, esta propiedad ayuda a verificar que el concreto aun con un alta trabajabilidad no pierda propiedades de resistencia a la compresión y baja permeabilidad

Entre los aparatos que se necesita para esta prueba está el molde o cono de Abrams y la barra compactadora

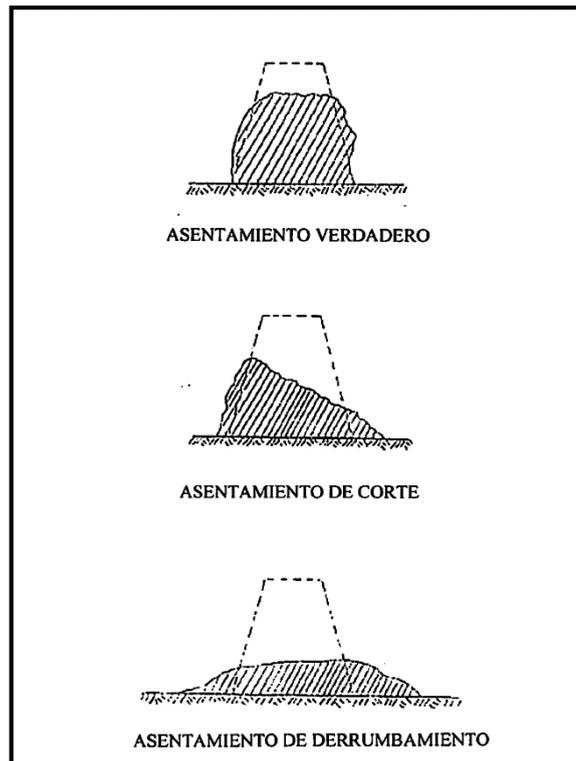
Los resultados son analizados de diversas formas en relación a la trabajabilidad, la NTP 339.035 nos muestra los tres tipos de asentamientos, y nos indica que para el caso 2 como se observa en la imagen, si ocurre en dos pruebas consecutivas se considera que carece de plasticidad y cohesión

Por su parte Neville nos muestra en la tabla I-16 una relación entre trabajabilidad y el revenimiento

*Tabla I-16: Trabajabilidad y magnitud de revenimiento*

Descripción de trabajabilidad	Revenimiento mm
Sin revenimiento	0
Muy baja	5-10
Baja	15-30
Media	35-75
Alta	80-155
Muy alta	160 hasta colapso

*Fuente Neville, 2013*



*Figura I-5: Tipos de Asentamiento*

*Fuente Norma Técnica Peruana NTP 339.035*

Algunos clasifican el Slump del revenimiento para detallar la mezcla en 3 tipos como seca, plástica y fluida las cuales presentan medidas de Slump entre 0 y 4 cm. para mezcla seca, entre 8 y 10 cm. para mezclas plásticas y entre 15 y 20 cm. para una mezcla fluida

## **Propiedades mecánicas**

### **Resistencia a la compresión**

La compresión se puede definir como la fuerza externa que se ejerce sobre uno o varios puntos de un elemento en cualquiera de sus tres estados

En el concreto es una propiedad del concreto endurecido, esta se conoce porque proporciona rigidez al elemento, el concreto por su desempeño en construcciones, está determinado por las cargas que este soportara según su diseño, Neville (2013) señala que es el ensayo a realizarse más común al concreto fraguado porque es fácil de hacer, y que

las características de este ensayo demuestran las propiedades cualitativas del concreto para sus distintos diseños estructurales (p. 405)

Por otra parte, nos menciona que el límite a los 28 días de un concreto normal borde una resistencia a la compresión menor de 42 MPa y uno de alta resistencia a la misma edad de vida entre los 42 MPa y 100 MPa y uno considerado de ultra alta resistencia cuando supera los 100 MPa (Gómez, 2010, p. 119)

La Norma Técnica Peruana 339.034. nos establece los parámetros necesarios para la ejecución del ensayo de la resistencia a la compresión, tomando como ejemplo la ASTM C39/C39M

### **Contracción**

Se puede definir como la contracción de la masa del concreto al perder la hidratación y el brusco cambio volumétrico. (Neville, 2013, p.294)

Esta acción que le sucede al concreto suele suceder al perder toda el agua de la mezcla, esto se debe a que el volumen del concreto hidratado al secarse pierde el volumen del agua de la mezcla y genera micro agrietamientos, es esto uno de los principales motivos del curado del concreto en sus primeros días de secado

Este dato importante de que la contracción es afectada por la cantidad de agua en la mezcla se debe a que reduce el volumen del agregado, por lo que se espera que la contracción este en relación a la proporción de agua (Neville, 2013, p.300)

### **Aditivo Chemaplast Impermeabilizante**

La hoja técnica de este aditivo nos indica que es de tipo reductor de agua y plastificante, la reducción esperada es de un 10% de agua, además aumenta la resistencia a la compresión y aumenta la durabilidad del concreto por su propiedad de reducir la permeabilidad, cumple con la normativa del ASTM C494 tipo A, su composición general está a base de lignosulfonato y otros compuestos químicos, cuenta con una densidad de entre 3.78 y 4.16 kg/Gal. y un pH entre los valores de 8.2 – 9.2, es un líquido completamente soluble al agua (ver anexo 1)

Un aditivo reductor de agua es aquel que se encarga de reducir en la mezcla de concreto la cantidad de agua entre un 5% a 10%, aunque en concreto de muy alta trabajabilidad hasta un 15%, estos aditivos ayudan a la reducción de la relación agua/cemento, además de mejorar la trabajabilidad o mantenerla (Neville, 2013, p.186)

#### **1.4. Formulación del problema**

##### **Problema General**

¿De qué manera el aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la impermeabilidad del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019?

##### **Problemas Específicos**

¿Cómo el aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la relación a/c del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019?

¿De qué forma el aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la permeabilidad del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019?

¿En qué porcentaje el aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en el volumen de vacíos del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019?

#### **1.5. Justificación del problema**

##### **Justificación teórica**

Esta investigación aportara conocimientos experimentales y científicos acerca del uso de aditivos en el diseño de mezclas para la impermeabilización de concretos usados en la construcción de reservorios, así como cualquier otra estructura que involucre presiones de agua directas o espontaneas.

##### **Justificación practica**

Los beneficios técnicos a las personas involucradas en construcción serán de importancia fundamental en el desarrollo de la implementación o verificación de métodos como parte de las actividades del trabajo y como aprendizaje para estudiantes de carreras técnicas y profesionales de construcción

Es fundamental que en un futuro se tome en cuenta estos parámetros para poder contar con una mejor calidad de viviendas y seguridad en la construcción de estas

## **Justificación metodológica**

La metodología fue experimental y de forma cuantitativa con la obtención de datos generados a partir de instrumentos o ensayos que permitan una adecuada medición de las variables, a su vez estos instrumentos utilizados son normalizados según las normas internacionales y tomadas por la norma técnica peruana, esta metodología servirá además para satisfacer la problemática de la investigación

### **1.6. Hipótesis características y Tipos**

#### **Hipótesis General**

El aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la impermeabilidad del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019

#### **Hipótesis Específicas**

El aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la relación a/c del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019

El aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la permeabilidad del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019

El aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en el volumen de vacíos del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019

### **1.7. Objetivos**

#### **1.7.1 Objetivos generales**

Determinar como el aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la impermeabilidad del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019

#### **1.7.2 Objetivos Específicos**

Establecer como el aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la relación a/c del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019

Precisar como el aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la permeabilidad del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019

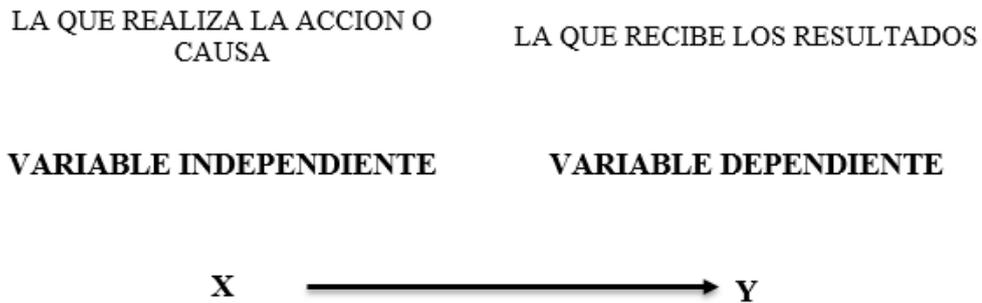
Demostrar como el aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en el volumen de vacíos del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019

## **II. MÉTODO**

## 2.1. Diseño de Investigación

### Diseño de la investigación: Experimental

Según (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p.121), señala que este tipo de investigación se enfoca en el manejo controlado de la variable independiente con la finalidad de obtener cambio en la variable dependiente y así poder medirlos, observarlos y expresarlos dentro del marco teórico de la investigación



La presente investigación se consideró de diseño experimental ya que manipularemos la variable independiente a fin de medir el efecto sobre la variable dependiente.

### Tipo de investigación: Aplicada.

Según (Behar Rivero, 2008), La investigación aplicada siempre se va a encontrar inherentemente vinculada a la investigación básica, porque para iniciar una investigación aplicada es necesaria la dependencia sobre los resultados y avances básicos. Lo principal corresponde a enfrentar la teoría con la realidad y se identifican las aplicaciones sobre problemas puntuales, esta forma de investigar dirige a la aplicación inmediata de resultados y no tanto a formular teorías al respecto.

### Nivel de la investigación: Correlacional

Según (Valderrama (2013, p. 169), este tipo de estudio como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular

### Tipo de Enfoque: Cuantitativa

Según (Hernández Sampieri, y otros, 2010), Lo cuantitativo utiliza toda la medición de datos previa para así poner a prueba las hipótesis respectivas establecidas

anteriormente, confía y se refiere plenamente en la contabilidad numérica de datos y el uso de estadísticas para establecer patrones de comportamiento en un sector de población.

### **Tipo de Muestreo: No probabilístico**

En este tipo de muestreo puede haber clara influencia del investigador, pues este selecciona la muestra atendiendo a razones de comodidad

Valderrama nos indica que este tipo de mediciones es aplicado por los investigadores ya que requiere una menor cantidad de costo y tiempo, aun sabiendo que es poco confiable y no se pueda hacer medición de los errores de la muestra (2013, p. 193),

### **Variables, Operacionalización**

#### **Variable Independiente**

Aditivo reductor de agua y plastificante en reservorios

#### **Variable Dependiente**

Impermeabilidad del concreto

La Operacionalización se detalla en la Tabla II-1, según las variables.

Tabla II-1: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
V.DEPENDIENTE	Un concreto impermeable, es un elemento que una de sus caras está en contacto con un líquido mientras que la cara opuesta permanece seca. [...] Es decir, un caudal nulo o muy bajo de agua puede apenas atravesar un muro delgado de concreto de baja porosidad o el mismo caudal obtenerse con un muro muy grueso con un concreto de alta porosidad (Sika Mexicana, 2013).	Los resultados del ensayo nos indicaran en coeficiente de permeabilidad según la relación de dosificación del aditivo en un concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ y $f'c = 315 \text{ kg/cm}^2$ con un concreto patrón de igual $f'c$ y con un curado de 7 y 28 días	agua/cemento	0.50 0.45
IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO			Permeabilidad	Constante de permeabilidad (K)
			% Vacíos	% de Porosidad en el concreto
V. INDEPENDIENTE	Los plastificantes o reductores de agua (aditivos Tipo A) son los conocidos. Se Desarrollaron a partir del concepto de la ley de Abrams, según la cual la resistencia a la compresión del concreto es inversamente proporcionar la relación “agua/cemento”, su compuesto principal son los lignosulfatos (Sánchez, 2010, p.90)	Los resultados del ensayo nos indicaran en coeficiente de permeabilidad según la relación agua/cemento y tipo de cemento, el cual nos ayudara para realizar la curva Permeabilidad vs. A/C.y su resistencia a la compresión	Dosificación del aditivo	200 ml x bls
ADITIVO CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE				400 ml x bls
				600 ml x bls
			Trabajabilidad	Slump
			Propiedades Mecánicas	Resistencia a la compresión

## **2.2. Población, Muestra y Muestreo**

### **Población**

Es el grupo de componentes o individuos que se pueden contabilizar y que cuenten con similares o semejantes características comunes, esta se toma como parte de la medición del estudio y los objetivos y conclusiones de la investigación repercutirán directamente en la población (Arias, 2006 pág. 81).

Finalmente, la población presente en este trabajo de investigación serán todas las probetas y/o muestras que se utilicen para los ensayos detallados

### **Muestra**

Según (ASTM C192-02). El número de muestra de probetas de concreto como mínima para ser ensayadas en el laboratorio son 3 muestras para cada edad de ensayo.

Análisis granulométrico para los agregados NTP 400.012

Ensayo de Contenido de humedad de agregados NTP 339.185

Ensayo de Peso específico y Absorción de los agregados. NTP 400.021 y NTP 400.022

Diseño de mezcla según ACI 211-1

Ensayo de Asentamiento del Hormigón con cono de Abrams NTP 339.035

El ensayo de Permeabilidad se realizará bajo la Norma NTC 4483

### **Muestreo**

Para (Hernández Sampieri, y otros, 2010), clasifica el muestreo en probabilístico y no probabilístico.

“En este tipo de muestreo, puede haber clara influencia de la persona o personas que seleccionan la muestra o simplemente se realiza atendiendo a razones de comodidad.” (Ferrer, 2010)

La presente investigación tendrá muestreo no probabilístico intencional.

En la tabla II-2, se indica la cantidad de ensayos y probetas para la investigación

Tabla II-2: Metodología y cantidad de probetas

METODOLOGÍA DE PRUEBAS Y CANTIDAD DE PROBETAS					
DISEÑO DE MEZCLA	Días	NÚMERO DE PROBETAS DE CADA ENSAYO			
		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	PERMEABILIDAD	ABSORCIÓN y VACÍOS	RITMO DE ABSORCIÓN
CONCRETO PATRÓN fc'=280 kg/cm <sup>2</sup>	7	4		3	
	28	6	3	3	3
CONCRETO fc'=280 kg/cm <sup>2</sup> + Dosis Aditivo 145ml/bls	7	4		3	
	28	6	3	3	3
CONCRETO fc'=280 kg/cm <sup>2</sup> + Dosis Aditivo 360ml/bls	7	4		3	
	28	6	3	3	3
CONCRETO fc'=280 kg/cm <sup>2</sup> + Dosis Aditivo 600ml/bls	7	4		3	
	28	6	3	3	3
CONCRETO PATRÓN fc'=315 kg/cm <sup>2</sup>	7	4		3	
	28	6	3	3	3
CONCRETO fc'=315 kg/cm <sup>2</sup> + Dosis Aditivo 145ml/bls	7	4		3	
	28	6	3	3	3
CONCRETO fc'=315 kg/cm <sup>2</sup> + Dosis Aditivo 360ml/bls	7	4		3	
	28	6	3	3	3
CONCRETO fc'=315 kg/cm <sup>2</sup> + Dosis Aditivo 600ml/bls	7	4		3	
	28	6	3	3	3
SUB TOTAL		80	24	48	24
TOTAL		176			

Fuente Elaboración propia

### 2.3. Técnica e Instrumento de recolección de datos, validación y confiabilidad del Instrumento

#### Técnica e instrumento

Según (Mejía, 2005 pág. 76), La observación simple y atenta de los comportamientos del concreto es el método de medición más adecuado, el que se dispone a investigar recoge las conductas que le interesa y formula procedimientos sistemáticos para identificar clasificar y registrar en una situación natural o preparada.

La técnica de la presente investigación es la de observación directa ya que se identificarán y analizara los resultados obtenidos con la realización de los ensayos y el instrumento serán las tablas que nos servirán para la recolección de datos

#### Validez y Confiabilidad

Este estudio tomara valides y confiabilidad con el adecuado uso de los instrumentos de recolección, los cuales tendrán que ser aprobados por tres expertos con conocimientos de la investigación.

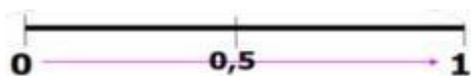
La parte metodológica tendrá que ser observada por expertos en investigación, así como profesionales de la rama de investigación validaran los instrumentos con una aprobación porcentual cercana a una desviación estándar de 0.05 en una tabla de calificación. Valderrama (2013, p. 198),

*Tabla II-3: Cuadro de Validez y confiabilidad de los ensayos*

FICHAS	ENSAYOS	INFORMACION DE VARIABLES
Ficha 01	AGREGADOS: CARACTERISTICAS FISICAS Y ANALISIS GRANULOMÉTRICO	TMN (%)
Ficha 02	DISEÑO DE MEZCLAS	Reducción de a/c (%)
Ficha 03	MÉTODO DE ENSAYO DE DENSIDAD, ABSORCIÓN CAPILAR Y VACIOS EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 642-04)	Vol.de poros %
Ficha 04	ENSAYO NORMALIZADO PARA MEDIR EL RITMO DE ABSORCIÓN DE AGUA EN CONCRETO (ASTM C 1585)	Vel.de Absorción Final
Ficha 05	ENSAYO PARA LA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO ENDURECIDO NTC 448	Prof.de penetración (mm)
Ficha 06	ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN MUESTRAS CILÍNDRICAS - NTP 339.035	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )

*Fuente Elaboración propia*

En el análisis de los resultados de la calificación del instrumento de validación observamos que estamos dentro del margen Excelente Validez, según Oseda.



*Tabla II 4: Rango de Validez*

RANGO DE VALIDEZ	
MAGNITUD	RANGOS
MUY ALTO	0.8 a 1.0
ALTO	0.6 a 0.8
MODERADO	0.4 a 0.6
BAJO	0.2 a 0.4
MUY BAJO	0.01 a 0.3
PROMEDIO DE VALIDACIÓN	

*Fuente Oseda*

La confiabilidad se considera a las calibraciones de los equipos que han sido parte del desarrollo de la tesis por medio de los ensayos, los cuales son adjuntados como anexo.

## 2.4. Método de Análisis de Datos

El procedimiento consiste en dos etapas:

### Primero

Desarrollo de los ensayos y procedimientos necesarios para la recolección de datos

- Análisis granulométrico para los agregados NTP 400.012

La norma lo define como método por el cual se distribuye las dimensiones volumétricas de los agregados al pasar y ser separados por un conjunto de tamices de diferentes dimensiones de mayor a una menor (NTP 400.012, 2013, p.3)

- Ensayo de Contenido de humedad de agregados NTP 339.185

$$\%Humedad = \frac{(H - S)}{S} * 100$$

H= Peso del material húmedo natural (gr)

S= Peso del material seco (gr)

- Ensayo de Peso específico y Absorción de los agregados. NTP 400.021 y NTP 400.022, se determinará los pesos específico de la masa, de la masa saturada con superficie seca, el peso específico aparente y la absorción de los agregados
- Diseño de mezcla según ACI 211-1

Se trabajó con 8 diseños de mezclas, las cuales fueron dos concreto Patrón de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  y  $315 \text{ kg/cm}^2$ , y un concreto de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  y  $315 \text{ kg/cm}^2$  con Aditivo Chemaplast Impermeabilizante con dosis de 145ml, 300ml y 600ml

- Ensayo para determinar la permeabilidad del concreto NTC 448

El ensayo somete a presión una cara de la muestra equivalente a 0,5 MPa (50 m de agua), pero explica que esta presión supera en demasía la presión de servicio de la estructura, sin embargo, se hace por razones de que a presiones menores sería demasiado largo el ensayo y poco practico

- Método de Ensayo Absorción Capilar ASTM C-642-04, se determinará mediante diferentes medidas de las probetas de concreto en agua a temperatura ambiente e hirviendo

- Ensayo normalizado para medir el ritmo de absorción de agua de los concreto ASTM C-1585-04

Este ensayo solo se expone una superficie al agua a temperatura ambiente, mientras que las demás son selladas y así simular la absorción de una estructura que este en contacto con el agua por solo un lado, el ritmo de penetración se le conoce como Sortividad

- Ensayo de Asentamiento del Hormigón con cono de Abrams NTP 339.035

Los resultados son analizados de diversas formas en relación a la trabajabilidad, la NTP 339.035 nos muestra los tres tipos de asentamientos, y nos indica que para el caso 2 como se observa en la imagen, si ocurre en dos pruebas consecutivas se considera que carece de plasticidad y cohesión

Descripción de trabajabilidad	Revenimiento mm
Sin revenimiento	0
Muy baja	5-10
Baja	15-30
Media	35-75
Alta	80-155
Muy alta	160 hasta colapso

### **Segundo**

Para el análisis de los datos obtenidos, se registrará mediante las fichas de recolección datos, estos a su vez describirán los ensayos realizados cuantitativamente para poder tener cantidades porcentuales de los experimentos, además estos datos serán llevados a tablas de cálculo y su diagramación de ser el caso para hacer las comparaciones de las distintas muestras

### **Tercero**

Se hará las conclusiones en relación con los antecedentes para corroborar, discutir, o comparar los datos científicos obtenidos y así poder dilucidar recomendaciones para la investigación

## **III: RESULTADOS**

## **RESULTADOS**

Los datos obtenidos del estudio experimental de muestras que se realizaron para el desarrollo de esta investigación fueron realizados cumpliendo parámetros de calidad tomados de la American Society of Testing Materials (ASTM), la Norma Técnica Peruana (NTP) y la Norma Técnica Colombiana (NTC) y la American Concrete Institute (ACI), con el motivo de poder cumplir con los estándares de procedimientos de ensayos experimentales aprobados nacional e internacional, y obtener resultados con el mayor grado de confiabilidad

Estos ensayos fueron de forma progresiva y continua, empezando por la determinación de propiedades de los agregados, mediante los ensayos de Granulometría, Peso Específico, Contenido de Humedad, Porcentaje de Absorción, Peso Unitario Suelto y Peso Unitario Compactado, como nos requiere la norma ACI para el diseño de mezclas

El diseño de mezcla se ejecutó siguiendo los parámetros aportados por el comité 211 del ACI, ya que este estudio busca determinar los cambios en las propiedades de impermeabilidad de un concreto endurecido mediante el uso dosificado del Aditivo Chemaplast Impermeabilizante, manteniendo además propiedades elementales como la resistencia a la compresión

Además, los diseños de mezcla serán de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$  siguiendo las recomendaciones de la Norma Técnica Peruana para concretos de baja permeabilidad para estructuras expuestas a agua, estas muestras serán analizadas a los 7 y 28 días de curado para sus distintos ensayos, con la finalidad de verificar el cambio progresivo de las mismas.

