



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“EVALUACION DE LA PERMEABILIDAD POR EL METODO DE ION CLORURO PARA EL DISEÑO DEL CONCRETO F´C 420 kg/cm<sup>2</sup> DURABLE, CALIZA CEMENTO INCA S.A. - 2021”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Brandon Enrique Lozano Llican

Asesor:

Mg. Ing. Manuel Jesús Salas Paulet

Lima - Perú

2021

## ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Ing. Manuel Jesús Salas Paulet, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de **INGENERIA CIVIL**, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- *Lozano Llicán, Brandon Enrique*

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: *Evaluación de la permeabilidad por el método de ion cloruro para el diseño del concreto F´C 420 Kg/cm2 durable, Caliza Cemento Inca S.A.* para aspirar al título profesional de: Ingeniero Civil por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, **AUTORIZA** al o a los interesados para su presentación.

---

Ing./Lic./Dr./Mg. Manuel Jesús Salas Paulet

## ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: *Lozano Llican Brandon Enrique*, para aspirar al título profesional con la tesis denominada: Evaluación de la permeabilidad por el método de ion cloruro para el diseño del concreto F´C 420 Kg/cm2 durable, Caliza Cemento Inca S.A.

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

**Aprobación por unanimidad**

**Aprobación por mayoría**

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

---

Ing./Lic./Dr./Mg. José Luis Neyra Torres

Presidente

---

Ing./Lic./Dr./Mg. Ruben Kevin Manturano Chipana

Jurado

---

Ing./Lic./Dr./Mg. Neicer Campos Vasquez

## **DEDICATORIA**

A mis padres por el constante apoyo brindado y la motivación de salir adelante para  
mi formación profesional

## AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme la vida, a mis padres por el constante apoyo brindado y la motivación hacia mí, a la Universidad Privada del Norte y en especial a mi asesor que me brindo sus conocimientos y dedicación contribuyendo en mi formación profesional

## Tabla de contenidos

<b>ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS .....</b>	<b>2</b>
<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS .....</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>10</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>11</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>12</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>13</b>
1.1. Realidad Problematica .....	33
1.2. Formulacion del Problema .....	33
1.3. Objetivos .....	33
1.3.1. Objetivo General .....	33
1.3.2. Objetivo Especificos .....	33
1.4. Hipótesis .....	33
1.4.1. Hipótesis General.....	33
1.4.2. Hipótesis Especificas .....	33
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA .....</b>	<b>33</b>
2.1. Tipo de Investigacion .....	33
2.2. Poblacion y muestra (Materiales, instrumento y metodos) .....	33
2.2.1. Unidad de estudio .....	33
2.2.2. Población .....	33
2.2.3. Muestra .....	35
2.3. Tecnicas e instrumentos de recoleccion y análisis de datos .....	35
2.3.1. Materiales .....	44
2.3.2. Servicios .....	44
2.4. Procedimiento.....	44
2.5. Caracterización de los agregados .....	44
2.5.1. Caracterización de los agregados.....	45
2.5.2. Contenido de humedad .....	45
2.5.3 Tamiz N° 200 .....	46
2.5.4. Análisis Granulométrico Agregado Fino y Grueso .....	47
2.5.6. Método Ion Cloruro .....	48
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS .....</b>	<b>55</b>
3.1. Contenido de humedad de agregados.....	56
3.2. Tamiz N°200.....	57

3.3.	Análisis granulométrico de los agregados .....	58
3.4.	Ensayo Absorción de la Arena .....	60
3.5.	Ensayo Absorción de la Piedra.....	60
3.6.	Ensayo Abrasión de la Piedra .....	61
3.7.	Diseño de Concreto.....	62
3.8.	Resistencia a la Compresión .....	68
3.9.	Método Ion Cloruro .....	78
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>		<b>91</b>
4.1.	Discusión .....	91
4.2.	Conclusiones .....	93
<b>REFERENCIAS.....</b>		<b>94</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Resistencia a la Compresión: Material cementante 408kg y Aditivo Denka Shaguard 8kg.....	33
Tabla 2 Resistencia a la Compresión: Material cementante 380kg y Aditivo Denka Shaguard 8kg.....	34
Tabla 3 Método Ion Cloruro: Material cementante 408kg y Aditivo Denka Shaguard 8kg.....	34
Tabla 4 Método Ion Cloruro: Material cementante 380kg y Aditivo Denka Shaguard 8kg.....	35
Tabla 5 Cemento Portland Tipo HS .....	55
Tabla 6 Cemento Portland Tipo 1.....	55
Tabla 7 Contenido de humedad del agregado fino (Hf) .....	56
Tabla 8 Contenido de humedad del agregado grueso (Hg) .....	56
Tabla 9 Tamiz N° 200 del agregado fino (Tf) .....	57
Tabla 10 Tamiz N° 200 del agregado grueso (Tg) .....	57
Tabla 11 Análisis granulométrico del agregado fino.....	58
Tabla 12 Análisis granulométrico del agregado grueso.....	59
Tabla 13 Absorción de la Arena (Aa).....	60
Tabla 14 Absorción de la Piedra (Ap).....	60
Tabla 15 Abrasión de la Piedra (Ap).....	61
Tabla 16 Tipos de Cementos .....	62
Tabla 17 Caracterización de los Agregados .....	62
Tabla 18 Cálculo de diseño de concreto $f_c = 420$ kg/cm <sup>2</sup> con 408 Kg CEMENTO PORTLAND TIPO HS .	63
Tabla 19 Dosificación Mezcla Patrón con 408 Cemento Portland Tipo HS.....	63
Tabla 20 Cálculo de diseño de concreto $f_c = 420$ kg/cm <sup>2</sup> con 380 Kg CEMENTO PORTLAND TIPO HS ..	64
Tabla 21 Dosificación Mezcla Patrón con 380 Cemento Portland Tipo HS .....	64
Tabla 22 Cálculo de diseño de concreto $f_c = 420$ kg/cm <sup>2</sup> con 408 Kg CEMENTO PORTLAND TIPO 1 .....	65
Tabla 23 Dosificación Mezcla Patrón con 408 Cemento Portland Tipo 1.....	65
Tabla 24 Cálculo de diseño de concreto $f_c = 420$ kg/cm <sup>2</sup> con 380 Kg CEMENTO PORTLAND TIPO 1 .....	66
Tabla 25 Dosificación Mezcla Patrón con 380 Cemento Portland Tipo 1.....	66
Tabla 26 Cálculo de diseño de concreto $f_c = 420$ kg/cm <sup>2</sup> con 408 Kg CEMENTO PORTLAND TIPO 1MAS ADITIVO DENKA SHAGUARD .....	67
Tabla 27 Dosificación Mezcla Patrón con 408 Cemento Portland Tipo 1+ Aditivo Denka Shaguard.....	67
Tabla 28 Cálculo de diseño de concreto $f_c = 420$ kg/cm <sup>2</sup> con 380 Kg CEMENTO PORTLAND TIPO 1MAS ADITIVO DENKA SHAGUARD .....	68
Tabla 29 Dosificación Mezcla Patrón con 380 Cemento Portland Tipo 1+ Aditivo Denka Shaguard.....	68
Tabla 30 Resultados del ensayo a la compresión de la muestra patrón con 408kg Cemento Portland Tipo HS a los 3días, 7días, 14días, 28 días, 56 días y 90 días. ....	69
Tabla 31 Resultados de ensayo a la compresión de la muestra patrón con 380 kg Cemento Portland Tipo HS a los 3días, 7días, 14días ,28 días, 56 días y 90 días. ....	70
Tabla 32 Resultados de ensayo a la compresión de la muestra patrón Cemento Portland Tipo I con 408 kg a los 3días, 7días, 14 días, 28 días, 56 días y 90 días. ....	71
Tabla 33 Resultados de ensayo a la compresión de la muestra patrón Cemento Portland Tipo 1con 380kg a los 3días, 7 días, 14 días, 28 días, 56 días y 90 días. ....	72
Tabla 34 Resultados de ensayo a la compresión de la muestra patrón Cemento Portland Tipo I con 408kg más aditivo Denka Shaguard a los 3días, 7 días, 14 días, 28 días, 56 días y 90 días. ....	73
Tabla 35 Resultados de ensayo a la compresión de la muestra patrón Cemento Portland Tipo I con 380 kg más aditivo Denka Shaguard a los 3días, 7 días, 14 días, 28 días, 56 días y 90 días.....	74
Tabla 36 Resumen del comportamiento de los diseños con 408kg de material cementante .....	75
Tabla 37 Resumen del comportamiento de los diseños con 380kg de material cementante .....	76
Tabla 38 Comparaciones de Cemento Portland Tipo HS y Cemento Portland Tipo 1 en Resistencia .....	77
Tabla 39 Comparaciones a 3 días con Cemento Portland Tipo HS y Cemento Portland Tipo 1.....	77
Tabla 40 Comparaciones a 90 días con Cemento Portland Tipo HS y Cemento Portland Tipo 1 .....	77
Tabla 41 <i>Medición de la permeabilidad del concreto a 3días, 7días, 14días, 28días, 56días y 90días con 408kg de Cemento Portland Tipo HS</i> .....	78
Tabla 42 <i>Medición de la permeabilidad del concreto a 3días, 7días, 14días, 28días, 56días y 90días con 380 kg de Cemento Portland Tipo HS</i> .....	79
Tabla 43 <i>Medición de la permeabilidad del concreto a 3días, 7días, 14días, 28días, 56días y 90días con 408kg de Cemento Portland Tipo I</i> .....	80

Tabla 44 <i>Medición de la permeabilidad del concreto a 3días, 7días, 14días, 28días, 56días y 90días con 380kg de Cemento Portland Tipo I</i> .....	81
Tabla 45 <i>Medición de la permeabilidad del concreto a 3días, 7días, 14días, 28días, 56días y 90días con 408kg de Cemento Portland Tipo I más Aditivo Denka Shaguard</i> .....	82
Tabla 46 <i>Medición de la permeabilidad del concreto a 3días, 7días, 14días, 28días, 56días y 90días con 380kg de Cemento Portland Tipo I más Aditivo Denka Shaguard</i> .....	83
Tabla 47 <i>Comparativo de la disminución de porosidad por tipo de cemento hasta 90 días con 408kg de material cementante</i> .....	84
Tabla 48 <i>Comparativo de la disminución de porosidad por tipo de cemento hasta 90 días con 380kg de material cementante</i> .....	85
Tabla 49 <i>Resumen de Permeabilidad al Concreto</i> .....	86
Tabla 50 <i>Permeabilidad a 3 Días promedio total</i> .....	87
Tabla 51 <i>Permeabilidad a 90 Días promedio total</i> .....	87
Tabla 52 <i>Promedio de la Disminución a la Penetración del Ion Cloruro</i> .....	87
Tabla 53 <i>Costo con Cemento Portland Tipo HS con 380 kg</i> .....	88
Tabla 54 <i>Costo con Cemento Portland Tipo 1 con 380kg</i> .....	88
Tabla 55 <i>Costo con Cemento Portland Tipo 1 más aditivo Denka Shaguard con 380 kg</i> .....	88
Tabla 56 <i>Costo con Cemento Portland Tipo HS con 408 kg</i> .....	89
Tabla 57 <i>Costo con Cemento Portland Tipo 1 con 408kg</i> .....	89
Tabla 58 <i>Costo con Cemento Portland Tipo 1 más aditivo Denka Shaguard con 408 kg</i> .....	89
Tabla 59 <i>Resumen de costo con 380 kg con cemento portland</i> .....	90
Tabla 60 <i>Resumen de costo con 408 kg con cemento portland</i> .....	90
Tabla 61 <i>Ahorro en el resumen de costo</i> .....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Análisis granulométrico de los agregado grueso.....	36
Figura 2: Análisis granulométrico de los agregado fino.....	37
Figura 3: Diseño de concreto con 408kg Cemento Portland Tipo HS.....	38
Figura 4: Diseño de concreto con 380kg Cemento Portland Tipo HS.....	39
Figura 5: Diseño de concreto con 408kg Cemento Portland Tipo1.....	40
Figura 6: Diseño de concreto con 380kg Cemento Portland Tipo1.....	41
Figura 7: Diseño de concreto con 408kg Cemento Portland Tipo1 mas Aditivo Denka Shaguard.....	42
Figura 8: Diseño de concreto con 380kg Cemento Portland Tipo1 mas Aditivo Denka Shaguard.....	43
Figura 9: Máquina Saturadora de Concreto.....	48
Figura 10: Espécimen listo para el ensayo de permeabilidad.....	53
Figura 11: Análisis granulométrico del agregado fino.....	58
Figura 12: Análisis granulométrico del agregado grueso.....	59
Figura 13: Diseño $f'c= 420$ kg/cm <sup>2</sup> con 408 kg de Cemento Portland Tipo HS.....	69
Figura 14: Diseño $f'c= 420$ kg/cm <sup>2</sup> con 380kg de Cemento Portland Tipo HS.....	70
Figura 15 :Diseño $f'c= 420$ kg/cm <sup>2</sup> con 408kg Cemento Portland Tipo I.....	71
Figura 16: Diseño $f'c= 420$ kg/cm <sup>2</sup> con 380kg Cemento Portland Tipo I.....	72
Figura 17: Diseño $f'c= 420$ kg/cm <sup>2</sup> con Cemento Portland Tipo I con 408kg más Aditivo Denka Shaguard.....	73
Figura 18: Diseño $f'c= 420$ kg/cm <sup>2</sup> con cemento Tipo I con 408 más Aditivo Denka Shaguard.....	74
Figura 19: Diseño $f'c= 420$ kg/cm <sup>2</sup> , 408 kg cemento.....	75
Figura 20: Diseño $f'c= 420$ kg/cm <sup>2</sup> , 380 kg cemento.....	76
Figura 21: Permeabilidad con 408kg de Cemento Portland Tipo HS.....	78
Figura 22: Permeabilidad con 380kg de Cemento Portland Tipo HS.....	79
Figura 23: Permeabilidad con 408kg de Cemento Portland Tipo I.....	80
Figura 24 :Permeabilidad con 380kg de Cemento Portland Tipo I.....	81
Figura 25 :Permeabilidad con 408kg de Cemento Portland Tipo I más Aditivo Denka Shaguard.....	82
Figura 26: Permeabilidad con 380kg de Cemento Portland Tipo I más Aditivo Denka Shaguard.....	83
Figura 27: Resumen del grafico a 90 días con 408kg de material cementante.....	84
Figura 28: Resumen del grafico a 90 días con 380kg de material cementante.....	85

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	Contenido de humedad .....	46
Ecuación 2	Tamiz N°200 .....	46
Ecuación 3	Análisis Granulométrico de Agregado Fino y Grueso.....	47
Ecuación 4	Contenido de humedad agregado fino .....	56
Ecuación 5	Contenido de humedad agregado grueso .....	56
Ecuación 6	Tamiz N°200 agregado fino.....	57
Ecuación 7	Tamiz N°200 agregado grueso .....	57
Ecuación 8	Absorción de la Arena .....	60
Ecuación 9	Absorción de la Piedra.....	60
Ecuación 9	Abrasión de la Piedra.....	61

## RESUMEN

Las estructuras de concreto armado deben ser no solo resistentes, sino también durables, la porosidad del hormigón condiciona el comportamiento de las obras de construcción a lo largo del tiempo ya que la red porosa es el medio para el ingreso de sustancias más o menos agresivas al interior de la matriz del concreto generando las diferentes patologías, la sustitución del material cementante en los diseños es vital para la durabilidad del concreto, utilizando cemento portland tipo HS que contiene escoria de alto horno y que es altamente resistente al ataque de sulfatos, prolonga la vida útil de las estructuras.

El auge de los cementos adicionados es una alternativa para su aplicación en los diferentes diseños de concreto para disminuir la porosidad del concreto, por lo tanto, con el desarrollo de la presente tesis de investigación se estudia la influencia de los tipos cemento en la durabilidad del concreto sometidos a ambientes agresivos de humedad y en contacto con el agua de mar, usando cemento portland con escoria tipo HS, relación agua/cemento menor a 0.50. El diseño planteado de 420 kg/cm<sup>2</sup>, la resistencia a la compresión más alta obtenida a 28 días es 437.58 kg/cm<sup>2</sup> y a 90 días es 594.66 kg/cm<sup>2</sup> con 380 kg de cemento tipo HS y con 408 kg de cemento a 28 días es 439.96 kg/cm<sup>2</sup> y a 90 días es 630.02 kg/cm<sup>2</sup> comparado con los diseños con cemento OPC y OPC más 0.34% peso de aditivo Denka Shaguard es 18 % de mayor resistencia a edades mayores contrario a edades tempranas 28% menor, concluimos que el concreto diseñado con cemento tipo HS con escoria de alto horno a 28 días y 90 días presenta una penetrabilidad del ion cloruro BAJA, mejorando a edades mayores.

**Palabras clave:** Durabilidad, Permeabilidad, Resistencia a la compresión, Método ion cloruro

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

En el ámbito internacional, se produce una serie de estragos en las construcciones portuarias, que se dice de la patología que afectan la durabilidad del concreto según (Xu y Shayan, 2016) evalúa la difusión del ion cloruro en las estructuras de concreto en ambientes agresivos, nos permiten predecir las patologías del concreto como las grietas, daños en la armadura, corrosión del acero de refuerzo. Los autores señalan que es de particular interés las estructuras de hormigón ubicadas en ambientes agresivos como es la exposición al agua de mar o agua subterránea salina, que se encuentra en mayor riesgo de corrosión inducida por el ion cloruro. Los modelos existentes de predicción de la vida útil se basan en la evaluación del ingreso del ion cloruro en el concreto basado en la difusión. Las grietas se forman en la proximidad de las barras de acero, que eventualmente se extienden a la superficie del concreto.

Por otro lado, que se dice de la patología del concreto efecto de la resistencia a la carbonatación en el hormigón según (Ying, Sheng y Wei, 2019) el deterioro prematuro de la matriz del concreto por efecto de la carbonatación de debe a las porosidades de hormigón, ya sea por mal diseño, por uso de agregados o material cementante con alto grado de álcalis, y por lo general se usan diferentes métodos, adiciones minerales o aditivo especiales para disminuir las porosidades del concreto, reduciendo el efecto de las diferentes patologías del concreto.

Ying, Sheng y Wei (2019) afirman también que la carbonatación temprana es más lenta, la tasa de carbonatación posterior de hormigón con un alto contenido de álcali es mayor que la del hormigón con un bajo contenido de álcali. Después de 28 días y 56 días, la profundidad de carbonatación con NaOH como activador es menor que la que con silicato de sodio como activador; la resistencia del hormigón después de la carbonatación aumenta

ligeramente cuando se utiliza silicato de sodio como activador.

La adición de MgO activo al 3% disminuyó la tasa de absorción de agua de lodos, redujo la contracción del hormigón y mejoró la impermeabilidad del hormigón, retrasó la descomposición del gel C-S-H, reduciendo así el grado de carbonatación del hormigón. (Mr Kusimi, 2017).

En los últimos 5 años en nuestro país, tenemos grandes obras y proyectos en desarrollo como El Puerto San Martín en Paracas, la Línea 02 del Metro de Lima, la Pista 02 del Aeropuerto del Callao, el Puerto de Chancay y otros, que requieren de diseños de concreto de alta resistencia y de gran durabilidad por su ubicación geográfica, la aplicación de cementos de alto desempeño, así como de aditivos especializados es vital para lograr las exigencias de calidad requeridas.

Promoviendo el uso de cemento con escoria Tipo HS y capacitando sobre los variados atributos, beneficios y usos de este tipo de cemento en las aplicaciones de la construcción, de la forma como se están utilizando en los países desarrollados como Alemania, Estados Unidos, Japón y países europeos, sería de gran ayuda para los altos requerimientos de durabilidad que se requiere actualmente en las grandes obras de infraestructuras en nuestro país.

Para obtener concretos de gran durabilidad, nos permite investigar y desarrollar nuevas aplicaciones y buscar diferentes tipos de aditivos y material cementante que permitan mejorar las propiedades del concreto como la trabajabilidad, facilidad del bombeo, acabado, mayor resistencia al ataque de sulfatos y mejor desempeño (Mr Kusimi, 2017). Por lo tanto, evaluar la permeabilidad del concreto nos ayuda a identificar la difusión de los cloruros a través de la probeta de concreto, teniendo en cuenta el uso de agregados de buena calidad, una relación de a/c óptima y la inclusión de aditivos. (Duran, 2018).

0.61 y 0.69, encontrándose mejores resultados con relación a/c 0.54, nuestro estudio está en función a una relación a/c 0.50, los resultados que se obtiene mejores resistencias a la compresión con material cementante de alto desempeño como el tipo MS y ICo, por lo tanto, estudiar el comportamiento usando cementos con escoria tipo HS y a través del método de estudio de la permeabilidad por la difusión del ión cloruro en probetas de concreto se obtendría resultados de alta durabilidad en la matriz del concreto.

Optimizar económicamente y técnicamente un diseño de concreto en base la adición de aditivos en los concretos de resistencias convencionales genera muchas ventajas en la fabricación de concreto. El objetivo de Evaluar la ventajas técnicas y económicas del empleo de aditivos en los concretos de resistencias convencionales (Barahona, 2018) con el desarrollo de las pruebas con relación agua/cemento de: 0.75, 0.65 y 0.55 y slump en el rango de 6 y 7 pulgadas, obteniendo como resultado que el empleo de aditivos plastificantes mejoran algunas propiedades técnicas del concreto así como los costos, reduciendo el consumo de cemento en un 11.5% y un incremento en las resistencias tempranas, contribuyendo al avance de obra, por lo tanto, evaluar con el aditivo DENKA SHAGUARD (Japan) se obtendría mejores resultados respecto a la durabilidad del concreto.

La influencia de los aditivos se avalúa en el estudio de las propiedades del concreto en su estado fresco y endurecido mediante el aditivo plastificante (Tesillo, 2004), en el concreto fresco muestra la consistencia, exudación, su contenido de aire y su tiempo de fraguado. En cambio, en el concreto endurecido viendo la resistencia a la tracción, resistencia a la compresión y el módulo elástico estático. Uno de los objetivos para el concreto con aditivo y sin aditivo es ver la comparación para su relación agua-cemento a baja resistencia. Las cuales se adicionaron porcentajes de 0.30%, 0.50% y 0.70% y se usó el cemento portland Tipo I, basándose a la norma (ASTM C 949). Donde con el 0.3% de aditivo para la relación a/c llega al 7% y 0.7% de aditivo para la relación a/c llega al 8%. Recomendando utilizar

otros aditivos para estos productos en los mejores cuantitativa

en el concreto, mejora costo y contribuye con el medio ambiente. Analizando el comportamiento del concreto en su estado fresco como en su estado endurecido con la adición del aditivo plastificante (Loayza, 2012).

