

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS:

**INFLUENCIA DEL SIKA ANTIGELL EN LA
DURABILIDAD DEL CONCRETO
SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS EN
LA PROVINCIA DE HUAROCHIRI**

**PRESENTADO POR:
BACHILLER: GUTIERREZ GUZMAN ALEXANDER**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL:
NUEVAS TECNOLOGÍAS Y PROCESOS**

**PARA OPTAR: EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO – PERU
2023**

ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA
ASESOR

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a todos mis seres queridos, que me apoyaron en este arduo camino que llego hasta estos momentos.

AGRADECIMIENTO

A dios por ser guía y camino, en cada paso transcurrido durante mi etapa como estudiante y en la actualidad.

A la plana docente de la UPLA, de la facultad de ingeniería, especialidad de ingeniería civil, quienes con sus conocimientos me guiaron, durante mi vida universitaria.



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA DEJA:

CONSTANCIA N° 377

Que, el (la) bachiller: **ALEXANDER, GUTIERREZ GUZMAN**, de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, Presentó la tesis denominada: **"INFLUENCIA DEL SIKI ANTIGELL EN LA DURABILIDAD DEL CONCRETO SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS EN LA PROVINCIA DE HUAROCHIRI"**, la misma que cuenta con **127 Páginas**, ha sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el **24%** de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 16 de diciembre del 2022



Dr. Santiago Zevallos Salinas
Director de la Unidad de Investigación

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

Dr. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

Mg. HENRY GUSTAVO PAUTRAT EGOAVIL
JURADO

Mg. RANDO PORRAS OLARTE
JURADO

Ing. CARLOS ALBERTO GONZALES ROJAS
JURADO

Mg. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DE DOCENTE

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLA	xi
RESUMEN.....	xii
SUMMARY	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv
CAPÍTULO I:.....	16
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	16
1.1 Planteamiento del problema de investigación	16
1.2. Formulación y sistematización del problema.....	17
1.2.1. Problema general	17
1.2.2. Problemas específicos	17
1.3. Justificación.....	18
1.3.1. Practica o Social.....	18
1.3.2. Metodológica	18
1.4. Delimitación.....	19
1.4.1. Delimitación espacial.....	19
1.4.2. Delimitación temporal	20
1.4.3. Delimitación económica.....	20
1.5. Limitaciones	20
1.6. Objetivos	20
1.6.1. Objetivo general	20
1.6.2. Objetivos específicos.....	21
CAPÍTULO II.....	22
MARCO TEÓRICO	22
2.1. Antecedentes	22
2.1.1. Antecedentes nacionales	22

2.1.2. Antecedentes internacionales	24
2.2. Marco conceptual.....	28
2.2.1. Fundamentos del concreto.....	28
2.2.2. Cemento	34
2.2.3. Agregados	34
2.2.4. Agregados clasificaciones:.....	35
2.2.5. Propiedades del Concreto.....	36
2.2.6. Propiedades en estado endurecido.....	37
2.2.7. Definición de la durabilidad del concreto	40
2.3. Definición de términos.....	45
2.4. Hipótesis.....	49
2.4.1. Hipótesis general:.....	49
2.4.2. Hipótesis específicas:.....	49
2.5. Variables:	50
2.5.1. Definición conceptual de las variables:	50
2.5.2. Definición operacional de la variable:	51
CAPÍTULO III	52
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	52
3.1. Método de investigación	52
3.2. Tipo de investigación	52
3.3. Nivel de investigación	52
3.4. Diseño de Investigación.....	52
3.5. Población y muestra.....	53
3.5.1. Población.....	53
3.5.2. Muestra.....	54
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	54
3.6.1. Documentales (mediante el análisis documental).....	55
3.7. Técnicas e procesamiento y análisis de datos	55
3.7.1. Análisis de datos:	56
CAPÍTULO IV	58
RESULTADOS	58
4.1. Generalidades del proyecto:	58