### **3.1. Objetivo General**

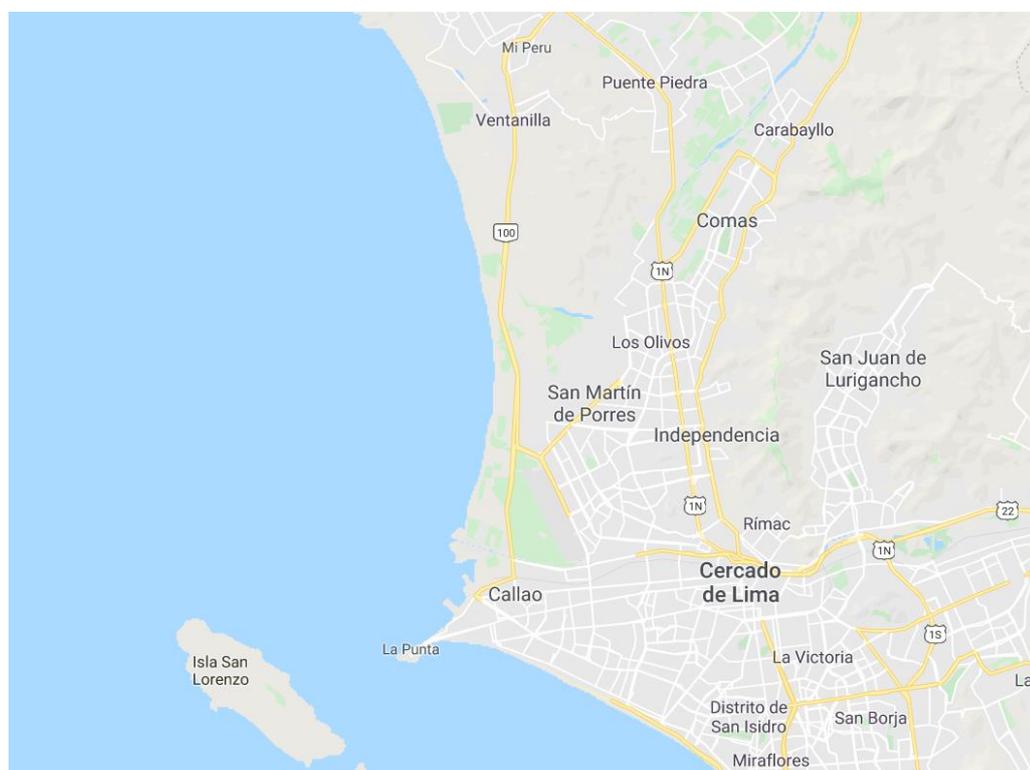
- Establecer como el aditivo reductor de agua y plastificante influye en la relación a/c del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019
- Precisar como el aditivo reductor de agua y plastificante influye en la permeabilidad del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019
- Demostrar como el aditivo reductor de agua y plastificante influye en la absorción capilar del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019

### 3.2. Ubicación y descripción del lugar de estudio

El lugar de estudio se enfoca en el área geográfica de Lima Metropolitana, esta zona cuenta con distintas condiciones climáticas, por su cercanía al mar y al comienzo de la cadena montañosa, es así que un reservorio está expuesto a factores de humedad y lluvia en una misma área geográfica

El área donde se enfocará el estudio será en el distrito de Comas y Carabayllo por su cercanía a la cantera de Trapiche, de la cual se extrajo las muestras de arena para la investigación.

*Figura III-1: Ubicación de estudio*



*Fuente: Google Maps*

### 3.3. Estudio de los agregados

#### 3.3.1. Agregado fino

El agregado fino proviene de la cantera de Trapiche, a la cual se le hicieron el estudio de sus propiedades físicas

**A. Análisis granulométrico – NTP 400.012**

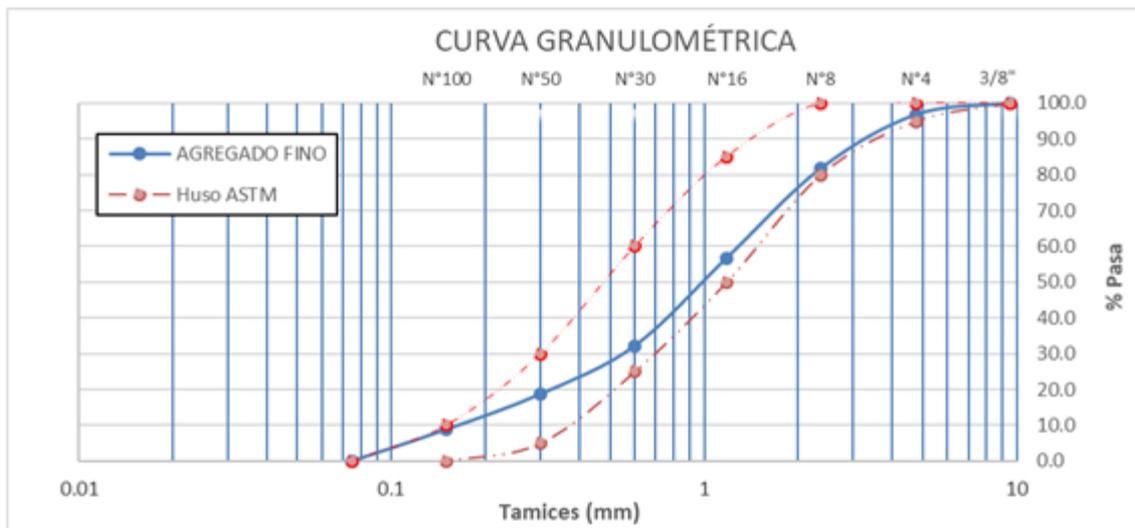
*Tabla III-1: Analisis Granulométrico del Agregado Fino*

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	%PASA ASTM C33 HUSO AGR. FINO
(pulg.)	(mm)				
3/8"	9.5	0	0.0	100	100
N° 4	4.75	3.3	3.3	96.7	95 - 100
N° 8	2.36	15	18.3	81.7	80 - 100
N° 16	1.18	25	43.3	56.7	50 - 85
N° 30	0.6	24.54	67.8	32.16	25 - 60
N° 50	0.3	13.44	81.3	18.72	5 - 30
N° 100	0.15	9.9	91.2	8.82	0 - 10
Fondo	0.075	8.8	100.0	0.02	

*Fuente: Laboratorio*

**B. Curva granulométrica**

*Grafica III-1: Curva granulométrica del Agregado Fino*



*Fuente: Laboratorio*

**C. Propiedades Físicas**

*Tabla III-2: Características del Agregado Fino*

Módulo de Fineza	3.05
Peso Unitario Suelto (kg/m³)	1307
Peso Unitario Compactado (kg/m³)	1544
Peso Específico (g/cm³)	2.63
Contenido de Humedad (%)	2.67
Porcentaje de Absorción	0.6

*Fuente: Laboratorio*

### 3.3.2. Propiedades físicas del agregado grueso

El agregado grueso proviene de la Chancadora del Callao, observándose material de canto rodado a la cual se le hicieron el estudio de sus propiedades físicas

#### A. Análisis granulométrico – NTP 400.012

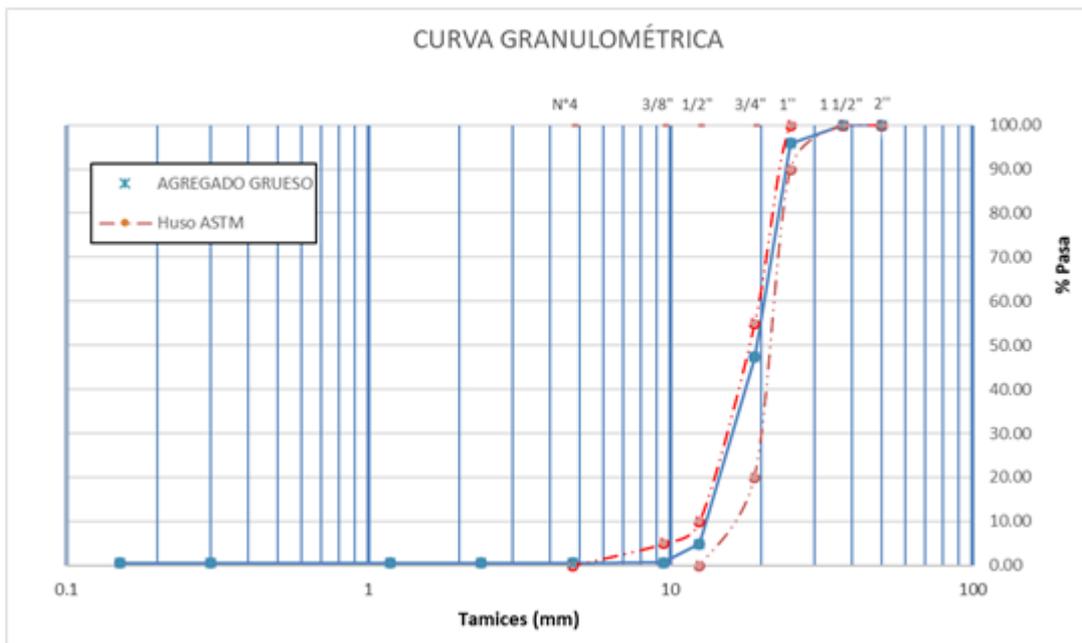
Tabla III-3: Analisis Granulométrico del Agregado Grueso

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA	%PASA ASTM C33 HUSO5
(pulg.)	(mm)				
2"	50	0	0.00	100.00	100
1 1/2"	37.5	0	0.00	100.00	100
1"	25	4.1	4.1	95.90	90 - 100
3/4"	19	48.6	52.7	47.30	20 - 55
1/2"	12.5	42.4	95.1	4.90	25 - 60
3/8"	9.5	4.3	99.4	0.60	0 - 5
N° 4	4.75	0.1	99.5	0.50	-
N° 8	2.36	0	99.5	0.50	-
N° 16	1.18	0	99.5	0.50	-
N° 50	0.3	0.0	99.5	0.50	-
N° 100	0.15	0	99.5	0.50	-
Fondo		0.5	100.0	0.00	-

Fuente: Laboratorio

#### B. Curva granulométrica

Grafica III-2: Curva granulométrica del Agregado Grueso



Fuente: Laboratorio

### C. Propiedades Físicas

Tabla III-4: Características del Agregado Grueso

Módulo de Fineza	7.49
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1354
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1541
Peso Específico (g/cm <sup>3</sup> )	2.58
Contenido de Humedad (%)	0.60
Porcentaje de Absorción	1.29

Fuente: Laboratorio

### 3.3.3. Características del Agregado Global

Consiste en una combinación de Arena Gruesa procedente de la cantera de TRAPICHE y PIEDRA CHANCADA procedente de la cantera CHANCADORA CALLAO, este análisis agrupado de ambos agregados es importante ya que deja determinar parámetros finales para el diseño de mezcla

### A. Análisis granulométrico

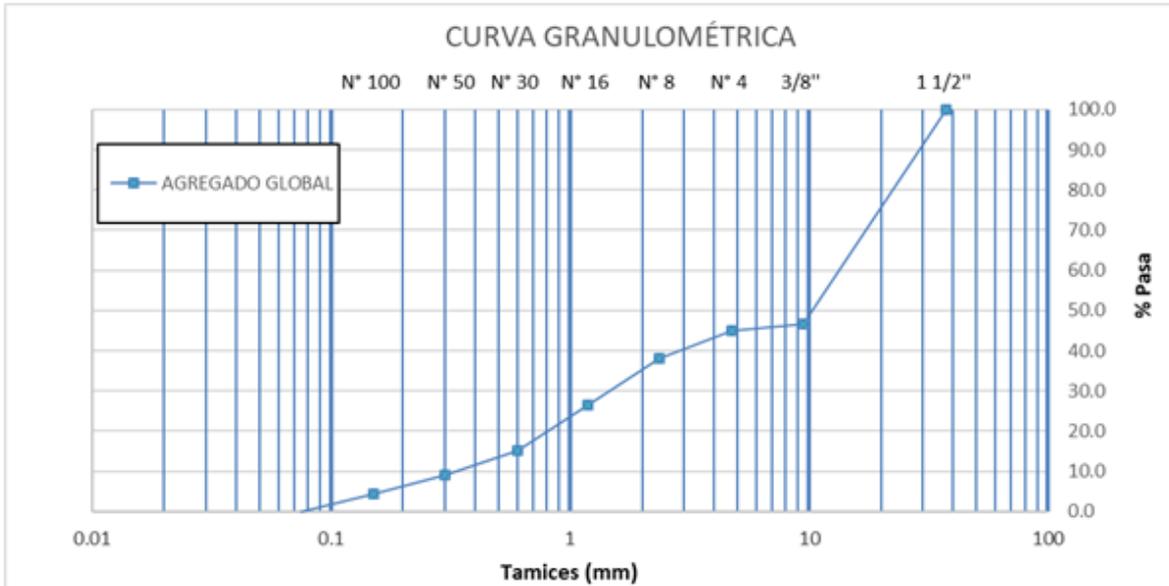
Tabla III-5: Analisis Granulométrico del Agregado Global

TAMIZ		% RET.	% RET. ACUM.	% PASA
(pulg.)	(mm)			
1 1/2"	37.5		51.0	100.0
3/8"	9.5	2.3	53.3	46.7
N° 4	4.75	1.6	55.0	45.0
N° 8	2.36	6.9	61.9	38.1
N° 16	1.18	11.6	73.5	26.5
N° 30	0.6	11.3	84.8	15.2
N° 50	0.3	6.2	91.1	8.9
N° 100	0.15	4.6	95.6	4.4
Fondo	0.075	4.40	100.0	0.0

Fuente: Laboratorio

## B. Curva granulométrica

*Grafica III-3: Curva granulométrica del Agregado Global*



*Fuente: Laboratorio*

## C. Propiedades Físicas

*Tabla III-6: Características del Agregado Global*

Tamaño Nominal Máximo	1"
Módulo de Fineza	5.44
% Agregado Gruesa	54
% Agregado Fino	46

*Fuente: Laboratorio*

### 3.4. Diseño de Mezcla Comité 211 ACI

El diseño de mezcla que se realizó para la creación de probetas de concreto fue tomando en cuenta la norma E.060 de Concreto Armado que indica como la durabilidad depende de la relación agua /material cementante para condiciones especiales de exposición, además menciona la relación agua/cemento para una baja permeabilidad, además se agregó dosis de 200ml/bls., 400ml/bls., 600ml/bls., del aditivo Chemaplast Impermeabilizante para cada uno de los diseños con la finalidad de observar el cambio en las propiedades de impermeabilidad del concreto endurecido.

### 3.4.1. De los Materiales

#### A. Cemento

Se utilizó el cemento SOL Tipo I con un Peso específico del cemento de 3.12 gr/cm<sup>3</sup>

#### B. Agregado fino

Se utilizó el material de a muestra analizada el cual indica sus características en el punto 3.3.1

#### C. Agregado grueso

Se utilizó el material de a muestra analizada el cual indica sus características en el punto 3.3.2

#### D. Combinaciones de Agregado

Se utilizó el material de a muestra analizada el cual indica sus características en el punto 3.3.3, la combinación de los agregados fue de 47% de arena y 53% de piedra

#### E. Agua

Se utilizó agua potable del laboratorio

#### F. Aditivo

Se utilizó un Aditivo Chemaplast Impermeabilizante, con un peso específico de 1.22 gr/cm<sup>3</sup>. Se aplicó para los diseños de  $f'c=280$  Kg/cm<sup>2</sup> una dosificación del 0.40% del peso de cemento para el diseño de 200 ml/bls, 0.95% del peso de cemento para el diseño de 400 ml/bls, 1.58% del peso de cemento para el diseño de 600 ml/bls, y para los diseños de  $f'c=315$  Kg/cm<sup>2</sup> una dosificación del 0.38% del peso de cemento para el diseño de 200 ml/bls, 0.96% del peso de cemento para el diseño de 400 ml/bls, 1.58% del peso de cemento para el diseño de 600 ml/bls

### 3.4.2. Diseño de Mezcla Preliminar 280 – 0.50 ( $f'c=280$ kg/cm<sup>2</sup>)

#### A. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación	$f'c=280$ Kg/cm <sup>2</sup>
Asentamiento .....	3" - 4"
Relación a/c de diseño .....	0.5
Relación a/c de obra .....	0.48
Proporciones de diseño .....	1 : 1.58 : 2.12
Proporciones de obra .....	1 : 1.62 : 2.15

**B. CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO**

Cemento	.....	440	Kg.
Arena	.....	696	Kg.
Piedra	.....	929	Kg.
Agua	.....	220	L.

**C. CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA**

Cemento	.....	440	Kg.
Arena	.....	715	Kg.
Piedra	.....	935	Kg.
Agua	.....	212	L.

**D. CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	.....	42.50	Kg.
Arena	.....	69.01	Kg.
Piedra	.....	90.26	Kg.
Agua	.....	20.48	L.

**E. PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Proporciones	.....	1	:	1.86	:	2.35
Agua	.....	20.48	:	L./bolsa		

**3.4.3. Diseño de Mezcla Preliminar 315 – 0.48 (f'c=315 kg/cm<sup>2</sup>)**

**A. CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Denominación		f'c=315 Kg/cm <sup>2</sup>		
Asentamiento	.....	3" - 4"		
Relación a/c de diseño	.....	0.48		
Relación a/c de obra	.....	0.46		
Proporciones de diseño	.....	1	:	1.58 : 2.20
Proporciones de obra	.....	1	:	1.62 : 2.21

**B. CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO**

Cemento	.....	435	Kg.
Arena	.....	686	Kg.
Piedra	.....	956	Kg.
Agua	.....	209	L.

C. CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO EN OBRA

Cemento	.....	435	Kg.
Arena	.....	704	Kg.
Piedra	.....	962	Kg.
Agua	.....	201	L.

D. CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	.....	42.50	Kg.
Arena	.....	68.84	Kg.
Piedra	.....	94.04	Kg.
Agua	.....	19.66	L.

E. PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	.....	1	:	1.86	:	2.45
Agua	.....	19.66	:	L./bolsa		

**3.4.4. Diseño de Mezcla 280 – AD1 (f'c=280 kg/cm<sup>2</sup>) Cemento Sol Tipo I +**

**Aditivo 200 ml/ bls. Cemento**

A. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación		f'c=280 Kg/cm <sup>2</sup>
Asentamiento	.....	3" - 4"
Relación a/c de diseño	.....	0.5
Relación a/c de obra	.....	0.56
Proporciones de diseño	.....	1 : 1.93 : 2.28
Proporciones de obra	.....	1 : 1.95 : 2.31

B. CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO

Cemento	.....	400	Kg.
Arena	.....	781	Kg.
Piedra	.....	924	Kg.
Agua	.....	225	L.
Chema			
Impermeabilizante	.....	1600	g.

C. CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	.....	42.5	Kg.
Arena	.....	82.95	Kg.
Piedra	.....	98.22	Kg.
Agua	.....	23.88	L.
Chema	.....		
Impermeabilizante	.....	170	g.

D. PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	.....	1	:	1.97	:	2.33
Agua	.....	23.88	:	L./bolsa		
Chema	.....					
Impermeabilizante	.....	170		g.		

**3.4.5. Diseño de Mezcla 280 – AD2 ( $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>) Cemento Sol Tipo I + Aditivo 400 ml/ bls. Cemento**

A. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación		$f'c=280$ Kg/cm <sup>2</sup>
Asentamiento	.....	3" - 4"
Relación a/c de diseño	.....	0.5
Relación a/c de obra	.....	0.56
Proporciones de diseño	.....	1 : 1.96 : 2.31
Proporciones de obra	.....	1 : 1.98 : 2.34

B. CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO

Cemento	.....	396	Kg.
Arena	.....	782	Kg.
Piedra	.....	927	Kg.
Agua	.....	223	L.
Chema	.....		
Impermeabilizante	.....	3762	g.

C. CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	.....	42.5	Kg.
Arena	.....	83.98	Kg.
Piedra	.....	99.45	Kg.

Agua	.....	23.91	L.
Chema	.....	403.8	g.
Impermeabilizante	.....		

**D. PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN**

Proporciones	.....	1	:	1.99	:	2.36
Agua	.....	23.91	:	L./bolsa		
Chema	.....					
Impermeabilizante	.....	403.8		g.		

**3.4.6. Diseño de Mezcla 280 – AD3 (f'c=280 kg/cm2) Cemento Sol Tipo I +**

**Aditivo 600 ml/ bls. Cemento**

**A. CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Denominación		f'c=280 Kg/cm <sup>2</sup>
Asentamiento	.....	3" - 4"
Relación a/c de diseño	.....	0.5
Relación a/c de obra	.....	0.57
Proporciones de diseño	.....	1 : 2.3 : 2.71
Proporciones de obra	.....	1 : 2.32 : 2.75

**B. CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO**

Cemento	.....	354	Kg.
Arena	.....	822	Kg.
Piedra	.....	973	Kg.
Agua	.....	203	L.
Chema	.....		
Impermeabilizante	.....	5593.2	g.

**C. CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA**

Cemento	.....	42.5	Kg.
Arena	.....	98.65	Kg.
Piedra	.....	116.83	Kg.
Agua	.....	24.38	L.
Chema	.....		
Impermeabilizante	.....	671.5	g.

#### D. PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	.....	1	:	2.34	:	2.77
Agua	.....	24.38	:	L./bolsa		
Chema	.....					
Impermeabilizante	.....	671.5		g.		

#### 3.4.7. Diseño de Mezcla 315 – AD1 ( $f'c=315$ kg/cm<sup>2</sup>) Cemento Sol Tipo I + Aditivo 200 ml/ bls. Cemento

##### A. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación		$f'c=315$ Kg/cm <sup>2</sup>				
Asentamiento	.....	3" - 4"				
Relación a/c de diseño	.....	0.48				
Relación a/c de obra	.....	0.53				
Proporciones de diseño	.....	1	:	1.71	:	2.02
Proporciones de obra	.....	1	:	1.72	:	2.04

##### B. CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR m<sup>3</sup> DE CONCRETO

Cemento	.....	438		Kg.	
Arena	.....	754		Kg.	
Piedra	.....	893		Kg.	
Agua	.....	234		L.	
Chema	.....				
Impermeabilizante	.....	1662.5		g.	

##### C. CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	.....	42.5		Kg.	
Arena	.....	73.28		Kg.	
Piedra	.....	86.78		Kg.	
Agua	.....	22.72		L.	
Chema	.....				
Impermeabilizante	.....	161.5		g.	

#### D. PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	.....	1	:	1.74	:	2.06
Agua	.....	22.72	:	L./bolsa		
Chema	.....					
Impermeabilizante	.....	161.5		g.		

### 3.4.8. Diseño de Mezcla 315 - AD2 ( $f_c=315 \text{ kg/cm}^2$ ) Cemento Sol Tipo I +

#### Aditivo 400 ml/ bls. Cemento

#### A. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación		$f_c=315 \text{ Kg/cm}^2$		
Asentamiento	.....	3" -		
		4"		
Relación a/c de diseño	.....	0.48		
Relación a/c de obra	.....	0.54		
Proporciones de diseño	.....	1	:	1.83 : 2.17
Proporciones de obra	.....	1	:	1.85 : 2.19

#### B. CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR $\text{m}^3$ DE CONCRETO

Cemento	.....	417	Kg.
Arena	.....	772	Kg.
Piedra	.....	914	Kg.
Agua	.....	224	L.
Chema			
Impermeabilizante	.....	4000	g.