Junto a ello se utilizó el cemento portland Tipo I y los agregados de la cantera de la ciudad de lima, Se hicieron diferentes diseños de mezcla con diferentes proporciones del aditivo con y sin aditivo, empleando así su relación agua cemento de 0.40, 0.45, y 0.50, como también dando dosificaciones 0.5%, 1% y 2% del peso del cemento. Su objetivo es determinar las propiedades del concreto mediante el uso del aditivo. En sus resultados con el aditivo reduce hasta el 30% de agua de mezcla con slump de 3 – 4 pulgadas, con un tiempo de fraguado inicial del 23% con una adición de 0.5%, ya en estado endurecido incrementa la resistencia a la compresión hasta un 33% respecto a su patrón. Así mismo al evaluar el comportamiento del Concreto, elaborados con cementos: Tipo I y Tipo HS, modificados con aditivos Naftalenos y Policarboxilatos (Cabrera, 2017).

Se evaluó los efectos del comportamiento mecánico añadiendo dos tipos de cemento, cemento portland tipo T1 y el cemento portland tipo Hs, teniendo muestras de testigo de concreto de 4 pulgadas. Así como también obtuvieron resultados con respecto a la prolongación de la trabajabilidad. Verificando cual de esos dos tipos de cemento resulta convenientemente económico, por lo cual el cemento Hs presento un mejor comportamiento a la resistencia de compresión llegando a superar un 42% con respecto a su patrón.

El comportamiento de los concretos respecto a la Permeabilidad, el estudio de la correlación entre la relación agua/cemento y la permeabilidad al agua de concretos usuales en Perú (Romero, 2017), estudia ensayos normados que determinen, el procedimiento a seguir y su medición a través de dos mecanismos que son la permeabilidad y la capilaridad, además se elaboraron diferentes pruebas para cada mezcla en su relación agua/cemento de 0.45, 0.5, 0.6, y 0.7 con el cemento portland Tipo I y un aditivo plastificante con una

dosificación de 0.5% - 1.5% para su diseño de concretos de

alta resistencia. Por otro lado, nos muestra los resultados del coeficiente de permeabilidad a edades de 28 días  $7.39 \times 10^{-14}$ ,  $13.85 \times 10^{-14}$ ,  $25.25 \times 10^{-14}$  y  $119.69 \times 10^{-14}$  respectivamente a su relación agua/cemento. También en esta investigación se demostró el factor del curado húmedo que determino una menor permeabilidad, comparando los resultados de la gráfica de whiting.

Finalmente se concluyó que a menor relación a/c menor será la permeabilidad del agua frente al concreto. También al medir la permeabilidad de un concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> utilizando diferentes porcentajes de aditivo plastificante (Cabellos, 2016), analizando su mejora a la permeabilidad del concreto implica mejorar la durabilidad de las obras de concreto, utilizando aditivos plastificantes que ayudan a reducir la relación agua/cemento se obtiene como resultado disminuir significativamente la permeabilidad del concreto en consecuencia incremento de las resistencias mecánicas.

Es muy importante determinar las propiedades físicas y químicas de los agregados, los mejores resultados se obtuvieron con las adiciones de 2% y 4% de aditivo plastificante. Como recomendación para cada tipo de cemento se debe estudiar un tipo de aditivo, independiente de la marca que se encuentre en el mercado. Los resultados son diferentes con usos de tipos de cementos OPC y Adicionados por el calor de hidratación que generan.

Como análisis de la influencia de los tipos de Cemento y el comportamiento de las escorias de alto horno (Cortes y Perilla, 2014), el trabajo de investigación caracteriza cuatro tipos de cemento comerciales y teniendo una visión más clara del comportamiento físico y mecánico que se encuentran normalizados en la (NTC 121) que dan la densidad, el tiempo de fraguado, su propia consistencia, el peso específico, su módulo de finura específica y su resistencia a la compresión. Uno de los objetivos de este trabajo de investigación es de procesar estadísticamente todos sus ensayos para saber la confiabilidad de los datos, analizando así los cuatro tipos de cemento y presentado en tablas estadística y gráficos.

Finalmente se concluyó que el parámetro de masa dependió de

varios factores como la forma y la finura de la partícula. Ya que está en función de reducir y mejorar los costos de inversión en las construcciones.

Gracias al desarrollo de la industria siderúrgica en Alemania y Francia (Silva, 2017), y al conocerse la capacidad hidráulica de las escorias en los años 1822 y 1887 respectivamente, con el propósito de buscar un aprovechamiento técnico de las escorias y a su vez se deseaba obtener un beneficio económicamente rentable, se realizaron estudios de la adición de escorias al cemento. Inicialmente se temía que los sulfuros contenidos en las escorias fueran a corroer el acero de refuerzo, que los cementos no endurecieran suficientemente rápido al aire, de manera que se usaron en principio para obras marítimas y cimentaciones, ya se había mostrado que la adición de escoria al cemento lo hacía un poco más resistente a los ataques químicos que los cementos portland corrientes.

Por el contrario, en los Estados Unidos, se implementó el uso de escorias con el único fin de mejorar los rendimientos en épocas de escasez de cemento. En la actualidad el uso de las escorias está orientado no solamente a buscar una mayor producción de cemento, sino también para obtener un mayor beneficio ecológico utilizando menos Clinker, consecuentemente logrando una menor emisión de gas CO<sub>2</sub> a la atmósfera y disminuyendo notablemente los costos de energía para la producción del cemento, aprovechando las propiedades hidráulicas de la escoria de alto horno. Las escorias se pueden utilizar para los diseños de concreto de dos formas, una es finamente molida por separado y luego incorporada al cemento, y la otra es molida conjuntamente con el clinker. Hay casos que se ha llegado a mezclar 20% de Clinker con 80% de escoria de alto horno. (Silva, 2017)

Los costos de producción de un cemento adicionado con escoria, es de aproximadamente 40% menor que uno cemento portland tipo I en base a Clinker y yeso. En Cementos Inka se llegan a utilizar cementos hasta con tres componentes como: clinker, Yeso y fillers de caliza. Para lograr un mejor aprovechamiento de la capacidad hidráulica potencial

de la escoria, es conveniente hacer la molienda por separado

de manera que se puedan lograr granulometrías finas con sus correspondientes tamaños intermedios. Es recomendable proporciones cemento/escoria 50, 40 y 30%, de manera que los filamentos vitrificados de la escoria resbalen fácilmente en el gel generada por el cemento, actuando como un lubricante, a ello también se suma otra característica y es que la escoria al no tener el mismo grado de absorción que el clinker, permite la elaboración de concretos con una muy buena plasticidad y con relaciones agua/ cemento muy bajas. La fineza es directamente proporcional a la velocidad de hidratación y a la adquisición de resistencia a edades tempranas, sin embargo, lograr altas resistencias a edades tempranas con cementos adicionados con escoria relativamente costoso.

### **Concreto de alto desempeño**

El concreto de alto desempeño (CAD) supera las propiedades y la constructibilidad del concreto convencional. Para producir estos concretos especialmente diseñados, se usan materiales normales y especiales y pueden ser necesarias prácticas especiales de mezclado, colocación (colado) y curado. Normalmente, un gran número de pruebas de desempeño es necesario para demostrar la satisfacción de las necesidades específicas del proyecto (ASCE, Ruseell , 2010) .El concreto de alto desempeño está siendo usado principalmente en túneles, terminales portuarios, puentes y edificios altos debido a su resistencia, durabilidad y alto módulo de elasticidad. (Mitchell, 2001)

Las características del concreto de alto desempeño se desarrollan para aplicaciones y ambientes particulares. Algunas de las propiedades que se pueden requerir incluyen: Alta resistencia, alta resistencia inicial, alto módulo de elasticidad, alta resistencia a abrasión, alta durabilidad y vida útil larga en ambientes severos, baja permeabilidad y difusión, resistencia al ataque químico, alta resistencia a la congelación y a los daños causados por las sales de deshielo, tenacidad y resistencia al impacto, estabilidad de volumen, fácil colocación, compactación sin segregación y cohibición del crecimiento de bacterias y moho.

Los concretos de alta resistencia se producen con

materiales de alta calidad, cuidadosamente seleccionados y con la optimización del diseño de la mezcla. Estos materiales se dosifican, se mezclan, se colocan, se compactan y se curan con los más altos niveles de la industria. Típicamente, estos concretos tienen una relación agua/materiales cementantes de 0.20 a 0.45. Se usan normalmente reductores de agua para volverlos fluidos y trabajables. (Russell, 2010)

El concreto de alto desempeño casi siempre tiene mayor resistencia que el concreto normal. Sin embargo, la resistencia no siempre es la principal propiedad requerida. Por ejemplo, un concreto con resistencia normal con durabilidad bien alta y baja permeabilidad se lo considera con propiedades de alto desempeño. (Bickley y Fung, 2001) mostraron que se podrían producir económicamente concretos de alto desempeño con 400 kg/cm<sup>2</sup> 40 MPa (6,000 lb/pulg<sup>2</sup>) para puentes a fin de satisfacer los factores de durabilidad del sistema de vacíos de aire y de la resistencia a la penetración de cloruros.

### **Naturaleza y Propiedades del concreto**

El concreto (hormigón) es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une los agregados, normalmente arena y grava, creando una masa similar a una roca. Existen diversos aspectos del concreto, ya sea en estado fresco o endurecido, que se pueden modificar con la utilización de un cemento adecuado y aditivos, en estado fresco las características que pueden ser influenciadas y modificadas por el tipo de cemento son las siguientes:

#### **En estado fresco.**

##### **Cohesión y manejabilidad**

Son características que contribuyen a evitar la segregación y facilitar el manejo y colocación del concreto.

Es la disminución de la consistencia o un aumento de la rigidez que sufre una mezcla de concreto desde que es fabricada hasta que es colocada en su posición final.

### **Contracción y sangrado**

Los principales factores que influyen en la contracción y sangrado se relacionan con el exceso de agua en las mezclas, mala forma, textura y granulometría de los agregados y poco contenido de cemento.

### **Tiempos de fraguado**

Después que se elabora el concreto, da lugar a las reacciones químicas entre el cemento y el agua que conducen primero a la pérdida de fluidez y rigidización de la mezcla y después de su endurecimiento y adquisición de resistencia. El tiempo de fraguado puede experimentar variaciones derivadas del tipo de cemento, de su contenido y de su finura.

### **Reacciones con los aditivos**

Los diferentes tipos de cemento reaccionan diferente con los aditivos por ello es muy importante hacer pruebas previas para evaluar su desempeño.

### **En estado endurecido.**

### **Desarrollo de resistencias**

La velocidad de hidratación y adquisición de resistencia depende básicamente de la composición del Clinker y de la finura de la molienda, así como de la relación a/c.

### **Calor de hidratación**

Es el calor que se genera cuando reacciona el agua y el cemento. La cantidad de calor de hidratación generado depende principalmente de la composición química del cemento.

### **Resistencia al ataque de sulfatos**

La resistencia del concreto al ataque de sulfatos no sólo depende del tipo de cemento, hay que considerar en conjunto a todos y cada uno de los factores como es el diseño de

mezcla, la reducción del contenido de agua, la adecuada

colocación y compactación del concreto y aplicar un curado efectivo.

## **Durabilidad**

Es la habilidad para resistir la acción del intemperismo, ataque químico, abrasión o cualquier otro proceso de deterioro o patología del concreto durante su vida de servicio. Es fundamental la influencia del tipo de cemento.

## **Tipos de concreto**

### **Concretos de alta resistencia Inicial**

El concreto de alta resistencia inicial, también llamado de concreto de alta resistencia en edad temprana, logra su resistencia especificada más rápido que el concreto convencional. El periodo de tiempo en el cual la resistencia especificada se debe desarrollar puede variar de unas pocas horas (o hasta minutos) hasta varios días. Se puede lograr la alta resistencia en edades tempranas con la utilización de ingredientes y prácticas de colado convencionales, a pesar de que en algunos casos se hacen necesarios materiales y técnicas especiales.

La alta resistencia inicial se puede obtener con el uso de una o la combinación de varias de las siguientes recomendaciones, dependiendo de la edad en la cual se debe alcanzar la resistencia especificada y las condiciones de la obra: cemento de alta resistencia inicial, tales como ASTM tipo III o HE, alto contenido de cemento (400 a 600 kg/m<sup>3</sup> o 675 a 1000 lb/yd<sup>3</sup>), baja relación agua-material cementante (0.20 a 0.45 en masa), temperatura más elevada del concreto fresco, mayor temperatura de curado, aditivos químicos, humo de sílice (u otro material cementante suplementario), curado a vapor o en autoclave, aislamiento para retener el calor de hidratación y cementos especiales de endurecimiento rápido.

El concreto de alta resistencia temprana se usa en concreto pretensado (presfuerzo, presforzado) para permitir la aplicación de esfuerzos más pronto; en concreto prefabricado (premoldeado, precolado) para la rápida producción de elementos; para la construcción rápida de concreto colado en obra; para la reutilización rápida de las cimbras (encofrados);

en la construcción en clima frío; en la reparación de

pavimentos para reducir el tiempo de manutención; en pavimento de rápida habilitación al tránsito y muchos otros usos.

### **Concreto de alta resistencia**

La definición de alta resistencia cambia a lo largo de los años a medida que la resistencia del concreto empleado en las obras aumenta. Esta publicación considera el concreto de alta resistencia (CAR) como aquél que posee una resistencia considerablemente superior a las normalmente encontradas en la práctica. Por ejemplo, hoy en día el 90% del concreto premezclado (elaborado, preparado, industrializado) tiene una resistencia especificada a los 28 días que varía de 210 a 420 kg/cm<sup>2</sup> o 20 a 40 MPa, con la mayoría de ellos entre 280 y 350 kg/cm<sup>2</sup> o 28 a 35 MPa. Por lo tanto, se considera un concreto de alta resistencia aquél que tenga, por lo menos, una resistencia de diseño de 700 kg/cm<sup>2</sup> o 70 MPa

Tradicionalmente, la resistencia especificada del concreto se basa en los resultados de las pruebas a los 28 días. Sin embargo, en estructuras de edificios altos, el proceso constructivo es tal que los elementos estructurales en los pisos de abajo no son totalmente cargados por periodos de un año o más. Así, en estos casos, es común la especificación de la resistencia basada en resultados de pruebas a los 56 o 90 días, a fin de lograr una economía significativa de los costos de los materiales. Cuando se especifican edades más avanzadas, normalmente se incorporan en la mezcla de concreto materiales cementantes suplementarios, produciéndose beneficios adicionales, tales como reducción del calor generado durante la hidratación.

### **Concreto de alta durabilidad**

Gran parte de la atención en los años 70 y 80 estaba enfocada en el CAD de alta resistencia, pero, hoy en día, está más enfocada en la alta durabilidad en ambientes severos, resultando en estructuras con mayor vida útil. Por ejemplo, el Puente de la Confederación (Confederation Bridge), que cruza Northumberland Strait, entre la Isla del Príncipe Eduardo

y New Brunswick tiene una vida útil de diseño de 100 años.

Este puente consiste en un CAD diseñado para proteger de manera eficiente el refuerzo embebido. El concreto tenía un coeficiente de difusión de  $4.8 \times 10^{-13}$  a los seis meses (un valor 10 a 30 veces menor que el concreto convencional). La resistividad eléctrica fue medida de 470 a 530 ohm-m, comparada con 50 para el concreto normal. El diseño requirió que el concreto tuviera una tasa de menos de 1000 coulombs. La alta resistividad del concreto, por si misma, va a resultar en una tasa de corrosión que es potencialmente menor que 10% de la tasa de corrosión del concreto convencional (Dunaszegi, 2015) Esta sección revisa las cuestiones de la durabilidad que el concreto de alto desempeño puede traer.

### **Relación agua-cemento**

La relación agua-material cementante (ligante) es simplemente la masa del agua dividida por la masa del material cementante (cemento portland, cemento adicionado, ceniza volante, escoria, humo de sílice y puzolanas naturales). La relación agua-material cementante elegida para un diseño de mezcla debe ser el menor valor necesario para resistir a las condiciones de exposición anticipadas.

Cuando la durabilidad no es el factor que gobierne, la elección de la relación agua-material cementante se debe basar en los requisitos de resistencia a compresión. En estos casos, la relación agua-material cementante y las proporciones de la mezcla para la resistencia requerida se deben basar en datos de campo adecuados o en mezclas de prueba que empleen los materiales de la obra, a fin de que se determine la relación entre la resistencia y la relación agua-material cementante (ligante).

En el diseño de mezclas, la relación agua-material cementante,  $a/c$ , se usa frecuentemente como sinónimo de la relación agua-cemento ( $a/c$ ). Sin embargo, algunas especificaciones diferencian las dos relaciones. Tradicionalmente, la relación agua-cemento se refiere a la relación agua-cemento portland o agua-cemento adicionada.

## **Agregados**

Dos características de los agregados tienen una influencia importante en la proporción (dosificación) de las mezclas de concreto porque afectan la trabajabilidad del concreto fresco:

- Granulometría (tamaño y distribución de las partículas)
- Naturaleza de las partículas (forma, porosidad, textura superficial)

La granulometría es importante para que se logre una mezcla económica, pues afecta la cantidad de concreto que se puede producir para una dada cantidad de material cementante y agua. Los agregados gruesos deben tener el mayor tamaño máximo posible para las condiciones de la obra. El tamaño máximo que se puede usar depende de factores tales como la forma del elemento de concreto que se va a fundir, la cantidad y la distribución del acero de refuerzo (armadura) en el elemento y el espesor de la losa. La granulometría también influye en la trabajabilidad y la facilidad de colocación del concreto. Algunas veces, hay carencia del agregado de tamaño mediano, cerca de 9.5 mm (3/8 pulg.), en el suministro de agregado. Esto puede resultar en un concreto con alta contracción, demanda elevada de agua y baja trabajabilidad. Su durabilidad también se puede afectar. Hay muchas opciones para obtener una granulometría ideal del agregado (Shilstone, 2016).

## **Cemento**

Es un polvo fino que cuando se mezcla con el agua se convierte en un pegamento que mantiene los agregados unidos en el concreto, resulta de la molienda de Clinker con yeso sin calcinar. Es un material inorgánico que al agregar agua adquiere propiedades adhesivas y cohesivas, las cuales le dan la capacidad de aglutinar fragmentos minerales (agregado grueso y fino) u otros materiales. Para formar un elemento, todos compacto con la propiedad de fraguar y endurecer, incluso bajo el agua, al reaccionar químicamente con ella y una vez endurecido conserva su resistencia y estabilidad.

Resulta de la mezcla conjunta de Clinker Portland (95%) con yeso (5%) sin componentes cementantes adicionales, está fabricado para uso general en construcciones de concreto cuando no se requieran propiedades especiales. Es excelente para construcciones de concreto en general, las cuales no están expuestas a medios agresivos con la presencia de sulfatos del suelo o agua freática, no se recomienda su uso en construcciones masivas de concreto ya que genera mucho calor de hidratación que puede ocasionar contracción térmica. En la actualidad la mayoría de los cementos que se fabrican son compuestos.

### **Cemento Portland con escoria granulada de alto horno**

Resulta de la molienda conjunta de Clinker Portland y yeso (40 – 95%) con escoria BFS (6 – 60%), la escoria granulada de alto horno es un subproducto vidrioso o no cristalino, que se forma cuando la escoria se enfría bruscamente. Es un producto no metálico que consiste principalmente en silicatos y aluminatos de calcio y otras bases. El cemento con escoria es un cemento para usos generales de bajo calor de hidratación, el calor de hidratación disminuye conforme se incrementa el contenido de escoria.

### **Agua**

El contenido de agua se influencia por un gran número de factores: tamaño, forma y textura del agregado, revenimiento (asentamiento), relación agua-material cementante (ligante), contenido de agua, tipo y contenido de material cementante, aditivos y condiciones ambientales. Un aumento del contenido de aire y del tamaño del agregado, una reducción de la relación agua-material cementante y del revenimiento o el uso de agregados redondeados, de aditivos reductores de agua o de ceniza volante reducirá la demanda de agua. Por otro lado, el aumento de la temperatura, del contenido de cemento, del revenimiento (asentamiento), de la relación agua-cemento, de la angularidad del agregado y la disminución de la proporción entre el agregado grueso y el agregado fino aumentaran la demanda de agua.

Los aditivos reductores de agua se adicionan al concreto para reducir la relación agua-material cementante, la cantidad de material cementante, el contenido de agua, el contenido de pasta o para mejorar la trabajabilidad del concreto sin cambiar la relación

agua-material cementante. Los reductores de agua generalmente reducen los contenidos de cemento en 5% a 10% y algunos también aumentan el contenido de aire en 1/2 % a 1%. Los retardadores (retardantes) también pueden aumentar el contenido de aire. Los reductores de agua reducen el contenido de agua entre 12% y 30% y algunos pueden aumentar simultáneamente el contenido de aire en 1%, mientras que otros pueden reducir o no tener ningún efecto en el contenido de aire. Los aditivos con base de cloruro de calcio reducen el contenido de agua en cerca del 3% y aumentan el contenido de aire cerca de 0.5 %. Al utilizarse un aditivo con base de cloruros, se debe considerar el riesgo de corrosión del refuerzo (armadura).

### **Permeabilidad en concreto mediante método ion cloruro**

Este método de ensayo cubre la determinación de la conductividad eléctrica del concreto para proporcionar una indicación rápida de su resistencia a la penetración de iones cloruro. Este método de ensayo es aplicable a los tipos de concreto donde se han establecido correlaciones entre este procedimiento de ensayo y los procedimientos de saturación por inmersión de cloruro a largo plazo.

### **Resumen del método de ensayo**

Este método de ensayo consiste en monitorear la cantidad de corriente eléctrica que pasa a través de secciones de 50 mm de espesor de núcleos de 100 mm de diámetro nominal o cilindros durante un período de 6 horas. Se mantiene una diferencia de potencial de 60 V de corriente directa en los extremos de la muestra, uno de los cuales se sumerge en una solución de cloruro de sodio y el otro en una solución de hidróxido de sodio. La carga total

que atraviesa la sección, en coulomb, presenta una relación

con la resistencia de la muestra a la penetración de iones cloruro.

### **Significado y uso**

Este método de ensayo cubre la evaluación en laboratorio de la conductividad eléctrica de muestras de concreto para proporcionar una indicación rápida de su resistencia a la penetración de iones cloruro. En la mayoría de los casos, los resultados de la conductividad eléctrica han demostrado una buena correlación con los ensayos de saturación por inmersión de cloruro, en losas adicionales moldeadas con las mismas mezclas del concreto.

Este método de ensayo es adecuado para la evaluación de materiales y proporciones de materiales con fines de diseño e investigación y desarrollo. La edad de la muestra tiene efectos significativos en los resultados del ensayo, dependiendo del tipo de concreto y el procedimiento de curado. La mayoría de los concretos, si se curan adecuadamente, se vuelven progresivamente y significativamente menos permeables con el tiempo.

Este método de ensayo fue desarrollado originalmente para evaluaciones de materiales alternativos, pero en la práctica, su uso ha evolucionado a aplicaciones tales como control de calidad y ensayos de aceptación. Factores tales como los componentes utilizados en las mezclas de concreto, el método y la duración de las muestras del ensayo de curado afectan los resultados de este ensay. Cuando este método se utiliza para la calificación de la mezcla y los ensayos de aceptación, es necesario que los procedimientos de curado y la edad en el momento del ensayo estén claramente especificados.