4.2. Diseño de mezcla del concreto:.....	59
4.2.1. Diseño de mezcla sin aditivo:.....	59
4.2.2. Diseño de mezcla con aditivo:.....	68
4.3. Probetas de concreto:	69
4.3.1. Elaboración del concreto:	69
4.3.2. Ensayo de asentamiento:	69
4.3.3. Elaboración y curado de probetas:.....	70
4.4. Ensayo de resistencia a la compresión:	72
4.5. Ensayo de impermeabilidad:.....	73
4.6. Contrastación de pruebas hipótesis.....	75
4.6.1. Paso: Formulación de la hipótesis	76
4.6.2. Paso: Elección del estadístico.....	76
4.6.3. Determinación de la región crítica:	77
4.6.4. Cálculo del valor del estadístico por la prueba “t”:.....	77
4.7. Contrastación de pruebas hipótesis específica	78
4.7.1. Paso: Formulación de la hipótesis	78
4.7.2. Paso: Elección del estadístico.....	79
4.7.3. Determinación de la región crítica:	79
4.7.4. Cálculo del valor del estadístico por la prueba “t”:.....	79
CAPÍTULO V	81
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	81
5.1. Descripción de los resultados	81
5.2. Resistencia a la compresión a bajas temperaturas	81
5.3. Impermeabilidad a temperatura ambiente	83
5.4. Impermeabilidad a bajas temperaturas:	84
CONCLUSIONES	85
RECOMENDACIONES.....	88
BIBLIOGRAFIA	90
ANEXOS	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Desgaste del concreto	37
Figura 2 Clasificación de la agresividad química	38
Figura 3 Corrosión del acero en el concreto armado	39
Figura 4 Fisuración del concreto	40
Figura 5 Revisiones y mantenimiento.....	41
Figura 6 Elaboración del concreto	66
Figura 7 Ensayo de asentamiento	66

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Propiedades en estado fresco	35
Tabla 2 Operacionalización de la variable independiente.....	47
Tabla 3 Determinación del # probetas.....	52
Tabla 4 características del agregado grueso	56
Tabla 5 Características del agregado fino	57
Tabla 6 Características del cemento y agua	57
Tabla 7 Slump según el tipo de construcción.....	58
Tabla 8 Agua y contenido de aire	59
Tabla 9 Resistencia promedio sin datos estadísticos.....	60
Tabla 10 Relación agua/cemento	60
Tabla 11 Coeficiente para volumen de agregado grueso	62
Tabla 12 Cantidad de material sin agregado fino.....	63
Tabla 13 Cantidad de material para 1m ³	65
Tabla 14 Proporciones del diseño de mezcla.....	66
Tabla 15 Diseño de mezcla con aditivo	66
Tabla 16 Cantidad de probetas por cada dosificación	69
Tabla 17 Resumen de la resistencia a la compresión a los 7 días	70
Tabla 18 Resumen de la resistencia a la compresión a los 28 días	71
Tabla 19 Impermeabilidad del concreto a los 7 días	73
Tabla 20 Impermeabilidad del concreto a los 28 días	73
Tabla 21 Se acepta o rechazar la hipótesis nula.....	74
Tabla 22 Se acepta o rechazar la hipótesis nula.....	77
Tabla 23 Porcentaje de resistencia a temperatura ambiente.....	80
Tabla 24 Porcentaje de resistencia a bajas temperaturas	81
Tabla 25 Promedio de impermeabilidad a temperatura ambiente	82
Tabla 26 Promedio de impermeabilidad a bajas temperaturas.....	83

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulada: “INFLUENCIA DEL SIKA ANTIGELL EN LA DURABILIDAD DEL CONCRETO SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS EN LA PROVINCIA DE HUAROCHIRI”, tuvo como problema principal: ¿Cómo influye la adición sika antigell en la durabilidad del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí?, de la misma manera tuvo su objetivo general: Determinar la influencia de la adición sika antigell en la durabilidad del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí, el mismo que llegó a la hipótesis general: La adición del sika antigell influirá significativamente en la resistencia a la compresión del concreto sometido a temperatura ambiente en la provincia de Huarochirí. Con respecto a la metodología se definió que el método de investigación: fue el Científico, así como el tipo de investigación fue el Correlacional descriptivo, y el nivel de investigación fue el Exploratorio, donde se tuvo un diseño de investigación Experimental y la Población estuvo conformada por 48 probetas y las muestras fueron 48 probetas. Llegando a la conclusión general: donde se determinó la influencia de la adición sika antigell en la durabilidad del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí, debido a que se pudo comprobar que la resistencia a la compresión aumenta dependiendo del porcentaje de aditivo que se le agrega mejorando su durabilidad a la aplicación de cargas, de igual manera se comprobó que el porcentaje de poros disminuyen respecto al aumento proporcionado del aditivo, beneficiando de esta manera a la impermeabilidad del concreto.

Palabras clave: ADITIVO SIKA ANTI GELL, DURABILIDAD DEL CONCRETO,

SUMMARY

The present research work entitled: "INFLUENCE OF SIKA ANTIGELL ON THE DURABILITY OF CONCRETE SUBJECTED TO LOW TEMPERATURES IN THE PROVINCE OF HUAROCHIRI", had as main problem: How does the addition of SIKA ANTIGELL influence the durability of concrete subjected to low temperatures in the province of Huarochirí ?, in the same way it had its general objective: To determine the influence of the addition of SIKA ANTIGELL on the durability of concrete subjected to low temperatures in the province of Huarochirí, the same that arrived at the general hypothesis: The addition of SIKA ANTIGELL significantly influences the compressive strength of concrete subjected to room temperature in the province of Huarochirí. Regarding the methodology, it was defined that the research method: was the Quantitative, as well as the type of research was the quantitative correlational, and the research level was the Exploratory, where a Pre-Experimental research design was had and the Population was made up of 48 specimens and the samples were 48 specimens. Reaching the general conclusion: where the influence of the SIKA ANTIGELL addition was determined on the durability of concrete subjected to low temperatures in the province of Huarochirí, because it was found that the compressive strength increases depending on the percentage of additive that It is added improving its durability to the application of loads, in the same way it was found that the percentage of pores decreases with respect to the increase provided by the additive, thus benefiting the impermeability of the concrete.