#### C. CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	.....	42.5	Kg.
Arena	.....	78.74	Kg.
Piedra	.....	93.24	Kg.
Agua	.....	22.89	L.
Chema			
Impermeabilizante	.....	408	g.

#### D. PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	.....	1	:	1.87	:	2.21
Agua	.....	22.89	:	L./bolsa		
Chema						
Impermeabilizante	.....	408		g.		

### 3.4.9. Diseño de Mezcla 315 – AD3 ( $f'_c=315 \text{ kg/cm}^2$ ) Cemento Sol Tipo I +

#### Aditivo 600 ml/ bls. Cemento

#### A. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Denominación		$f'_c=315 \text{ Kg/cm}^2$		
Asentamiento	.....	3" - 4"		
Relación a/c de diseño	.....	0.48		
Relación a/c de obra	.....	0.54		
Proporciones de diseño	.....	1	:	1.9 : 2.24
Proporciones de obra	.....	1	:	1.92 : 2.27

#### B. CANTIDAD DE MATERIAL DE DISEÑO POR $\text{m}^3$ DE CONCRETO

Cemento	.....	406	Kg.
Arena	.....	780	Kg.
Piedra	.....	923	Kg.
Agua	.....	220	L.
Chema	.....	6418.8	g.
Impermeabilizante	.....		

#### C. CANTIDAD DE MATERIAL POR BOLSA DE CEMENTO EN OBRA

Cemento	.....	42.5	Kg.
Arena	.....	81.55	Kg.
Piedra	.....	96.57	Kg.
Agua	.....	22.98	L.
Chema	.....	671.5	g.
Impermeabilizante	.....		

#### D. PROPORCIONES APROXIMADAS EN VOLUMEN

Proporciones	.....	1	:	1.93 : 2.21
Agua	.....	22.98	:	L./bolsa
Chema	.....	671.5	:	g.
Impermeabilizante	.....			

### 3.5. Resistencia a la Compresión

#### 3.5.1. Resistencia a la compresión $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ a 7 días (Patrón y adicionados)

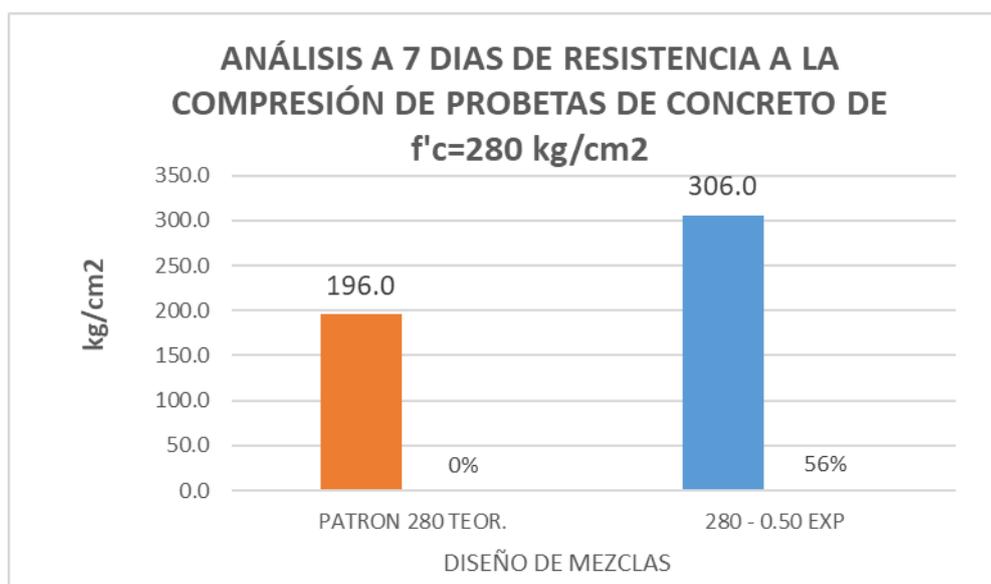
##### A. Patrón $f'c=280 - 0.50$

Tabla III-7: Resistencia a la Compresión edad de 7 días de Diseño Patrón -  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

ESPÉCIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA $\text{cm}^2$	ESFUERZO $\text{kg/cm}^2$	F'c Diseño $\text{kg/cm}^2$	% F'c
280 - 0.50	11/10//2019	18/10/2019	7	24346.2	78.5	<b>310.0</b>	280.0	110.7
280 - 0.50	11/10//2019	18/10/2019	7	23745.1	78.5	<b>302.3</b>	280.0	108.0
280 - 0.50	11/10//2019	18/10/2019	7	24012.4	78.5	<b>305.7</b>	280.0	109.2

Fuente: Laboratorio MTL Geotecnia

Grafico III-4: Análisis comparativo a edad de 7 días de Resistencia a la Compresión promedio del Diseño Patrón -  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: Elaboración propia

El Grafico III-4 describe el análisis comparativo de la resistencia a la compresión promedio a temprana edad de 7 días de un concreto teórico de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  a un 70% y el diseño patrón de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  experimental realizado en laboratorio, indicando que el segundo cumple con la resistencia requerida aumentada en un 56% en relación con el esperado para un concreto teórico a edad de 7 días y alcanzando un 109.3% de la resistencia final de diseño

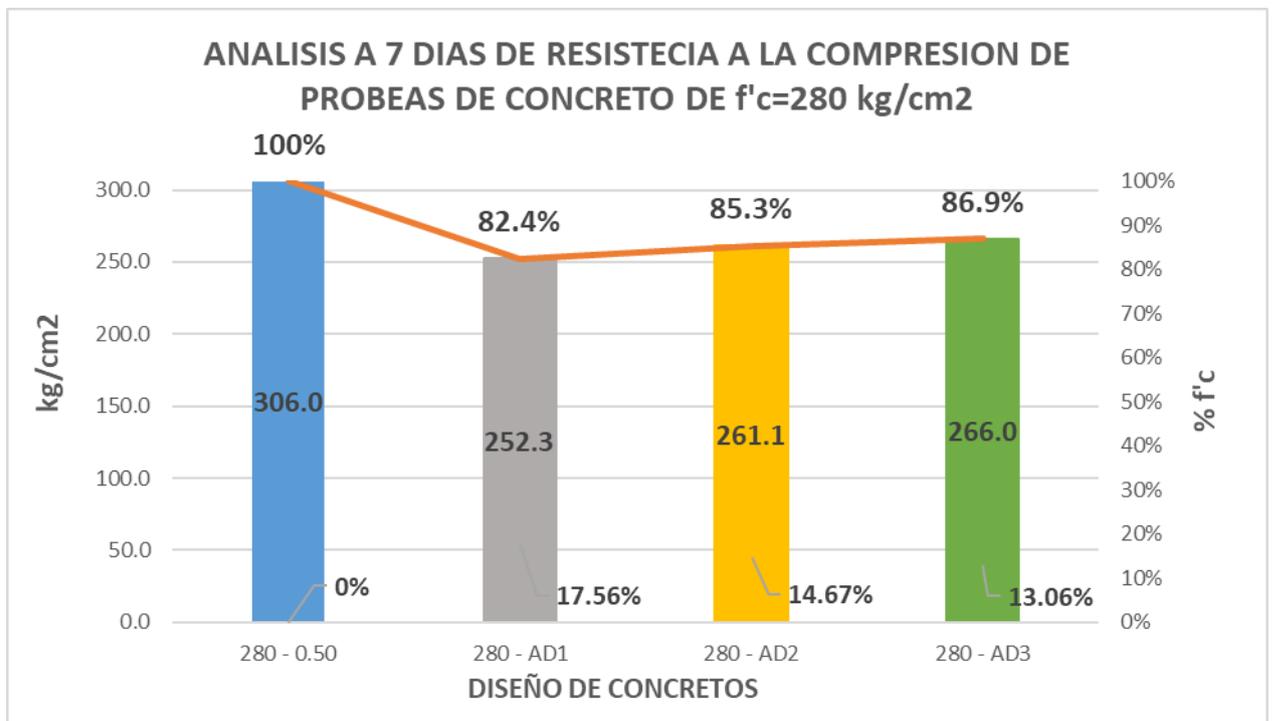
B. Diseños  $f'c=280$  + Aditivo

Tabla III-8: Resistencia a la Compresión edad de 7 días de Diseño adicionando Aditivo  
Chemaplast Impermeabilizante -  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>

ESPÉCIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F'c Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F'c
280 - AD1	16/10/2019	23/10/2019	7	16227.2	78.5	<b>206.6</b>	280.0	73.8
280 - AD1	16/10/2019	23/10/2019	7	21515.3	78.5	<b>273.9</b>	280.0	97.8
280 - AD1	16/10/2019	23/10/2019	7	21698.4	78.5	<b>276.3</b>	280.0	98.7
280 - AD2	16/10/2019	23/10/2019	7	20687.4	78.5	<b>263.4</b>	280.0	94.1
280 - AD2	16/10/2019	23/10/2019	7	20876.0	78.5	<b>265.8</b>	280.0	94.9
280 - AD2	16/10/2019	23/10/2019	7	19957.0	78.5	<b>254.1</b>	280.0	90.8
280 - AD3	16/10/2019	23/10/2019	7	20680.8	78.5	<b>263.3</b>	280.0	94.0
280 - AD3	16/10/2019	23/10/2019	7	20401.0	78.5	<b>259.8</b>	280.0	92.8
280 - AD3	16/10/2019	23/10/2019	7	21601.3	78.5	<b>275.0</b>	280.0	98.2

Fuente: Laboratorio MTL Geotecnia

Grafico III-5: Análisis comparativo a edad de 7 días de Diseño adicionando Aditivo  
Chemaplast Impermeabilizante -  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>



Fuente: Elaboración propia

El Grafico III-5 describe el análisis comparativo de la resistencia a la compresión promedio a temprana edad de 7 días de probetas 4''x 8'' de un concreto patrón de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> experimental realizado en laboratorio y otros diseños adicionando aditivo Chemaplast Impermeabilizante, indicando que el diseño con dosis de 200ml/bls, 400ml/bls, 600ml/bls de cemento tienen una disminución de 17.56%, 14.67% y 13.06% en relación con el diseño patrón de edad de 7 días y alcanzando un promedio de 82.4% , 85.3%, y 86.9% de la resistencia final de diseño de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>, además de mostrar que el diseño patrón alcanza una resistencia a la compresión temprana mayor que los diseños con aditivo, los cuales muestran un crecimiento gradual directamente proporcional a la cantidad de aditivo añadido

### 3.5.2. Resistencia a la compresión $F'c=315$ kg/cm<sup>2</sup> a 7 días (Patrón y adicionados)

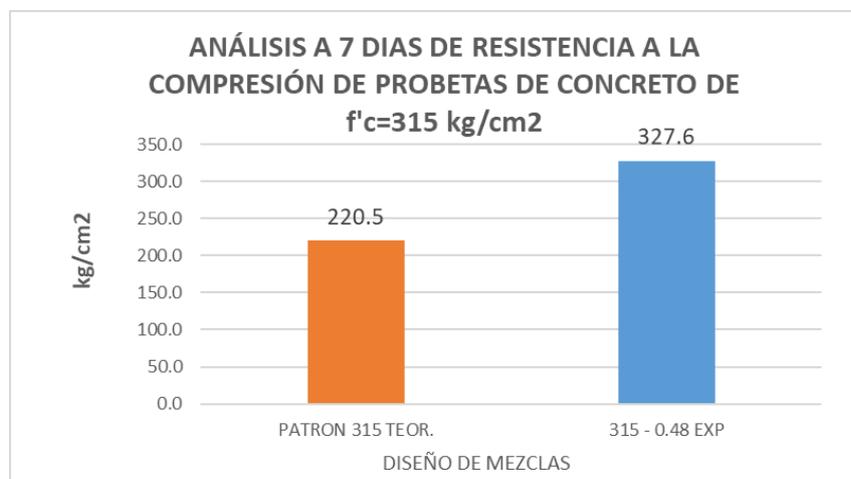
#### A. Patrón $F'c=315 - 0.48$

*Tabla III-9: Resistencia a la Compresión edad de 7 dias de Diseño Patrón -  $f'c=315$ kg/cm<sup>2</sup>*

ESPÉCIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F'c Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F'c
315 - 0.48	11/10/2019	18/10/2019	7	26228.6	78.5	<b>334.0</b>	315.0	106.0
315 - 0.48	11/10/2019	18/10/2019	7	25015.6	78.5	<b>318.5</b>	315.0	101.1
315 - 0.48	11/10/2019	18/10/2019	7	25943.4	78.5	<b>330.3</b>	315.0	104.9

*Fuente: Laboratorio MTL Geotecnia*

*Grafico III-6: Análisis comparativo a edad de 7 dias de Resistencia a la Compresion promedio del Diseño Patron -  $f'c=315$  kg/cm<sup>2</sup>*



*Fuente: Elaboración propia*

El Grafico III-6 describe el análisis comparativo de la resistencia a la compresión promedio a temprana edad de 7 días de un concreto teórico de  $f'c=315$  kg/cm<sup>2</sup> a un 70%, y el diseño patrón de  $f'c=315$  kg/cm<sup>2</sup> experimental realizado en laboratorio, indicando que el segundo cumple con la resistencia requerida aumentada en un 49% en relación con el esperado para un concreto teórico a edad de 7 días y alcanzando un 104.0 % de la resistencia final de diseño

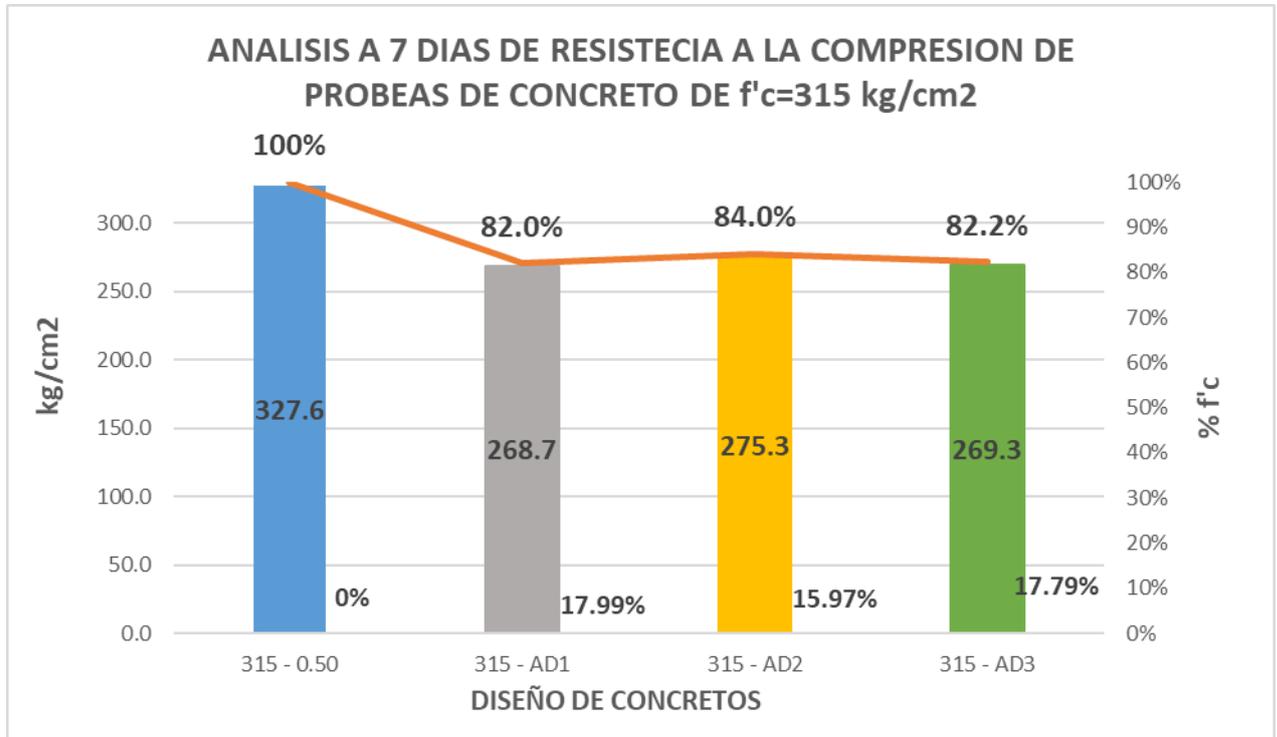
A. Diseños  $F'c=315$  + Aditivo

*Tabla III-10: Resistencia a la Compresión edad de 7 dias de Diseño adicionando Aditivo  
Chemaplast Impermeabilizante -  $f'c=315$  kg/cm<sup>2</sup>*

ESPÉCIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F'c Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F'c
315 - AD1	18/10/2019	25/10/2019	7	21758.6	78.5	<b>277.0</b>	315.0	87.9
315 - AD1	18/10/2019	25/10/2019	7	20730.7	78.5	<b>264.0</b>	315.0	83.8
315 - AD1	18/10/2019	25/10/2019	7	20815.7	78.5	<b>265.0</b>	315.0	84.1
315 - AD2	18/10/2019	25/10/2019	7	23393.7	78.5	<b>297.9</b>	315.0	94.6
315 - AD2	18/10/2019	25/10/2019	7	19282.8	78.5	<b>245.5</b>	315.0	77.9
315 - AD2	18/10/2019	25/10/2019	7	22177.7	78.5	<b>282.4</b>	315.0	89.6
315 - AD3	18/10/2019	25/10/2019	7	19443.2	78.5	<b>247.6</b>	315.0	78.6
315 - AD3	18/10/2019	25/10/2019	7	22172.3	78.5	<b>282.3</b>	315.0	89.6
315 - AD3	18/10/2019	25/10/2019	7	21838.6	78.5	<b>278.1</b>	315.0	88.3

*Fuente: Laboratorio MTL Geotecnia*

Gráfico III-7: Análisis comparativo a edad de 7 días de Diseño adicionando Aditivo Chemaplast Impermeabilizante -  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: Elaboración propia

El Gráfico III-5 describe el análisis comparativo de la resistencia a la compresión promedio a temprana edad de 7 días probetas 4''x 8'' de un concreto patrón de  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$  experimental realizado en laboratorio y otros diseños adicionando aditivo Chemaplast Impermeabilizante, indicando que el diseño con dosis de 200ml/bls, 400ml/bls, 600ml/bls de cemento tienen una disminución porcentual de 17.99%, 15.97% y 17.79% en relación con el esperado para un concreto a edad de 7 días y alcanzando un promedio de 82% , 84%, y 82.2% de la resistencia final de diseño de  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$ , además de mostrar que el diseño patrón alcanza una resistencia a la compresión temprana mayor que los diseños con aditivo, los cuales muestran un incremento no proporcional de la resistencia a la cantidad de aditivo añadido, siendo el de 400ml de dosis el que alcanza mejor resistencia a 7 días

### 3.5.3. Resistencia a la compresión $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ a 28 días (Patrón y adicionados)

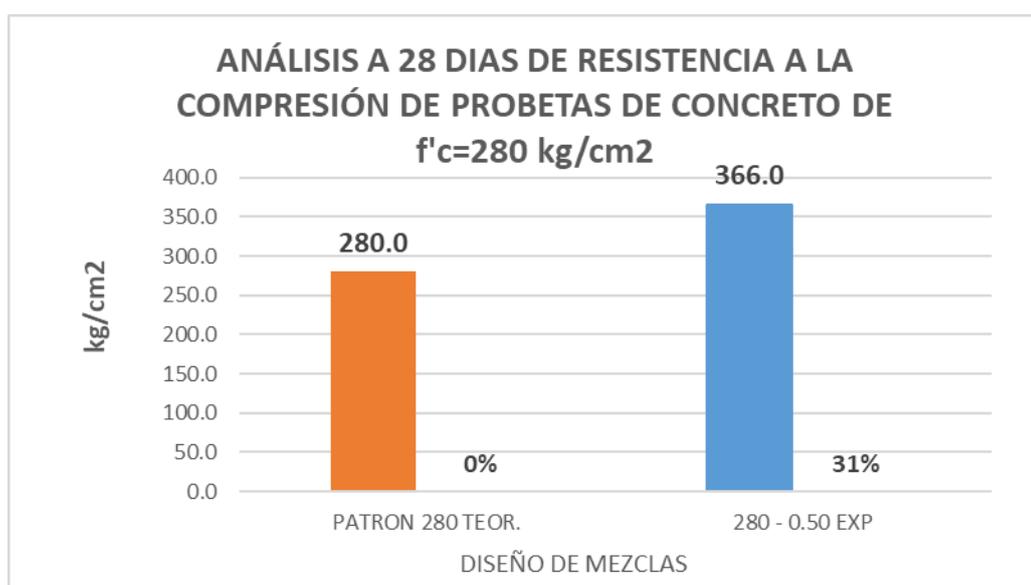
#### A. Patrón $f'c=280 - 0.50$

Tabla III-11: Resistencia a la Compresión edad de 28 días de Diseño Patrón -  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

ESPÉCIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA $\text{cm}^2$	ESFUERZO $\text{kg/cm}^2$	F'c Diseño $\text{kg/cm}^2$	% F'c
280 - 0.50	11/10/2019	08/11/2019	28	29547.9	78.5	<b>376.2</b>	280.0	134.4
280 - 0.50	11/10/2019	08/11/2019	28	28634.5	78.5	<b>364.6</b>	280.0	130.2
280 - 0.50	11/10/2019	08/11/2019	28	28053.2	78.5	<b>357.2</b>	280.0	127.6

Fuente: Laboratorio MTL Geotecnia

Gráfico III-8: Análisis comparativo a edad de 28 días de Resistencia a la Compresión de Diseño Patrón -  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: Elaboración propia

El Gráfico III-8 describe el análisis comparativo de la resistencia a la compresión promedio de edad de 28 días de un concreto teórico de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  y el diseño patrón de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  experimental realizado en laboratorio, indicando que el segundo cumple con la resistencia requerida aumentada en un 31% en relación con el esperado para un concreto teórico