Se debe tener cuidado al interpretar los resultados de este ensayo cuando se utiliza en concretos tratados en la superficie, por ejemplo, concretos tratados con selladores penetrantes. Los resultados de este ensayo en algunos de estos concretos indican una baja resistencia a la penetración del ión cloruro, mientras que los ensayos de saturación por inmersión con cloruro a 90 días en las losas muestran una mayor resistencia.

Los detalles del método de ensayo se aplican a

especímenes de 100 mm de diámetro nominal elaborados conforme norma (ASTM C31). Esto incluye especímenes con diámetros reales que varían de 95 mm a 100 mm. Se pueden probar otros diámetros en especímenes con los cambios apropiados en el diseño de la celda de voltaje aplicada.

Para especímenes con diámetros diferentes a 95 mm, el valor del resultado del ensayo para la carga total aprobada debe ajustarse siguiendo el procedimiento descrito en 11.2. Para especímenes con diámetros inferiores a 95 mm, se debe tener especial cuidado al revestir y montar las muestras para garantizar que las soluciones conductoras puedan entrar en contacto con todas las áreas durante el ensayo.

## **1.2. Justificación**

### **1.2.1 Variables**

Variable Dependiente: Evaluación de la permeabilidad

Variable Independiente: Método de ion cloruro

### 1.3. Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES
<p><b>PROBLEMA CENTRAL:</b> ¿En qué medida la aplicación del método ion cloruro permite identificar las patologías del concreto?</p> <p><b>PROBLEMA ESPECIFICO:</b> ¿En qué medida la aplicación del método de ion cloruro reduce la presencia de humedad en el concreto?</p> <p>¿En qué medida la aplicación del método del ion cloruro reduce el ataque por sulfatos en el concreto?</p> <p>¿Cómo se realiza el procedimiento de aplicación del método ion cloruro en el concreto?</p>	<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Determinar la permeabilidad por el método del ion cloruro para el diseño del concreto F'c 420 Kg/cm2, durable.</p> <p><b>OBJETIVO ESPECIFICO:</b> Evaluar las propiedades físicas de los agregados y del material cementante.</p> <p>Analizar las propiedades físicas de los diseños de concreto F'c 420 Kg/cm2 en estado fresco y las propiedades mecánicas en estado endurecido para evaluar su resistencia a la compresión a edades de 3, 7, 14, 28, 56 y 90 días y su influencia en la durabilidad.</p> <p>Utilizar el método de ion cloruro para determinar la permeabilidad del concreto a diferentes edades.</p>	<p><b>HIPOTESIS GENERAL:</b> La permeabilidad de concreto F'c 420 Kg/cm2 varia de ALTA, MODERADA y BAJA a edades mayores de 45 días, en la formulación con cemento portland tipo HS, cemento tipo 1 y cemento portland tipo 1 más aditivo Denka Shaguard, mediante el método ion cloruro.</p> <p><b>HIPOTESIS ESPECIFICO:</b> Las adiciones activas en los materiales cementantes disminuyen las patologías del concreto por la disminución de la porosidad.</p> <p>Según el diseño con los diferentes tipos de cemento a edades mayores de 90 días puede lograr una baja permeabilidad al concreto.</p> <p>Mediante la evaluación de las propiedades del concreto F'c 420 Kg/cm2 en el estado endurecido se determinará su influencia en la durabilidad debido al ensayo de ion cloruro.</p>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Evaluación de la permeabilidad</p> <p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Método de ion cloruro</p>

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

¿En qué medida la aplicación del método Ion Cloruro permite identificar las patologías del concreto?

#### **1.5. Objetivos**

##### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar la permeabilidad por el método del ion cloruro para el diseño del concreto  $f'c$  420 Kg/cm<sup>2</sup> durable.

##### **1.5.2. Objetivos específicos**

1. Evaluar las propiedades físicas de los agregados y del material cementante.
2. Analizar las propiedades físicas de los diseños de concreto  $f'c$  420 kg/cm<sup>2</sup> en estado fresco y las propiedades mecánicas en estado endurecido para evaluar su resistencia a la compresión a edades de 3, 7, 14, 28, 56 y 90 días y su influencia en la durabilidad.
3. Utilizar el método de ion cloruro para determinar la permeabilidad del concreto a diferentes edades.

## 1.6. Hipótesis

### 1.6.1. Hipótesis general

La permeabilidad de Concreto  $f'c$  420 Kg/cm<sup>2</sup> varía de ALTA, a MODERADA y a BAJA a edades mayores de 45 días, en la formulación con cemento portland Tipo HS, cemento portland Tipo I y cemento portland Tipo I más aditivo Denka Shaguard, mediante el método ion cloruro.

### 1.6.2. Hipótesis específicas

- Las adiciones activas en los materiales cementantes disminuyen las patologías del concreto por la disminución de la porosidad.
- Según el diseño con los diferentes tipos de cemento a edades mayores de 90 días puede lograr una baja permeabilidad al concreto.
- Mediante la evaluación de las propiedades del concreto  $f'c$  420 kf/cm<sup>2</sup> en el estado endurecido se determinará su influencia en la durabilidad debido al ensayo de ion cloruro.

## CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

### 2.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es de carácter Experimental aplicativa – Cuantitativa transversal.

### 2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

#### 2.2.1. Unidad de estudio

Probeta de concreto

#### 2.2.2. Población

Se realizaron 54 probetas de concreto para la resistencia a la compresión y 54 probetas de concreto para la aplicación del método de ion cloruro.

Tabla 1

*Resistencia a la Compresión: Material cementante 408kg y Aditivo Denka Shaguard 8kg*

Probeta de concreto	N° de probetas a edades de curado						Sub Total
	3 días	7 días	14 días	28 días	56 días	90 días	
<b>Cemento Portland Tipo HS</b>	3	3	3	3	3	3	18
<b>Cemento Portland Tipo 1</b>	3	3	3	3	3	3	18
<b>Cemento Portland Tipo 1 más aditivo Denka Shaguard</b>	3	3	3	3	3	3	18
<b>Total</b>							54

Tabla 2

*Resistencia a la Compresión: Material cementante 380kg y Aditivo Denka Shaguard 8kg*

Probeta de concreto	N° de probetas a edades de curado						Sub
	3 días	7 días	14 días	28 días	56 días	90 días	Total
<b>Cemento Portland Tipo HS</b>	3	3	3	3	3	3	18
<b>Cemento Portland Tipo 1</b>	3	3	3	3	3	3	18
<b>Cemento Portland Tipo 1 más aditivo Denka Shaguard</b>	3	3	3	3	3	3	18
<b>Total</b>							54

Tabla 3

*Método Ion Cloruro: Material cementante 408kg y Aditivo Denka Shaguard 8kg*

Probeta de concreto	N° de probetas a edades de curado						Sub
	3 días	7 días	14 días	28 días	56 días	90 días	Total
<b>Cemento Portland Tipo HS</b>	3	3	3	3	3	3	18
<b>Cemento Portland Tipo 1</b>	3	3	3	3	3	3	18
<b>Cemento Portland Tipo 1 más aditivo Denka Shaguard</b>	3	3	3	3	3	3	18
<b>Total</b>							54

Tabla 4

*Método Ion Cloruro: Material cementante 380kg y Aditivo Denka Shaguard 8kg*

Probeta de concreto	N° de probetas a edades de curado						Sub Total
	3 días	7 días	14 días	28 días	56 días	90 días	
<b>Cemento Portland Tipo HS</b>	3	3	3	3	3	3	18
<b>Cemento Portland Tipo 1</b>	3	3	3	3	3	3	18
<b>Cemento Portland Tipo 1 más aditivo Denka Shaguard</b>	3	3	3	3	3	3	18
						<b>Total</b>	<b>54</b>

### 2.2.3. Muestra

El conjunto de probetas de concreto para los diseños  $f_c=420$  kg/cm<sup>2</sup> con el Cemento Portland Tipo HS, Cemento Portland Tipo 1 y el Cemento Portland Tipo 1 más aditivo Denka Shaguard. es 108 probetas para determinar la resistencia a la compresión y 108 probetas para determinar la permeabilidad utilizando el método ion cloruro.

### 2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Esta investigación al ser experimental aplicada, se realizará mediante ensayos de laboratorio de concreto en la empresa CALIZA CEMENTO INCA S.A, con los protocolos y parámetros específicos, las cuales son validados por la empresa y el asesor de tesis. Identificando datos generales del ensayo, la rotulación de la probeta, fecha de elaboración, fecha de rotura de probeta y el responsable de la investigación. Así mismo la tabla de datos que se muestra y el desarrollo de la curva ilustrativa de datos. Finalmente, las observaciones que se puede tener en el ensayo y las firmas de los involucrados.

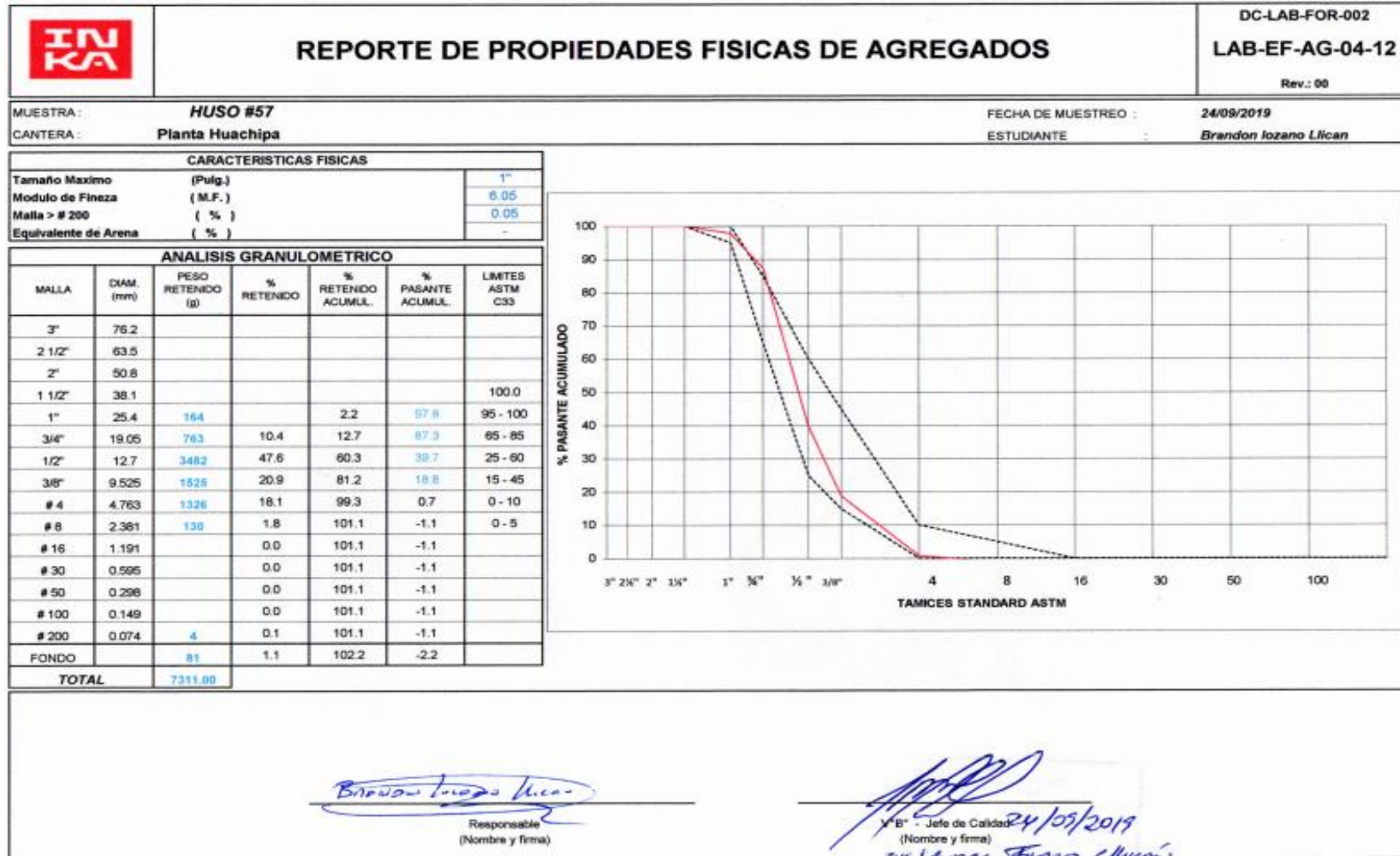


Figura 1: Análisis granulométrico del agregado grueso

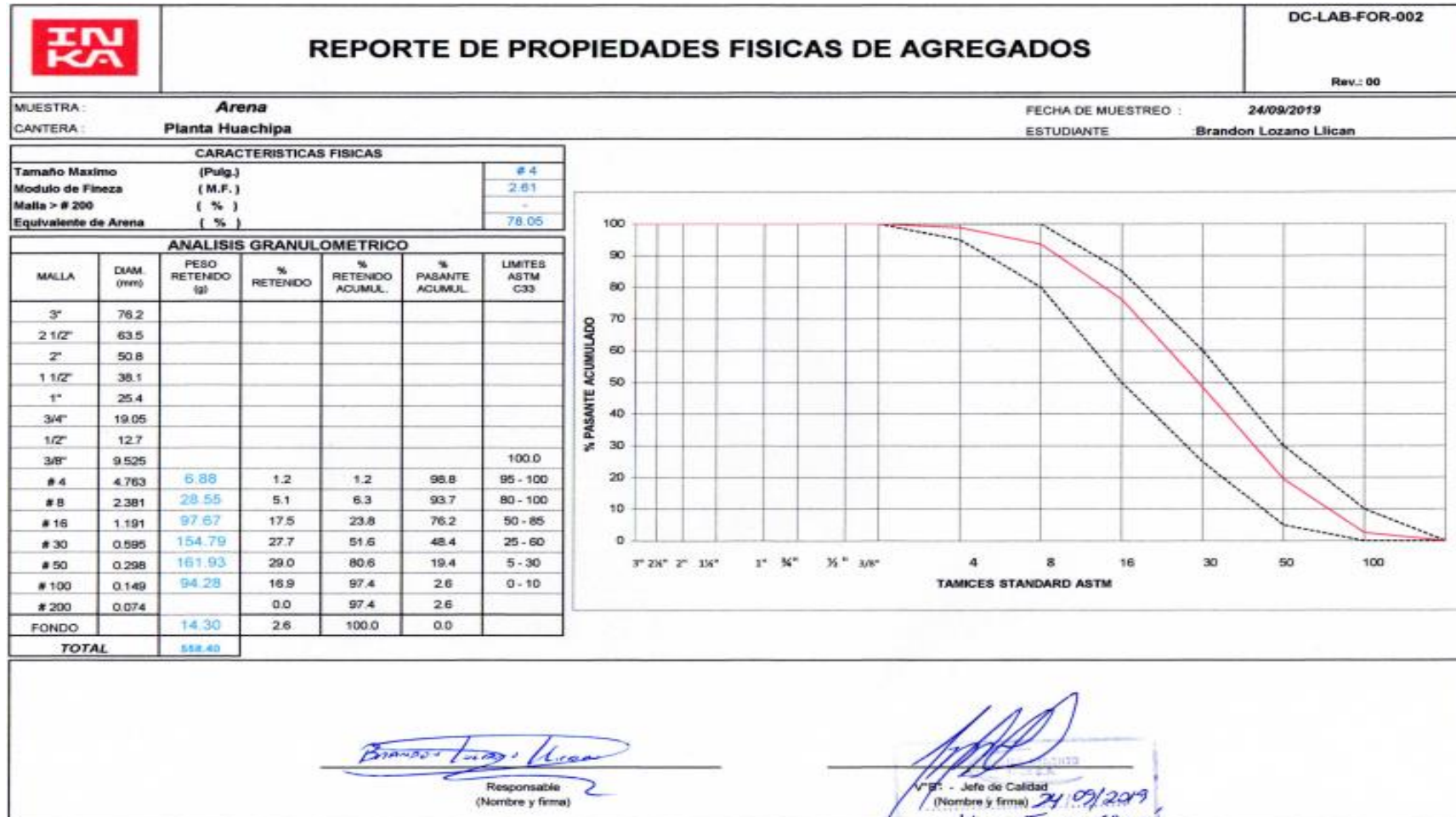



Figura 2: Análisis granulométrico del agregado fino

	<b>Caliza Cemento Inca S.A. Control de Calidad</b>
---	--

<b>DISEÑO DE CONCRETO A PRUEBA</b>			
------------------------------------	--	--	--

FECHA: 26-09-19	HORA: 8:00 AM	RESISTENCIA: 420 kg/cm <sup>2</sup>	
R/C: 0,50		VOL. MEZCLA: 0,015	

DOSIFICACIÓN	CANTIDAD	UNID.	DESCRIPCIÓN	TANDA
CEMENTO	408	Kg	TIPO HS INCA	6,12
AGUA	206	kg		3,09
ARENA	814	kg	CANT INCA	12,21
PIEDRA	929	kg	CANT INCA	13,93
ADITIVO 1		Kg		
ADITIVO 2		Kg		
ADITIVO 3		Kg		

TEMPERATURA (°C)			
SLUMP	PULGADAS	AMBIENTE	CONCRETO
INICIAL	1 1/4	18,3	19,4
30MIN			
60MIN			
90MIN			
120MIN			
>120MIN			

PROBETAS: 36	NOTAS:
OBSERVACIONES:	- Contenido de aire 1,4%
SEGREGACIÓN: NO	- slump 1 1/4"
EFERVESCENCIA: NO	
EXUDACIÓN EXCESIVA: NO	

RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN			
FECHA	EDAD	Kg/cm <sup>2</sup>	%RESISTENCIA
03-10-19	7	326,4	326,4
10-10-19	14	365,56	365,56
24-10-19	28	439,96	439,96
22-11-19	56	539,92	539,92
26-12-19	90	630,02	630,02





Figura 3: Diseño de concreto con 408kg Cemento Portland Tipo HS

	<b>Caliza Cemento Inca S.A. Control de Calidad</b>
---	--

<b>DISEÑO DE CONCRETO A PRUEBA</b>			
------------------------------------	--	--	--

FECHA:	19-09-19	HORA:	9:00AM	RESISTENCIA	420 kg/cm <sup>2</sup>
R/C:	0,50			VOL. MEZCLA	0,015

DOSIFICACIÓN	CANTIDAD	UNID.	DESCRIPCIÓN	TANDA
CEMENTO	380	Kg	TIPO HS INCA	5,70
AGUA	190	kg		2,85
ARENA	772	kg	CANT INCA	11,58
PIEDRA	1036	kg	CANT INCA	15,54
ADITIVO 1		Kg		
ADITIVO 2		Kg		
ADITIVOS		Kg		

TEMPERATURA (°C)			
SLUMP	PULGADAS	AMBIENTE	CONCRETO
INICIAL	1 1/4"	17,3	18,6
30MIN			
60MIN			
90MIN			
120MIN			
>120MIN			

PROBETAS:	36
-----------	----

NOTAS:	<p>CONTENIDO DE AIRE 1,57. - SLUMP 1 1/4</p>
--------	--

OBSERVACIONES:			
SEGREGACIÓN:	NO		
EFERVESCENCIA:	NO		
EXUDACIÓN EXCESIVA	NO		

RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN			
FECHA	EDAD	Kg/cm <sup>2</sup>	%RESISTENCIA
26-09-19	7	305,66	305,66
03-10-19	14	371,96	371,96
17-10-19	28	437,58	437,58
14-11-19	56	513,06	513,06
18-12-19	90	594,66	594,66




Figura 4: Diseño de concreto con 380kg Cemento Portland Tipo HS

<b>IN KA</b>	<b>Caliza Cemento Inca S.A. Control de Calidad</b>
------------------	--

**DISEÑO DE CONCRETO A PRUEBA**

FECHA:	11-10-19	HORA:	8:00 AM	RESISTENCIA	46-48 MPa
R./C:	0,50			VOL. MEZCLA	0,015

DOSIFICACIÓN	CANTIDAD	UNID.	DESCRIPCIÓN
CEMENTO	408	Kg	TIPO 3 INKA
AGUA	206	kg	
ARENA	828	kg	CANT INKA
PIEDRA	939	kg	CANT INKA
ADITIVO 1		Kg	
ADITIVO 2		Kg	
ADITIVO 3		Kg	

TANDA
6,12
3,09
12,34
14,08

TEMPERATURA (°C)			
SLUMP	PULGADAS	AMBIENTE	CONCRETO
INICIAL	3"	18,3	19,6
30MIN			
60MIN			
90MIN			
120MIN			
>120MIN			

PROBETAS:	36
-----------	----

NOTAS:

OBSERVACIONES:	
SEGREGACIÓN:	NJ
EFERVESCENCIA:	NJ
EXUDACIÓN EXCESIVA:	NJ


- CONTENIDO DE AIRE 1,5%  
- SLUMP 3"

RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN			
FECHA	EDAD	Kg/cm2	%RESISTENCIA
18-10-19	7	355,98	355,98
25-10-19	14	398,48	398,48
08-11-19	28	439,28	439,28
06-12-19	56	460,36	460,36
09-01-20	90	468,52	468,52

11  
ING. YANIS FERRER  
10 2019

Figura 5: Diseño de concreto con 408kg Cemento Portland Tipo1





## Caliza Cemento Inca S.A.

### Control de Calidad

### DISEÑO DE CONCRETO A PRUEBA

FECHA: 07-10-19 HORA: 8:00 AM  
R./C: 0,50

RESISTENCIA 420 kg/cm<sup>2</sup>  
VOL. MEZCLA 0,015

DOSIFICACIÓN	CANTIDAD	UNID.	DESCRIPCIÓN
CEMENTO	408	Kg	TIPO IMAO
AGUA	206	kg	
ARENA	823	kg	CANT IMAO
PIEDRA	939	kg	CANT IMAO
ADITIVO 1	6	Kg	DENKA SHAGUARD
ADITIVO 2		Kg	
ADITIVO 3		Kg	

TANDA
6,12
3,09
12,37
14,08
0,12

SLUMP	PULGADAS	TEMPERATURA (°C)	
		AMBIENTE	CONCRETO
INICIAL	3"	18,5	19,8
30MIN			
60MIN			
90MIN			
120MIN			
>120MIN			

PROBETAS: 30

NOTAS:

- CONTENIDO DE AIRE 1,5%  
- SLUMP 3"

OBSERVACIONES:  
SEGREGACIÓN: NO  
EFERVESCENCIA: NO  
EXUDACIÓN EXCESIVA: NO

RESISTENCIA DE LA COMPRESIÓN			
FECHA	EDAD	Kg/cm <sup>2</sup>	%RESISTENCIA
14-10-19	7	341,36	341,36
21-10-19	14	411,06	411,06
04-11-19	28	425,37	425,37
02-12-19	56	462,06	462,06
05-01-20	90	491,64	491,64

07-10-2019  
ING. VARELA

Figura 7: Diseño de concreto con 408kg Cemento Portland Tipo1 más Aditivo Denka Shaguard



### 2.3.1. Materiales

Cemento Portland Tipo HS y Cemento Tipo1

Agregados

Agua

Aditivo Denka Shaguard

Balanzas, cronometro

Olla de Washigton

Trompo mezclador de concreto

Moldes de concreto

Cono de Abrams, base, varilla pisón, cucharon metálico

Martillo de goma, varilla pisón, regla enrasadora

Carretilla

Cortadora de refractarios

Tamices para granulometría

### 2.3.2. Servicios

Internet

Laboratorio de concreto

Transporte

## **2.4. Procedimiento**

La obtención de los agregados y característica. La extracción de los agregados se transportó desde la cantera aledaña a la empresa CALIZA CEMENTOS INCA S.A. Por otro lado, el cemento portland se obtuvo de la misma empresa, así como el agua y el aditivo Denka Shaguard que es de exportación, para la elaboración del diseño de mezcla. También se realizará el estudio de los agregados para la determinación de las propiedades físicas y mecánica. Teniendo así su contenido de humedad, análisis granulométrico, peso específico y absorción de los agregados, peso unitario y vacío de los agregados, abrasión de los agregados. Una vez obtenidos los análisis de los agregados procedemos a la elaboración del diseño de mezcla con cemento portland Tipo HS, cemento portland Tipo 1 y cemento portland Tipo 1 más aditivo Denka Shaguard, por lo consiguiente se hará el ensayo de incorporador de aire (olla de Washington), como también el ensayo de cono de abrams y sus respectivas probetas para cada diseño, que luego una vez fraguada son llevados a la posa de curado. Para luego obtener datos a la resistencia a la comprensión a edades de 3, 7, 14, 28, 56, y 90 días, junto a ello aplicaremos el método de ion cloruro.