Keywords: SIKA ANTI GELL ADDITIVE, CONCRETE DURABILITY,

INTRODUCCIÓN

La durabilidad de las construcciones en nuestro entorno y específicamente en la ciudad de Huarochiri en donde el concreto es un tema amplio donde el número es elevado de variables, asociadas a orígenes distintos: proyectos, ejecución, materiales, uso, mantenimiento y medioambiente en el que se encuentran las estructuras, entre otras, por estos motivos desde los últimos años se viene buscando alternativas donde el esfuerzo importante al estudio de la durabilidad, del concreto en el ámbito de la construcción queda mucho por hacer en cada particularidad de cada caso donde se muestra unos los avances de estudios de procesos químicos del deterioro del concreto han sido importantes, pero, es muy probable que este proceso no ha ido debidamente acompañado, hasta ahora, con el estudio de los procesos mecánicos relacionados donde es esencialmente por el fuerte aumento de los volúmenes que esto genera algunos de estos procesos y el agrietamiento y pérdida de resistencia del concreto que lo acompaña.

Esta investigación está estructurada en cinco capítulos, los mismos que están desarrollados de la siguiente manera:

- **En el Capítulo I:** Destinado al planteamiento del problema; donde se establecieron los puntos fueron: el planteamiento del problema general, problemas específicos, objetivo general, específicos, justificación práctica, metodológica y para culminar con delimitación espacial y temporal.
- **El Capítulo II:** Destinado a la recolección del marco teórico; de donde se establecieron los puntos que fueron: antecedentes nacionales,

internacionales, marco conceptual, definición de términos, propuesta de hipótesis general, específicas y para culminar con la operacionalidad de variables.

- **En el Capítulo III:** Destinado a la determinación de la metodología; de donde se establecieron los puntos que fueron: método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población nuestra, recolección datos y para culminar con el análisis de los datos.
- **En el Capítulo IV:** Destinado al procesamiento de los resultados propios de la investigación; de donde se establecieron los puntos que fueron: el procedimiento de la obtención de los datos de forma sistematizada bajo los parámetros de las normativas actuales.
- **En el Capítulo V:** Destinado a realizar un resumen sobre los datos ya procesados en el capítulo anterior y posteriormente en los anexos se mostrarán las conclusiones y recomendaciones así con las referencias bibliográficas de esta investigación

Bachiller. Alexander Gutiérrez Guzmán.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema de investigación

Para esta investigación que busca evaluar la influencia del S.I.K.A. A.N.T.I.G.E.L.L. en la durabilidad del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí, de la región Lima donde se busca que todas las características, que muestran cómo hacer en las abundantes patologías que muestran las estructuras de concreto sometidos a los periodo de congelamiento y deshielo, que van relacionados con los climas extremos en zonas alto andinas de la provincia del Lima, con temperaturas muy bajas en invierno en especial en los meses de Mayo, Junio y Julio someten al concreto a ciclos de congelamiento y deshielo, fundamentalmente cuando estas estructuras no están protegidas ni impermeabilizadas frente a la penetración de agua. Durante el presente ciclo la ciencia que está involucrada con las investigaciones relacionadas con la gran cantidad de aditivos complementarios al diseño de mezcla del concreto dando los conceptos que traducen en una gran implementación de la tecnología con una variada gama de actividades de gran impacto para la sociedad.

Una de ellas es el estudio de materiales relacionados con Aditivo líquido que se utiliza para la fabricación de mortero y concreto en bajas temperaturas. Para proteger el concreto y que pueda estar expuesto a temperaturas ambientales de hasta -6°C / -8°C . “Para eso en esta investigación se utilizará en todos aquellos trabajos que se realizan con un

ligero frío durante el día y se esperan heladas por la noche, o bien cuando amenazan olas de frío, donde se lograra mejorar la trabajabilidad sin incrementar el agua, la reducción de agua sin pérdida de la trabajabilidad, aumentar la resistencia a las heladas del concreto fresco y mejorar las resistencias y de la impermeabilidad.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo influye la adición sika antigell en la durabilidad del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí?