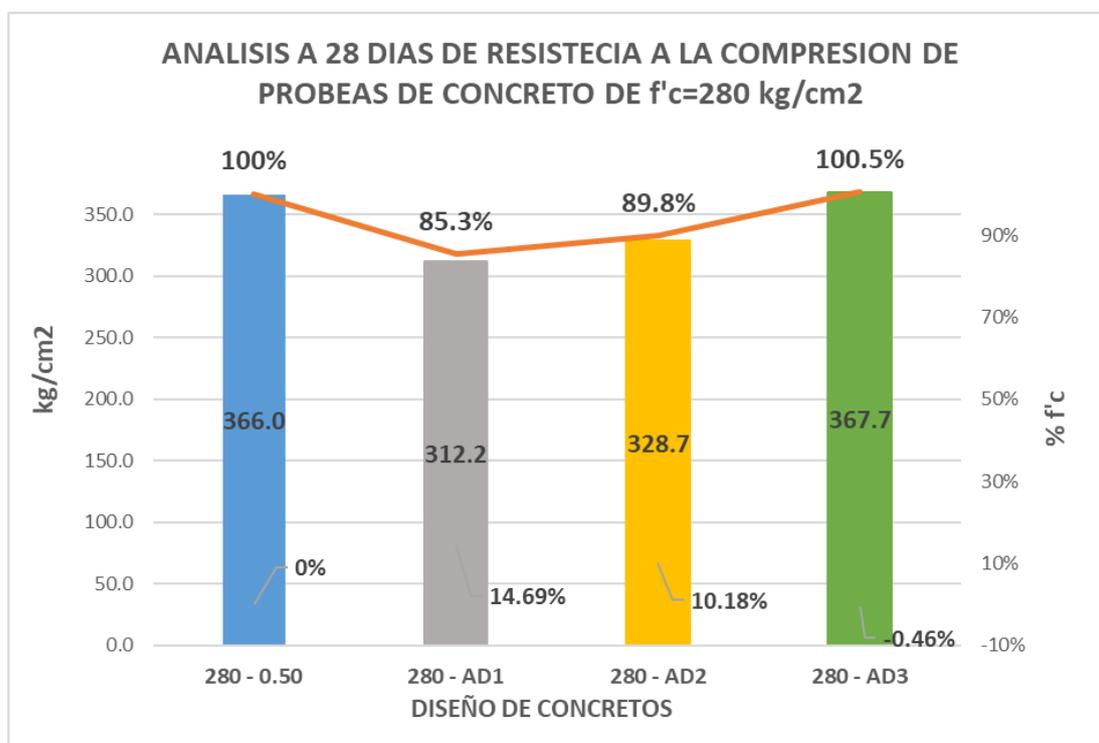
B. Diseños  $f'c=280$  + Aditivo

Tabla III-12: Resistencia a la Compresión edad de 28 días de Diseño adicionando Aditivo  
Chemaplast Impermeabilizante -  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>

ESPÉCIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F'c Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F'c
280 - AD1	16/10/2019	13/11/2019	28	21555.3	78.5	<b>274.5</b>	280.0	98.0
280 - AD1	16/10/2019	13/11/2019	28	28811.4	78.5	<b>366.8</b>	280.0	131.0
280 - AD1	16/10/2019	13/11/2019	28	23201.3	78.5	<b>295.4</b>	280.0	105.5
280 - AD2	16/10/2019	13/11/2019	28	24471.1	78.5	<b>311.6</b>	280.0	111.3
280 - AD2	16/10/2019	13/11/2019	28	26369.7	78.5	<b>335.7</b>	280.0	119.9
280 - AD2	16/10/2019	13/11/2019	28	26615.1	78.5	<b>338.9</b>	280.0	121.0
280 - AD3	16/10/2019	13/11/2019	28	26890.9	78.5	<b>342.4</b>	280.0	122.3
280 - AD3	16/10/2019	13/11/2019	28	30632.2	78.5	<b>390.0</b>	280.0	139.3
280 - AD3	16/10/2019	13/11/2019	28	29111.0	78.5	<b>370.7</b>	280.0	132.4

Fuente: Laboratorio MTL Geotecnia

Gráfico III-9: Análisis comparativo a edad de 28 días de Diseño adicionando Aditivo  
Chemaplast Impermeabilizante -  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup>



Fuente: Elaboración propia

El Grafico III-9 describe el análisis comparativo de la resistencia a la compresión promedio a edad de 28 días de probetas 4''x 8'' de un concreto patrón de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  experimental realizado en laboratorio y otros diseños adicionando aditivo Chemaplast Impermeabilizante, indicando que el diseño con dosis de 200ml/bls, 400ml/bls, de cemento tienen una resistencia menor en 14.69% y 10.18% del concreto patrón y el diseño con dosis de 600ml/bls de aditivo tiene una similar resistencia al concreto patrón de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  incrementada en 0.46% del concreto patrón, además se observa que los diseños adicionado muestran un incremento directamente proporcional de la resistencia a la cantidad de aditivo añadido

### 3.5.4. Resistencia a la compresión $F'c=315 \text{ kg/cm}^2$ a 28 días (Patrón y adicionados)

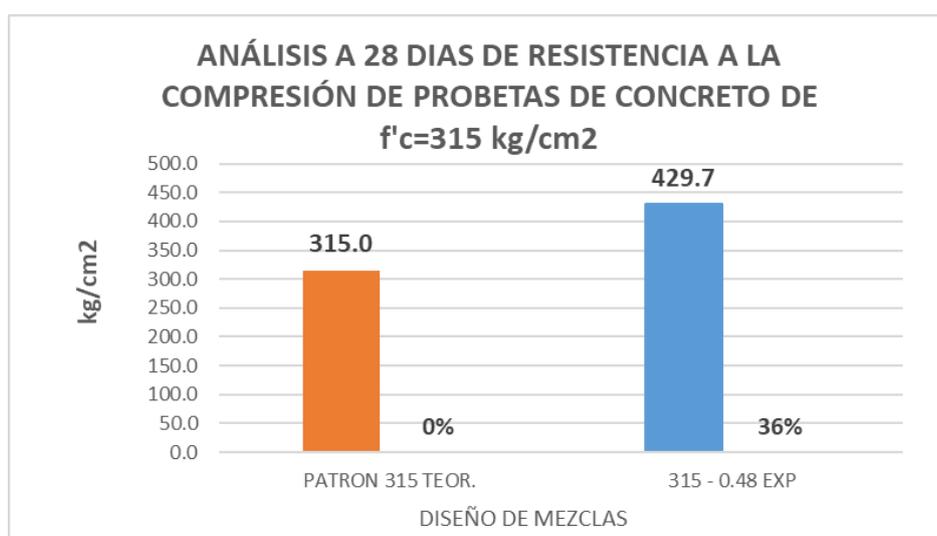
A. Patrón  $F'c=315 - 0.48$

Tabla III-13: Resistencia a la Compresión edad de 28 dias de Diseño Patrón -  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$

ESPÉCIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA $\text{cm}^2$	ESFUERZO $\text{kg/cm}^2$	F'c Diseño $\text{kg/cm}^2$	% F'c
315 - 0.48	11/10/2019	08/11/2019	28	33394.4	78.5	<b>425.2</b>	315.0	135.0
315 - 0.48	11/10/2019	08/11/2019	28	33172.6	78.5	<b>422.4</b>	315.0	134.1
315 - 0.48	11/10/2019	08/11/2019	28	34687.2	78.5	<b>441.7</b>	315.0	140.2

Fuente: Laboratorio MTL Geotecnia

Gráfico III-10: Análisis comparativo a edad de 28 dias de Resistencia a la Compresion de Diseño Patron -  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$



Fuente: Elaboración propia

El Grafico III-10 describe el análisis comparativo de la resistencia a la compresión a edad de 28 días de un concreto teórico de  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$  y el diseño patrón de  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$  experimental realizado en laboratorio, indicando que el segundo cumple con la resistencia requerida aumentada en un 36% en relación con el esperado para un concreto teórico

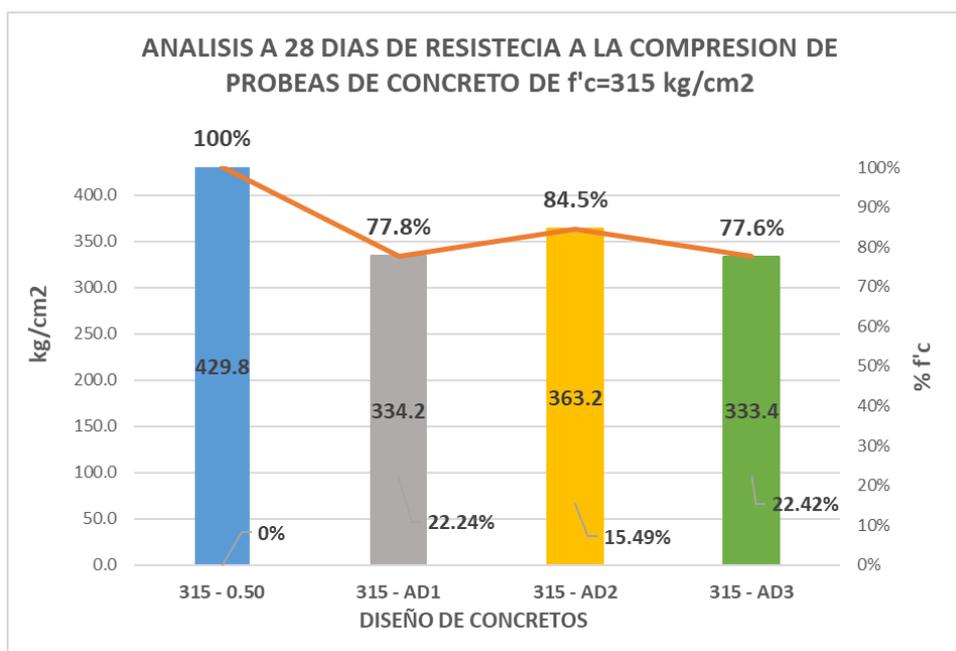
B. Diseños  $F'c=315 + \text{Aditivo}$

*Tabla III-14: Resistencia a la Compresión edad 28 dias de Diseño adicionando Aditivo Chemaplast Impermeabilizante -  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$*

ESPÉCIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA $\text{cm}^2$	ESFUERZO $\text{kg/cm}^2$	F'c Diseño $\text{kg/cm}^2$	% F'c
315 - AD1	18/10/2019	15/11/2019	28	28711.4	78.5	<b>365.6</b>	315.0	116.1
315 - AD1	18/10/2019	15/11/2019	28	26066.7	78.5	<b>331.9</b>	315.0	105.4
315 - AD1	18/10/2019	15/11/2019	28	23958.0	78.5	<b>305.0</b>	315.0	96.8
315 - AD2	18/10/2019	15/11/2019	28	29120.9	78.5	<b>370.8</b>	315.0	117.7
315 - AD2	18/10/2019	15/11/2019	28	27511.0	78.5	<b>350.3</b>	315.0	111.2
315 - AD2	18/10/2019	15/11/2019	28	28943.8	78.5	<b>368.5</b>	315.0	117.0
315 - AD3	18/10/2019	15/11/2019	28	25094.0	78.5	<b>319.5</b>	315.0	101.4
315 - AD3	18/10/2019	15/11/2019	28	25565.9	78.5	<b>325.5</b>	315.0	103.3
315 - AD3	18/10/2019	15/11/2019	28	27908.9	78.5	<b>355.3</b>	315.0	112.8

*Fuente: Laboratorio MTL Geotecnia*

*Gráfico III-11: Análisis comparativo a edad de 28 dias de Diseño adicionando Aditivo Chemaplast Impermeabilizante -  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$*



*Fuente: Elaboración propia*

El Grafico III-11 describe el análisis comparativo de la resistencia a la compresión promedio a edad de 28 días de probetas 4''x 8'' de un concreto patrón de  $f'c=315$  kg/cm<sup>2</sup> experimental realizado en laboratorio y otros diseños adicionando aditivo Chemaplast Impermeabilizante, indicando que el diseño con dosis de 200ml/bls, 400ml/bls, 600ml/bls de cemento tienen una disminución porcentual de 22.24%, 15.49% y 22.42% en relación con el esperado para un concreto patrón a edad de 28 días, además de que el concreto con dosis de 200ml/bls y 600ml/bls de aditivo tiene una similar resistencia, por en cambio el diseño con dosis de 400ml/bls termina con una resistencia mayor pero aún por debajo del diseño patrón,

### 3.6. Determinación de Absorción y Volumen de Vacíos

Tabla III-15: Datos de masa expuesta a distintas situaciones

MUESTRA	MASA SECA AL HORNO (g) A	MASA SAT. DESPUES DE LA INMERSIÓN (g) B	MASA SAT. DESPUES DE LA EBULLICIÓN (g) C	M. SUMERGIDA APARENTE DESPUES DE EBULLICIÓN (g) D
280 - 0.50	5711.8	5848.0	5867.3	3322.1
280 - AD1	5867.2	5980.3	5992.7	3382.8
280 - AD2	6123.1	6192.0	6206.8	3563.4
280 - AD3	5962.3	6018.6	6041.3	3443.5
315 - 0.48	5754.8	5863.6	5881.6	3342.0
315 - AD1	6096.9	6156.5	6173.2	3575.2
315 - AD2	5927.2	5987.0	5998.5	3399.6
315 - AD3	5923.6	5975.3	5993.9	3342.0

Fuente: Laboratorio FIC UNI

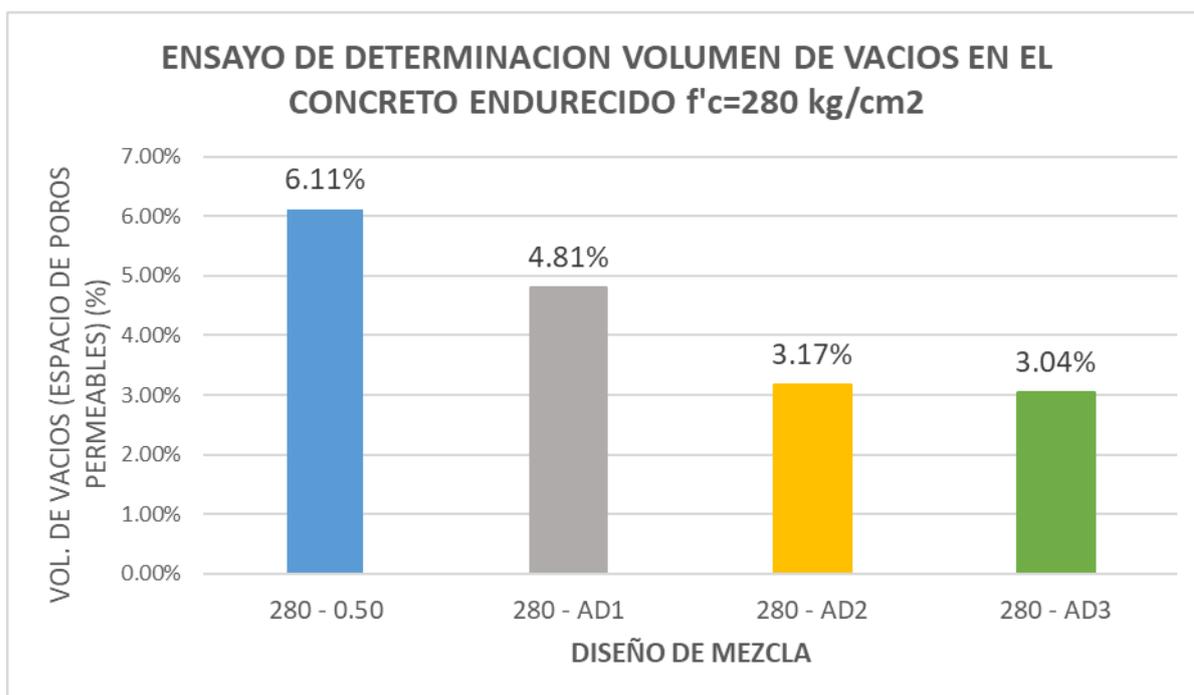
Tabla III-16: Resultados de Ensayo para determinar la Absorción y Volumen de Vacíos

DESCRIPCIÓN	FORMULA	RESULTADOS							
		280-0.50	280-AD1	280-AD2	280-AD3	315-0.48	315-AD1	315-AD2	315-AD3
ABSORCIÓN (%) DESPUES DE LA INMERSION =	$((B-A)/A) \times 100$	2.38	1.93	1.13	0.94	1.89	0.98	1.01	0.87
ABSORCIÓN (%) DESPUES DE LA INMERSION Y EBULLICIÓN =	$((C-A)/A) \times 100$	2.72	2.14	1.37	1.32	2.20	1.25	1.20	1.19

DENS. SECA GLOBAL O BRUTA (g/cm <sup>3</sup> ) =	$(A/(C-D)) \times \rho$	2.24	2.25	2.32	2.3	2.27	2.35	2.28	2.23
DENS. GLOBAL DESPUES DE INMERSIÓN (g/cm <sup>3</sup> ) =	$(B/(C-D)) \times \rho$	2.3	2.29	2.34	2.32	2.31	2.37	2.3	2.25
DENS. GLOBAL DESPUES DE LA INMERSION Y EBULLICIÓN (g/cm <sup>3</sup> ) =	$(C/(C-D)) \times \rho$	2.31	2.30	2.35	2.33	2.32	2.38	2.31	2.26
DENSIDAD APARENTE (g/cm <sup>3</sup> ) =	$(A/(A-D)) \times \rho$	2.39	2.36	2.39	2.37	2.39	2.42	2.34	2.29
VOL. DE VACIOS (ESPACIO DE POROS PERMEABLES) (%) =	$((C-A)/(C-D)) \times 100$	<b>6.11</b>	<b>4.81</b>	<b>3.17</b>	<b>3.04</b>	<b>4.99</b>	<b>2.94</b>	<b>2.74</b>	<b>2.65</b>

Fuente: Laboratorio FIC UNI

Gráfico III-12: Análisis comparativo del volumen de Vacíos en Concreto o Espacios de Poros Permeables  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

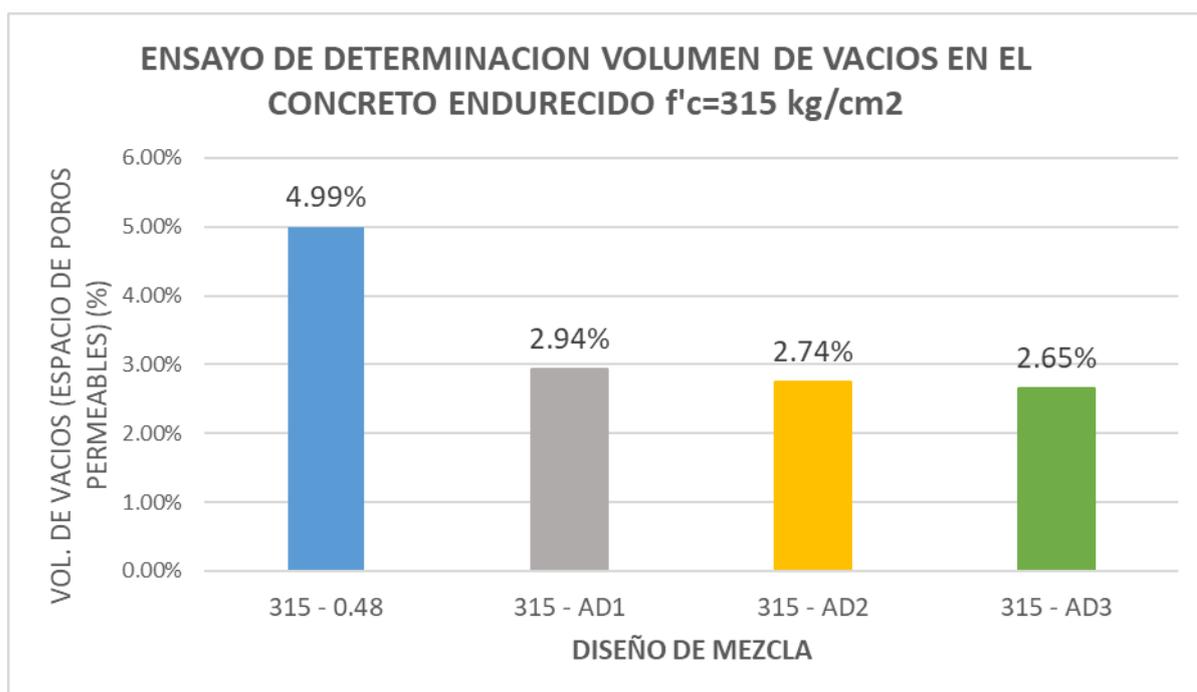


Fuente: Elaboración propia

El Grafico III-12 muestra el análisis comparativo del volumen de Vacíos en Concreto o Espacios de Poros Permeables de un Diseño Patrón -  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  y otros diseños adicionando aditivo Chemaplast Impermeabilizante con dosis de 200ml/bls, 400ml/bls,

600ml/bls de cemento, es así que el concreto patrón de 280 – 0.50 tiene un 6.11% de vacíos del total de su volumen, la muestra con 200ml/bls cemento tiene un volumen de vacíos de 4.81%, la muestra con 400ml/bls cemento tiene un volumen de vacíos de 3.17% y la muestra con 600ml/bls cemento tiene un volumen de vacíos de 3.04%, mostrando que a mayor cantidad de aditivo en mezcla menor el Volumen de vacíos en el concreto

*Gráfico III-13: Análisis comparativo del volumen de Vacíos en Concreto o Espacios de Poros Permeables  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$*



*Fuente: Elaboración propia*

El Grafico III-13 muestra el análisis comparativo del volumen de Vacíos en Concreto o Espacios de Poros Permeables de un Diseño Patrón -  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$  y otros diseños adicionando aditivo Chemaplast Impermeabilizante con dosis de 200ml/bls, 400ml/bls, 600ml/bls de cemento, es así que el concreto patrón de 315 – 0.48 tiene un 4.99% de vacíos del total de su volumen, la muestra con 200ml/bls cemento tiene un volumen de vacíos de 2.94%, la muestra con 400ml/bls cemento tiene un volumen de vacíos de 2.74% y la muestra con 600ml/bls cemento tiene un volumen de vacíos de 2.65%, mostrando que a mayor cantidad de aditivo en mezcla menor el Volumen de vacíos en el concreto aunque de una manera gradual muy similar

### 3.7. Determinación de la impermeabilidad del Concreto endurecido

Muestras cilíndricas de 15 cm de diámetro y 15 cm de altura concreto endurecido, el equipo cuenta con 12 celdas de acero inoxidable, se toma las normas de referencia NTC 4483 “Método de ensayo para determinar la permeabilidad del concreto al agua”

*Tabla III-17: Datos de Muestras sometidas al Ensayo de permeabilidad*

N°	Fecha de inicio de ensayo	Fecha de término de ensayo	Días	Horas	Long. (cm)	Diámetro (cm)	Muestra.	Profundidad de penetración			Método utilizando (F'c*Pm**)
								H1 (cm)	H2 (cm)	H3 (cm)	
01	02/12/19	06/12/19	04	00	14.8	15.0	280 - 0.50	5.9	6.2	5.4	Pm
02	02/12/19	06/12/19	04	00	14.9	15.0	280 - AD1	4.6	5.7	4.7	Pm
03	02/12/19	06/12/19	04	00	14.9	14.9	280 - AD2	4.1	4.4	4.2	Pm
04	02/12/19	06/12/19	04	00	14.9	15.0	280 - AD3	4	4.1	4.3	Pm
05	02/12/19	06/12/19	04	00	14.8	14.9	315 - 0.48	4.9	4.4	4.5	Pm
06	02/12/19	06/12/19	04	00	14.7	15.0	315 - AD1	4.4	3.9	4.7	Pm
07	02/12/19	06/12/19	04	00	14.8	14.9	315 - AD2	2.5	2.6	2.9	Pm
08	02/12/19	06/12/19	04	00	14.9	15.0	315 - AD3	1.5	1.9	1.9	Pm