## **2.5. Caracterización de los agregados**

Para la elaboración del diseño de mezcla de concreto, se realizó la caracterización de los agregados para determinar sus propiedades físicas y mecánicas.

### **2.5.1. Contenido de humedad**

Para este estudio se extrajo una muestra de agregado fino y agregado grueso, se pesó correctamente los recipientes, se colocó la muestra húmeda en sus respectivos recipientes y se pesó, luego se llevó a la mufla o horno eléctrico por un tiempo de 24 hr, a una temperatura de 110°C, para la eliminación del agua. Culminado ya las 24horas sacamos la muestra del horno y lo

dejamos enfriar a la temperatura ambiente para pesar la muestra. Finalmente, se procedió a calcular el porcentaje del contenido de humedad. basado en la norma (NTP 339.185, ASTM E 566)

Peso muestra (W)

Peso recipiente (A)

Peso muestra más Peso recipiente (B) = W+A

Peso muestra seca (D)= B-A

Ecuación 1

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

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

W = Masa de la muestra húmeda original en gramos

D = Masa de la muestra seca en gramos

### 2.5.2 Tamiz N° 200

Para la determinación de la malla N°200 lavado con agua, se extrajo cierta cantidad de muestra de agregado fino y agregado grueso, para determinar una proporción de muestra que pasa por el tamiz. Siendo así el tamaño máximo nominal del agregado, basado en la norma (NTP 400.018, ASTM C 117)

Peso muestra (P1)

Peso recipiente (E)

Peso muestra más Peso recipiente (F) = P1+E

Peso muestra seca (P2) = F-E

Ecuación 2

$$A = \frac{(P1 - P2)}{P1} \times 100$$

A = Porcentaje del material más fino que pasa por el tamiz normalizado (N°200) por vía húmeda

P1 = Peso seco de la muestra original, en gramos

P2 = Peso seco de la muestra ensayada, en gramos

### 2.5.3. Análisis Granulométrico Agregado Fino y Grueso

Para la determinación del análisis granulométrico consistió en separar a través de los tamices la muestra seca, siendo así progresivamente el número de tamiz desde una abertura mayor a una menor para determinar el número de tamaño de partículas en dicho tamiz. Por otro lado, se efectuó la operación del tamizado manualmente durante un tiempo determinado. Se produjo a pesar la muestra por cada tamiz retenido. Basado en la norma (NTP 400.012, ASTM E 11)

Ecuación 3

$$A = \frac{W1}{W2} \times 100$$

A = Masa del incremento de la media sobre la base de la muestra total.

W1 = Masa de la fracción más fina que el tamiz N°4 en la muestra total

P2 = Masa de la porción reducida de material más fino que el tamiz N°4 efectivamente tamizada.

## 2.6. Método Ion Cloruro

### 2.6.1 Equipos

Equipo de saturación al vacío.



*Figura 9: Maquina Saturadora de Concreto*

Embudo de separación u otro recipiente sellable con drenaje de fondo con una capacidad mínima de 500 ml. Cubeta de decantación (1000 ml) u otro recipiente, capaz de contener muestras de concreto y agua y de instalarse en el desecador de vacío. Desecador de vacío: El volumen del desecador debe ser lo suficientemente grande como para mantener la inmersión del espécimen durante todo el proceso de saturación. El desecador debe poseer dos conexiones de manguera a través de un tapón y una manga de goma o solo a través de un tapón de goma. Cada conexión debe estar equipada con una llave de paso.

Bomba de vacío o aspirador capaz de mantener una presión de menos de 50 mm Hg (6650 Pa) en el desecador, medidor de vacío o manómetro: Precisión de  $\pm 5$  mm Hg ( $\pm 665$  Pa) en un rango de presión de 0 mm Hg a 100 mm Hg (0 a 13300 Pa). Equipos y materiales de revestimiento

Recubrimiento: Ajuste rápido, eléctricamente no conductor, capaz de sellar la superficie lateral de los núcleos de concreto. Balanza, vasos de papel, espátulas de madera y cepillos desechables para mezclar y aplicar el revestimiento.

### **2.6.2 Reactivos, materiales y celda de ensayo**

Sellador para la celda del espécimen: Capaz de sellar concreto (silicona de temperatura), puede ser masillas de goma de silicón, otros selladores de goma sintética, grasas de silicón y juntas de goma, echamos la solución de cloruro sódico: 3.0% en masa (Grado reactivo) en agua destilada y la solución de hidróxido de sodio: 0.3 N (Grado reactivo) en agua destilada. Precaución: Antes de usar hidróxido de sodio (NaOH), las precauciones de seguridad para usar el hidróxido de sodio (NaOH); primeros auxilios para quemaduras; y la respuesta de emergencia a los derrames, como se describe en la hoja de datos de seguridad del material del fabricante u otra literatura de seguridad confiable. El hidróxido de sodio (NaOH) puede causar quemaduras graves y lesiones en la piel y los ojos no protegidos. Siempre se debe usar equipo de protección personal adecuado. Estos deben incluir máscaras de cara completa, delantales de goma y guantes impermeables al hidróxido de sodio (NaOH). Los guantes deben revisarse periódicamente para detectar agujeros.

Celda de voltaje: Dos cámaras simétricas de polimetacrilato de metilo, cada una con una malla eléctricamente conductora y conectores externos y con el aparato de aplicación de voltaje y lectura de datos: Deberá ser capaz de mantener  $60 \pm 0.1$  V de corriente directa a través de la celda de voltaje en todo el rango de corrientes y de mostrar el voltaje con una precisión de  $\pm 0.1$  V y una corriente de  $\pm 1$  mA.. Por ello el voltímetro digital (DVM): 4 1/2 dígitos, rango de 0 a 200 mV, precisión nominal  $\pm 0.1\%$ , aumentando la resistencia Shunt: 100 mV, escala de 10A, con una tolerancia  $\pm 0.1\%$ . Alternativamente, se puede usar una resistencia de  $0.01 \Omega$ , con una tolerancia de  $\pm 0.1\%$ , pero se debe tener cuidado para establecer conexiones de muy baja resistencia. Por otro

lado, la fuente de alimentación de voltaje constante: De 0 a 80 V corriente directa, 0 a 2 A, capaz de mantener la tensión constante a  $60 \pm 0.1$  V en todo el rango de corrientes

### **2.6.3 Especímenes de ensayo**

La preparación y selección de la muestra depende del propósito del ensayo. Para la evaluación de materiales o sus proporciones, las muestras pueden ser núcleos o testigos de losas de ensayo o de cilindros de gran diámetro o cilindros de fundición de 100 mm de diámetro elaborados conforme norma (ASTM C31). Para la evaluación de estructuras, las muestras deben ser núcleos o testigos de la estructura. La extracción del núcleo o testigo se realizará con un equipo de perforación equipado con una broca de diamante de 100 mm (4 pulgadas) de diámetro. Seleccione y muestree los núcleos o testigos siguiendo los procedimientos de la Norma (ASTM C42).

Cuando los resultados de este método de ensayo se usen para evaluar materiales o proporciones de mezcla basadas en especímenes fundidos para fines de control de calidad, presentación de mezclas o aceptación de concreto, prepare al menos dos especímenes cilíndricos de 100 mm (4 pulgadas) de diámetro de acuerdo con la Norma (ASTM C192) para mezclas de concreto preparadas en el laboratorio a partir de muestras de concreto fresco obtenido en el campo. Especímenes de curado húmedo para mezclas de concreto que contienen solo cemento portland, para las mezclas de concreto que contienen materiales cementicios suplementarios, use un curado húmedo prolongado a menos que se especifique el método acelerado de curado en húmedo. Se permiten alternativas a estos métodos de curado y duraciones cuando se especifique. Use el mismo método y la misma duración de curado para preparar presentaciones de mezclas, para posteriores ensayos de aceptación y para comparar dos o más mezclas.

Muestras de ensayo de curado húmedo durante 28 días de acuerdo con el procedimiento de curado para muestras preparadas en el campo. Donde la muestra de ensayo de curado húmedo prolongado durante 56 días para muestras preparadas en el laboratorio o de acuerdo con el procedimiento de curado estándar para muestras preparadas en el campo.

Curado húmedo acelerado: Proporcione 7 días de curado húmedo para muestras preparadas en el laboratorio o de acuerdo con el procedimiento de curado para muestras preparadas en el campo. Después de 7 días de curado húmedo, el transporte los núcleos o testigos al laboratorio en bolsas de plástico selladas. Si las muestras se deben enviar, se deben embalar para protegerlas adecuadamente del daño durante el tránsito o el almacenamiento, con una sierra de diamante enfriada con agua o una sierra de carburo de silicio, corte una sección de  $50\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$  (2 pulgadas  $\pm 1/8$  pulgadas) desde la parte superior del núcleo o cilindro, con el corte paralelo a la parte superior del núcleo. Esta sección será la muestra de ensayo. Use una lijadora de banda para eliminar cualquier rebaba en el extremo de la muestra.

El procesamiento especial es necesario para núcleos o testigos donde la superficie ha sido modificada, por ejemplo, texturizando o aplicando compuestos de curado, selladores u otros tratamientos superficiales, y donde la intención del ensayo no es incluir el efecto de las modificaciones. En esos casos, la porción modificada del núcleo o testigo debe ser removida y la porción adyacente de  $50\text{ mm} \pm 3\text{ mm}$  (2 pulgadas  $\pm 1/8$  pulgadas) debe ser utilizada para el ensayo.

#### **2.6.4 Preparación**

Hierva vigorosamente un litro o más de agua potable, en un recipiente de tamaño suficiente. Retire el recipiente del fuego, tape bien y deje que el agua se enfríe a temperatura ambiente y deje que la muestra preparada en la sección c se seque al aire durante al menos 1 hora. Prepare aproximadamente 10 gr de recubrimiento de fraguado rápido y cepille la superficie lateral de la

muestra. Coloque la muestra sobre un soporte adecuado mientras la recubre para asegurar el recubrimiento completo de los lados. Permita que el recubrimiento se cure de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

El recubrimiento debe dejarse curar hasta que ya no sea pegajoso al tacto. Rellene los agujeros aparentes en el revestimiento y permita un tiempo de curado adicional, según sea necesario. Coloque la muestra en la cubeta de decantación u otro recipiente (Ver a), luego coloque el recipiente en el desecador de vacío. Alternativamente, coloque la muestra directamente en un desecador de vacío. Ambas caras de la muestra deben estar expuestas. Selle el desecador y arranque la bomba de vacío o el aspirador. La presión debe disminuir a menos de 50 mm Hg (6,650 Pa) en pocos minutos. Mantenga el vacío por 3 horas y llene la cubeta de decantación u otro recipiente con el agua hervida preparada. Con la bomba de vacío funcionando, abra la llave de paso del agua y vacíe suficiente agua en el vaso o recipiente para cubrir la muestra (No permita que entre aire en el desecador a través de esta llave de paso). Cierre la llave de paso de agua y permita que la bomba de vacío funcione por una hora más.

Cierre la llave de paso de la línea de vacío, luego apague la bomba. (Cambie el aceite de la bomba si no se usa una trampa de agua.) Gire la llave de paso de la línea de vacío para permitir que el aire vuelva a entrar en el desecador. Sumerja el espécimen bajo el agua en la cubeta de decantación durante  $18 \pm 2$  horas.

### **2.6.5 Procedimiento**

Retire la muestra del agua, quite el exceso de agua y transfiera la muestra a un recipiente sellado que mantenga la muestra en una humedad relativa del 95% o superior, el ensamblaje de la muestra (todos los selladores que no sean juntas de goma. Si usa un sellador de celdas de especímenes de dos partes, prepare aproximadamente de 20 a 40 gramos. Entonces el sellador de

celda de baja viscosidad: Si es necesario papel de filtro, centre el papel de filtro sobre una cara de la celda de voltaje aplicada. Sellador de llana sobre cuñas de bronce adyacentes al cuerpo de celda de voltaje aplicado. Retire con cuidado el papel de filtro. Presione la muestra en la cara; quite o alise el exceso de sellador que ha salido del límite de la celda del espécimen.

Sellador de celda de alta viscosidad coloque la muestra en la cara. Aplique sellador alrededor del límite de la celda del espécimen y cubra la cara expuesta de la muestra con un material impermeable como láminas de caucho o plástico. Coloque el tapón de goma en el orificio de llenado de la celda para restringir el movimiento de la humedad. Deje que el sellante se cure según las instrucciones del fabricante.



*Figura 10:* Espécimen listo para el ensayo de permeabilidad

Ensamble de la muestra (Alternativa con junta de goma): Coloque un diámetro exterior de 100 mm (4 pulgadas) por 75 mm (3 pulgadas) de diámetro interno por junta de goma vulcanizada circular de 6 mm de espesor en cada mitad de la celda de ensayo. Inserte la muestra y sujete las dos mitades de la celda de ensayo para sellar y llene el lado de la celda que contiene la superficie superior de la muestra con una solución de cloruro de sodio, NaCl al 3.0%. (Ese lado de la celda

se conectará a la terminal negativa de la fuente de alimentación como se describe en 10.5.) Llene el otro lado de la celda (que se conectará a la terminal positiva de la fuente de alimentación) con una solución de 0.3 N de hidróxido de sodio, NaOH.

Conecte los cables al conector con rosca de la celda. Realice las conexiones eléctricas a la aplicación de voltaje y a los aparatos de lectura de datos según corresponda. Encienda la fuente de alimentación, ajústelo en  $60.0 \pm 0.1$  V, y registre la lectura de corriente inicial. Las temperaturas de la muestra, la celda de voltaje y las soluciones deben ser de  $20^{\circ}$  C a  $25^{\circ}$  C en el momento en que se inicia el ensayo, es decir, cuando se enciende la fuente de alimentación.

Durante el ensayo, la temperatura del aire alrededor de las muestras se debe mantener en el rango de  $20^{\circ}$  C a  $25^{\circ}$  C, lea y registre la corriente al menos cada 30 minutos. Si se usa un voltímetro en combinación con una resistencia en derivación para la lectura de corriente, use los factores de escala apropiados para convertir la lectura de voltaje a amperios.

## 2.7. Ética Investigativa

El presente proyecto de investigación se ajusta al código de ética que corresponde a la Universidad Privada del Norte, el cual tiene como objetivo la promoción del conocimiento y el bien común expresada en principios y valores éticos que guían la investigación en la universidad.

Para el desarrollo del presente proyecto de investigación se requirió el permiso respectivo a la empresa Caliza Cemento Inka S.A. donde se aplicó el objeto de estudio que sirvió para la empresa y los fines de investigación correspondiente, así mismo se respetó los datos e infraestructura usado en la instalación de la empresa.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

Evaluación de las propiedades físicas de los materiales cementantes y agregados en base al objetivo específico 1.

Tabla 5

*Cemento Portland Tipo HS*

<b>ENSAYOS FISICOS</b>		
<b>Densidad Le Chatelier</b>	g/cm <sup>3</sup>	2.98
<b>Contenido de aire mortero</b>	% Vol	7
<b>Finura Blaine</b>	cm <sup>2</sup> /g	4,780
<b>Expansión Autoclave</b>	%	0.07
<b>TIEMPO DE FRAGUADO</b>		
<b>Inicial</b>	minutos	132
<b>Final</b>	minutos	305
<b>RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN</b>		
<b>1 día</b>	Kg/cm <sup>2</sup>	106
<b>3 días</b>	Kg/cm <sup>2</sup>	221
<b>7 días</b>	Kg/cm <sup>2</sup>	298
<b>28 días</b>	Kg/cm <sup>2</sup>	418

Tabla 6

*Cemento Portland Tipo I*

<b>ENSAYOS FISICOS</b>		
<b>Densidad Le Chatelier</b>	g/cm <sup>3</sup>	3.14
<b>Contenido de aire mortero</b>	% Vol	8
<b>Finura Blaine</b>	cm <sup>2</sup> /g	3489
<b>Expansión Autoclave</b>	%	0.13
<b>TIEMPO DE FRAGUADO</b>		
<b>Inicial</b>	minutos	107
<b>Final</b>	minutos	204
<b>RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN</b>		
<b>1 día</b>	Kg/cm <sup>2</sup>	128
<b>3 días</b>	Kg/cm <sup>2</sup>	240
<b>7 días</b>	Kg/cm <sup>2</sup>	311
<b>28 días</b>	Kg/cm <sup>2</sup>	390

### 3.1.1. Contenido de humedad de agregados

Tabla 7

*Contenido de humedad del agregado fino (Hf)*

Descripción	Cantidad	Unidad
<b>Peso muestra húmeda</b>	1500	gr
<b>Peso muestra seca</b>	1490	gr

Ecuación 4

$$Hf\% = \frac{1500 - 1490}{1490} \times 100$$

$$Hf\% = 0.67$$

Tabla 8

*Contenido de humedad del agregado grueso (Hg)*

Descripción	Cantidad	Unidad
<b>Peso muestra</b>	10000	gr
<b>Peso muestra seca</b>	9979	gr

Ecuación 5

$$Hg\% = \frac{10000 - 9979}{9979} \times 100$$

$$Hg\% = 0.21$$

### 3.1.2. Tamiz N°200

Tabla 9

*Tamiz N° 200 del agregado fino (Tf)*

Descripción	Cantidad	Unidad
<b>Peso muestra</b>	600	gr
<b>Peso muestra seca</b>	576	gr

Ecuación 6

$$Tf\% = \frac{600 - 576}{600} \times 100$$

$$Tf\% = 4$$

Tabla 10

*Tamiz N° 200 del agregado grueso (Tg)*

Descripción	Cantidad	Unidad
<b>Peso muestra</b>	7500	gr
<b>Peso muestra seca</b>	7470	gr

Ecuación 7

$$Tg\% = \frac{7500 - 7470}{7500} \times 100$$

$$Tg\% = 0.4$$

### 3.1.3. Análisis granulométrico de los agregados

Tabla 11

*Análisis granulométrico del agregado fino*

ANÁLISIS GRANULOMETRICO AGREGADO FINO						
MALLA	DIAM. (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	LIMITES ASTM C33
3/8"	9.525		0.0	0.0	100.0	100.0
# 4	4.763	6.9	1.2	1.2	98.8	95 - 100
# 8	2.381	28.6	5.0	6.2	93.8	80 - 100
# 16	1.191	97.7	17.0	23.1	76.9	50 - 85
# 30	0.595	154.8	26.9	50.0	50.0	25 - 60
# 50	0.298	161.9	28.1	78.1	21.9	5 - 30
# 100	0.149	94.28	16.4	94.5	5.5	0 - 10
# 200	0.074		0.0	94.5	5.5	
<b>FONDO</b>		31.9	5.5	100.0	0.0	
<b>TOTAL</b>		576.02				

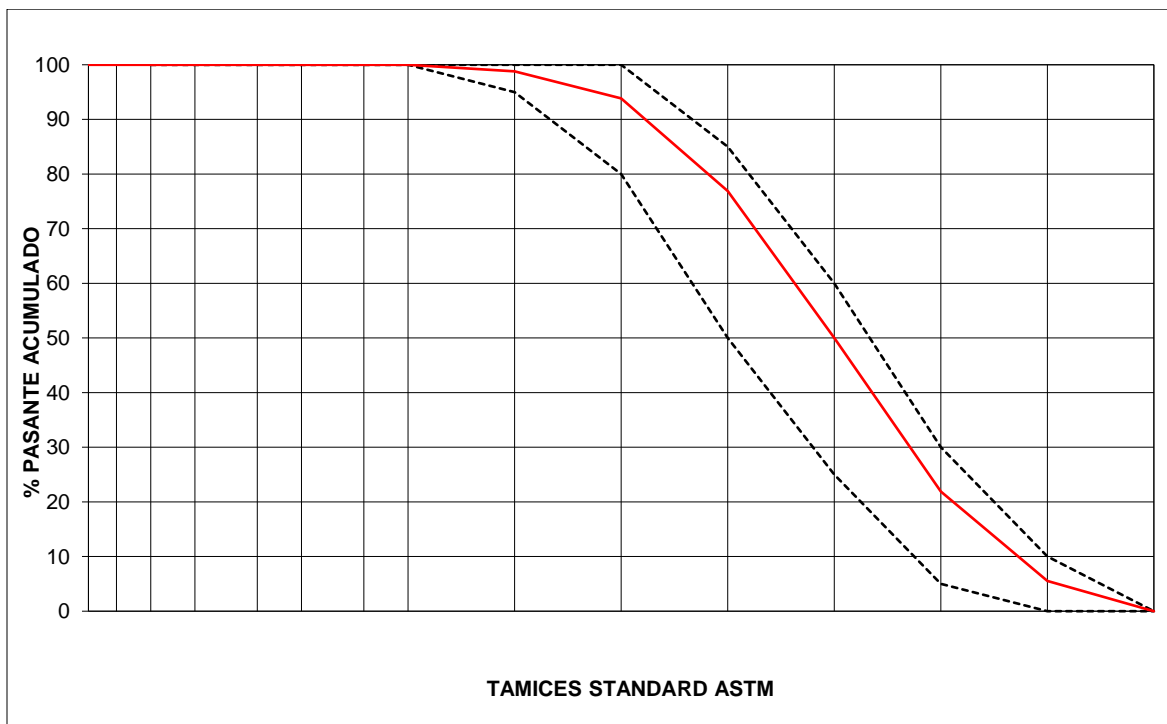


Figura 11: Análisis granulométrico del agregado fino

Tabla 12

*Análisis granulométrico del agregado grueso*

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO						
MALLA	DIAM. (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMUL.	% PASANTE ACUMUL.	LIMITES ASTM C33
1 1/2"	38.1	0	0.0	0.0	100.0	100.0
1"	25.4	164	2.2	2.2	97.8	95 - 100
3/4"	19.05	763	10.4	12.7	87.3	65 - 85
1/2"	12.7	3482	47.7	60.3	39.7	25 - 60
3/8"	9.525	1525	20.9	81.2	18.8	15 - 45
# 4	4.763	1326	18.1	99.4	0.6	0 - 10
# 8	2.381	130	1.8	101.1	-1.1	0 - 5
FONDO		81	1.1	102.2	-2.2	
<b>TOTAL</b>		7307.00				