1.2.2. Problemas específicos

a) ¿Cómo influye la aplicación del aditivo sika antigell en la resistencia a la compresión del concreto a temperatura ambiente en la provincia de Huarochirí?

b) ¿Cómo influye la aplicación del aditivo sika antigell en la resistencia a la compresión del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí?

c) ¿Cómo influye la aplicación del aditivo sika antigell en la impermeabilidad del concreto sometido a temperatura normal en la provincia de Huarochirí?

d) ¿Cómo influye la aplicación del aditivo sika antigell en la impermeabilidad del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí?

1.3. Justificación

1.3.1. Practica o Social

Esta investigación nos ayudara a entender la influencia del Sika Antigel I en la durabilidad del concreto sometido a bajas temperaturas, propias de algunas regiones del Perú; se evaluara los principales componentes de la durabilidad y permeabilidad del concreto en base a los ensayos de laboratorio que se realizaron en el lugar definido para la investigación, de esta manera, se sustentara un adecuado o inadecuado funcionamiento de la proporción necesaria del aditivo Sika Antigel I, el mismo que servirá para evaluar y será sometido a bajas temperaturas.

Así mismo servirá para mejorar la calidad del concreto en edificaciones y diversas estructuras sometidas a bajas temperaturas, especialmente en instituciones educativas, centros de salud, edificios multifamiliares, etc. Con lo que se trata de garantizar la seguridad de la población.

1.5.2. Metodológica

Esta investigación se identificó como influye el aditivo sika antigel I, en la durabilidad, trabajabilidad, resistencia a la compresión y la impermeabilidad del concreto, todo esto basado en fundamentación teórica y matemática para los cálculos que evidenciaran la hipótesis de esta investigación y de esta manera se establecerá como línea de referencia para clasificar y parametrizar los elementos a evaluar, así

mismo mediante un análisis teórico que permitirá evaluar resultados con relación al ser utilizado como punto para otras investigaciones a fin de continuar con el aporte a la generación de conocimientos.

1.4. Delimitación

1.4.1. Delimitación espacial

esta investigación se delimitó espacialmente:

- Departamento: Lima.
- Provincia: Huarochirí.
- Distrito: Chicla.

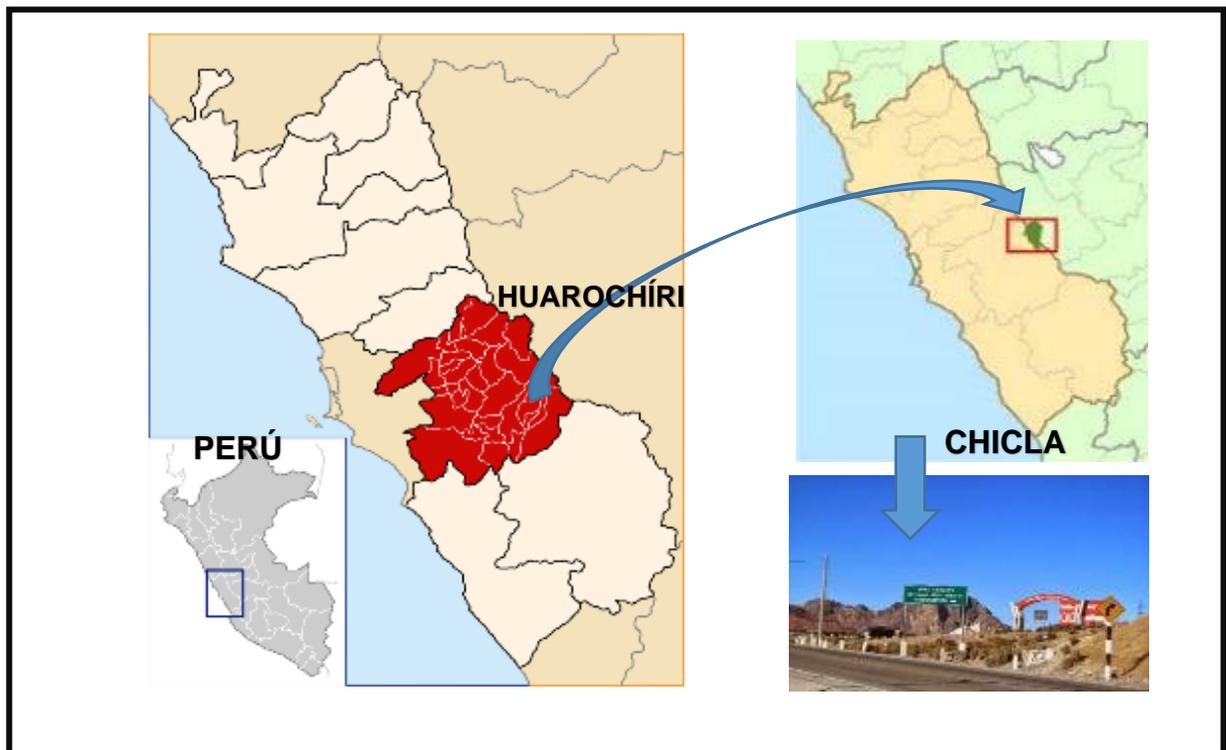


Figura 1. Ubicación del lugar donde se realizó la investigación

1.4.2. Delimitación temporal

Esta investigación se propuso el desarrollo desde junio del 2020 hasta diciembre del 2020

1.4.3. Delimitación económica

La presente investigación se desarrolló íntegramente por el investigador, que asciende al costo total de s/. 7500soles.