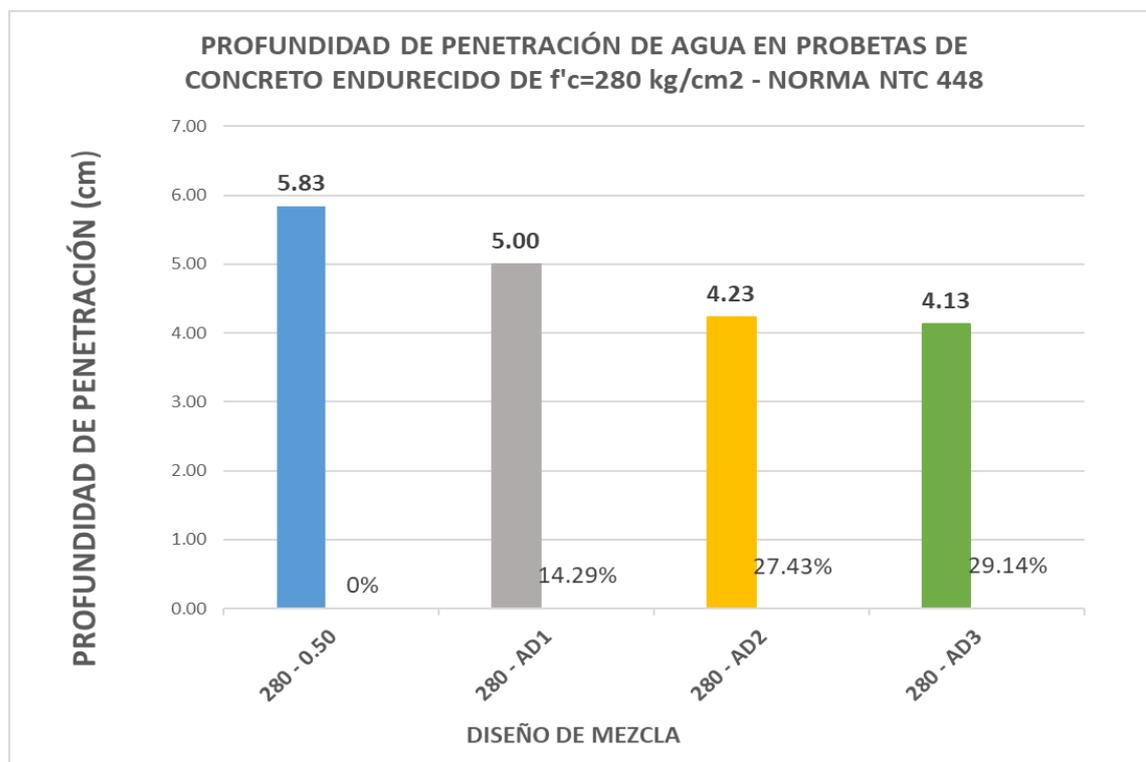
*Fuente: Laboratorio FIC UNI*

*Tabla III-18: Análisis de Resultados de Ensayo de Permeabilidad para f'c=280 kg/cm<sup>2</sup>*

N°	Diseño de Mezcla	Aditivo	Prof. Media de penetración (H) (cm)	Δ de Penetración (cm)	Incremento de la Impermeabilidad (%)	Coef. de Permeabilidad K (m/s)	Permeabilidad
01	280 - 0.50	SIN ADITIVO	5.83	-	-	6.01E-12	Media
02	280 - AD1	200ml/bls	5.00	0.83	14.29%	3.48E-12	Media
03	280 - AD2	400ml/bls	4.23	1.60	27.43%	1.64E-12	Media
04	280 - AD3	600ml/bls	4.13	1.70	29.14%	1.46E-12	Media

*Fuente: Elaboración propia*

*Grafica III-14: Análisis comparativo de la profundidad de penetración de agua en probetas de concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$*



*Fuente: Elaboración propia*

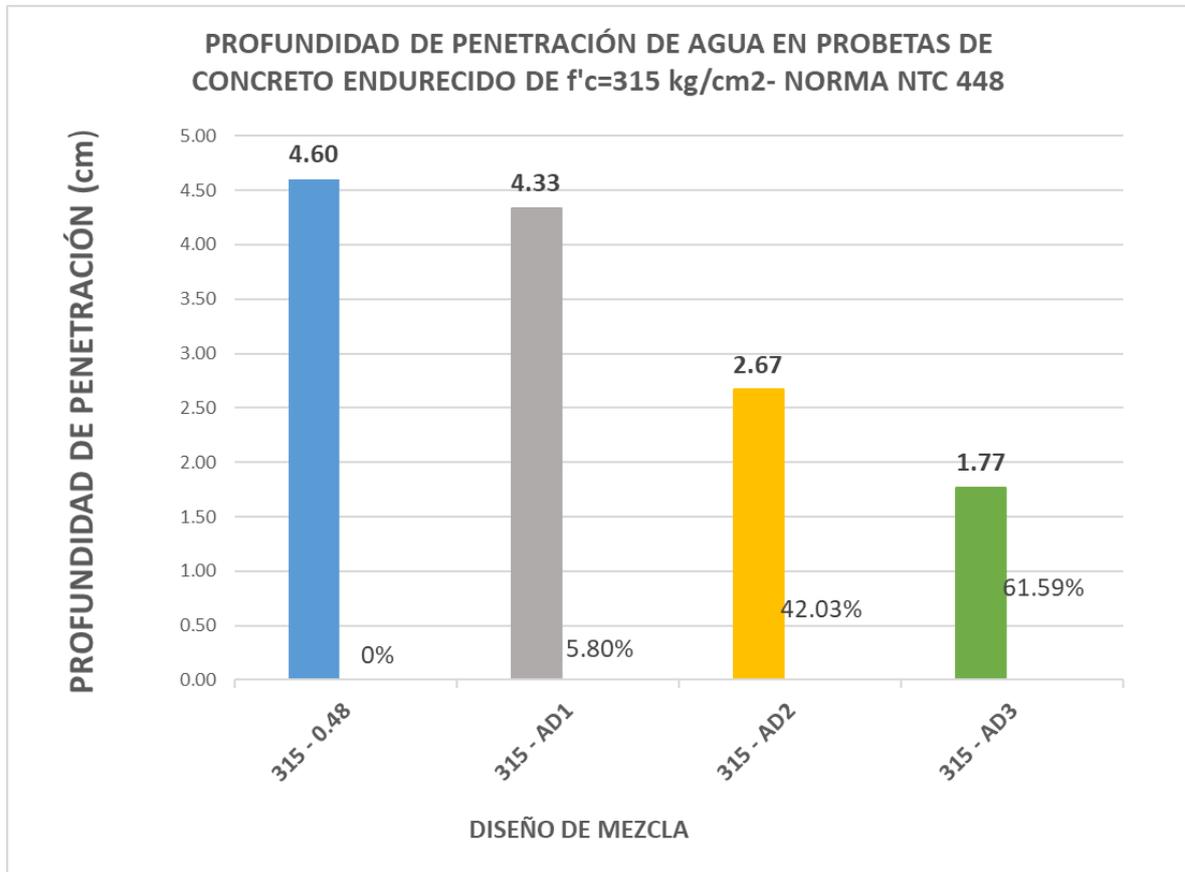
El Grafico III-14 muestra el análisis comparativo de penetración de agua a una presión de 0.5 MPa en un Diseño Patrón -  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  y otros diseños adicionando aditivo Chemaplast Impermeabilizante con dosis de 200ml/bls, 400ml/bls, 600ml/bls de cemento, mostrando una penetración en el Patrón 280-0.50 de 5.83 cm, para el diseño 280 – AD1 de 5 cm, para el diseño 280 – AD2 de 4.23 cm, para el diseño 280 – AD3 de 4.13 cm

*Tabla III-19: Análisis de Resultados de Ensayo de Permeabilidad para  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$*

N°	Diseño de Mezcla	Aditivo	Prof. Media de penetración (H) (cm)	$\Delta$ de Penetración (cm)	Incremento de la Impermeabilidad (%)	Coef. de Permeabilidad K (m/s)	Permeabilidad
01	315 - 0.48	SIN ADITIVO	4.60	-	-	2.96E-12	Media
02	315 - AD1	200ml/bls	4.33	0.27	5.80%	1.54E-12	Media
03	315 - AD2	400ml/bls	2.67	1.93	42.03%	5.49E-13	Baja
04	315 - AD3	600ml/bls	1.77	2.83	61.59%	2.33E-13	Baja

*Fuente: Elaboración propia*

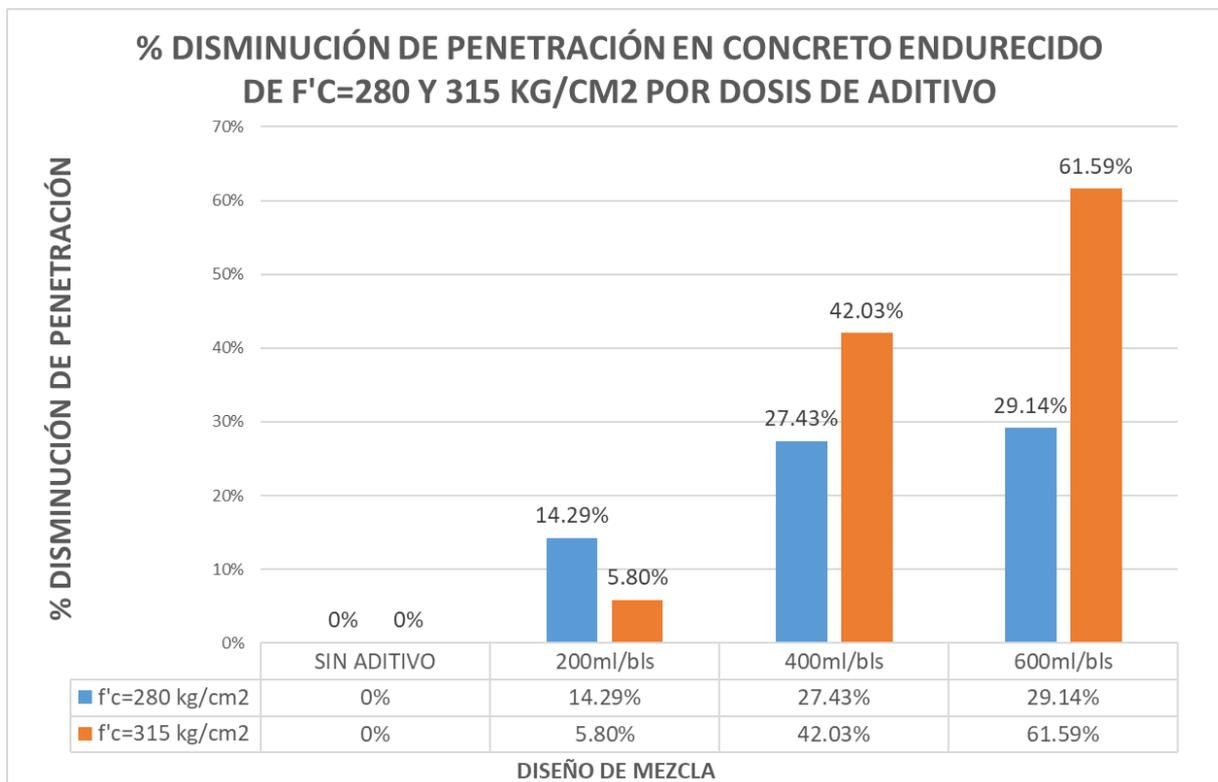
*Grafica III-15: Análisis comparativo de la profundidad de penetración de agua en probetas de concreto  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$*



*Fuente: Elaboración propia*

El Grafico III-15 muestra el análisis comparativo de penetración de agua a una presión de 0.5 MPa en un Diseño Patrón -  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$  y otros diseños adicionando aditivo Chemaplast Impermeabilizante con dosis de 200ml/bls, 400ml/bls, 600ml/bls de cemento, mostrando una penetración en el Patrón 315 – 0.48 de 4.6 cm, para el diseño 315 – AD1 de 4.33 cm, para el diseño 315– AD2 de 2.67 cm, para el diseño 315– AD3 de 1.77 cm

Grafica III-16: Análisis comparativo del incremento de la permeabilidad en probetas de concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$



*Fuente: Elaboración propia*

El Grafico III-15 indica el incremento de la impermeabilidad gradual tanto para un  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$  añadiendo dosis de 200ml/bls, 400ml/bls, 600ml/bls de cemento del aditivo Chemaplast Impermeabilizante, mostrando que a mayor cantidad de aditivo por diseño de concreto se disminuyó la penetración porcentualmente en relación al diseño patrón para cada uno de las resistencias, e igualmente aumento la impermeabilidad al generarse una menor penetración

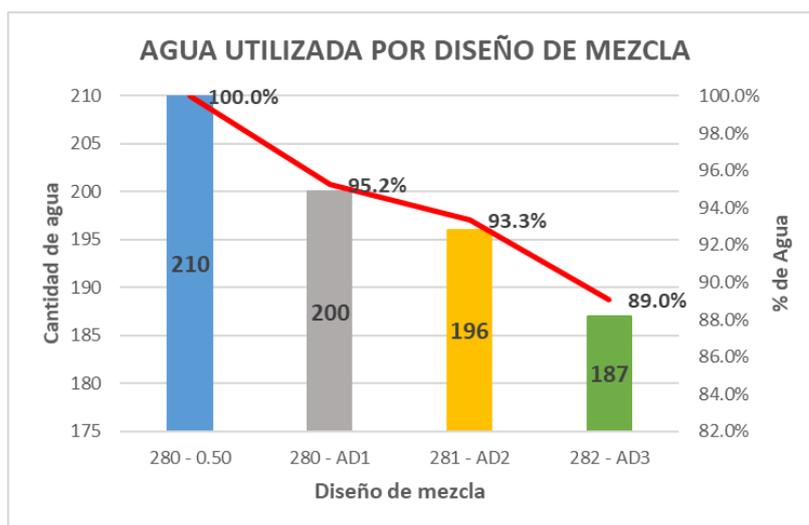
### 3.8. Reducción de agua en mezcla

Tabla III-20: Agua utilizada en cada diseño de mezcla  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$

DISEÑO MEZCLA	AGUA (LT.)	REDUCCION	Δ CANT. AGUA
280 - 0.50	210	100.0%	
280 - AD1	200	95.2%	4.8%
281 - AD2	196	93.3%	6.7%
282 - AD3	187	89.0%	11.0%

*Fuente: Elaboración propia*

Grafica III-17: Análisis comparativo de la variación de agua en diseño de mezcla



Fuente: Elaboración propia

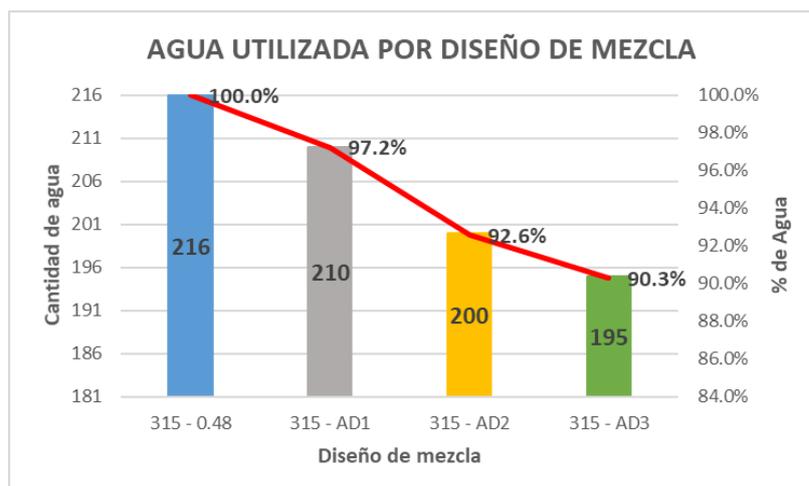
El Grafico III-17 indica la reducción de agua en 4.8%, 6.7% y 11% por cada diseño a causa del aditivo Chemaplast impermeabilizante para  $f^c=280$  kg/cm<sup>2</sup>

Tabla III-21: Agua utilizada en cada diseño de mezcla  $f^c=315$  kg/cm<sup>2</sup>

DISEÑO MEZCLA	AGUA (LT.)	REDUCCION	Δ CANT. AGUA
315 - 0.48	216	100.0%	
315 - AD1	210	97.2%	2.8%
315 - AD2	200	92.6%	7.4%
315 - AD3	195	90.3%	9.7%

Fuente: Elaboración propia

Grafica III-18: Análisis comparativo de la variación de agua en diseño de mezcla



Fuente: Elaboración propia

El Grafico III-17 indica la reducción de agua en 2.8%, 7.4% y 9.7% por cada diseño a causa del aditivo Chemaplast impermeabilizante para  $f^c=315$  kg/cm<sup>2</sup>

## **IV: DISCUSIÓN**

## **Discusión N°1**

Analizando los resultados obtenidos, la hipótesis general “Hi: El aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la impermeabilidad del concreto

Se pudo observar que los diseños de concreto de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 200ml, 400ml y 600ml por bls/cemento o su equivalente de 0.40%, 0.95% y 1.58% del peso del cemento, no marco un significativo aumento en la impermeabilidad obteniendo valores de penetración media de 5.83 cm, 5 cm, 4.23 cm y 4.13 cm para cada uno de los diseños considerados como una permeabilidad media y para diseño de  $f'c=315$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 200ml, 400ml y 600ml por bls/cemento o su equivalente de 0.38%, 0.96% y 1.58% del peso del cemento, marco un significativo aumento en la impermeabilidad obteniendo valores de penetración media de 4.6 cm, 4.33cm, 2.67 cm y 1.77 cm para cada uno de los diseños con aditivo

Rodríguez (2016) en su tesis “*Estudio de hormigones impermeables, según el origen local de materiales y la adición de aditivo impermeabilizante*”. Indica que obtuvo adicionando un aditivo en 2% del peso del cemento del diseño se obtuvo 1.4cm. y 1.8cm de media y máxima penetración para un concreto de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y 1.4 y 1.5 con aditivo para una media y máxima penetración para un concreto de  $f'c=240$  kg/cm<sup>2</sup>. Si bien no existe semejanza en las dosis de aditivo por peso de cemento, ambas marcan un incremento en la impermeabilidad medida por la penetración en dosis de 1.58% y 2%,

## **Discusión N°2**

Analizando los resultados obtenidos respecto influye en las propiedades mecánicas de resistencia a la compresión, se observa un para un concreto de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> adicionando aditivo Chemaplast Impermeabilizante, indicando que el diseño con dosis de 200ml/bls, 400ml/bls, 600ml/bls de cemento, disminuye la resistencia en la compresión en 14.69%, y 10.18% en los dos primeros, pero alcanzando un incremento de 0.5% en el de mayor en el último diseño, en cambio para concreto de  $f'c=315$  kg/cm<sup>2</sup> disminuye la resistencia en la compresión en 22.24%, y 15.49% y 22.42% en relación al diseño Patrón

Medina (2016) en su tesis “*Estudio sobre tecnologías aplicadas a las mezclas de concreto hidráulico para reducir la permeabilidad al agua e incrementar su*

*durabilidad*”. Obtuvo que con un aditivo reductor de permeabilidad y uno que incluye sílice se incrementó en promedio de 5% su resistencia a compresión, no habiendo semejanza en los resultados ya que el porcentaje de aditivo por peso de cemento es mayor en la última

### **Discusión N°3**

Analizando los resultados obtenidos, la hipótesis específica “H1 El aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la relación a/c del concreto”

Se pudo observar que tanto los diseños de concreto de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=315$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 200ml, 400ml y 600ml por bls/cemento, indica la reducción de agua en 4.8%, 6.7% y 11% para el primero y 2.8%, 7.4% y 9.7 para la segunda resistencia

Rodríguez (2016), además menciona que hubo una disminución en la relación a/c de 0.58 a 0.56, lo cual guarda semejanza con los datos obtenidos en la investigación que muestran una reducción en la proporción de agua por cada diseño realizado con la adición de aditivo Chemaplast Impermeabilizante

### **Discusión N°4**

Analizando los resultados obtenidos, la hipótesis específica “H2 El aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la permeabilidad del concreto”

Se pudo observar que tanto los diseños de concreto de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=315$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 200ml, 400ml y 600ml por bls/cemento, indica un incremento en la impermeabilidad con el incremento del coeficiente de permeabilidad “K” de  $6.01 \times 10^{-12}$ ,  $3.48 \times 10^{-12}$ ,  $1.64 \times 10^{-12}$  y  $1.46 \times 10^{-12}$  para  $f'c=280$  kg/cm, considerado como una permeabilidad media y para un  $f'c=315$  kg/cm<sup>2</sup> un K de  $2.96 \times 10^{-12}$ ,  $1.54 \times 10^{-12}$ ,  $5.49 \times 10^{-13}$  y  $2.33 \times 10^{-13}$  considerado los dos primeros como permeabilidad media y los dos últimos como permeabilidad baja

Sota (2017) utilizando el 1% del peso del cemento para un concreto de  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, disminuyó el coeficiente de permeabilidad de  $5.91 \times 10^{-11}m/s$  a  $4.59 \times 10^{-11}m/s$ , en 3% de  $5.91 \times 10^{-11}m/s$  a  $2.36 \times 10^{-11}m/s$  y en 5% de  $5.91 \times 10^{-11}m/s$  a  $5.22 \times 10^{-11}m/s$ , y para un  $f'c= 250$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c= 267$  kg/cm<sup>2</sup>

con igual porcentaje de aditivo determino un coeficiente de permeabilidad K de  $2.36 \times 10^{-11} m/s$  a los 28 días de edad, lo cual no tiene relación significativa ya que los valores para una permeabilidad baja están dentro el rango menor a  $< 10 \times 10^{-12}$  descritos en la *Tabla.I-13* perteneciente a la NTC 4483

### **Discusión N°5**

Analizando los resultados obtenidos, la hipótesis específica “H3 El aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en el porcentaje de vacíos o poros permeables del concreto”

Se pudo observar que tanto los diseños de concreto de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  con adición de 200ml, 400ml y 600ml por bls/cemento, indica la reducción en el porcentaje de volumen de vacíos, obteniendo un 6.11% de vacíos para el diseño patrón, 4.81%, 3.17% y 3.04%, y para un  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$  con las mismas dosis un volumen de vacíos de 4.99% para un diseño patrón y 2.94%, 2.74% y 2.65%, para las demás dosis