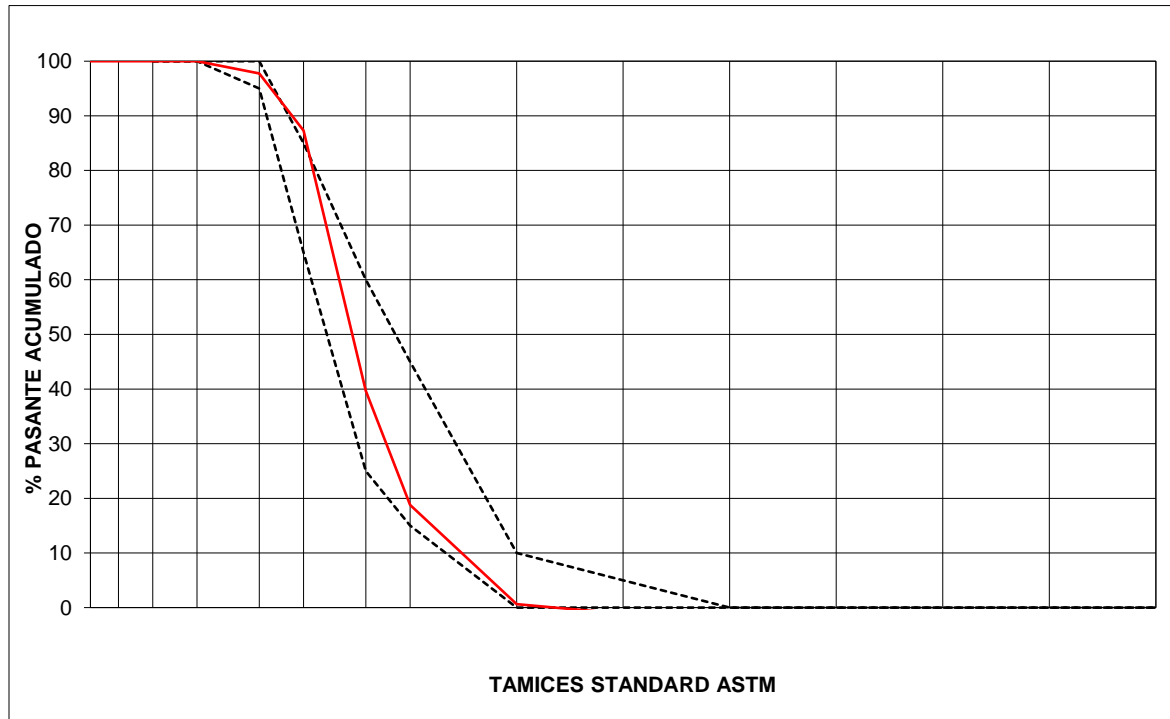


Figura 12: Análisis granulométrico del agregado grueso

### 3.1.4. Ensayo Absorción de la Arena

Tabla 13

*Absorción de la Arena (Aa)*

Descripción	Cantidad	Unidad
<b>Peso Fiola</b>	180.5	gr
<b>Peso muestra superficialmente seca</b>	500	gr
<b>Peso Fiola + Agua</b>	678	gr
<b>Peso Fiola + Peso muestra superficialmente seca + Agua</b>	992.2	gr
<b>Peso de agua</b>	497.5	gr
<b>Peso muestra seca</b>	498	gr

Ecuación 8

$$Aa\% = \frac{500 - 498}{500} \times 100$$

$$Aa\% = 0.4$$

### 3.1.4. Ensayo Absorción de la Piedra

Tabla 14

*Absorción de la Piedra (Ap)*

Descripción	Cantidad	Unidad
<b>Peso parcialmente seco</b>	5000	gr
<b>Peso absorción de la piedra</b>	3150	gr
<b>Peso canastilla</b>	1025	gr
<b>Peso muestra seca</b>	4950	gr

Ecuación 9

$$Ap\% = \frac{5000 - 4950}{5000} \times 100$$

$$Ap\% = 1$$

### 3.1.4. Ensayo Abrasión de la Piedra

Tabla 15

*Abrasión de la Piedra (Ap)*

Descripción	Cantidad	Unidad
<b>Peso parcialmente seco</b>	5000	gr
<b>Peso muestra + recipiente</b>	5530	gr
<b>Peso resultante</b>	4063	gr
<b>Peso muestra seca</b>	4047	gr

Ecuación 10

$$Ap\% = \frac{5000 - 4047}{5000} \times 100$$

$$Ap\% = 19.06$$

En base al objetivo específico 2, se están evaluando los siguientes diseños  $f'c = 420$  kg/cm<sup>2</sup>, para determinar las propiedades físicas en estado fresco (Slump, Contenido de aire, fluidez) y en estado endurecido las resistencias a la compresión a 3D, 7D, 14D, 28D, 56D y 90D.

### 3.1.4. Diseño de Concreto

Tabla 16

*Tipos de Cementos*

DESCRIPCION	CEMENTO PORTLAND TIPO HS	CEMENTO PORTLAND TIPO 1
Peso Especifico	2.98	3.14

Tabla 17

*Caracterización de los Agregados*

MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUMEDAD NATURAL %	ABSORCION %	PESO UNITARIO S. kg/m <sup>3</sup>	PESO UNITARIO C. kg/m <sup>3</sup>
AGREGADO FINO	2.70	2.61	0.67	0.4	1550.0	1659.0
AGREGADO GRUESO	2.68	6.05	0.21	1	1260.0	1480.0

Tabla 18

*Cálculo de diseño de concreto  $f_c = 420$  kg/cm<sup>2</sup> con 408 Kg CEMENTO PORTLAND TIPO HS*

DISEÑO DE CONCRETO $f_c = 420$ kg/cm <sup>2</sup> CON 408 KG CEMENTO PORTLAND TIPO HS																	
VALORES DE DISEÑO		ANÁLISIS DE DISEÑO			CANTIDAD DE MATERIALES POR m <sup>3</sup> PESO EN SECO			CORRECCION POR HUMEDAD			CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS		CANTIDAD DE MATERIALES POR m <sup>3</sup> PESO EN HUMEDO				
ASENTAMIENTO	1 3/4"	FACTOR CEMENTO	408	VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS		CEMENTO PORTLAND TIPO HS	408	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO HUMEDO	929.3	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO	-0.27	Lt/m <sup>3</sup>	CEMENTO PORTLAND TIPO HS	408	Kg/m <sup>3</sup>
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	N° 04	VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO	0.1369	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO	0.3419	AGUA	202	Lt/m <sup>3</sup>							AGUA	206	Lts/m <sup>3</sup>
RELACION AGUA/CEMENTO	0.5					AGREGADO GRUESO	923	Kg/m <sup>3</sup>				AGREGADO GRUESO	0.79	Lt/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO	929	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	204	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA	0.204	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO	0.3032	AGREGADO FINO	813	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO HUMEDO	814.3	Kg/m <sup>3</sup>				AGREGADO FINO	814	Kg/m <sup>3</sup>
TOTAL, DE AIRE ATRAPADO %	1.4					ADITIVO	0	Kg/m <sup>3</sup>				AGUA DE MEZCLA CORREGIDA	205.9	Lt/m <sup>3</sup>	ADITIVO	0	Kg/m <sup>3</sup>
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.30	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE	0.014	TOTAL, VOLUMEN	0.645	PESO DE MEZCLA	2346	Kg/m <sup>3</sup>							PESO TOTAL MEZCLA	2357	Kg/m <sup>3</sup>

Tabla 19

*Dosificación Mezcla Patrón con 408 Cemento Portland Tipo HS*

Diseño $f_c = 420$ kg/cm <sup>2</sup>		
Descripción	Kg	Kg
Cemento HS	408	6.12
Arena	814	12.21
Piedra	929	13.93
Agua	206	3.09

Tabla 20

*Cálculo de diseño de concreto  $f_c= 420$  kg/cm<sup>2</sup> con 380 Kg CEMENTO PORTLAND TIPO HS*

DISEÑO DE CONCRETO $f_c= 420$ kg/cm <sup>2</sup> CON 380 KG CEMENTO PORTLAND TIPO HS																	
VALORES DE DISEÑO		ANÁLISIS DE DISEÑO				CANTIDAD DE MATERIALES POR m <sup>3</sup>			CORRECCION POR HUMEDAD		CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS			CANTIDAD DE MATERIALES POR m <sup>3</sup>			
						PESO EN SECO								PESO EN HUMEDO			
ASENTAMIENTO	1 1/4"	FACTOR CEMENTO	380	VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS	0.3810	CEMENTO PORTLAND TIPO HS	380	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO HUMEDO	1035.7	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO	-0.27	Lt/m <sup>3</sup>	CEMENTO PORTLAND TIPO HS	380	Kg/m <sup>3</sup>
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	N° 04	VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO	0.1275	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO	0.3810	AGUA	187	Lt/m <sup>3</sup>							AGUA	190	Lts/m <sup>3</sup>
RELACION AGUA/CEMENTO	0.5					AGREGADO GRUESO	1029	Kg/m <sup>3</sup>				AGREGADO GRUESO	0.79	Lt/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO	1036	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	190	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA	0.1900	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO	0.2874	AGREGADO FINO	770	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO HUMEDO	772	Kg/m <sup>3</sup>				AGREGADO FINO	772	Kg/m <sup>3</sup>
TOTAL, DE AIRE ATRAPADO %	1.4					ADITIVO	0	Kg/m <sup>3</sup>				AGUA DE MEZCLA CORREGIDA	190.3	Lt/m <sup>3</sup>	ADITIVO	0	Kg/m <sup>3</sup>
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.29	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE	0.0140	TOTAL, VOLUMEN	0.668	PESO DE MEZCLA	2366	Kg/m <sup>3</sup>							PESO TOTAL MEZCLA	2378	Kg/m <sup>3</sup>

Tabla 21

*Dosificación Mezcla Patrón con 380 Cemento Portland Tipo HS*

Diseño $f_c= 420$ kg/cm <sup>2</sup>		
Descripción	Kg	Kg
Cemento HS	380	7.6
Arena	772	15.44
Piedra	1036	20.72
Agua	190	3.8

Tabla 22

*Cálculo de diseño de concreto  $f_c = 420$  kg/cm<sup>2</sup> con 408 Kg CEMENTO PORTLAND TIPO 1*

DISEÑO DE CONCRETO $f_c = 420$ kg/cm <sup>2</sup> CON 408 KG CEMENTO PORTLAND TIPO 1																	
VALORES DE DISEÑO		ANÁLISIS DE DISEÑO			CANTIDAD DE MATERIALES POR m <sup>3</sup> PESO EN SECO			CORRECCION POR HUMEDAD			CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS			CANTIDAD DE MATERIALES POR m <sup>3</sup> PESO EN HUMEDO			
ASENTAMIENTO	1 1/4"	FACTOR CEMENTO	408	VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS		CEMENTO PORTLAND TIPO 1	408	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO HUMEDO	939.4	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO	0.27	Lt/m <sup>3</sup>	CEMENTO PORTLAND TIPO 1	408	Kg/m <sup>3</sup>
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	N° 04	VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO	0.1299	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO	0.3810	AGUA	202	Lt/m <sup>3</sup>							AGUA	206	Lts/m <sup>3</sup>
RELACION AGUA/CEMENTO	0.5					AGREGADO GRUESO	933	Kg/m <sup>3</sup>				AGREGADO GRUESO	0.79	Lt/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO	939	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	204	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA	0.2040	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO	0.2874	AGREGADO FINO	821	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO HUMEDO	823.1	Kg/m <sup>3</sup>				AGREGADO FINO	823	Kg/m <sup>3</sup>
TOTAL, DE AIRE ATRAPADO %	1.4					ADITIVO	0	Kg/m <sup>3</sup>				AGUA DE MEZCLA CORREGIDA	206	Lt/m <sup>3</sup>	ADITIVO	0	Kg/m <sup>3</sup>
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.31	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE	0.0140	TOTAL, VOLUMEN	0.668	PESO DE MEZCLA	2364	Kg/m <sup>3</sup>							PESO TOTAL MEZCLA	2376	Kg/m <sup>3</sup>

Tabla 23

*Dosificación Mezcla Patrón con 408 Cemento Portland Tipo 1*

Diseño $f_c = 420$ kg/cm <sup>2</sup>		
Descripción	Kg	Kg
Cemento Tipo 1	408	6.12
Arena	823	12.345
Piedra	939	14.085
Agua	206	3.09

Tabla 24

 Cálculo de diseño de concreto  $f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$  con 380 Kg CEMENTO PORTLAND TIPO 1

DISEÑO DE CONCRETO $f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$ CON 380 KG CEMENTO PORTLAND TIPO 1																	
VALORES DE DISEÑO		ANÁLISIS DE DISEÑO				CANTIDAD DE MATERIALES POR m <sup>3</sup> PESO EN SECO			CORRECCION POR HUMEDAD			CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS		CANTIDAD DE MATERIALES POR m <sup>3</sup> PESO EN HUMEDO			
ASENTAMIENTO	1"	FACTOR CEMENTO	380	VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS		CEMENTO PORTLAND TIPO 1	380	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO HUMEDO	1045.8	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO	-0.27	Lt/m <sup>3</sup>	CEMENTO PORTLAND TIPO 1	380	Kg/m <sup>3</sup>
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	N° 04	VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO	0.1210	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO	0.3847	AGUA	187	Lt/m <sup>3</sup>							AGUA	190	Lts/m <sup>3</sup>
RELACION AGUA/CEMENTO	0.5					AGREGADO GRUESO	1039	Kg/m <sup>3</sup>				AGREGADO GRUESO	0.79	Lt/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO	1046	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	190	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA	0.1900	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO	0.2902	AGREGADO FINO	778	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO HUMEDO	779.5	Kg/m <sup>3</sup>				AGREGADO FINO	779	Kg/m <sup>3</sup>
TOTAL, DE AIRE ATRAPADO %	1.4					ADITIVO	0	Kg/m <sup>3</sup>				AGUA DE MEZCLA CORREGIDA	206	Lt/m <sup>3</sup>	ADITIVO	0	Kg/m <sup>3</sup>
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.29	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE	0.0140	TOTAL, VOLUMEN	0.675	PESO DE MEZCLA	2384	Kg/m <sup>3</sup>							PESO TOTAL MEZCLA	2396	Kg/m <sup>3</sup>

Tabla 25

Dosificación Mezcla Patrón con 380 Cemento Portland Tipo 1

Diseño $f_c = 420 \text{ kg/cm}^2$		
Descripción	Kg	Kg
Cemento Tipo 1	380	7.6
Arena	779	15.58
Piedra	1046	20.92
Agua	190	15.58

Tabla 26

*Cálculo de diseño de concreto  $f_c = 420$  kg/cm<sup>2</sup> con 408 Kg CEMENTO PORTLAND TIPO 1 MAS ADITIVO DENKA SHAGUARD*

DISEÑO DE CONCRETO $f_c = 420$ kg/cm <sup>2</sup> CON 408 KG CEMENTO PORTLAND TIPO 1 MAS ADITIVO DENKA SHAGUARD																	
VALORES DE DISEÑO			ANÁLISIS DE DISEÑO			CANTIDAD DE MATERIALES POR m <sup>3</sup> PESO EN SECO			CORRECCION POR HUMEDAD			CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS			CANTIDAD DE MATERIALES POR m <sup>3</sup> PESO EN HUMEDO		
ASENTAMIENTO	1"	FACTOR CEMENTO	408	VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS		CEMENTO PORTLAND TIPO 1	408	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO HUMEDO	939.4	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO	-0.27	Lt/m <sup>3</sup>	CEMENTO PORTLAND TIPO 1	408	Kg/m <sup>3</sup>
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	N° 04	VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO	0.1299	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO	0.3456	AGUA	202	Lt/m <sup>3</sup>							AGUA	206	Lts/m <sup>3</sup>
RELACION AGUA/CEMENTO	0.5					AGREGADO GRUESO	933	Kg/m <sup>3</sup>				AGREGADO GRUESO	0.79	Lt/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO	939	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	204	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA	0.2040	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO	0.3065	AGREGADO FINO	821	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO HUMEDO	823.1	Kg/m <sup>3</sup>				AGREGADO FINO	823	Kg/m <sup>3</sup>
TOTAL, DE AIRE ATRAPADO %	1.4					ADITIVO DENKA SHAGUARD	8	Kg/m <sup>3</sup>				AGUA DE MEZCLA CORREGIDA	206	Lt/m <sup>3</sup>	ADITIVO DENKA SHAGUARD	8	Kg/m <sup>3</sup>
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.31	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE	0.0140	TOTAL, VOLUMEN	0.652	PESO DE MEZCLA	2372	Kg/m <sup>3</sup>							PESO TOTAL MEZCLA	2384	Kg/m <sup>3</sup>

Tabla 27

*Dosificación Mezcla Patrón con 408 Cemento Portland Tipo 1+ Aditivo Denka Shaguard*

Diseño $f_c = 420$ kg/cm <sup>2</sup>		
Descripción	Kg	Kg
Cemento Tipo 1	408	6.12
Arena	823	12.345
Piedra	939	14.085
Agua	206	3.09
Aditivo	8	0.12

Tabla 28

*Cálculo de diseño de concreto  $f_c = 420$  kg/cm<sup>2</sup> con 380 Kg CEMENTO PORTLAND TIPO 1 MAS ADITIVO DENKA SHAGUARD*

DISEÑO DE CONCRETO $f_c = 420$ kg/cm <sup>2</sup> CON 380 KG CEMENTO PORTLAND TIPO 1 MAS ADITIVO DENKA SHAGUARD																	
VALORES DE DISEÑO		ANÁLISIS DE DISEÑO				CANTIDAD DE MATERIALES POR m <sup>3</sup> PESO EN SECO			CORRECCION POR HUMEDAD			CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS		CANTIDAD DE MATERIALES POR m <sup>3</sup> PESO EN HUMEDO			
ASENTAMIENTO	1"	FACTOR CEMENTO	408	VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADOS		CEMENTO PORTLAND TIPO 1	380	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO HUMEDO	1045.8	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO FINO	-0.27	Lt/m <sup>3</sup>	CEMENTO PORTLAND TIPO 1	380	Kg/m <sup>3</sup>
TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	N° 04	VOLUMEN ABSOLUTO DEL CEMENTO	0.1210	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO	0.3847	AGUA	187	Lt/m <sup>3</sup>							AGUA	190	Lts/m <sup>3</sup>
RELACION AGUA/CEMENTO	0.5					AGREGADO GRUESO	1039	Kg/m <sup>3</sup>				AGREGADO GRUESO	0.79	Lt/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO	1046	Kg/m <sup>3</sup>
AGUA	190	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGUA	0.1900	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO	0.2902	AGREGADO FINO	778	Kg/m <sup>3</sup>	AGREGADO GRUESO HUMEDO	779.5	Kg/m <sup>3</sup>				AGREGADO FINO	779	Kg/m <sup>3</sup>
TOTAL, DE AIRE ATRAPADO %	1.4					ADITIVO DENKA SHAGUARD	8	Kg/m <sup>3</sup>				AGUA DE MEZCLA CORREGIDA	190.3	Lt/m <sup>3</sup>	ADITIVO DENKA SHAGUARD	8	Kg/m <sup>3</sup>
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO	0.29	VOLUMEN ABSOLUTO DEL AIRE	0.0140	TOTAL, VOLUMEN	0.675	PESO DE MEZCLA	2392	Kg/m <sup>3</sup>							PESO TOTAL MEZCLA	2404	Kg/m <sup>3</sup>

Tabla 29

*Dosificación Mezcla Patrón con 380 Cemento Portland Tipo 1+ Aditivo Denka Shaguard*

Diseño $f_c = 420$ kg/cm <sup>2</sup>		
Descripción	Kg	Kg
Cemento Tipo 1	380	5.7
Arena	779	11.685
Piedra	1046	15.69
Agua	190	2.85
Aditivo	8	0.12

### 3.1.4. Resistencia a la Compresión

Tabla 30

*Resultados del ensayo a la compresión de la muestra patrón con 408kg Cemento Portland Tipo HS a los 3días, 7días, 14días, 28 días, 56 días y 90 días.*

CODIGO	DESCRIPCION		UNIDAD		SEGÚN DISEÑO	ESFUERZO PROMEDIO
	DIAS DE CURADO	NUMERO DE PROBETAS	Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>	%	Kg/cm <sup>2</sup>
MP02- 3D	3	3	23.8	242.76	57.80	237.32
MP02- 3D	3		22.9	233.58	55.61	
MP02- 3D	3		23.1	235.62	56.10	
MP02- 7D	7	3	31.4	320.28	76.26	326.4
MP02- 7D	7		33.4	340.68	81.11	
MP02- 7D	7		31.2	318.24	75.77	
MP02- 14D	14	3	37.7	384.54	91.56	385.56
MP02- 14D	14		37.8	385.56	91.80	
MP02- 14D	14		37.9	386.58	92.04	
MP02- 28D	28	3	43.4	442.68	105.40	439.96
MP02- 28D	28		43.9	447.78	106.61	
MP02- 28D	28		42.1	429.42	102.24	
MP02- 56D	56	3	52.8	538.56	128.23	539.92
MP02- 56D	56		52.7	537.54	127.99	
MP02- 56D	56		53.3	543.66	129.44	
MP02- 90D	90	3	61.4	626.28	149.11	630.02
MP02- 90D	90		61.7	629.34	149.84	
MP02- 90D	90		62.2	634.44	151.06	