1.5. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones en esta investigación se señalan en la falta de interés e información de parte de las autoridades por promover la investigación y poder optimizar propiedades del concreto en función a uso de aditivos, así mejorar la vida útil de nuestras estructuras en bajas temperaturas.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar la influencia de la adición sika antigell en la durabilidad del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Determinar cómo influye la aplicación del aditivo sika antigell en la resistencia a la compresión del concreto sometido a temperatura ambiente en la provincia de Huarochirí.

- b) Determinar cómo influye la aplicación del aditivo sika antigell en la resistencia a la compresión del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí.

- c) Determinar cómo influye la aplicación del aditivo sika antigell en la impermeabilidad del concreto sometido a temperatura ambiente en la provincia de Huarochirí

- d) Determinar cómo influye la aplicación del aditivo sika antigell en la impermeabilidad del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

1.4.4. Antecedentes nacionales

- a) **Yépez, J. D. (2020).** Realizo la tesis **“INFLUENCIA DEL ADITIVO SIKA LIGHT CRÉETE PE EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, ASENTAMIENTO Y PESO UNITARIO DE UN CONCRETO CONVENCIONAL EN LA CIUDAD DE TRUJILLO-2019”** para optar el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad privada del Norte, Facultad de Ingeniería civil y Arquitectura escuela profesional de Ingeniería civil.

El aditivo SIKA Light créete PE actúa como agente espumante concentrado para elaborar mezclas cohesivas y livianas ya sea de concreto, mortero, rellenos hidráulicos, etc.; entre 750 y 1,750 kg/m³, según la dosificación utilizada y tipos de agregados empleados el uso de este tipo de concreto se da para rellenos hidráulicos cuando las mezclas se segregan o tienen exudación excesiva, cuando los agregados son de granulometría abierta (deficiencia de finos), para morteros de nivelación o afinado de pisos de bajo peso previos a la colocación del acabado final, relleno de zanjas y excavaciones en minas o en obras civiles, rellenos fluidos de densidad y resistencia controlada sin usar compactadores. Asimismo, se puede emplear en relleno de tuberías y tanques de almacenamiento de combustibles enterrados que estén fuera

de uso y también como capas de soporte de bajo tráfico y áreas deportivas sobre suelos con baja capacidad portante .

b) Fernández (2017) quien realizó “EVALUACIÓN DEL DISEÑO DEL CONCRETO ELABORADO CON CEMENTO PORTLAND TIPO I ADICIONANDO EL ADITIVO SIKAMENT-290N, EN LA CIUDAD DE LIMA-2016”, presentado a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo que fue requisito para la obtención del grado profesional de Ingeniero Civil . El objetivo de esta tesis fue determinar la influencia del aditivo Sikament.-.2.9.0.N. en los concretos elaborado con cemento portland tipo I, para lograr este objetivo se han analizado dos grupos de muestras unas como patrón sin la presencia del mencionado aditivo y las otras con diversas dosificaciones del aditivo Sikament.-. 2.9.0.N., para la evaluación del concreto con aditivo se realizaron dos casos, uno en el que el agua es constante y otro en donde se mantuvo constante el S.L.U.M.P. (asentamiento). Para el estado fresco se analizarán las propiedades de asentamiento, peso unitario, exudación, contenido de aire y tiempo de fragua, y para el estado endurecido la propiedad será resistencia a la compresión . Para esta tesis se tuvieron los siguientes objetivos específicos:

- Determinar si el uso del aditivo Sikament -2.9.0.N. influye en el diseño del Concreto .

- Comprobar mediante ensayos de laboratorio si el uso del aditivo Sikament - 2.9.0 mejora las propiedades del concreto.

- Compara la resistencia del concreto patrón y el concreto con el aditivo Sikament - 2.9.0.N. Como conclusiones se tuvieron:

Para la exudación, se observó que manteniendo constante el contenido de agua, mientras se aumentó la dosificación del aditivo, la exudación aumentó en 156.77% con respecto al concreto patrón y con el aditivo en su máxima dosificación; mientras que cuando se mantuvo constante el asentamiento la exudación disminuyó en un 50.51% con una dosificación de aditivo del 1.3%.