Sánchez (2017). En su tesis “*Aplicación del aditivo Superplastificante para reducir la permeabilidad capilar del concreto  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  en Lima – Perú, 2017*” obtuvo para un concreto de  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  reducción en los poros o vacíos con 1% de aditivo en 13.8% a 6.8%, además disminuyo de 15% a 9.8% utilizando un 2% del aditivo del peso del cemento, lo cual guarda relación entre ambos estudios ya que si bien no existe semejanza en las dosis de aditivo por peso de cemento, ambas redujeron porcentualmente a la mitad aproximada del volumen de vacíos de la muestra patrón

## **V. CONCLUSIONES**

### **Conclusión N°1**

Se concluye que la hipótesis general “Hi: El aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la impermeabilidad del concreto” se concluye que los datos obtenidos realizados mediante el análisis de información generada por el ensayo de Permeabilidad de la NTC 4483, muestra que para un diseño patrón de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> y con adición de 200ml, 400ml y 600ml por bls/cemento o su equivalente de 0.40%, 0.95% y 1.58% del peso del cemento, no marco un significativo aumento en la impermeabilidad obteniendo valores de penetración media de 5.83cm, 5 cm, 4.23 cm y 4.13 cm para cada uno de los diseños considerados como una permeabilidad media y para diseño patrón de  $f'c=315$  kg/cm<sup>2</sup> y con adición de 200ml, 400ml y 600ml por bls/cemento o su equivalente de 0.38%, 0.96% y 1.58% obteniendo valores de penetración media de 4.6 cm, 4.33cm, 2.67 cm y 1.77 cm considerados como una permeabilidad media para los dos primeros y alta para los dos últimos diseños, además de mostrar el incremento para ambos casos la impermeabilidad del concreto endurecido, cuando en ambos casos por la relación de a/c son considerados concretos de baja permeabilidad

### **Conclusión N°2**

Se concluye que, la hipótesis específica “H1 El aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la relación a/c del concreto” se obtuvo que el concreto patrón de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> y  $f'c=315$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 200ml, 400ml y 600ml por bls/cemento, indica la reducción de agua en 4.8%, 6.7% y 11% para el primero y 2.8%, 7.4% y 9.7 para la segunda por lo que se afirma ya que la reducción del agua en cada diseño de mezcla es inversamente proporcional a la dosis empleada, así que mientras más aditivo menor la cantidad de agua utilizada y por consiguiente una menor relación de agua cemento en cada diseño con adición de aditivo Chemaplast Impermeabilizante

### **Conclusión N°3**

Se concluye que, la hipótesis específica “H2 El aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la permeabilidad del concreto”, se obtuvo que el concreto patrón de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 200ml, 400ml y 600ml por bls/cemento, indica un incremento en la impermeabilidad con el incremento del coeficiente de permeabilidad “K” de  $6.01 \times 10^{-12}$ ,  $3.48 \times 10^{-12}$ ,  $1.64 \times 10^{-12}$  y  $1.46 \times 10^{-12}$  , considerado como una permeabilidad media y para un  $f'c=315$  kg/cm<sup>2</sup> un K de  $2.96 \times 10^{-12}$ ,  $1.54 \times 10^{-12}$ ,  $5.49 \times 10^{-13}$  y  $2.33 \times 10^{-13}$

considerado los dos primeros como permeabilidad media y los dos últimos como permeabilidad baja, esto considerando los valores que nos indica la NTC 4483 (ver tabla *Tabla.I-13* ), además muestra que los valores tanto de profundidad de penetración como de coeficiente de permeabilidad son acordes y muestran una similar reducción porcentual en sus valores

*Tabla.I-13: Relación de la permeabilidad del concreto con el coeficiente de permeabilidad y la profundidad de penetración*

Determinación	Unidades	Permeabilidad		
		Baja	Media	Alta
Coefficiente de permeabilidad al agua	m/s	$< 10^{-12}$	$10^{-12}$ a $10^{-10}$	$>10^{-10}$
Profundidad de penetración	mm	< 30	30 a 60	> 60

*Fuente Norma Técnica Colombiana NTC 4483*

#### **Conclusión N°4**

A Se concluye que, la hipótesis específica “H3 El aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en el porcentaje de vacíos o poros permeables del concreto” se obtuvo que el concreto de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> con adición de 200ml, 400ml y 600ml por bls/cemento, indica la reducción en el porcentaje de volumen de vacíos, obteniendo un 6.11% de vacíos para el diseño patrón, 4.81%, 3.17% y 3.04%, y para un  $f'c=315$  kg/cm<sup>2</sup> con las mismas dosis un volumen de vacíos de 4.99% para un diseño patrón y 2.94%, 2.74% y 2.65%, para las demás dosis, observando que para concreto de  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> fue una reducción casi constante, en cambio para un  $f'c=315$  kg/cm<sup>2</sup> se ve una reducción similar en casi los 3 diseños, esto se podría afirmar ya que de por sí este diseño cuenta con una relación de a/c menor, y que es considerada baja en la cantidad de volumen de vacíos, a su vez ambos mostraron una relación inversamente proporcional ya que a mayor cantidad de aditivo menor la cantidad de volumen de vacíos dentro de las muestras analizadas

## **Conclusión N°5**

Se concluye que respecto a cómo influye en las propiedades mecánicas de resistencia a la compresión, se observó que para un concreto de  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  adicionando aditivo Chemaplast Impermeabilizante, con dosis de 200ml/bls, 400ml/bls, 600ml/bls de cemento, disminuye la resistencia en la compresión en 14.69%, y 10.18% en los dos primeros, pero alcanzando un incremento de 0.5% en el de mayor en el último diseño, en cambio para concreto de  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$  disminuye la resistencia en la compresión en 22.24%, y 15.49% y 22.42% en relación al diseño Patrón, demostrando que el aditivo influye sobre la resistencia del mismo, y que no favorece en la resistencia, sin embargo en comparación con dosis utilizadas en otros antecedentes, esta investigación está por debajo del utilizado en ellas, lo cual no se podría determinar si en una mayor dosis sería favorable

## **VI. RECOMENDACIONES**

### **Recomendación N°1**

El diseño de mezcla a utilizar cumpla con los ensayos de agregados tanto fino y grueso ya que el tamaño nominal, así como la proporción de ellos es importante al crearse la pasta de cemento ya que en esta es donde se crean los poros permeables o vacíos que en adelante influirán en la permeabilidad del concreto endurecido, es por esto que se recomienda trabajar diseños con el mínimo tamaño nominal de piedra y agregado fino

### **Recomendación N°2**

Al hacer el diseño de mezcla determinar bien la proporción de materiales y de aditivo a utilizar y que este esté determinado a buscar un grado de permeabilidad, ya que para su uso es el caso de los reservorios según la E.060 se necesita de concretos que tengan una relación mínima de a/c de 0.50 o 0.48, pero que a combinación con un aditivo impermeabilizante esta variara y disminuirá, con lo cual se podría afectar otras propiedades del concreto endurecido, se recomienda un concreto de  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$  y con la mayor proporción de aditivo que demande las especificaciones técnicas del mismo

### **Recomendación N°3**

Los diseños de mezcla con baja cantidad de aditivo muestran una permeabilidad cercana al límite de baja permeabilidad por lo que podrían usarse en obras hidráulicas que tengan un contacto no directo con el agua como reservorios, pero que ayudan en la durabilidad ya que, si bien la permeabilidad puede ser por exposición directa, difusión y absorción capilar, este factor K de permeabilidad obtenido es importante ya que demuestra un buen índice de resistencia ante factores como sulfatos y demás sales

### **Recomendación N°4**

Los reservorios deben usar una dosis alta de aditivo para diseños de  $f'c=315 \text{ kg/cm}^2$  ya que estos principalmente tiene fallas en los domos o cara superior del mismo, ocasionada por la exposición externa a sales provenientes del clima, lluvia que impregna y ayuda al traslado de estas mismas sales mediante los poros que suelen convertirse en capilares, y mediante difusión interna, que al evaporarse agua clorada dentro del reservorio, esta asciende mediante moléculas de químicos que penetran dentro del mismo concreto y va debilitándolo,

es por esto que es importante el volumen de vacíos permeables dentro del concreto endurecido

#### **Recomendación N°5**

Es importante que el concreto a utilizar sea analizado y bien diseñado, y se obtengan todas las características del mismo, ya que esta estructura es de suma importancia ya que recibe agua potable para el consumo humano, industrial o sanitario, además de su importancia para la conservación del líquido en caso de emergencias, esta estructura tiene que tener un alto rendimiento ante movimientos sísmicos

#### **Recomendación N°6**

Es importante además que se realice el ensayo de Método de Ensayo Absorción Capilar ASTM C-642-04, ya que este ayudaría a saber el ritmo de absorción en un tiempo determinado, el cual es muy similar en procedimiento al de volumen de vacíos, con excepción de que se tiene un control más continuo del tiempo y con mayor cantidad de probetas

## **VII. REFERENCIAS**

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, ASTM C 150 (2012) Especificaciones estándar para cementos portland.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. (212.2R-10) Informe sobre aditivos químicos para el concreto, 1ª ed. Farmington Hills, U.S.A., 2015, 65pp.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-05) y Comentario (ACI 318SR-05). 1ª ed. Farmington Hills, U.S.A., 2015, 587 páginas. ISBN: 978-0-87031-964-8.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI-350.1), Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures (ACI 350-01) and Commentary (ACI 350R-01), Farmington Hills, U.S.A., 2015, 389 páginas.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI-350.3), Diseño Sísmico de Estructuras Contenedoras de Líquidos (ACI 350.3-01) y Comentarios (ACI 350.3R-01), Farmington Hills, U.S.A., 2015, 55 páginas.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE 211-1, Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete), Farmington Hills, U.S.A., 2002

AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS, ASTM C 143-90a International 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428,

AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS, ASTM C 125-93

AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS, ASTM C494/C494M-17

AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS, ASTM C642 Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete, online: <https://www.theexpeditionaryengineer.com/wp-content/uploads/2013/04/C642.1613807-1.pdf>

AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIALS, ASTM C 1585-04 Measurement of Rate of Absorption of Water by Hydraulic Cement Concretes, 2007

BBC. Tim Smedley. 7 de julio del 2017. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/vert-fut-39699793>

CABELLO, S., ZAPATA, P., PARDO, A., CAMPUZANO, L., ESPINOZA, J., y SANCHEZ, C., Concreto poroso: Constitución, Variables influyentes y Protocolos para su caracterización. Cumbres, Revista Científica. Vol.1 (1): 64 – 69, junio 2015. ISSN 1390-9541

EMMONS, Peter H. Concrete Repair and Maintenance Illustrated. 1ª ed. R. s. Means Company, Inc., 1993. 315pp. ISBN 0-87629-286-4

GASPAR, Demetrio, Aditivos para Hormigones, morteros y pastas, Materiales de Construcción, Vol. 35, (200): 69-77, diciembre 1985. ISSN 0465-2746

GOMEZ, Jaime. Tecnología del Concreto: Materiales, propiedades y diseño de mezclas. 3.ª ed., Bogotá: Asocreto, 2010. 228 pp.

HOWLAND, J. MARTIN, A., Estudio de la absorción capilar y la sorptividad de hormigones con áridos calizos cubanos. Materiales de Construcción Vol.63, (312): 515-527, diciembre 2013, ISSN: 0465-2746

KOSMATKA Steven, KERKHOFF Beatrix, PANARESE William y TANESI Jussara, Diseño y Control de Mezclas de Concreto, 1ª ed. Portland Cement Association, 2004. 459pp. ISBN: 0-89312-233-5

LABAN Félix, en su tesis “Uso de aditivo súper plastificante disminuirá el costo del concreto en la construcción del conjunto habitacional Catalina, Puente Piedra - 2017”, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Cesar Vallejo, Perú, 2017, 95 pág.

MEDINA Jorge, en su tesis “Estudio sobre tecnologías aplicadas a las mezclas de concreto hidráulico para reducir la permeabilidad al agua e incrementar su durabilidad”, Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería Civil – Tecnología de la Construcción, Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2016, 102 pág.

NEVILLE Tecnología del Concreto

NILSON, Arthur H. Diseño de Estructuras de Concreto. 12ª ed. Colombia: McGraw-Hill Interamericana, 2001. 738pp. ISBN 958-600-953-X

Norma Técnica Colombiana. NTC 4483. Ingeniería Civil y Arquitectura. Concretos. Método de ensayo para determinar la permeabilidad del concreto al agua. Bogotá: ICONTEC, 1998

Norma Técnica Peruana NTP 334.009 CEMENTOS. Cementos Portland Requisitos, 3ª ed. 2005

Norma Técnica Peruana NTP 334.090 CEMENTOS. Cementos Portland Adicionados Requisitos, 3ª ed. 2011

Norma Técnica Peruana NTP 334.082 CEMENTOS. Cementos Portland Especificación de la performance, 3ª ed. 2005

Norma NTP 339.034 (2008) HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas de concreto. 3a. ed.

Norma Técnica Peruana NTP 339.035 Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland. 3a. ed. 2009

Norma Técnica Peruana NTP 339.185 Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. 2a. ed. 2013

Norma Técnica Peruana NTP 400.011 AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos), 2ª ed. 2009.

Norma Técnica Peruana NTP 400.021. (2002) AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para espeso específico y absorción del agregado grueso. 2a. ed.

Norma Técnica Peruana NTP 400.022. (2002) AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino. 2a. ed.

Norma Técnica Peruana NTP 400.037 AGREGADOS. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto, 3ª ed. 2015

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. Comunicado de prensa. 12 de julio de 2017. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/detail/12-07-2017-2-1-billion-people-lack-safe-drinking-water-at-home-more-than-twice-as-many-lack-safe-sanitation>

PAVON Víctor, Guía para el Análisis Sísmico y el Diseño de las Estructuras de Concreto Reforzado para contener Líquidos. 1ª ed. Cámara Nacional de la Industria Editorial. México, 2015. 165pp. ISBN 968-464-175-4

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA, diccionario online: <https://dle.rae.es/?id=SfPWglv>

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, Norma E.020 Cargas

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, Norma E.060 Concreto Armado

RODRIGUEZ Carlos, en su tesis “Eficiencia de aditivos impermeabilizantes por cristalización para el hormigón en Guayaquil”, Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil, Universidad Espíritu Santo, Ecuador, 2015, 93 pág.

RODRIGUEZ Santiago, en su tesis “Estudio de hormigones impermeables, según el origen local de materiales y la adición de aditivo impermeabilizante”, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador, 2016, 161 pág.

SANCHEZ Diego. Tecnología del Concreto y del Mortero. 5ª ed. Bhandar Editores, 2001, 349pp

SANCHEZ Rubén, en su tesis “Aplicación del aditivo Superplastificante para reducir la permeabilidad capilar del concreto  $f^c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  en Lima – Perú, 2017”, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Cesar Vallejo, Perú, 2017, 117 pág.

SOLIS, R., MORENO, E.I., Análisis de la porosidad del concreto con agregado calizo, Revista de la Facultad de Ingeniería de la U.C.V., Vol. 21, (3): 57-68. noviembre 2006.

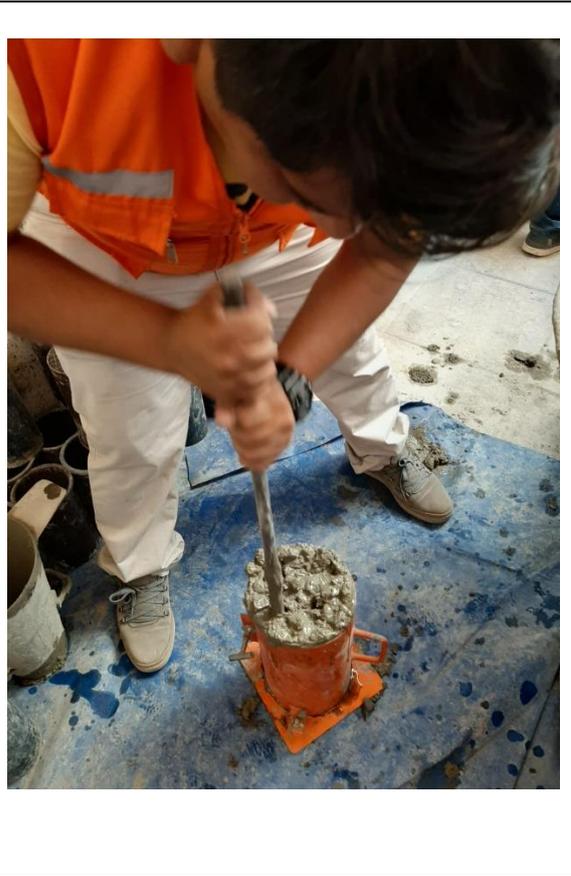
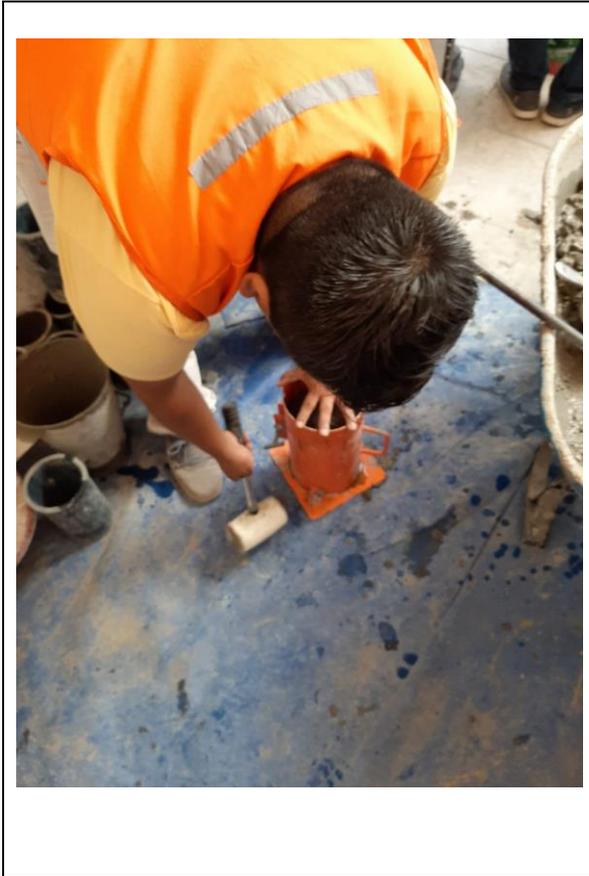
SOTA Humberto, en su tesis “Influencia del aditivo Sika 1 y agregado chancado en la resistencia a la compresión y propiedades físicas en concreto de baja permeabilidad”, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú, 2017, 151 pág.

TORRES, J., MEJIA DE GUTIERREZ, R., PUERTAS, F., Efecto de la temperatura de tratamiento de un caolín. *Materiales de Construcción* Vol.57, (285): 61-69, marzo 2007, ISSN: 0465-2746

## **VIII. ANEXOS**

Anexo N° 1 - Panel Fotográfico







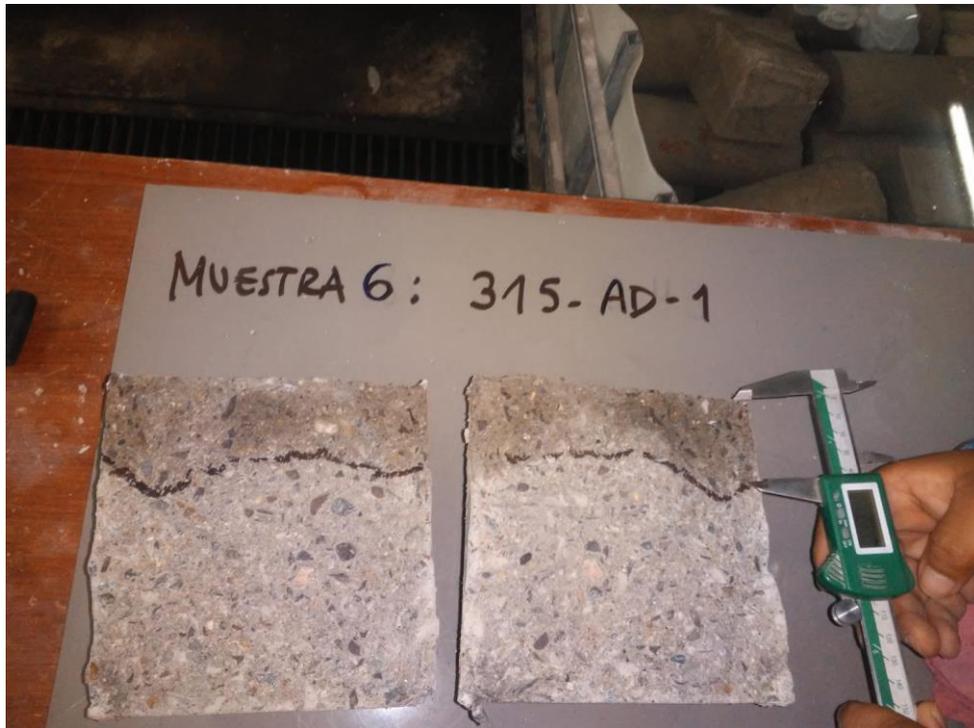
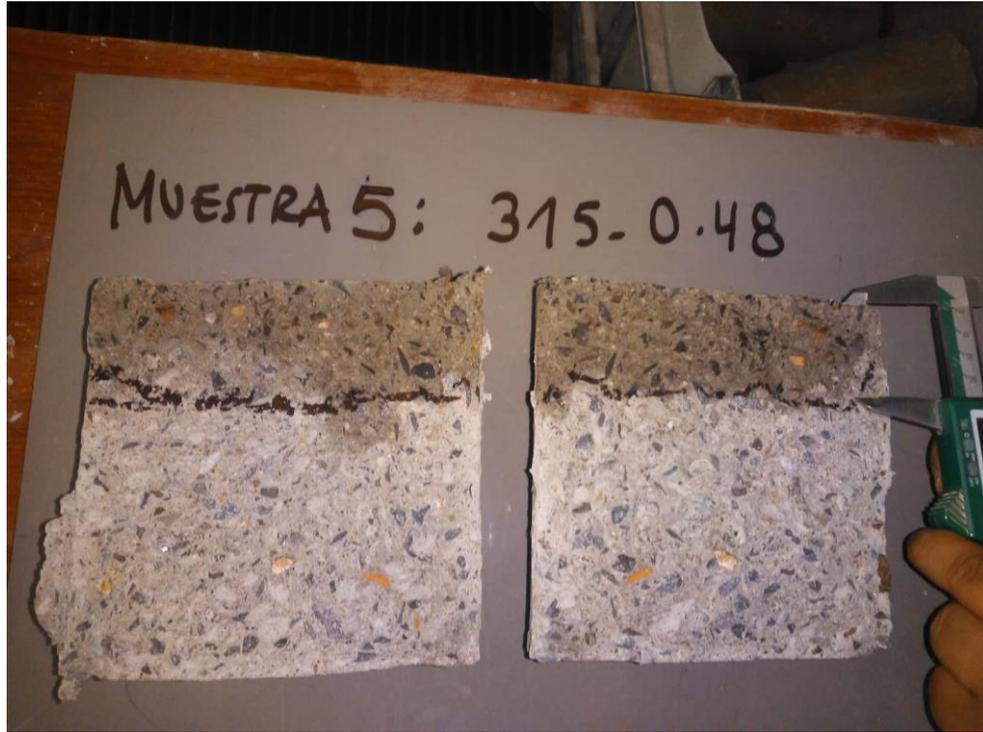