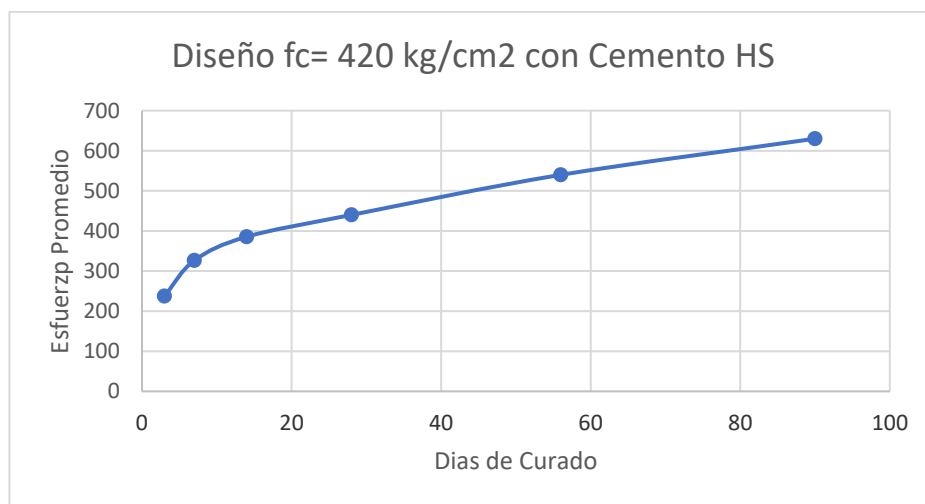


Figura 13: Diseño  $f'c = 420$  kg/cm<sup>2</sup> con 408 kg de Cemento Portland Tipo HS

Tabla 31

*Resultados de ensayo a la compresión de la muestra patrón con 380 kg Cemento Portland Tipo HS a los 3 días, 7 días, 14 días, 28 días, 56 días y 90 días.*

CODIGO	DESCRIPCION		UNIDAD		SEGÚN DISEÑO	ESFUERZO PROMEDIO
	DIAS DE CURADO	NUMERO DE PROBETAS	Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>	%	Kg/cm <sup>2</sup>
MP01- 3D	3	3	20.5	209.1	49.79	204.68
MP01- 3D	3		19.1	194.82	46.39	
MP01- 3D	3		20.6	210.12	50.03	
MP01- 7D	7	3	29.5	300.9	71.64	305.66
MP01- 7D	7		29.8	303.96	72.37	
MP01- 7D	7		30.6	312.12	74.31	
MP01- 14D	14	3	37	377.4	89.86	371.96
MP01- 14D	14		35.3	360.06	85.73	
MP01- 14D	14		37.1	378.42	90.10	
MP01- 28D	28	3	42.7	435.54	103.70	437.58
MP01- 28D	28		43.2	440.64	104.91	
MP01- 28D	28		42.8	436.56	103.94	
MP01- 56D	56	3	50.4	514.08	122.40	513.06
MP01- 56D	56		50.9	519.18	123.61	
MP01- 56D	56		49.6	505.92	120.46	
MP01- 90D	90	3	58.6	597.72	142.31	594.66
MP01- 90D	90		57.9	590.58	140.61	
MP01- 90D	90		58.4	595.68	141.83	

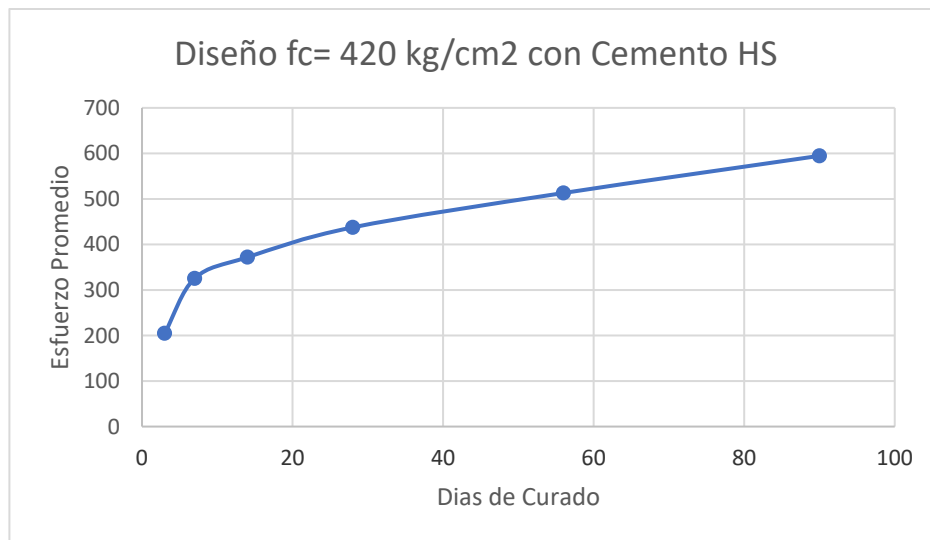
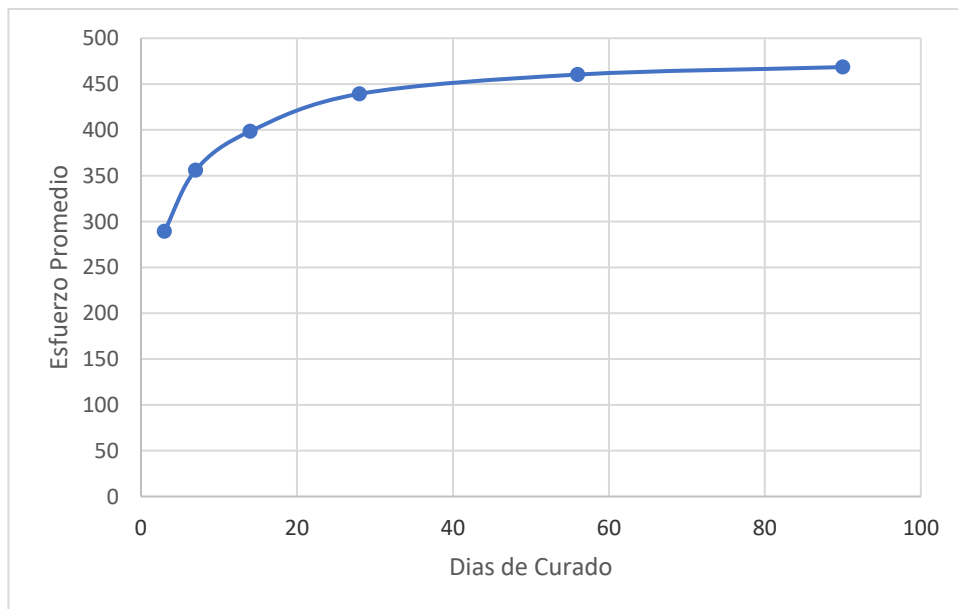


Figura 14: Diseño  $f'c= 420\text{kg/cm}^2$  con 380kg de Cemento Portland Tipo HS

Tabla 32

*Resultados de ensayo a la compresión de la muestra patrón Cemento Portland Tipo I con 408 kg a los 3 días, 7 días, 14 días, 28 días, 56 días y 90 días.*

CODIGO	DESCRIPCION		UNIDAD		SEGÚN DISEÑO	ESFUERZO PROMEDIO
	DIAS DE CURADO	NUMERO DE PROBETAS	Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>	%	Kg/cm <sup>2</sup>
MP04- 3D	3	3	28.4	289.68	68.97	289.34
MP04- 3D	3		27.9	284.58	67.76	
MP04- 3D	3		28.8	293.76	69.94	
MP04- 7D	7	3	34.6	352.92	84.03	355.98
MP04- 7D	7		34.3	349.86	83.30	
MP04- 7D	7		35.8	365.16	86.94	
MP04- 14D	14	3	39.2	399.84	95.20	398.48
MP04- 14D	14		39.6	403.92	96.17	
MP04- 14D	14		38.4	391.68	93.26	
MP04- 28D	28	3	43.5	443.7	105.64	439.28
MP04- 28D	28		42.7	435.54	103.70	
MP04- 28D	28		43	438.6	104.43	
MP04- 56D	56	3	45.6	465.12	110.74	460.36
MP04- 56D	56		45.1	460.02	109.53	
MP04- 56D	56		44.7	455.94	108.56	
MP04- 90D	90	3	46.2	471.24	112.20	468.52
MP04- 90D	90		45.9	468.18	111.47	
MP04- 90D	90		45.7	466.14	110.99	



*Figura 15 : Diseño  $f_c= 420$  kg/cm<sup>2</sup> con 408kg Cemento Portland Tipo I*

Tabla 33

*Resultados de ensayo a la compresión de la muestra patrón Cemento Portland Tipo I con 380kg a los 3 días, 7 días, 14 días, 28 días, 56 días y 90 días.*

CODIGO	DESCRIPCION			UNIDAD		SEGÚN DISEÑO	ESFUERZO PROMEDIO
	DIAS DE CURADO	NUMERO DE PROBETAS	Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>	%	Kg/cm <sup>2</sup>	
MP03- 3D	3	3	26.9	274.38	65.33	276.42	
MP03- 3D	3		26.3	268.26	63.87		
MP03- 3D	3		28.1	286.62	68.24		
MP03- 7D	7	3	33.6	342.72	81.60	346.12	
MP03- 7D	7		33.5	341.7	81.36		
MP03- 7D	7		34.7	353.94	84.27		
MP03- 14D	14	3	36.9	376.38	89.61	374.68	
MP03- 14D	14		37.4	381.48	90.83		
MP03- 14D	14		35.9	366.18	87.19		
MP03- 28D	28	3	41.4	422.28	100.54	419.9	
MP03- 28D	28		41.9	427.38	101.76		
MP03- 28D	28		40.2	410.04	97.63		
MP03- 56D	56	3	42	428.4	102.00	431.46	
MP03- 56D	56		42.8	436.56	103.94		
MP03- 56D	56		42.1	429.42	102.24		
MP03- 90D	90	3	43.1	439.62	104.67	435.54	
MP03- 90D	90		42.1	429.42	102.24		
MP03- 90D	90		42.9	437.58	104.19		

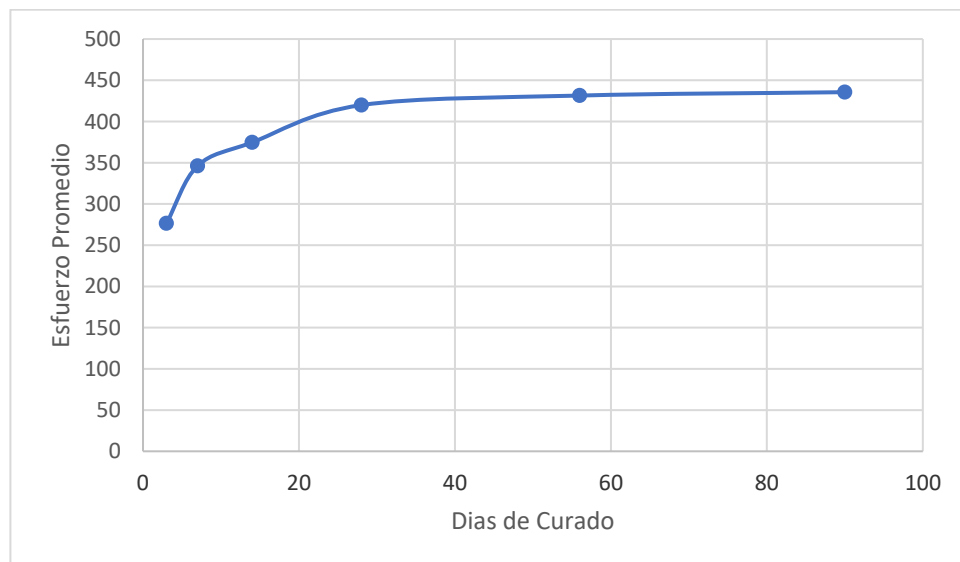


Figura 16: Diseño  $f_c = 420$  kg/cm<sup>2</sup> con 380kg Cemento Portland Tipo I

Tabla 34

*Resultados de ensayo a la compresión de la muestra patrón Cemento Portland Tipo I con 408kg más aditivo Denka Shaguard a los 3 días, 7 días, 14 días, 28 días, 56 días y 90 días.*

CODIGO	DESCRIPCION		UNIDAD		SEGÚN DISEÑO	ESFUERZO PROMEDIO
	DIAS DE CURADO	NUMERO DE PROBETAS	Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>	%	Kg/cm <sup>2</sup>
MP05- 3D	3	3	28.8	293.76	69.94	296.48
MP05- 3D	3		29.6	301.92	71.89	
MP05- 3D	3		28.8	293.76	69.94	
MP05- 7D	7	3	33.5	341.7	81.36	341.36
MP05- 7D	7		33.8	344.76	82.09	
MP05- 7D	7		33.1	337.62	80.39	
MP05- 14D	14	3	40.5	413.1	98.36	411.06
MP05- 14D	14		40.8	416.16	99.09	
MP05- 14D	14		39.6	403.92	96.17	
MP05- 28D	28	3	41.2	420.24	100.06	425.34
MP05- 28D	28		41.3	421.26	100.30	
MP05- 28D	28		42.6	434.52	103.46	
MP05- 56D	56	3	45.8	467.16	111.23	462.06
MP05- 56D	56		45.2	461.04	109.77	
MP05- 56D	56		44.9	457.98	109.04	
MP05- 90D	90	3	48.2	491.64	117.06	491.64
MP05- 90D	90		48.8	497.76	118.51	
MP05- 90D	90		47.6	485.52	115.60	

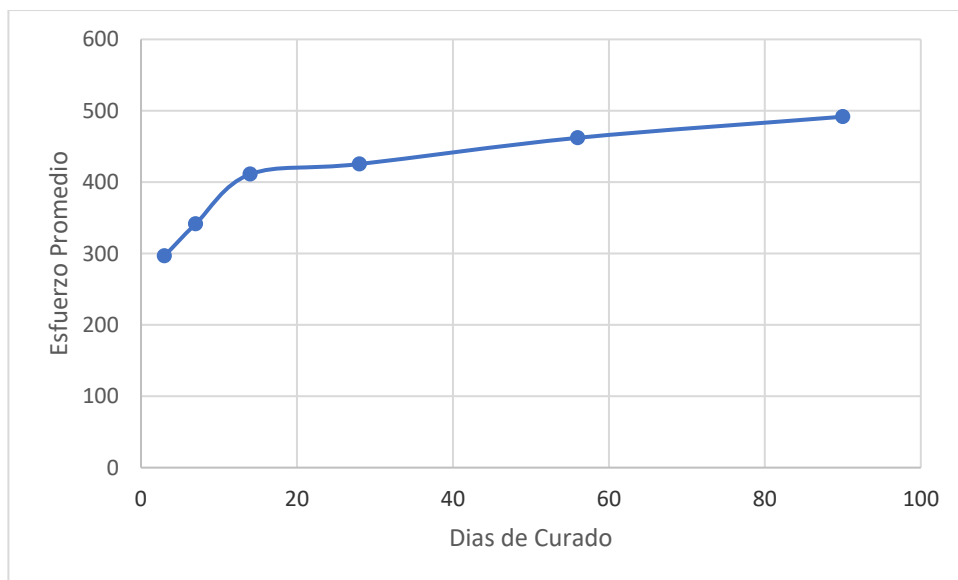


Figura 17: Diseño  $f_c = 420$  kg/cm<sup>2</sup> con Cemento Portland Tipo I con 408kg más Aditivo Denka Shaguard

Tabla 35

Resultados de ensayo a la compresión de la muestra patrón Cemento Portland Tipo I con 380 kg más aditivo Denka Shaguard a los 3 días, 7 días, 14 días, 28 días, 56 días y 90 días.

CODIGO	DESCRIPCION		UNIDAD		SEGÚN DISEÑO	ESFUERZO PROMEDIO
	DIAS DE CURADO	NUMERO DE PROBETAS	Mpa	Kg/cm2	%	Kg/cm2
MP05- 3D	3	3	25.4	259.08	61.69	261.8
MP05- 3D	3		26	265.2	63.14	
MP05- 3D	3		25.6	261.12	62.17	
MP05- 7D	7	3	32.5	331.5	78.93	334.22
MP05- 7D	7		32.8	334.56	79.66	
MP05- 7D	7		33	336.6	80.14	
MP05- 14D	14	3	39.2	399.84	95.20	398.48
MP05- 14D	14		39.6	403.92	96.17	
MP05- 14D	14		38.4	391.68	93.26	
MP05- 28D	28	3	41.4	422.28	100.54	422.28
MP05- 28D	28		41.5	423.3	100.79	
MP05- 28D	28		41.3	421.26	100.30	
MP05- 56D	56	3	43.3	441.66	105.16	441.32
MP05- 56D	56		43.7	445.74	106.13	
MP05- 56D	56		42.8	436.56	103.94	
MP05- 90D	90	3	45.8	467.16	111.23	462.4
MP05- 90D	90		45.2	461.04	109.77	
MP05- 90D	90		45	459	109.29	

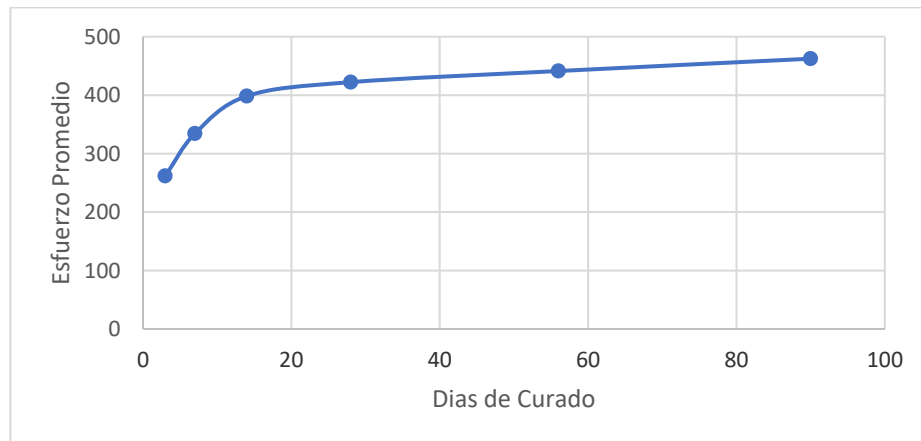


Figura 18: Diseño  $f_c = 420$  kg/cm2 con cemento Tipo I con 380 más Aditivo Denka Shaguard

Con respecto al objetivo específico 3, se evalúa los diferentes diseños planteados para determinar la durabilidad del concreto, identificándose la resistencia a la penetración del ion cloruro ASTM C-1202 a través de la conductividad eléctrica en las probetas.

Tabla 36

*Resumen del comportamiento de los diseños con 408kg de material cementante*

Días de Curado	Esfuerzo Promedio, kg/cm2		
	Tipo HS	Tipo 1	Tipo 1 + Ad DSh
<b>3</b>	237.32	289.34	296.48
<b>7</b>	326.4	355.98	341.36
<b>14</b>	385.56	398.48	411.06
<b>28</b>	439.96	439.28	425.34
<b>56</b>	539.92	460.36	462.06
<b>90</b>	630.02	468.52	491.64

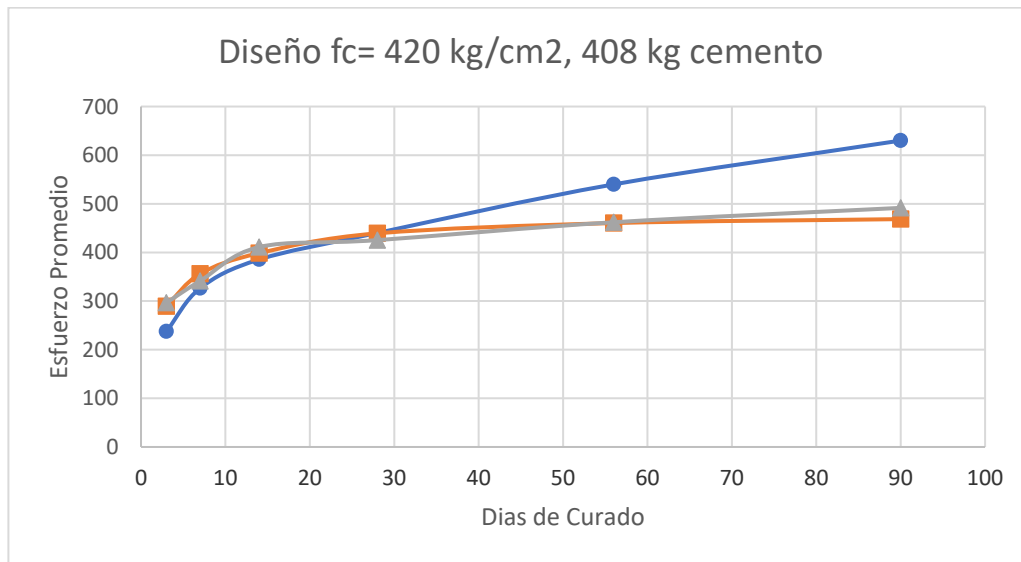


Figura 19: Diseño  $f_c = 420$  kg/cm<sup>2</sup>, 408 kg cemento

Tabla 37

*Resumen del comportamiento de los diseños con 380kg de material cementante*

Días de Curado	Esfuerzo Promedio, kg/cm <sup>2</sup>		
	Tipo HS	Tipo 1	Tipo 1 + Ad DSh
<b>3</b>	204.68	276.42	261.8
<b>7</b>	325.38	346.12	334.22
<b>14</b>	371.96	374.68	398.48
<b>28</b>	437.58	419.9	422.28
<b>56</b>	513.06	431.46	441.32
<b>90</b>	594.66	435.54	462.4

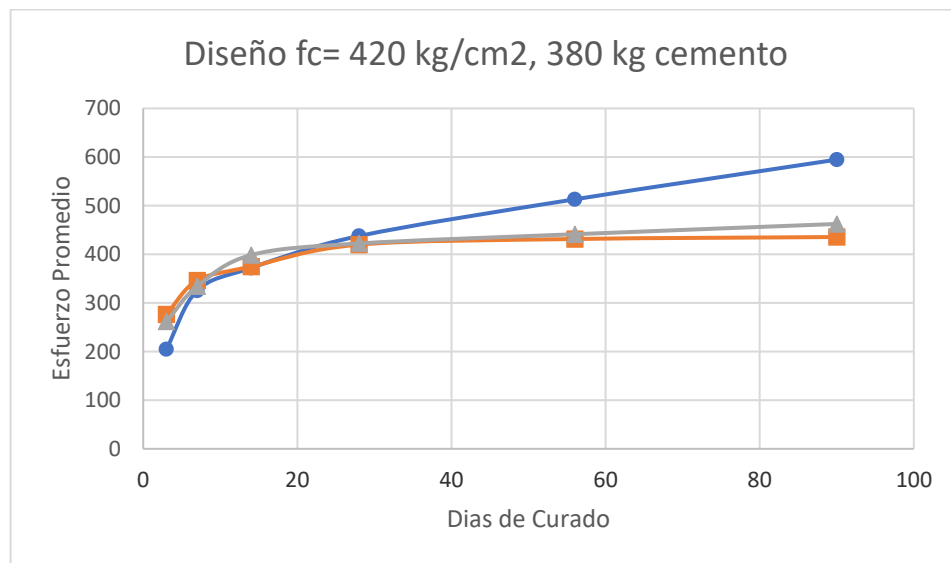


Figura 20: Diseño  $f_c = 420$  kg/cm<sup>2</sup>, 380 kg cemento

Tabla 38

*Comparaciones de Cemento Portland Tipo HS y Cemento Portland Tipo 1 en Resistencia*