Para el tiempo de fragua en las muestras en las cuales se mantuvieron constante el contenido de agua el aditivo aumento el tiempo de fragua inicial en un 23.11% en su máxima dosificación, y para una dosificación de 1.4% aumentó un 25.08%.

2.1.1. Antecedentes internacionales

a) **REINA, SÁNCHEZ Y SOLANO – (2010)** quienes realizaron **“INFLUENCIA DE LA TASA DE ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE, EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA EN ESTADO FRESCO Y ENDURECIDO”** presentado a la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de El Salvador que fue requisito para la obtención del grado de Ingeniero Civil. Tiene como objetivo principal establecer la influencia del uso de un aditivo

reductor de agua de alto rango super plastificante E.U.C.O.N. 36 (Reductor de agua de alto rango súper plastificante) en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido. Esto debido a que las propiedades del concreto deben variar según el aditivo que se pueda utilizar este trabajo nos dará más luces acerca del tema sobre el cual queremos investigar y ver si es viable investigar acerca de este tema. Para esto, se propuso diseñar doce mezclas de concreto para alcanzar resistencias a la compresión de 500, 550, 600 y 650 kg/cm², utilizando tres tasas de dosificación de aditivo superplastificante de 600, 1200 y 1800 ml/100 kg de cemento para cada resistencia, y tomando en cuenta parámetros fijos como por ejemplo el revenimiento (en el rango de 5 a 8 pulgadas) que sirvan para establecer propiedades del concreto como su trabajabilidad y consistencia. (Reina Cardoza, Sánchez Blanco, y Solano Quintanilla, 2011, p. xix) Según los resultados obtenidos en la investigación, se concluyó en lo siguiente: Respecto a las pruebas del concreto de alta resistencia en estado fresco, su revenimiento de influenciado por el uso del superplastificante comprendido en el rango de 610 a 1900 ml/100kg de cemento y el rango de revenimiento es de 5 a 8 pulgadas, en su temperatura el uso de aditivos no influye en la temperatura de concreto que varía entre 29 °C y 30 °C, en su contenido de aire se observa que a mayor cantidad de aditivo usado mayor es el contenido de aire en el concreto, respecto a su pero

volumétrico no afecta el uso de aditivos, con respecto a su tiempo de fraguado a mayor cantidad de aditivo.

Ahora daremos las conclusiones respecto a las pruebas del concreto de alta resistencia en estado endurecido, en el ensayo de resistencias con el uso de aditivos se obtienen que a los 7 días la resistencias varia de 85% a 104% mientras que los resultados a los 28 días de edad alcanzaron resistencias de 100% a 121% para las tasas de dosificaciones de aditivos en el rango de 600 a 1800 ml/100kg de cemento. En correlaciones entre la resistencias a compresiones y tasa de dosificaciones se observa que a cualquier diseños de mezclas a mayores cantidades de aditivos mayor es el incrementos de resistencias.

b) (OQUENDO, E. 2014). Quien realizo: “EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE ADITIVOS IMPERMEABILIZANTES PARA CONCRETO CON RESISTENCIA DE 450KGF/CM²”.

Presentado en la facultad ingeniería de la universidad simón bolívar de caracas Venezuela. La construcción del metro de los teques se basa en la sucesión de anillos de concreto armado cuyas piezas que conforman dicha Estructura se denomina d ovel as. Los concretos son unos materiales Compuestos principalmente por cementos , agregados y aguas durante el procesos de fraguados, debidos principalmente a que los volúmenes de los productos sólidos y formados en las

hidrataciones de los concretos donde es menores a las sumas de los volúmenes absolutos , el concreto resultante presenta espacios residuales mejores conocidos como las porosidades dichas porosidades en presencias de algunos fluidos actúas como sus vías de ingresos ; las condiciones subterráneas a las cuales son las que se encuentran sometidas de las dovelas involucranse presencias de aguas las cuales al entrarse en contactos con las cabillas que conforman los refuerzos metálicos de los concretos armados generar de las corrosiones que esta afecta las integridades de la estructuras de los concreto armados. Unas soluciones para minimizarse el ingresos de aguas en las dovelas es la incorporaciones de aditivos impermeabilizantes en las mezclas de concreto . El presente trabajos se fundamentales en evaluarse el de 4 tipos de aditivos impermeabilizantes : S.-1. X.-1.3.0. P.A. y S.L. En dos primeras fases del proyectos se evaluaron la porosidades y resistencias mecánicas en las cuales los aditivos S-1 y X-130. Los aditivos X.-1.3.0. y S.-1 (representados en forma líquida) mostrarse mejores en las estas propiedades de estas edades que comenzaron de los ensayos (10 días) durante las pruebas de permeabilidades de las aguas. Los Aditivo S-S-1 esta muestras de las menores absorciones, significandos la mayor resistencia a las penetraciones de los fluido sometidos a presiones, donde se resultando estos son los beneficios con un respectos a los diseños patrones. El ensayo de permeabilidad

al con artos efectivos de cloruros dictados por la normas C.1.2.0.2. clasifico a las muestras evaluadas (Patrón, S.-.1, X.-. 13.0.) como baja permeabilidad a dicho ion (C.I.-). No obstante, el patrón exhibe mejor desempeño que con los aditivos, tal vez debido a la naturaleza química de los aditivos.