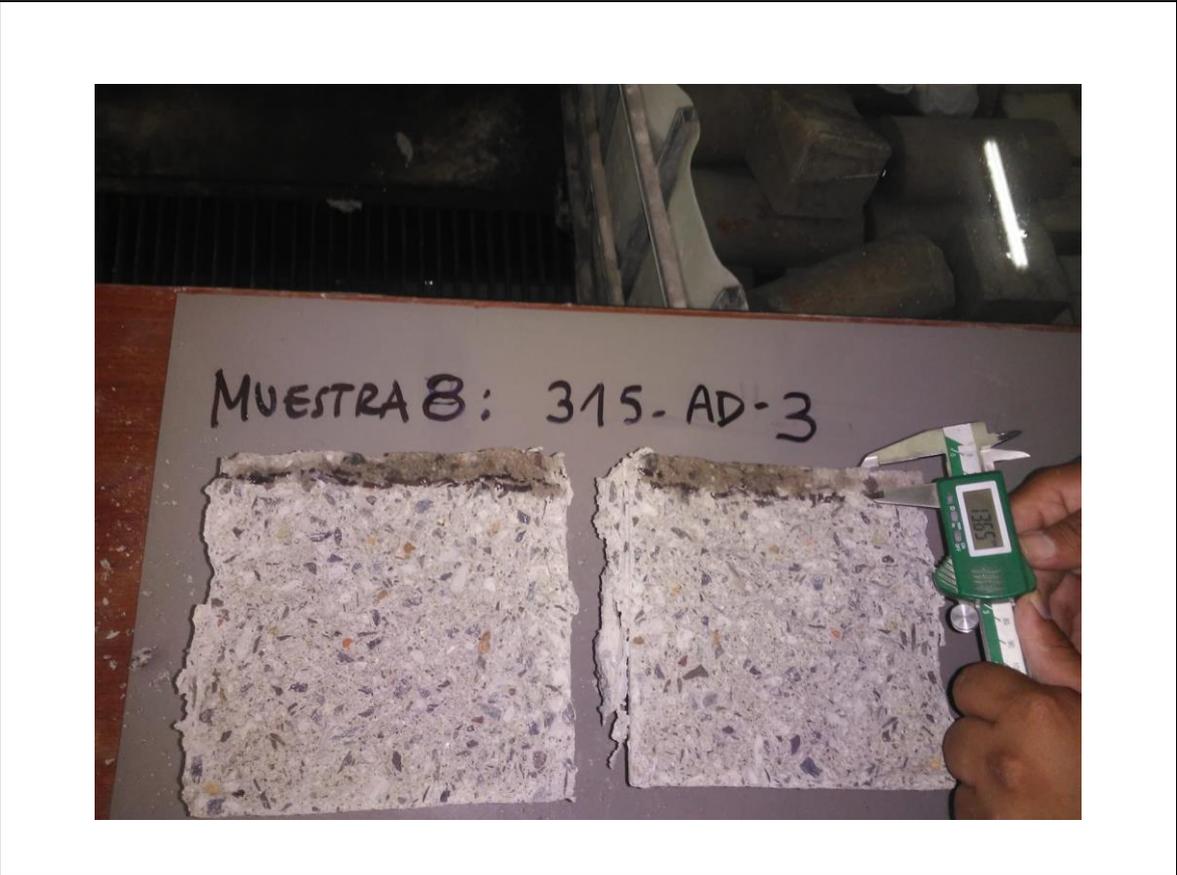
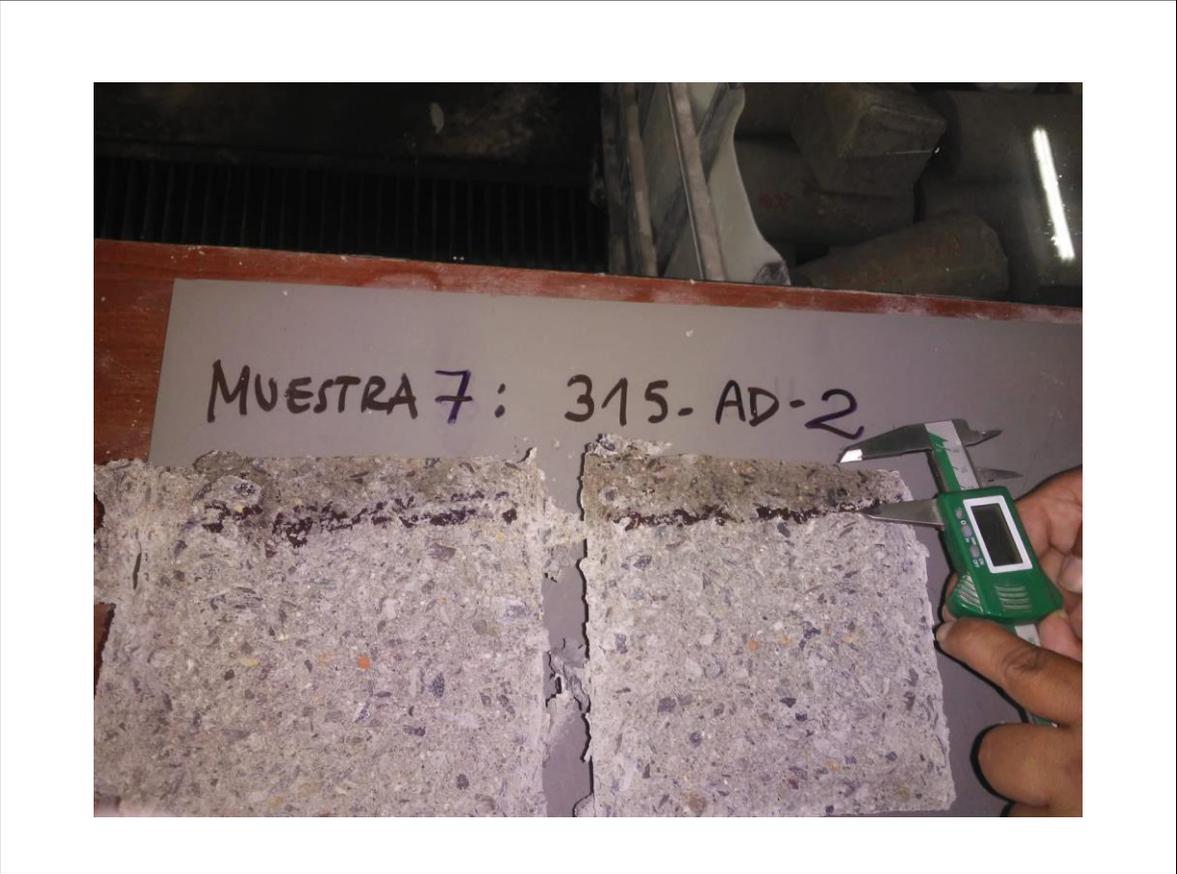












## Anexo N° 2 - Especificaciones Técnicas Cemento Portland Tipo I



### Ficha Técnica

## CEMENTO SOL

#### Descripción:

- Es un Cemento Portland Tipo I, obtenido de la molienda conjunta de Clinker y yeso.

#### Beneficios:

- El acelerado desarrollo de resistencias iniciales permite un menor tiempo en el desencofrado.
- Excelente desarrollo de resistencias en Shotcrete.
- Excelente desarrollo en resistencias a la compresión.
- Buena trabajabilidad.

#### Usos:

- Construcciones en general y de gran envergadura cuando no se requieren características especiales o no especifique otro tipo de cemento.
- Fabricación de concretos de mediana y alta resistencia a la compresión.
- Preparación de concretos para cimientos, sobrecimientos, zapatas, vigas, columnas y techado.
- Producción de prefabricados de concreto.
- Fabricación de bloques, tubos para acueducto y alcantarillado, terrazos y adoquines.
- Fabricación de morteros para el desarrollo de ladrillos, tarrajeos, enchapes de mayólicas y otros materiales.

#### Características Técnicas:

- Cumple con la Norma Técnica Peruana NTP-334.009 y la Norma Técnica Americana ASTM C-150.

#### Formato de Distribución:

- Bolsas de 42.5 Kg: 04 pliegos (03 de papel + 01 film plástico).
- Granel: A despacharse en camiones bombonas y Big Bags.



### Recomendaciones

#### Dosificación:

- Se debe dosificar según la resistencia deseada.
- Respetar la relación agua/cemento (a/c) a fin de obtener un buen desarrollo de resistencias, trabajabilidad y performance del cemento.
- Realizar el curado con agua a fin de lograr un buen desarrollo de resistencia y acabado final.

#### Manipulación:

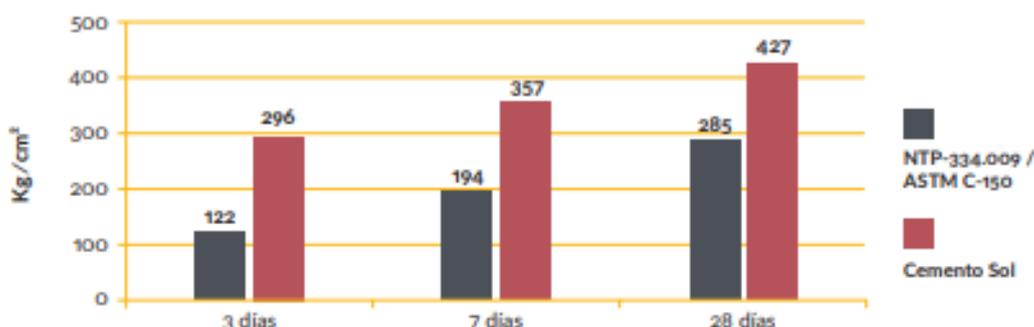
- Se debe manipular el cemento en ambientes ventilados.
- Se recomienda utilizar equipos de protección personal.
- Se debe evitar el contacto del cemento con la piel, los ojos y su inhalación.

#### Almacenamiento:

- Almacenar las bolsas bajo techo, separadas de paredes y pisos. Protegerlas de las corrientes de aire húmedo.
- No apilar más de 10 bolsas para evitar su compactación.
- En caso de un almacenamiento prolongado, se recomienda cubrir los sacos con un cobertor de polietileno y en dos pallet de altura.

## Requisitos mecánicos

Comparación resistencias NTP-334.009 / ASTM C-150 vs. Cemento Sol



## Propiedades físicas y químicas

Parámetro	Unidad	Cemento Sol	Requisitos NTP-334.009 / ASTM C-150
Contenido de aire	%	6.62	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.08	Máximo 0.80
Superficie específica	m <sup>2</sup> /kg	336	Mínimo 260
Densidad	g/ml	3.12	No específica
<b>Resistencia a la Compresión</b>			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm <sup>2</sup>	296	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm <sup>2</sup>	357	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm <sup>2</sup>	427	Mínimo 285*
<b>Tiempo de Fraguado</b>			
Fraguado Vicat inicial	min	127	Mínimo 45
Fraguado Vicat final	min	305	Máximo 375
<b>Composición Química</b>			
MgO	%	2.93	Máximo 6.0
SO <sub>3</sub>	%	3.00	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.2	Máximo 3.5
Residuo insoluble	%	0.7	Máximo 1.5
<b>Fases Mineralógicas</b>			
C <sub>2</sub> S	%	11.9	No específica
C <sub>3</sub> S	%	54.2	No específica
C <sub>3</sub> A	%	10.1	No específica
C <sub>4</sub> AF	%	9.7	No específica

\*Requisito opcional

## Anexo N° 3 - Especificaciones Técnicas Aditivo Chemaplast



Hoja Técnica

# CHEMA PLAST

Aditivo mejorador de la trabajabilidad del concreto y reductor de agua para lograr concretos fluidos, compactos, y durables.

VERSION: 02  
FECHA: 04/12/2017

---

<b>DESCRIPCIÓN</b>	CHEMA PLAST es un aditivo reductor de agua y plastificante de color marrón de uso universal, que hace posible diseñar mezclas de concreto de fácil colocación. Permite una reducción de agua hasta 10%, generando aumento en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto. Tiene además propiedades de reducir la permeabilidad del concreto. Cumple con los requerimientos de la norma ASTM C-494 tipo A.
--------------------	---

---

<b>VENTAJAS</b>	<p>El concreto tratado con CHEMAPLAST tiene las siguientes ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Mejor acabado: La plasticidad permite un mejor acabado, por lo tanto, aumenta la durabilidad.</li><li>- Aumenta la trabajabilidad y facilita la colocación del concreto en elementos con alta densidad de armadura sin necesidad de aumentar la relación agua / cemento.</li><li>- Disminuye la contracción debido a la mejor retención de agua así como mayor aglomeración interna del concreto en estado plástico.</li><li>- Aumenta la hermeticidad al agua impermeabilizándolo y produciendo mayor resistencia a la penetración de la humedad y por consiguiente al ataque de sales.</li><li>- Aumenta la durabilidad debido a su alto grado de resistencia al salitre, sulfatos y cloruros.</li><li>- No contiene cloruros.</li><li>- Aumenta la resistencia a la compresión y flexión a todas las edades; mejora la adherencia al acero de construcción.</li><li>- No transmite olor ni sabor al agua potable, ni la contamina. Cuenta con certificado CEPIS<sup>1</sup>.</li></ul>
-----------------	--

---

<b>USOS</b>	<p>Como reductor de agua y plastificante en:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- En concretos estructurales de edificaciones y en elementos esbeltos.</li><li>- En concreto caravista.</li><li>- En concretos pretensados y post-tensados.</li><li>- En obras hidráulicas.</li><li>- En concretos para elementos pre-fabricados: postes, buzones, cajas, tuberías, etc.</li><li>- En concretos para pavimentos y puentes.</li><li>- En concretos que deben ser desencofrados a temprana edad.</li><li>- En concretos de reparación en general.</li><li>- 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.</li><li>- En esculturas de concreto.</li></ul>
-------------	---

---

<b>DATOS TÉCNICOS</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Apariencia : Líquido</li><li>- Color : Marrón oscuro</li><li>- Densidad : 1.2 g/ml ± 0.06</li><li>- pH : 9.00 - 12.50</li><li>- VOC : 0 g/L</li></ul>
-----------------------	---

**ATENCIÓN AL CLIENTE:**  
(511) 336-8407

Página 1 de 2



Calidad que Construye

Hoja Técnica

## CHEMA PLAST

Aditivo mejorador de la trabajabilidad del concreto y reductor de agua para lograr concretos fluidos, compactos, y durables.

VERSION: 02

FECHA: 04/12/2017

<b>PREPARACIÓN Y APLICACIÓN DEL PRODUCTO</b>	<p>Agregar de 145 ml a 360 ml de CHEMA PLAST por bolsa de cemento al agua de amasado de acuerdo al efecto deseado, sin combinarlo con otros aditivos. Dosificar por separado cuando se usen otros aditivos en la misma mezcla. Se sugiere realizar pruebas previas con los materiales, tipo de cemento y condiciones de obra.</p> <p>Para morteros impermeables usar diseño 1:3 (1 de cemento+ 3 de arena fina) utilizando la mayor dosis de aditivo.</p> <p>Es indispensable realizar el curado del concreto con agua o alguno de nuestros curadores como Membranil Económico Reforzado antes y después del fraguado</p>
<b>RENDIMIENTO</b>	<p>La dosis sugerida es de 145 ml a 360 ml de CHEMAPLAST por bolsa de cemento. La dosis óptima se debe determinar mediante ensayos con los materiales, tipo de cemento y en las condiciones de obra.</p>
<b>PRESENTACIÓN</b>	<p>Envase de 1 gal. Envase de 5 gal. Envase de 55 gal.</p>
<b>ALMACENAMIENTO</b>	<p>1 año almacenado en su envase original, sellado en lugar fresco, ventilado y bajo techo.</p>
<b>PRECAUCIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<p>En caso de emergencia, llame al CETOX (Centro Toxicológico).</p> <p>Durante su manipulación no beber ni comer alimentos. Lavarse las manos luego de manipular el producto. Utilizar guantes, gafas protectoras y ropa de trabajo. En caso de contacto con los ojos y la piel, lávese con abundante agua. Es tóxico si es ingerido, no provocar vómitos; procurar ayuda médica inmediata.</p>

"La presente Edición anula y reemplaza la Versión N° 1 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.

ATENCIÓN AL CLIENTE:

(511) 336-8407

Página 2 de 2

## Anexo N° 4 - Hojas de recolección de datos

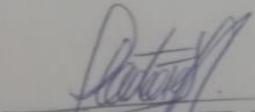
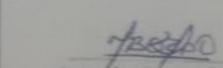
### Anexo 3 Instrumentos para la recolección de Datos

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	FICHA 01:	AGREGADOS: CARACTERISTICAS FISICAS Y ANALISIS GRANULOMÉTRICO NTP-400.012
	TITULO: "Análisis de la impermeabilidad del concreto aplicando un aditivo reductor de agua y plastificante para uso en reservorios, Lima 2019"	

Características del Agregado	Abertura mm	Tamiz	Peso retenido (gr)	% Parcial Retenido	% Acumulado	
					Retenido	Pasa
P. Especifico Seco (kg/cm <sup>3</sup> )	75	3"				
P. Unitario compactado (kg/cm <sup>3</sup> )	50	2"				
P. Unitario suelto (kg/cm <sup>3</sup> )	37.5	1 1/2"				
	25	1"				
	19	3/4"				
Humedad (%)	9.5	3/8"				
	4.75	N° 4				
Tamaño Máximo	2	N° 10				
	0.85	N° 20				
Tamaño Máximo Nominal	0.425	N° 40				
	0.25	N° 60				
Módulo de Fineza	0.106	N° 140				
	0.075	N° 200				
% Retenido < Malla N°200		Fondo				

Peso Total  
CURVA DE DISTRIBUCION GRANULOMETRICA



 VICTOR OLIVERA V. CIP 103655 EXPERTO 1	 Larpanita Boza Olanchas INGENIERA CIVIL CIP. 80500 EXPERTO 2	 Madrid Saldana Cesar R. CIP 36609 EXPERTO 3
---	--	--

Anexo 4

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	FICHA 02:	DISEÑO DE MEZCLAS
	TITULO: "Análisis de la impermeabilidad del concreto aplicando un aditivo reductor de agua y plastificante para uso en reservorios, Lima 2019"	

I. Información General

1. Datos Generales del Diseño

Diseño:

Relación a/c:

Relación AF:AG

Vol. Prueba (m<sup>3</sup>)

Fecha:

2. Información y características de los materiales

Materiales	Procedencia	Módulo de Finura
Cemento		
Agua		
Agregado grueso		
Agregado fino		
Global		

II. Proporciones y características del diseño de mezcla

Vol. Agregado:       Cemento:

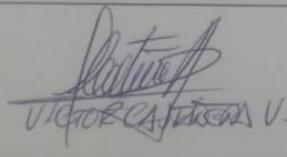
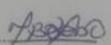
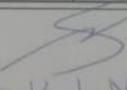
Arena:  %      Agua:  Lt. =  kg.

Piedra:  %      Aditivo:  ml. =  %

Agregados:  %      N° probetas moldeadas:

Materiales	P. Esp (kg/m <sup>3</sup> )	Hum. (%)	ABS. (%)	P. Seco (kg.)	Vol. (m <sup>3</sup> )	Corrección por Hum. (kg.)	Tanda de prueba	
							Dosif.	UND.
Cemento								kg.
Agua								kg.
Arena								kg.
Piedra								kg.
Aditivo								g
Aire								
TOTAL								

TEMPERATURA (C)		Slump (pulg.)	% de aire	P.U Teorico (kg/m <sup>3</sup> )	P.U. Real (kg/m <sup>3</sup> )	Rend. (m <sup>3</sup> )	Reducción de Agua (%)
Ambiente	Mezcla						

 <b>VICTOR CAJALÁN V.</b>	 <b>Margarita Boza Olaechea</b> INGENIERA CIVIL CIP: 80500	 <b>Cesar Kardo Madrid S.</b> CIP 86609
EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3

Anexo 5

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>FICHA 03:</b>	<b>MÉTODO DE ENSAYO DE DENSIDAD, ABSORCIÓN CAPILAR Y VACIOS EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 642-04)</b>
	<b>TÍTULO:</b> "Análisis de la impermeabilidad del concreto aplicando un aditivo reductor de agua y plastificante para uso en reservorios, Lima 2019"	

**I. Información General**

Datos Generales del Diseño

Diseño:

Relación a/c:

Fecha de moldado:

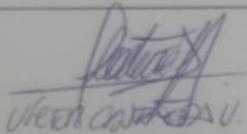
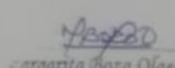
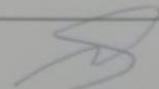
Edad (días):

Probetas (cód.):

Dosis del aditivo:

**II. Datos del ensayo**

ENSAYO		EDAD DE LA MUESTRA =			
		M1	M2	M3	PROM
A	Peso seco				
B	Peso sat. despues de inmersión				
C	Peso sat. despues del hervido				
D	Peso aparente sumergido				
P	Densidad del agua				
	Abs. despues de la inmersión (%) $[(B-A)/A] \times 100$				
	Abs. despues de la inmersión y hervido (%) $[(C-A)/A] \times 100$				
G1	Densidad seca $[A/(C-D)] \times P$				
	Densidad despues de la inmersión $[B/(C-D)] \times P$				
	Densidad despues de la inmersión y hervido $[C/(C-D)] \times P$				
G2	Densidad aparente $[A/(A-D)] \times P$				
	Vol. de poros permeables (%) $(G2-G1)/G2 \times 100$				

 EXPERTO 1	 Margarita Boza Olaechea INGENIERA CIVIL CIP. 80500 EXPERTO 2	 Cesar Karlo Mastid S CIP 86609 EXPERTO 3
--	--	---



Anexo 7

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>FICHA 05:</b>	<b>ENSAYO PARA LA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL          CONCRETO ENDURECIDO NTC 448</b>
	<b>TITULO:</b> "Análisis de la impermeabilidad del concreto aplicando un aditivo reductor de agua y plastificante para uso en reservorios, Lima 2019"	

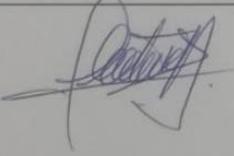
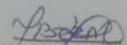
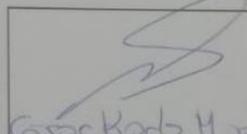
**I. Información General**

Datos Generales del Diseño

Diseño:	<input type="text"/>	Diámetro (mm):	<input type="text"/>
Relación a/c:	<input type="text"/>	Altura (mm):	<input type="text"/>
Fecha de moldado:	<input type="text"/>	Área expuesta (mm <sup>2</sup> ):	<input type="text"/>
Edad (días):	<input type="text"/>	Área (m)	<input type="text"/>
Probetas (cód.):	<input type="text"/>		
Dosis del aditivo:	<input type="text"/>		