DESCRIPCION	CEMENTO PORTLAND TIPO HS		CEMENTO PORTLAND TIPO 1	
	380 kg	408 kg	380 kg	408 kg
<b>3 días Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	204.68	237.32	276.42	289.34
<b>Diferencia</b>	100.7	89.08	69.7	66.64
<b>% Crecimiento</b>	49.20	37.54	25.22	23.03
<b>7 días Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	305.38	326.4	346.12	355.98
<b>Diferencia</b>	66.58	58.6	28.56	42.5
<b>% Crecimiento</b>	21.80	17.95	8.25	11.94
<b>14 días Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	371.96	385	374.68	398.48
<b>Diferencia</b>	65.62	54.96	45.22	40.8
<b>% Crecimiento</b>	17.64	17.28	12.07	10.24
<b>28 días Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	437.58	439.96	419.9	439.28
<b>Diferencia</b>	75.48	99.96	11.56	21.08
<b>% Crecimiento</b>	17.25	22.72	2.75	4.8
<b>56 días Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	513.06	539.92	431.46	460.36
<b>Diferencia</b>	81.6	90.1	4.08	8.16
<b>% Crecimiento</b>	15.9	16.69	0.95	1.77
<b>90 días Resistencia (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>	594.66	630.02	435.54	468.52

Tabla 39

*Comparaciones a 3 días con Cemento Portland Tipo HS y Cemento Portland Tipo 1*

COMPARACIONES DE CEMENTO EN RESISTENCIAS		
DESCRIPCION	CEMENTO PORTLAND TIPO HS / TIPO 1	
	380 kg	408 kg
<b>Diferencia a 3 días</b>	71.74	52.02
<b>Resistencias Iniciales %</b>	25.95	17.98
<b>Promedio %</b>	22.0	

Tabla 40

*Comparaciones a 90 días con Cemento Portland Tipo HS y Cemento Portland Tipo 1*

COMPARACIONES DE CEMENTO EN RESISTENCIAS		
DESCRIPCION	CEMENTO PORTLAND TIPO HS / TIPO 1	
	380 kg	408 kg
<b>Diferencia a 90 días</b>	159.12	161.5
<b>Resistencias Iniciales %</b>	36.53	34.47
<b>Promedio %</b>	35.5	

### 3.1.5. Método Ion Cloruro

Tabla 41

*Medición de la permeabilidad del concreto a 3días, 7días, 14días, 28días, 56días y 90días con 408kg de Cemento Portland Tipo HS*

Dato	Tiempo	Intensidad (A)					
		3 días	7 días	14 días	28 días	56 días	90 días
<b>N°</b>	<b>min</b>						
<b>1</b>	30	0.279	0.231	0.202	0.134	0.110	0.045
<b>2</b>	60	0.287	0.234	0.208	0.134	0.115	0.046
<b>3</b>	90	0.296	0.253	0.213	0.136	0.118	0.049
<b>4</b>	120	0.317	0.266	0.236	0.150	0.121	0.050
<b>5</b>	150	0.324	0.284	0.239	0.153	0.124	0.053
<b>6</b>	180	0.335	0.297	0.247	0.157	0.129	0.055
<b>7</b>	210	0.341	0.302	0.262	0.161	0.134	0.057
<b>8</b>	240	0.350	0.326	0.286	0.166	0.138	0.059
<b>9</b>	270	0.362	0.335	0.292	0.180	0.140	0.061
<b>10</b>	300	0.378	0.344	0.298	0.184	0.147	0.063
<b>11</b>	330	0.388	0.353	0.305	0.188	0.154	0.065
<b>12</b>	360	0.397	0.361	0.322	0.190	0.166	0.066
<b>Carga que pasa</b>		6687.108	5920.596	5126.445	3190.455	2625.831	1102.725
<b>Valor de carga</b>		6075.55	5379.14	4657.62	2898.68	2385.69	1001.88
<b>Penetrabilidad del Ion</b>		Alta	Alta	Alta	Moderada	Moderada	BAJA

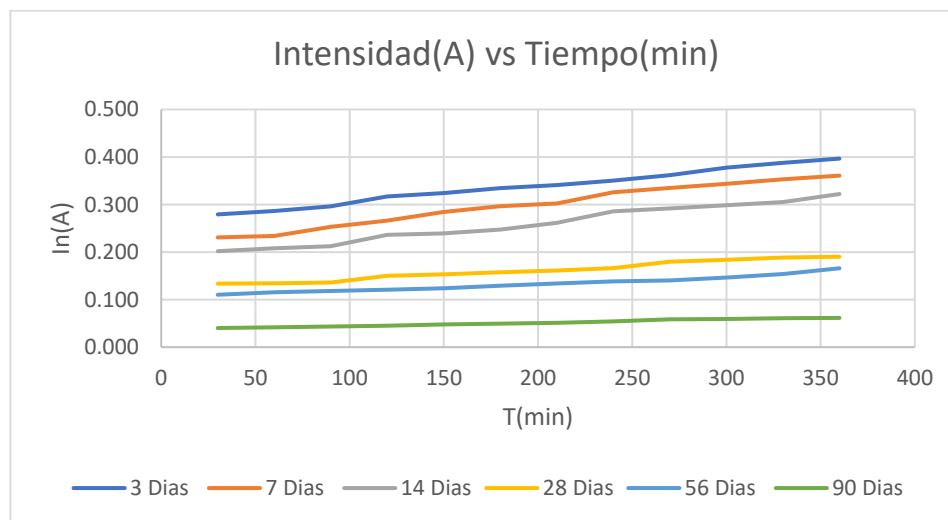


Figura 21: Permeabilidad con 408kg de Cemento Portland Tipo HS

Tabla 42

*Medición de la permeabilidad del concreto a 3días, 7días, 14días, 28días, 56días y 90días con 380*

*kg de Cemento Portland Tipo HS*

Dato	Tiempo	Intensidad (A)					
N°	min	3 días	7 días	14 días	28 días	56 días	90 días
1	30	0.296	0.238	0.210	0.140	0.112	0.042
2	60	0.302	0.240	0.214	0.146	0.114	0.043
3	90	0.332	0.246	0.217	0.150	0.115	0.045
4	120	0.348	0.251	0.228	0.153	0.118	0.047
5	150	0.360	0.272	0.230	0.157	0.120	0.050
6	180	0.361	0.278	0.248	0.161	0.120	0.051
7	210	0.369	0.287	0.260	0.176	0.122	0.052
8	240	0.371	0.290	0.264	0.180	0.126	0.055
9	270	0.373	0.310	0.265	0.184	0.131	0.056
10	300	0.387	0.319	0.279	0.188	0.137	0.058
11	330	0.390	0.325	0.280	0.192	0.137	0.058
12	360	0.392	0.333	0.292	0.204	0.141	0.061
<b>Carga que pasa</b>		7086.591	5585.814	4924.03	3349.152	2460.339	1122.273
<b>Valor de carga</b>		6438.5	5074.97	4473.71	3042.86	2235.33	1019.64
<b>Penetrabilidad del Ion</b>		Alta	Alta	Alta	Moderada	Moderada	BAJA

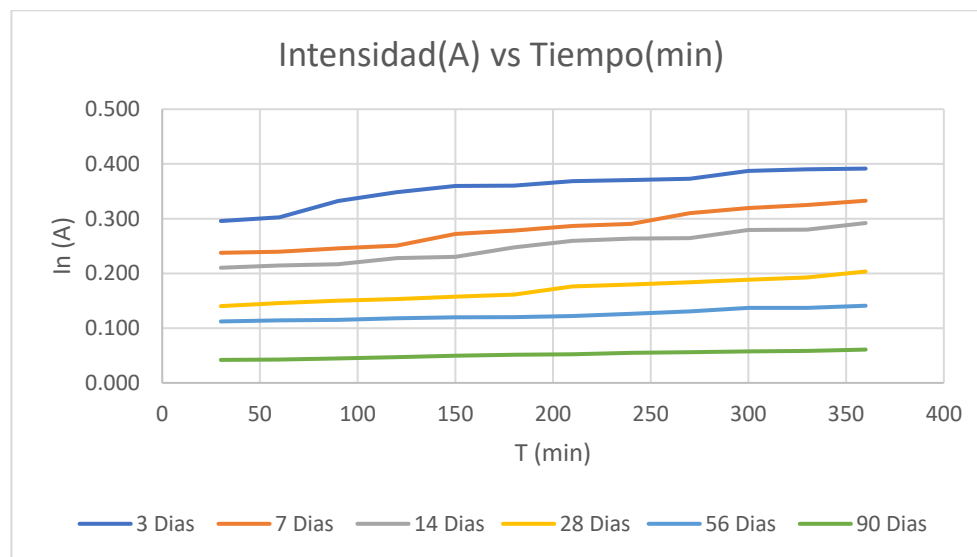


Figura 22: Permeabilidad con 380kg de Cemento Portland Tipo HS

Tabla 43

*Medición de la permeabilidad del concreto a 3días, 7días, 14días, 28días, 56días y 90días con 408kg de Cemento Portland Tipo I*

Dato	Tiempo	Intensidad (A)					
		3 días	7 días	14 días	28 días	56 días	90 días
N°	min						
1	30	0.400	0.387	0.361	0.327	0.202	0.151
2	60	0.464	0.397	0.364	0.331	0.208	0.189
3	90	0.474	0.409	0.383	0.339	0.213	0.193
4	120	0.488	0.413	0.396	0.343	0.236	0.206
5	150	0.489	0.427	0.399	0.357	0.239	0.229
6	180	0.491	0.434	0.417	0.364	0.247	0.231
7	210	0.513	0.452	0.422	0.382	0.262	0.234
8	240	0.539	0.488	0.436	0.388	0.286	0.235
9	270	0.543	0.497	0.455	0.417	0.292	0.236
10	300	0.550	0.503	0.469	0.430	0.298	0.237
11	330	0.566	0.516	0.491	0.446	0.305	0.238
12	360	0.574	0.537	0.496	0.464	0.322	0.239
<b>Carga que pasa</b>		10083.447	8995.275	8387.496	7545.843	5126.445	4363.227
<b>Valor de carga</b>		9161.28	8172.63	7620.43	6855.75	4657.62	3964.20
<b>Penetrabilidad del Ion</b>		Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta

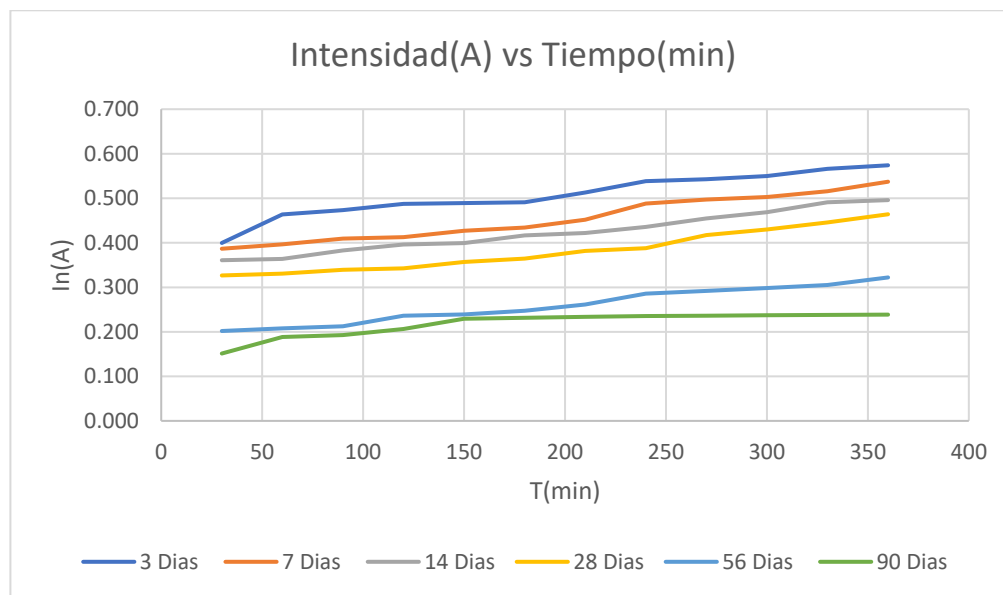


Figura 23: Permeabilidad con 408kg de Cemento Portland Tipo I

Tabla 44

*Medición de la permeabilidad del concreto a 3días, 7días, 14días, 28días, 56días y 90días con*

*380kg de Cemento Portland Tipo I*

Dato	Tiempo	Intensidad (A)					
		3 días	7 días	14 días	28 días	56 días	90 días
N°	min						
1	30	0.363	0.334	0.312	0.272	0.210	0.171
2	60	0.380	0.342	0.318	0.288	0.214	0.189
3	90	0.395	0.347	0.323	0.303	0.217	0.193
4	120	0.412	0.359	0.336	0.316	0.228	0.206
5	150	0.425	0.375	0.349	0.329	0.230	0.229
6	180	0.434	0.386	0.357	0.337	0.248	0.231
7	210	0.439	0.396	0.362	0.342	0.260	0.234
8	240	0.440	0.403	0.376	0.356	0.264	0.245
9	270	0.453	0.424	0.382	0.362	0.265	0.256
10	300	0.461	0.432	0.398	0.378	0.279	0.267
11	330	0.471	0.457	0.405	0.385	0.280	0.278
12	360	0.481	0.462	0.412	0.399	0.292	0.299
<b>Carga que pasa</b>		8516.97	7773.723	7142.445	6716.745	4924.026	4615.227
<b>Valor de carga</b>		7738.07	7062.79	6489.25	6102.48	4473.71	4193.15
<b>Penetrabilidad del Ion</b>		Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta

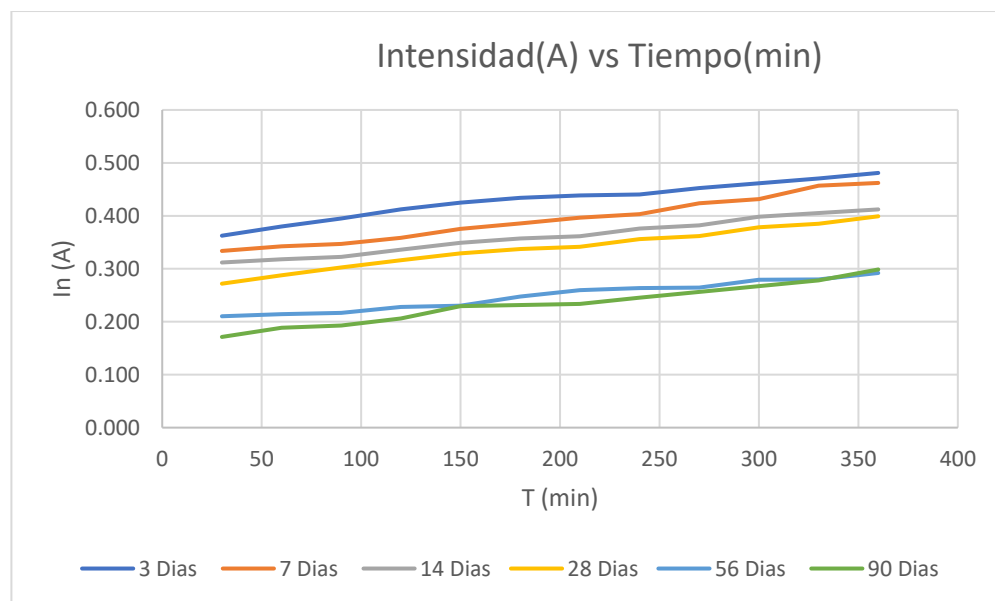


Figura 24 : Permeabilidad con 380kg de Cemento Portland Tipo I

Tabla 45

*Medición de la permeabilidad del concreto a 3días, 7días, 14días, 28días, 56días y 90días con 408kg de Cemento Portland Tipo I más Aditivo Denka Shaguard*

Dato	Tiempo	Intensidad (A)					
		3 días	7 días	14 días	28 días	56 días	90 días
N°	min						
1	30	0.399	0.381	0.321	0.251	0.206	0.135
2	60	0.400	0.385	0.336	0.275	0.214	0.136
3	90	0.415	0.395	0.348	0.292	0.227	0.137
4	120	0.423	0.403	0.350	0.305	0.228	0.140
5	150	0.449	0.429	0.370	0.315	0.239	0.143
6	180	0.451	0.431	0.375	0.323	0.241	0.157
7	210	0.462	0.432	0.389	0.330	0.260	0.161
8	240	0.476	0.446	0.392	0.339	0.264	0.166
9	270	0.481	0.451	0.420	0.341	0.275	0.173
10	300	0.496	0.466	0.426	0.351	0.282	0.184
11	330	0.505	0.475	0.433	0.372	0.290	0.188
12	360	0.519	0.489	0.448	0.380	0.298	0.191
<b>Carga que pasa</b>		9031.383	8547.183	7602.111	6404.4	4988.826	3148.191
<b>Valor de carga</b>		8205.43	7765.52	6906.87	5818.7	4532.58	2860.28
<b>Penetrabilidad del Ion</b>		Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	MODERADA

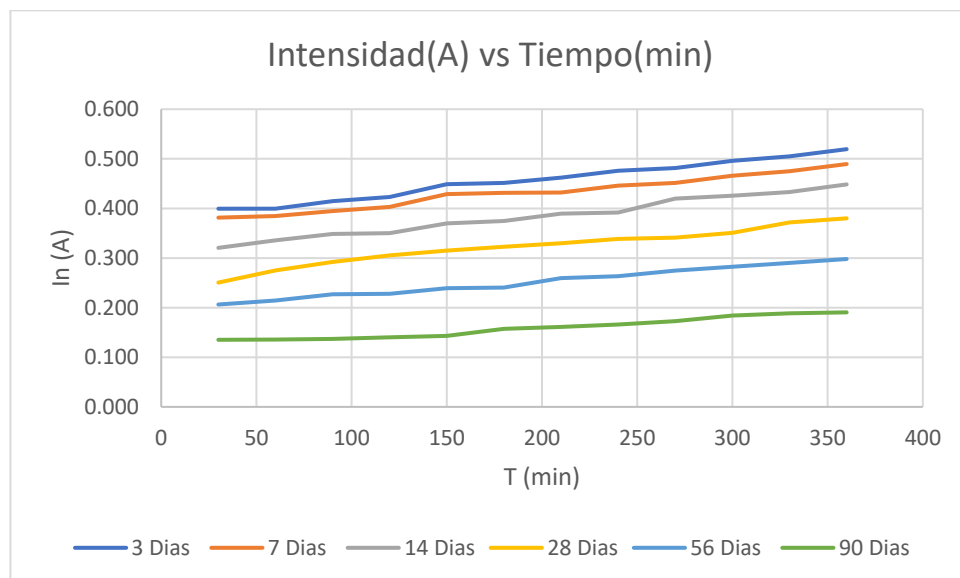


Figura 25 : Permeabilidad con 408kg de Cemento Portland Tipo I más Aditivo Denka Shaguard

Tabla 46

*Medición de la permeabilidad del concreto a 3días, 7días, 14días, 28días, 56días y 90días con 380kg de Cemento Portland Tipo I más Aditivo Denka Shaguard*

Dato	Tiempo	Intensidad (A)						
		N°	min	3 días	7 días	14 días	28 días	56 días
1	30		0.394	0.337	0.301	0.248	0.201	0.145
2	60		0.432	0.347	0.314	0.273	0.210	0.146
3	90		0.441	0.359	0.329	0.291	0.215	0.156
4	120		0.458	0.363	0.336	0.305	0.225	0.160
5	150		0.470	0.377	0.344	0.314	0.234	0.161
6	180		0.471	0.384	0.357	0.320	0.240	0.177
7	210		0.489	0.392	0.362	0.325	0.245	0.181
8	240		0.493	0.408	0.376	0.329	0.253	0.182
9	270		0.491	0.417	0.380	0.333	0.259	0.184
10	300		0.507	0.424	0.384	0.340	0.270	0.184
11	330		0.516	0.434	0.393	0.345	0.273	0.190
12	360		0.529	0.447	0.399	0.351	0.279	0.199
<b>Carga que pasa</b>			9413.091	7733.475	7063.596	6253.866	4793.661	3409.767
<b>Valor de carga</b>			8552.23	7026.22	6417.61	5681.93	4355.27	3097.93
<b>Penetrabilidad del Ion</b>			Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	MODERADA

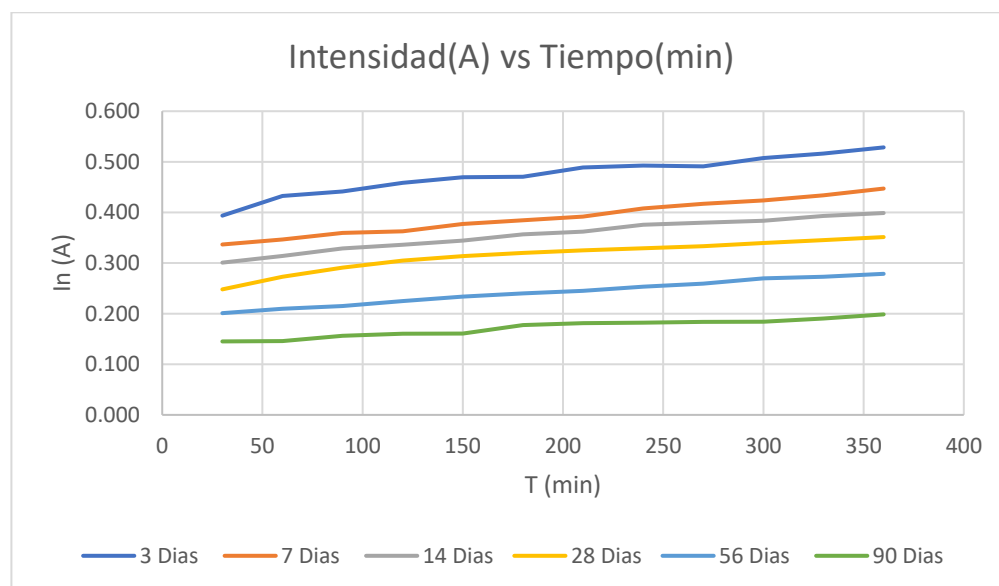


Figura 26: Permeabilidad con 380kg de Cemento Portland Tipo I más Aditivo Denka Shaguard

Tabla 47

*Comparativo de la disminución de porosidad por tipo de cemento hasta 90 días con 408kg de material cementante*

Dato	Tiempo	Intensidad (A), 408 kg, 90 días		
		Tipo HS	Tipo 1	Tipo 1 Más AD DSh
<b>N°</b>	<b>min</b>			
<b>1</b>	30	0.045	0.151	0.135
<b>2</b>	60	0.046	0.189	0.136
<b>3</b>	90	0.049	0.193	0.137
<b>4</b>	120	0.050	0.206	0.140
<b>5</b>	150	0.053	0.229	0.143
<b>6</b>	180	0.055	0.231	0.157
<b>7</b>	210	0.057	0.234	0.161
<b>8</b>	240	0.059	0.235	0.166
<b>9</b>	270	0.061	0.236	0.173
<b>10</b>	300	0.063	0.237	0.184
<b>11</b>	330	0.065	0.238	0.188
<b>12</b>	360	0.066	0.239	0.191
<b>Carga que pasa</b>		1102.725	4363.227	3148.191
<b>Valor de carga</b>		1001.88	3964.2	2860.28
<b>Penetrabilidad del Ion</b>		BAJA	Alta	MODERADA