El análisis de costos indica que el aditivo más ventajoso es también el de mayor costo de las dovelas: el S.-.1., Sin embargo, dicho aditivo se comercializa bajo la moneda nacional siendo así una opción más sencilla en la comercialización. Por otra parte, en la validación del diseño con S.-.1. y X.-.1.3.0., el cuantil obtenido en tanto fue mayor al especificado según la normativa venezolana (9%), necesitando un mayor control en el estudio de las resistencias a las compresiones, o unos valores más bajos de las relaciones Aguas/cementos.

2.2. Marco conceptual

2.1.2. Fundamentos del concreto

El concreto u hormigón conocido también, es el material más común e indispensable en el sector de las construcciones, con unas estructuras muy plásticas y fáciles de amoldar en estado frescos y endurecidos es rígidos y resistentes lo que lo hacen un material ideales para construir.

- Según ABANTO, F. (1996) El hormigón son unas mezclas de cementos Portlands, agregados finos,

agregados gruesos, aires y agua en proporciones adecuadas para obtener características estas propiedades fijadas, especialmente de las resistencia (p.11).

- Según RIVVA, E. (1992) señala: El hormigón de cemento portland es uno de los más usados y de los más versátiles de los materiales de construcciones. Estas versatilidades permiten sus utilizaciones en todos tipos de formas estructurales, así como de los climas más variados. En las prácticas, de las principales limitaciones de los concretos están dadas no por los materiales sino por quienes deben ser utilizarlos. (p.1)

2.3.1 Propiedades del concreto

Las propiedades del hormigón pueden ser visibles en dos fases de frescos y endurecidos. A continuación, que tienen las clasificaciones y las propiedades consideradas por P.A.S.Q.U.E.L, E:

a) CONCRETOS EN ESTADOS FRESCOS:

- **TRABAJABILIDADES:**

Trabajabilidad es la capacidad del concreto para trabajar, es fácil de instalar y terminar de acuerdo a su utilidad o uso, y está determinada por el colapso de la mezcla, que se evalúa mediante la prueba del cono de Abrams durante el pedido y. El orden de vertido se determina de acuerdo con H. T P. 3.3.9.0.3.5. junto con los límites para verificar si la cantidad de concreto especificada en la mezcla y la condición del concreto es la mejor de acuerdo con el método correcto de combinación.

Según PASQUEL, E. (1992-1993) afirma: Se define por mayores o menores dificultades para mezclar, transportar, colocar y compactar el hormigón. Su "evaluación es relativa porque realmente depende del equipo manual o mecánico disponible en las etapas del proceso, porque concretos que pueden ser factibles bajo ciertas condiciones de colocación y compactación pueden no serlo, por ejemplo".

- **SEGREGACIÓN:** Según P.A.S.Q.U.E.L, E. (1992-1993) definen las segregaciones como: Las diferencias de densidades entre los componentes de los concretos que provocan unas tendencias naturales a que las partículas más pesadas desciendan, pero en generales, las densidades de la pastas con los agregados finos es sólo un 25% menores que la de los gruesos (para agregados

Estas diferencias de densidades alteran la homogeneidad de las mezclas de hormigones entre todos los componentes que se separan de las partículas más gruesas. En los momentos de la solidificación, de los componentes más densos tienden a sedimentarse, dando como resultado unas mezclas de concretos menos homogéneas. La separación está relacionada con la lixiviación porque son las lixiviaciones los resultados de estas propiedades.

- **EXUDACIÓN:** Propiedad de que el agua se separa de una mezcla y sube, formando una película sobre la superficie del líquido. Esta propiedad es inevitable". Según PASQUEL, E. (1992-1993) indica: "Afectado por finos de áridos y finura de cemento. Una molienda más fina y una mayor proporción de material con un tamaño de malla de menos de 100 retendrá agua y, por lo tanto, resultará en menos lixiviación". (p.141)

La finura del agregado fino y las partículas de cemento determina la cantidad de lixiviación de la mezcla y el resultado de esta propiedad. Esta propiedad es perfectamente normal durante el fraguado del hormigón debido a las reacciones químicas internas de la mezcla. Puede medirse mediante una prueba. A.S.T.M.C. – 2.3.2.