**II. Datos del ensayo**

TESTIGO		FECHA		EDAD	PRESION	TIEMPO DE ENSAYO	DIMENSIONES			PROF. DE PENETRACIÓN (mm)
Nº	COG.	MOLDEO	ROTURA	DIAS	Mpa		DIAMETRO (cm)	AREA (cm <sup>2</sup> )	ALT. (cm)	
01										
02										
03										
04										
05										
06										

	 <i>Margarita Boza Olaechea</i> INGENIERA CIVIL CIP. 80500	 <i>Cesar Karlo Mastido S</i> CIP 86609
EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3

Anexo 8

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	<b>FICHA 06:</b> ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN MUESTRAS CILÍNDRICAS - NTP 339.034
	<b>TITULO:</b> "Análisis de la impermeabilidad del concreto aplicando un aditivo reductor de agua y plastificante para uso en reservorios, Lima 2019"

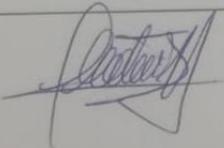
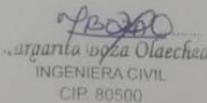
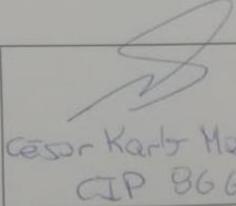
**I. Información General**

Datos Generales del Diseño

Diseño:	<input type="text"/>	Diámetro (mm):	<input type="text"/>
Relación a/c:	<input type="text"/>	Altura (mm):	<input type="text"/>
Fecha de moldado:	<input type="text"/>	Área expuesta (mm <sup>2</sup> ):	<input type="text"/>
Edad (días):	<input type="text"/>	Área (m)	<input type="text"/>
Probetas (cód.):	<input type="text"/>	f'c esperado (kg/cm <sup>2</sup> )	<input type="text"/>
Dosis del aditivo:	<input type="text"/>		

**II. Datos del ensayo**

TESTIGO		ADITIVO	FECHA		EDAD	f'c
Nº	COD.	DOSIS	MOLDEO	ROTURA	DIAS	kg/cm <sup>2</sup>
01						
02						
03						
04						
05						
06						
PROMEDIO (f'c)						

 EXPERTO 1	 ARGENTA DOZA OLAECHEA INGENIERA CIVIL CIP. 80500 EXPERTO 2	 CESAR KARLY MEDRIB S. CIP 86609. EXPERTO 3
--	--	---

Anexo 9

	<b>FICHA 05: ENSAYO PARA LA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO ENDURECIDO NTC 448</b>
	<b>TITULO:</b> "Análisis de la impermeabilidad del concreto aplicando un aditivo reductor de agua y plastificante para uso en reservorios, Lima 2019"

**I. Información General**

Alumno: José Carlos Vladimir Barranca Sáenz

Asesor: Mg. Ing. Carlos Villegas Martínez

Ubicación: Provincia de Lima, Departamento de Lima

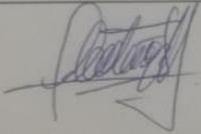
**II. Resultados según las dimensiones de la investigación**

FICHAS	ENSAYOS	INFORMACION DE VARIABLES
Ficha 01	AGREGADOS: CARACTERISTICAS FISICAS Y ANALISIS GRANULOMÉTRICO	TMN (%)
Ficha 02	DISEÑO DE MEZCLAS	Reducción de a/c (%)
Ficha 03	MÉTODO DE ENSAYO DE DENSIDAD, ABSORCIÓN CAPILAR Y VACIOS EN CONCRETO ENDURECIDO (ASTM C 642-04)	Vol.de poros %
Ficha 04	ENSAYO NORMALIZADO PARA MEDIR EL RITMO DE ABSORCIÓN DE AGUA EN CONCRETO (ASTM C 1585)	Vel.de Absorción Final
Ficha 05	ENSAYO PARA LA DETERMINAR LA PERMEABILIDAD DEL CONCRETO ENDURECIDO NTC 448	Prof.de penetración (mm)
Ficha 06	ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN MUESTRAS CILÍNDRICAS - NTP 339.035	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )

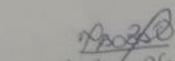
**III. Calificación metodológica de los expertos**

RANGO DE VALIDEZ	
MAGNITUD	RANGOS
MUY ALTO	0.8 a 1.0
ALTO	0.6 a 0.8
MODERADO	0.4 a 0.6
BAJO	0.2 a 0.4
MUY BAJO	0.01 a 0.3
PROMEDIO DE VALIDACIÓN	0.8

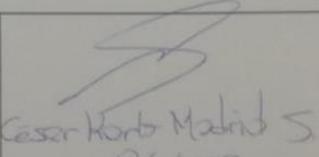
CUADRO DE CALIFICACIÓN DE EXPERTOS	
Calificación Experto 01	1
Calificación Experto 02	1
Calificación Experto 03	0.7



EXPERTO 1

  
 Margarita Boza Olaeche  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP. 80500

EXPERTO 2

  
 Cesar Roberto Madrid S  
 86609

EXPERTO 3

## Anexo N° 5 - Certificados de Resultados de Ensayos



**MTL GEOTECNIA**  
Material Testing Laboratory

(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

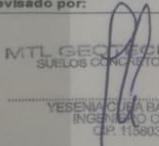
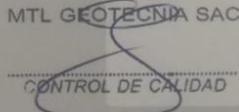
REFERENCIA	: Datos de laboratorio	
SOLICITANTE	: José Carlos Vladimir Barranca Sáenz	
TESIS	: "Análisis de la Impermeabilidad del concreto aplicando el aditivo chemplast para uso en reservorios, Lima 2019"	
UBICACIÓN	: Distrito de Lima.	Fecha de emisión: 18/10/2019

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
280 - 0.50	11/10/2019	18/10/2019	7	24348.2	78.5	310.0	280.0	110.7
280 - 0.50	11/10/2019	18/10/2019	7	23745.1	78.5	302.3	280.0	108.0
280 - 0.50	11/10/2019	18/10/2019	7	24012.4	78.5	305.7	280.0	109.2
315 - 0.48	11/10/2019	18/10/2019	7	26228.6	78.5	334.0	315.0	106.0
315 - 0.48	11/10/2019	18/10/2019	7	25015.6	78.5	318.5	315.0	101.1
315 - 0.48	11/10/2019	18/10/2019	7	25943.4	78.5	330.3	315.0	104.9

**EQUIPO DE ENSAYO**  
Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**  
 \* No se observaron fallas atípicas en las roturas  
 \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referente  
 \* Prohíbese la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

<p><b>Elaborado por:</b></p> <div style="text-align: center;">  <p>MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO</p> <p>YESENIA CUEVA BARRAZA INGENIERA EN CIVIL CIP. 115803</p> </div> <p style="text-align: center;">Jefe de Laboratorio</p>	<p><b>Revisado por:</b></p> <div style="text-align: center;">  <p>MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO</p> <p>YESENIA CUEVA BARRAZA INGENIERA EN CIVIL CIP. 115803</p> </div> <p style="text-align: center;">Ingeniero de Suelos y Pavimentos</p>	<p><b>Aprobado por:</b></p> <div style="text-align: center;">  <p>MTL GEOTECNIA SAC</p> <p>CONTROL DE CALIDAD</p> </div> <p style="text-align: center;">Control de Calidad MTL GEOTECNIA</p>
---	---	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

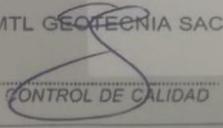
**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: José Carlos Vladimir Baranza Sáenz
TESIS	: "Análisis de la impermeabilidad del concreto aplicando el aditivo chemaplast para uso en reservorios, Lima 2019"
UBICACIÓN	: Distrito de Lima
	Fecha de emisión: 23/10/2019

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kgf/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kgf/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
280 - AD1	16/10/2019	23/10/2019	7	15227.2	78.5	206.6	280.0	73.8
280 - AD1	16/10/2019	23/10/2019	7	21515.3	78.5	273.9	280.0	97.8
280 - AD1	16/10/2019	23/10/2019	7	21698.4	78.5	276.3	280.0	98.7
280 - AD2	16/10/2019	23/10/2019	7	20687.4	78.5	263.4	280.0	94.1
280 - AD2	16/10/2019	23/10/2019	7	20876.0	78.5	265.8	280.0	94.9
280 - AD2	16/10/2019	23/10/2019	7	19957.0	78.5	254.1	280.0	90.8
280 - AD3	16/10/2019	23/10/2019	7	20680.8	78.5	263.3	280.0	94.0
280 - AD3	16/10/2019	23/10/2019	7	20401.0	78.5	259.8	280.0	92.8
280 - AD3	16/10/2019	23/10/2019	7	21801.3	78.5	275.0	280.0	96.2

**EQUIPO DE ENSAYO**  
Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**  
\* No se observaron fallas atípicas en las roturas  
\* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material refulerente  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO YEZENIA CUBA BARRAZA INGENIERO CIVIL CIP. 113803	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: José Carlos Vladimir Barranca Sáenz
TESIS	: "Análisis de la impermeabilidad del concreto aplicando el aditivo chemapiast para uso en reservorios, Lima 2019"
UBICACIÓN	: Distrito de Lima.
	Fecha de emisión: 25/10/2019

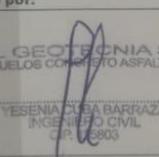
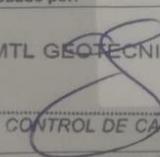
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VAGIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
315 - AD1	18/10/2019	25/10/2019	7	21758.6	78.5	277.8	315.0	87.9
315 - AD1	18/10/2019	25/10/2019	7	20730.7	78.5	264.0	315.0	83.8
315 - AD1	18/10/2019	25/10/2019	7	20615.7	78.5	265.0	315.0	84.1
315 - AD2	18/10/2019	25/10/2019	7	23393.7	78.5	297.9	315.0	94.6
315 - AD2	18/10/2019	25/10/2019	7	19282.8	78.5	245.5	315.0	77.9
315 - AD2	18/10/2019	25/10/2019	7	22177.7	78.5	282.4	315.0	89.6
315 - AD3	18/10/2019	25/10/2019	7	19443.2	78.5	247.6	315.0	78.6
315 - AD3	18/10/2019	25/10/2019	7	22172.3	78.5	282.3	315.0	89.6
315 - AD3	18/10/2019	25/10/2019	7	21838.0	78.5	278.1	315.0	88.3

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referencial
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
  <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> SUELOS CONCRETO ASFALTO YESENIA CUEVA BARRAZA INGENIERO CIVIL C.P. 12803 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> <b>CONTROL DE CALIDAD</b> <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FORM LAB-02-009
		Revisión	1
		Aprobado	C.G. MTL
		Fecha	10/06/2019

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: José Carlos Vladimír Barranca Sáenz
TESIS	: "Análisis de la impermeabilidad del concreto aplicando el aditivo chemaplast para uso en reservorios, Lima 2019"
UBICACIÓN	: Distrito de Lima.
	Fecha de emisión: 09/11/2019

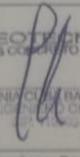
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kgf/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kgf/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
280-0.50	11/10/2019	8/11/2019	28	29047.3	78.5	371.3	280.0	134.4
280-0.50	11/10/2019	8/11/2019	28	28634.8	78.5	364.8	280.0	130.2
280-0.50	11/10/2019	8/11/2019	28	28053.2	78.5	357.3	280.0	127.6
315-0.48	11/10/2019	8/11/2019	28	33394.4	78.5	425.5	315.0	135.0
315-0.48	11/10/2019	8/11/2019	28	33172.6	78.5	422.6	315.0	134.1
315-0.48	11/10/2019	8/11/2019	28	34687.2	78.5	441.7	315.0	140.2

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material retribuyente
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA SAC SUELOS CONCRETO ASFALTO VESENIA CARRERA BARRAZA INGENIERO CIVIL	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2018

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio		
SOLICITANTE	: José Carlos Vladimir Barranca Sáenz		
TESIS	: "Análisis de la impermeabilidad del concreto aplicando el aditivo chemoplast para uso en reservorios, Lima 2019"		
UBICACIÓN	: Distrito de Lima	Fecha de emisión:	13/11/2019

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
280-AD1	16/10/2019	13/11/2019	28	21555.3	78.5	274.5	280.0	98.0
280-AD1	16/10/2019	13/11/2019	28	28011.4	78.5	356.8	280.0	131.0
280-AD1	16/10/2019	13/11/2019	28	23201.3	78.5	295.4	280.0	105.5
280-AD2	16/10/2019	13/11/2019	28	24471.1	78.5	311.6	280.0	111.3
280-AD2	16/10/2019	13/11/2019	28	26369.7	78.5	335.7	280.0	119.9
280-AD2	16/10/2019	13/11/2019	28	26615.1	78.5	338.9	280.0	121.0
280-AD3	16/10/2019	13/11/2019	28	26990.9	78.5	342.4	280.0	122.3
280-AD3	16/10/2019	13/11/2019	28	30632.2	78.5	390.0	280.0	139.3
280-AD3	16/10/2019	13/11/2019	28	29111.0	78.5	370.7	280.0	132.4

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referencial
- \* Prohíbese la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> SUELOS CONCRETO ASFALTO INGENIERÍA CIVIL JESÚS BARRAZA	 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CD-006
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	19/02/2018

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 208.034-11

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: José Carlos Vladimir Barranca Sáenz
TESIS	: "Análisis de la impermeabilidad del concreto aplicando el aditivo chemplast para uso en reservorios, Lima 2019"
UBICACIÓN	: Distrito de Lima
	Fecha de emisión: 15/11/2018

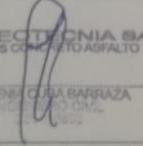
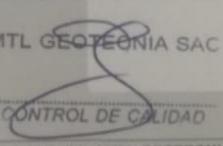
IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VAGADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm2	ESFUERZO kg/cm2	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm2	% F <sub>c</sub>
315-AD1	18/10/2018	15/11/2018	28	28711.4	78.5	365.8	315.0	118.1
315-AD1	18/10/2018	15/11/2018	28	28996.7	78.5	331.8	315.0	106.4
315-AD1	18/10/2018	15/11/2018	28	23958.0	78.5	305.8	315.0	98.8
315-AD2	18/10/2018	15/11/2018	28	29120.9	78.5	370.8	315.0	117.7
315-AD2	18/10/2018	15/11/2018	28	27511.0	78.5	350.3	315.0	111.2
315-AD2	18/10/2018	15/11/2018	28	28943.8	78.5	368.5	315.0	117.0
315-AD3	18/10/2018	15/11/2018	28	25094.0	78.5	319.5	315.0	101.4
315-AD3	18/10/2018	15/11/2018	28	25965.9	78.5	329.5	315.0	103.3
315-AD3	18/10/2018	15/11/2018	28	27908.9	78.5	355.3	315.0	112.8

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de almohadillas de neopreno como material referente
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 EDUARDO DE LA CRUZ JEFE DE LABORATORIO	 YESENIA CUEVA BARRANCA INGENIERA DE SUELOS Y PAVIMENTOS	 CONTROL DE CALIDAD MTL GEOTECNIA



**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 A : JOSÉ CARLOS VLADIMIR BARRANCA SÁENZ  
 Obra : "ANÁLISIS DE LA IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO APLICANDO EL ADITIVO CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE PARA USO EN RESERVIOS LIMA 2019"  
 Asunto : Ensayo para determinar la permeabilidad y la densidad, absorción y vacíos en concreto endurecido.  
 Expediente N° : 19-4725  
 Recibo N° : 68730  
 Fecha de emisión : 06/12/2019

1. DE LA MUESTRA : Muestras cilíndricas de 15 cm de diámetro y 15 cm de altura concreto endurecido, proporcionadas por el solicitante.  
 2. DEL EQUIPO : Equipo para medir la permeabilidad del concreto endurecido, consta de 12 celdas de acero inoxidable.  
 3. MÉTODO DEL ENSAYO : Normas de referencia: ASTM C 642 "Standard Test Method for Density, Absorption, and Voids in Hardened Concrete", NTC 4483 "Método de ensayo para ensayo para determinar la permeabilidad del concreto al agua".

**4. RESULTADOS**

**4.1. Ensayo de la determinación de la densidad, absorción de agua y vacíos en concreto endurecido**

MUESTRA	280-0.50	280-AD1	280-AD2	280-AD3	315-0.48	315-AD1	315-AD2	315-AD3
% ABSORCIÓN DESPUES DE INMERSIÓN	2.38	1.93	1.13	0.94	1.89	0.98	1.01	0.87
% ABSORCIÓN DESPUES DE INMERSIÓN Y EBULLICIÓN	2.72	2.14	1.37	1.32	2.20	1.25	1.20	1.19
DENSIDAD GLOBAL (BRUTA) SECA	2.24	2.25	2.32	2.30	2.27	2.35	2.28	2.23
DENSIDAD GLOBAL (BRUTA) DESPUES DE INMERSIÓN	2.30	2.29	2.34	2.32	2.31	2.37	2.30	2.25
DENSIDAD GLOBAL (BRUTA) DESPUES DE INMERSIÓN Y EBULLICIÓN	2.31	2.30	2.35	2.33	2.32	2.38	2.31	2.26
DENSIDAD APARENTE	2.39	2.36	2.39	2.37	2.39	2.42	2.34	2.29
% VOLUMEN DE VACIOS (ESPACIO DE POROS PERMEABLES)	6.11	4.81	3.17	3.04	4.99	2.94	2.74	2.65

**4.2. Ensayo de permeabilidad**

Presión del agua: 0.5MPa

Identificación	Fecha de Ingreso al Equipo de Permeabilidad	Fecha de salida al Equipo de Permeabilidad	Profundidad Media (cm)	Coef Permeabilidad (m/s)	Permeabilidad
280-0.50	02/12/2019	06/12/2019	5.83	6.01E-12	Media
280-AD1	02/12/2019	06/12/2019	5.00	3.48E-12	Media
280-AD2	02/12/2019	06/12/2019	4.23	1.64E-12	Media
280-AD3	02/12/2019	06/12/2019	4.13	1.66E-12	Media
315-0.48	02/12/2019	06/12/2019	4.60	2.96E-12	Media
315-AD1	02/12/2019	06/12/2019	4.33	1.54E-12	Media
315-AD2	02/12/2019	06/12/2019	2.67	5.49E-13	Baja
315-AD3	02/12/2019	06/12/2019	1.77	2.33E-13	Baja

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. E.G.V.



*[Signature]*  
 MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata  
 Jefe (e) del laboratorio

**NOTAS:**

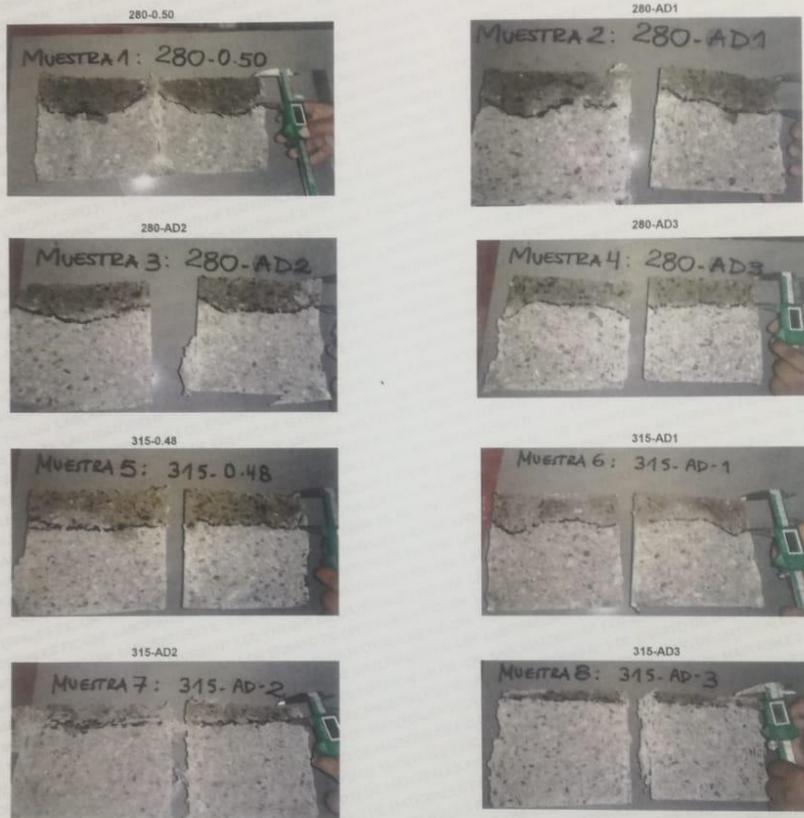
- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.





Expediente N°: 19-4725

5. Panel fotográfico



6. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.  
 Técnico : Sr. E.G.V.

NOTAS:

- 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
- 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata  
 Jefe (e) del laboratorio

**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú  
 (511) 381-3343  
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
 lem@uni.edu.pe  
 Laboratorio de Ensayo  
 de Materiales - UNI



## Anexo N° 6 - Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA							
TITULO:		"Análisis de la impermeabilidad del concreto aplicando el aditivo Chemaplast Impermeabilizante para uso en reservorios, Lima 2019"					
LINEA DE INVESTIGACIÓN		DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL					
RESPONSABLE:		JOSE CARLOS VLADIMIR BARRANCA SAENZ					
FORMA DE PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	
<b>GENERAL</b> ¿De qué manera el aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la impermeabilidad del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019?	<b>GENERAL</b> Determinar como el aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la impermeabilidad del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019	<b>GENERAL</b> El aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la impermeabilidad del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019	DEPENDIENTE	agua/cemento	0.50	Ficha de recolección de información	
			IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO	Permeabilidad	Constante de permeabilidad (K)		0.45
				% De Volumen Vacíos	% de Porosidad y capilaridad en el concreto		Ficha de recolección de información
<b>ESPECIFICOS</b> ¿Cómo el aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la relación a/c del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019? ¿De qué forma el aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la permeabilidad del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019? ¿En qué porcentaje el aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en el volumen de vacíos del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019?	<b>ESPECIFICOS</b> Establecer como el aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la relación a/c del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019 Precisar como el aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la permeabilidad del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019 Demostrar como el aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en el volumen de vacíos del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019	<b>ESPECIFICOS</b> El aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la relación a/c del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019 El aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en la permeabilidad del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019 El aditivo Chemaplast Impermeabilizante influye en el volumen de vacíos del concreto para el uso en reservorios, Lima 2019	INDEPENDIENTE	Dosificación del aditivo	200 ml x bls 400 ml x bls 600 ml x bls	Especificaciones Técnicas de fabricante	
			ADITIVO CHEMAPLAST IMPERMEABILIZANTE	Trabajabilidad	Slump		
				Propiedades Mecánicas	Resistencia a la compresión		