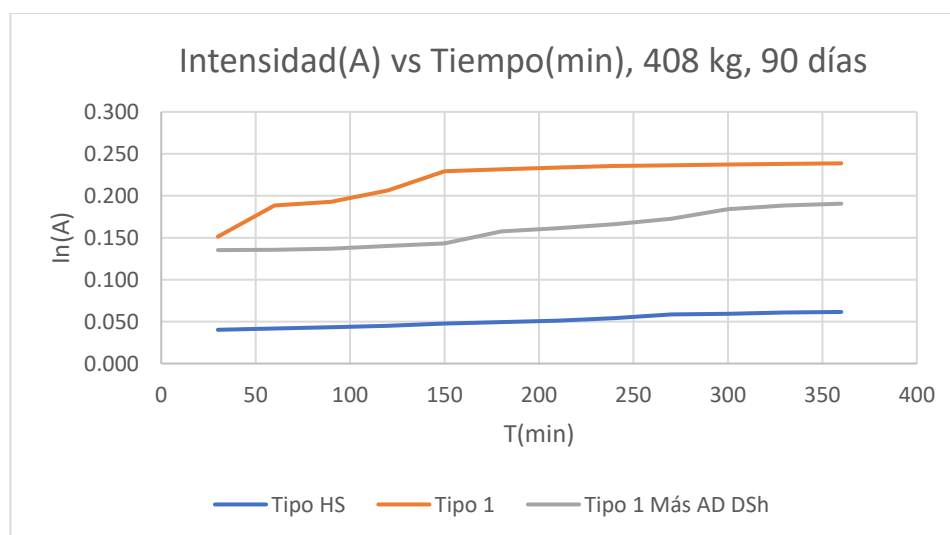


Figura 27: Resumen del grafico a 90 días con 408kg de material cementante

Tabla 48

*Comparativo de la disminución de porosidad por tipo de cemento hasta 90 días con 380kg de material cementante*

Dato	Tiempo	Intensidad (A), 380 kg, 90 días		
N°	min	Tipo HS	Tipo 1	Tipo 1 Más AD DSh
1	30	0.042	0.171	0.145
2	60	0.043	0.189	0.146
3	90	0.045	0.193	0.156
4	120	0.047	0.206	0.160
5	150	0.050	0.229	0.161
6	180	0.051	0.231	0.177
7	210	0.052	0.234	0.181
8	240	0.055	0.245	0.182
9	270	0.056	0.256	0.184
10	300	0.058	0.267	0.184
11	330	0.058	0.278	0.190
12	360	0.061	0.299	0.199
<b>Carga que pasa</b>		1122.273	4615.227	3409.767
<b>Valor de carga</b>		1019.64	4193.15	3097.93
<b>Penetrabilidad del Ion</b>		BAJA	Alta	MODERADA

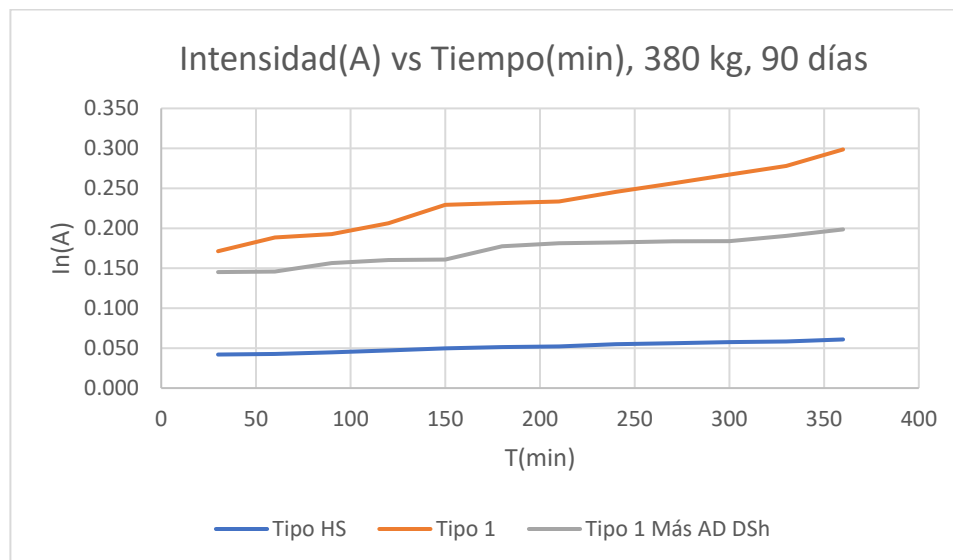


Figura 28: Resumen del grafico a 90 días con 380kg de material cementante

Tabla 49

*Resumen de Permeabilidad al Concreto*

Descripción	Cantidad Kg	Carga que pasa 3 Días	Penetrabilidad de ion	Carga que pasa 7 Días	Penetrabilidad de ion	Carga que pasa 14 Días	Penetrabilidad de ion	Carga que pasa 28 Días	Penetrabilidad de ion	Carga que pasa 56 Días	Penetrabilidad de ion	Carga que pasa 90 Días	Penetrabilidad de ion
<b>Cemento Portland HS</b>	408	6687.108	Alta	5920.596	Alta	5126.445	Alta	3190.455	Moderada	2625.831	Moderada	1102.725	Baja
<b>Cemento Portland HS</b>	380	7086.591	Alta	5585.814	Alta	4924.03	Alta	3349.152	Moderada	2460.339	Moderada	1122.273	Baja
<b>Cemento Portland Tipo 1</b>	408	10083.447	Alta	8995.275	Alta	8387.496	Alta	7545.843	Alta	5126.445	Alta	4363.227	Alta
<b>Cemento Portland Tipo 1</b>	380	8516.97	Alta	7773.723	Alta	7142.445	Alta	6716.745	Alta	4924.026	Alta	4615.227	Alta
<b>Cemento Portland T1 más aditivo Denka Shaguard</b>	408	9031.383	Alta	8547.183	Alta	7602.111	Alta	6404.4	Alta	4988.826	Alta	3148.191	Moderada
<b>Cemento Portland T1 más aditivo Denka Shaguard</b>	380	9413.091	Alta	7733.475	Alta	7063.596	Alta	6253.866	Alta	4793.661	Alta	3409.767	Moderada

Tabla 50

*Permeabilidad a 3 Días promedio total*

<b>Mayor Permeabilidad a 3 Días</b>	
<b>Sumatoria de la carga que pasa 3 días con Cemento Portland Tipo 1</b>	9261.22
<b>Sumatoria de la carga que pasa 3 días con Cemento Portland HS</b>	6886.85
<b>Diferencia Promedio</b>	2374.37
<b>Promedio Total</b>	25.6 %

Tabla 51

*Permeabilidad a 90 Días promedio total*

<b>Mayor Permeabilidad a 90 Días</b>	
<b>Sumatoria de la carga que pasa 3 días con Cemento Portland Tipo 1</b>	3884.103
<b>Sumatoria de la carga que pasa 3 días con Cemento Portland HS</b>	1112.499
<b>Diferencia Promedio</b>	2771.604
<b>Promedio Total</b>	71.3 %

Tabla 52

*Promedio de la Disminución a la Penetración del Ion Cloruro*

Descripción	Velocidad Promedio Disminución Permeabilidad	Promedio de Permeabilidad %
<b>Cemento Portland Tipo HS</b>	72.05	
<b>Cemento Portland Tipo HS</b>	64.4	67.52
<b>Cemento Portland Tipo 1</b>	46.27	
<b>Cemento Portland Tipo 1</b>	37.28	
<b>Cemento Portland T1 más aditivo Denka Shaguard</b>	59.07	
<b>Cemento Portland T1 más aditivo Denka Shaguard</b>	45.54	47.18

Tabla 53

*Costo con Cemento Portland Tipo HS con 380 kg*

DESCRIPCION	DOSIFICACION	%	M3	TM	s/TM
<b>CEMENTO PORTLAND TIPO HS</b>	380	15.98		400	152.00
<b>AGUA</b>	190	7.99	150	0.15	0.03
<b>AGREGADO GRUESO</b>	1036	43.57	40	25	25.90
<b>AGREGADO FINO</b>	772	32.46	30	18.75	14.48
<b>TOTAL</b>	2378	100.00		S/m3	192.40

- Nota: El costo por metro cubico total es de S/.192.40

Tabla 54

*Costo con Cemento Portland Tipo 1 con 380kg*

DESCRIPCION	DOSIFICACION	%	M3	TM	s/TM
<b>CEMENTO PORTLAND TIPO 1</b>	380	15.87		430	163.40
<b>AGUA</b>	190	7.93	150	0.15	0.03
<b>AGREGADO GRUESO</b>	1046	43.67	40	25	26.15
<b>AGREGADO FINO</b>	779	32.53	30	18.75	14.61
<b>TOTAL</b>	2395	100.00		S/m3	204.18

- Nota: El costo por metro cubico total es de S/.204.18

Tabla 55

*Costo con Cemento Portland Tipo 1 más aditivo Denka Shaguard con 380 kg*

DESCRIPCION	DOSIFICACION	%	M3	TM	s/TM
<b>CEMENTO PORTLAND TIPO 1</b>	380	15.81		430	163.40
<b>AGUA</b>	190	7.91	150	0.15	0.03
<b>AGREGADO GRUESO</b>	1046	43.53	40	25	26.15
<b>AGREGADO FINO</b>	779	32.42	30	18.75	14.61
<b>ADITIVO DENKA SHAGUARD</b>	8	0.33		10000	80.00
<b>TOTAL</b>	2403	100.00		S/m3	284.18

- Nota: El costo por metro cubico total es de S/.284.18

Tabla 56

*Costo con Cemento Portland Tipo HS con 408 kg*

DESCRIPCION	DOSIFICACION	%	M3	TM	s/TM
<b>CEMENTO PORTLAND TIPO HS</b>	408	17.31		400	163.20
<b>AGUA</b>	206	8.74	150	0.15	0.03
<b>AGREGADO GRUESO</b>	929	39.41	40	25	23.23
<b>AGREGADO FINO</b>	814	34.54	30	18.75	15.26
<b>TOTAL</b>	2357	100.00		S/m3	201.72

- Nota: El costo por metro cubico total es de S/.201.72

Tabla 57

*Costo con Cemento Portland Tipo 1 con 408kg*

DESCRIPCION	DOSIFICACION	%	M3	TM	s/TM
<b>CEMENTO PORTLAND TIPO 1</b>	408	17.17		430	175.44
<b>AGUA</b>	206	8.67	150	0.15	0.03
<b>AGREGADO GRUESO</b>	939	39.52	40	25	23.48
<b>AGREGADO FINO</b>	823	34.64	30	18.75	15.43
<b>TOTAL</b>	2376	100.00		S/m3	214.38

- Nota: El costo por metro cubico total es de S/.214.38

Tabla 58

*Costo con Cemento Portland Tipo 1 más aditivo Denka Shaguard con 408 kg*

DESCRIPCION	DOSIFICACION	%	M3	TM	s/TM
<b>CEMENTO PORTLAND TIPO 1</b>	408	17.11		430	175.44
<b>AGUA</b>	206	8.64	150	0.15	0.03
<b>AGREGADO GRUESO</b>	939	39.39	40	25	23.48
<b>AGREGADO FINO</b>	823	34.52	30	18.75	15.43
<b>ADITIVO DENKA SHAGUARD</b>	8	0.34		10000	80.00
<b>TOTAL</b>	2384	100.00		S/m3	294.38

- Nota: El costo por metro cubico total es de S/.294.38

Tabla 59

*Resumen de costo con 380 kg con cemento portland*

DESCRIPCION	CEMENTO PORTLAND TIPO HS	CEMENTO PORTLAND TIPO 1	CEMENTO PORTLAND TIPO 1 MAS ADITIVO DSH
	<b>380 kg</b>	<b>380 kg</b>	<b>380 kg</b>
<b>Materiales</b>	192.40	204.18	284.18
<b>Depreciación</b>	15	15	15
<b>Otros gastos</b>	35	35	35
<b>s/m3</b>	242.40	254.18	334.18

Tabla 60

*Resumen de costo con 408 kg con cemento portland*

DESCRIPCION	CEMENTO PORTLAND TIPO HS	CEMENTO PORTLAND TIPO 1	CEMENTO PORTLAND TIPO 1 MAS ADITIVO DSH
	<b>408 kg</b>	<b>408 kg</b>	<b>408 kg</b>
<b>Materiales</b>	201.72	214.38	294.38
<b>Depreciación</b>	15	15	15
<b>Otros gastos</b>	35	35	35
<b>s/m3</b>	251.72	264.38	344.38

Tabla 61

*Ahorro en el resumen de costo*

AHORRO EN EL DISEÑO		
DESCRIPCION	s/m3	%
<b>Ahorro entre los dos tipos de cemento en s/m3 con 380kg</b>	95.37	4.6
<b>Diferencia entre las cantidades kilos de cemento</b>	96.30	3.7

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1 Discusión

Para minimizar las patologías del concreto en la actualidad se utilizan aditivos impermeabilizantes que se adicionan a los diseños de mezclas con cemento portland tipo OPC, en el presente estudio de investigación se demuestra que diseños de concreto con cemento portland tipo HS con adiciones activas se logra menor porosidad y mayores resistencias a menor costo.

De acuerdo a los resultados obtenidos, cuando utilizamos mayor cantidad de cemento 408 kg, los resultados de resistencia a la compresión deberían ser mayores a un 10% en promedio respecto al utilizar 380 kg de cemento para un mismo tipo de material cementante, en el estudio no se tiene esa marcada diferencia, se atribuye al uso de materiales, mano de obra, equipos utilizados.

Con la incorporación de mayor cantidad de aditivo en el diseño se logra menor penetración al ion cloruro, pero se incrementaría los costos en su utilización, el diseño con cemento OPC más aditivo Denka Shaguard se obtiene una permeabilidad MODERADA a diferencia que al usar sólo cemento OPC, la permeabilidad es ALTA a los 90 días de evaluación.

Se recomienda para obtener mejores resultados la evaluación y selección de los agregados, para el presente estudio se ha utilizado agregados de la zona aledaña a planta de la empresa Caliza Cemento Inca S.A.

Por los antecedentes del estudio, utilizando aditivos plastificantes y superplastificantes ayudarían a reducir la relación agua/cemento hasta 0.35%, obteniéndose como resultado disminución significativa de la permeabilidad del concreto en consecuencia un incremento de las resistencias a compresión, teniendo un efecto en la durabilidad, en algunos casos puede ser beneficioso y otros pueden mermar el mismo efecto.

Tomando como diseño patrón el uso de cemento OPC, la resistencia a la compresión de los diseños realizados con 380 kg de material cementante, se tiene como resultado al usar cemento portland tipo HS las resistencias iniciales 25.95 % (204.68 kg/cm<sup>2</sup> con cemento portland tipo HS y 276.42 con cemento OPC) menor respecto al diseño patrón a 3 días, y a edades mayores de 90 días es 36.53% (594.66 kg/cm<sup>2</sup> con cemento HS y 435.54 kg/cm<sup>2</sup>) más resistente usando cemento portland tipo HS en el diseño.

Al utilizar 408 kg de cemento, se obtuvo con cemento portland tipo HS las resistencias tempranas 17.98 % (237.32 kg/cm<sup>2</sup> con cemento portland tipo HS y 289.34 con cemento OPC) menor respecto al diseño patrón a 3 días, y a edades de 90 días es 34.47% (630.02 kg/cm<sup>2</sup> con cemento HS y 468.52 kg/cm<sup>2</sup>) más resistente usando cemento tipo HS

## 4.2 Conclusiones

Se evaluó el diseño 420 kg/cm<sup>2</sup>, con 380 kg y 408 kg de material cementante, con cemento OPC, cemento OPC más aditivo Denka Shaguar 0.33% en peso y cemento con escoria tipo HS, a 28 días y 56 días con ambas cantidades utilizando cemento tipo HS, se obtiene una penetración al ion cloruro MODERADA y a los 90 días del estudio la penetración al ion es BAJA, por lo tanto, en función de la durabilidad se obtendría un ahorro del 4.6% respecto al diseño con el cemento portland Tipo 1 a iguales cantidades de cemento, por otro lado se obtiene un ahorro de 3.7% respecto al diseño con cemento portland tipo 1 y cemento portland HS a diferentes cantidades de cemento sólo utilizando 380 kg de cemento HS.

Los diseños con cemento OPC y cemento OPC más aditivo DSh reportan mayor permeabilidad desde edades tempranas (3 días) en un 25.6% en promedio respecto al diseño con cemento tipo HS con escoria, y a edades mayores (90 días) los mejores resultados se obtienen en los diseños con tipo HS mejorando la penetración del ion cloruro hasta un 71.3%.

La velocidad de disminución a la penetración del ion cloruro en el diseño con cemento tipo HS de 3 a 90 días es de un 67.52%, y con los diseños con cemento OPC es de 47.18%, se atribuye a la actividad que tienen los cementos con escoria y su mayor finura generando concretos con menor permeabilidad minimizando las diferentes patologías que dañan las estructuras.

De los resultados de resistencias a la compresión concluimos que los diseños con cemento adicionado con escoria, las resistencias a edades tempranas (3días) son menores comparados con los cementos en base a Clinker y yeso (OPC) en un 22.0% en promedio, logrando altas resistencias a largo plazo (90 días) controladas por la reactividad de la adición activa escoria de alto horno, es 35.5% mayor, por lo tanto, se tiene una reducción de la permeabilidad, reduciendo la difusión de iones cloruro, mejorando así significativamente la protección contra la corrosión que ofrece la matriz de concreto al acero de refuerzo.

## REFERENCIAS

- Gong, W., Yu, H., Ma, H., Qiao, H., & Chen, G. (2019). Study on corrosion and anticorrosion of rebar in magnesium oxychloride cement concrete. *Emerging Materials Research*, págs. 94-104.
- Xu, A., & Shayan, A. (2016). Relationship between reinforcing bar corrosion and concrete cracking. págs. 3-12.
- Medina, Á. M. (2010). Evaluación del desempeño del cemento portland tipo III adicionado con nanopartículas de hierro (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia). <http://www.bdigital.unal.edu.co/2022/>
- SALARDI, I. E. P. (2015). Concreto (hormigón) con cemento sol tipo-i de resistencias tempranas con la tecnología “sika viscocrete 20he” (doctoral dissertation, universidad ricardo palma). <https://core.ac.uk/download/pdf/132423033.pdf>
- Cabrera Huamaní, L. G. (2017). Evaluación del comportamiento del Concreto, elaborados con cementos: Tipo I y Tipo HS, modificados con aditivos Naftalenos y Policarboxilatos. [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/19938/Cabrera\\_HLG.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/19938/Cabrera_HLG.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Fernández López, L. (2017). Evaluación del diseño del concreto elaborado con cemento portland tipo I adicionando el aditivo sikament-290N, en la ciudad de Lima-2016. <http://181.224.246.201/handle/UCV/1434>
- Núñez Aranguri, O. A., y Villanueva Paredes, J. A. (2018). Evaluación de la mejora en las propiedades físicas y mecánicas del concreto de resistencia acelerada incorporando el aditivo sikaplast 700. <http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/handle/usmp/4329>
- Cuellar Loaiza, J. C., y Sequeiros Arone, W. (2017). Influencia del curado en la resistencia a la compresión del concreto preparado con cemento portland tipo I y cemento puzolánico tipo IP en la ciudad de Abancay-Apurímac. <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/106>
- Niño Parra, P. A. (2014). Influencia del régimen de curado sobre la resistencia a compresión de concretos de ultra alto desempeño (CUAD) (Bachelor's thesis, Facultad de Ingeniería). [https://www.researchgate.net/profile/Yezid\\_Alvarado/publication/307575039\\_INFLUENCIA\\_DEL\\_REGIMEN\\_DE\\_CURADO SOBRE\\_LA\\_RESISTENCIA\\_A\\_COMPRESION\\_DE\\_CONCRETOS\\_DE\\_ULTRA\\_ALTO\\_DESEMPENO\\_CUAD/links/57c9775708ae3ac722af8015.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Yezid_Alvarado/publication/307575039_INFLUENCIA_DEL_REGIMEN_DE_CURADO SOBRE_LA_RESISTENCIA_A_COMPRESION_DE_CONCRETOS_DE_ULTRA_ALTO_DESEMPENO_CUAD/links/57c9775708ae3ac722af8015.pdf)
- Castellano, C. C., Bonavetti, V. L., y Irassar, E. F. (2013). Cementos mezclas: influencia del tamaño de las partículas de escoria. *Concreto y cemento. Investigación y desarrollo*, 4(2), 2-14. <http://www.scielo.org.mx/pdf/ccid/v4n2/v4n2a1.pdf>
- Valdez-Tamez, P. L., Durán-Herrera, A., Miguel, F. S., y Juárez-Alvarado, C. A. (2014). Influencia de la carbonatación en morteros de cemento Portland y ceniza volante. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 10(1), 39-49. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-77432009000100005](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432009000100005)
- Niño Sandoval, W. A. L. N. (2013). Caracterización mecánica y de durabilidad de concretos de alto desempeño. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/15569>

- Ponce Portocarrero, C. P. (2014). Estudio del concreto reciclado de mediana a baja resistencia, utilizando cemento Portland tipo I. <http://repositorio.uni.edu.pe/handle/uni/3643>
- Cabrera Huamaní, L. G. (2017). Evaluación del comportamiento del Concreto, elaborados con cementos: Tipo I y Tipo HS, modificados con aditivos Naftalenos y Policarboxilatos. [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/19938/Cabrera\\_HLG.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/19938/Cabrera_HLG.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Bernable Fernández, P. E. (2015). Características y comportamiento del concreto utilizando cemento Portland con microfiller calizo. <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3410>
- Duran Mendoza, J. M. (2018). Estudio de las propiedades del concreto  $F'C= 210$  KG/CM<sup>2</sup> aplicado a condiciones simuladas de curado en obra, en la ciudad de Arequipa, con Cemento Portland tipo IP. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6120>
- Rojas, M. A. Y. T. A., y Wilson, J. (2014). Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/403>
- Goicochea, C., y del Pilar, V. (2018). Influencia del aditivo chemaplast impermeabilizante en las propiedades físico mecánicas del concreto, usando cemento Pacasmayo tipo I y tipo V (ASTM C-150). <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2535>
- Baca Pinelo, J. F., y Boy Sanchez, J. R. (2016). influencia del porcentaje y tipo de acelerante, sobre la resistencia a la compresión en la fabricación de un concreto de rapido fraguado. <http://www.dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/2549>
- Cabellos, A., y Enet, T. (2016). Permeabilidad de un concreto  $F'C= 210$  KG/CM<sup>2</sup> utilizando diferentes porcentajes de aditivo plastificante, Cajamarca, 2016. <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/10351>