- **CONTRACCIÓN:** Es "la naturaleza del concreto encogerse y agrietarse fácilmente". Hay tipos de encogimiento:

- **CONTRACCIÓN INTRÍNSECA:** “Contracción del concreto debido a la cantidad de agua perdida por la mezcla durante la lixiviación y no se puede revertir.
- **CONTRACCIÓN INTRÍNSECA O CONTRACCIÓN DEBIDA AL SECADO:** Ocurre comúnmente en pastas y en condiciones plásticas al crear la mayoría de las grietas, permitir la pérdida de humedad y cambiar el volumen de concreto a medida que se encoge. Este tipo de contracción se puede revertir ajustando la cantidad de agua perdida”.

b) CONCRETO EN ESTADO ENDURECIDO

- **ELASTICIDAD:** Es las capacidades de los hormigones para deformarse bajo la acción de cargas sin tenerse unas deformaciones permanente. Según PASQUEL, E. (1992-1993), “Estrictamente hablando, el concreto no es un material elástico porque no presenta un comportamiento lineal en ninguna sección del diagrama carga-presión-deformación” (p.142). "Por esta razón, un miembro de concreto que sufre deflexión tiende a estar soportado por un miembro de acero que absorbe toda esa deflexión. Se mide por el módulo de elasticidad del rango". El módulo de elasticidad se puede determinar mediante A.S.T.M.C.—. 4.6.9.

- **RESISTENCIA:** Son las capacidades de soportarse esfuerzos y tensiones, ya sea en compresión o en flexión, que es el mejor comportamiento del hormigón a compresión frente a flexión, dada su menor elasticidad. Las propiedades del hormigón en su estado determinan la resistencia a compresión futura. del hormigón y, por tanto, cómo se crean o manipulan estas propiedades.

PASQUEL, E. (1992-1993) También da cuenta de los mismos elementos que se afectan estas propiedades de resistencia de la pasta, como las temperaturas y los tiempos, así como los efectos de otros factores adicionales que resultan del tipo específico de cemento y las propiedades de resistencia utilizadas, y la calidad del agregado. Complementa la estructura de hormigón. (p.143), Hay otros factores que afectan las resistencias finales de los concretos, como la temperatura de la mezcla de concreto que da el valor de resistencia final y el tiempo de curado. Según el Código Nacional de Construcción, Norma E-0.6.0. para Concreto Armado, Artículo 2233.11, La resistencia a la compresión f'_c del concreto no debe ser menor a 21 M.P.a. (p. 181). Este artículo se aplica a elementos de hormigón sujetos a fuerzas sísmicas donde este parámetro se considera el valor mínimo F'_c para hormigón estructurales.

- **EXTENSIBILIDAD**

La capacidades del hormigón para adaptarse sin agrietarse estas que son las propiedad depende en gran medida de la elasticidades y el flujos plásticos. Las microfisuras suelen aparecer en aproximadamente el 60 % de la tensión máxima con una deformación de 0,0012 pulgadas y las fisuras se hacen evidentes con una deformación de 0,003.

2.2.1. Cemento

Los cementos se definen como un material en polvo que tienen las propiedades de fraguarse y endurecerse a través la adición de la cantidad adecuada de agua para formar una pasta aglutinante. Este aglutinante puede curar en agua y aire para formarse elementos estables. (Rivva López, 2010).

2.2.2. Agregados

El hormigón está compuesto por unas pastas de cementos y aguas incrustada con partículas de un material conocidos como agregado, que representa del 66% al 82% en volúmenes de las unidades cúbicas de hormigón (Rivva López, 2010). Los agregados, también llamados agregados, se combinan con los aglomerantes (cemento, cal, etc.) y agua para formar concreto y mortero. La superficie está libre de

contaminantes como lodo, limo y compuestos orgánicos que podrían debilitarse las uniones con las pastas de cementos.

2.2.3. Agregados clasificaciones:

A. Concreto: En respuesta a las mezclas naturales de gravas y arenas, estos agregados se usan para producir concreto de baja calidad, como los que se usan en cimientos de tiras, pisos elevados, cimientos temporales, cuñas, algunas paredes, etc. Si se usa concreto para hacer concreto, debe no contenga cantidades de polvos, grumos, partículas blandas o "escamosas", sales, corrosivos, orgánicos u otras sustancias dañinas para el concreto. (Abanto Castillo, 1994) Manipulado con autorización del proyectista Cumplir con lo indicado en el numeral 3.2.12 de la Norma Técnica E.060 (Rivva López, 2007)

B. Agregado fino: Esto se consideran agregados finos de arena o piedra natural de tamaño pequeño finamente molido que atraviesa y se retiene en un tamiz de "3/8" (9,52 mm) N°200 (0.074mm) N.T.P.4.0.0.0.3.7. (Abanto Castillo, 1994) Sin embargo el Manual de ensayo de materiales (E.M. 2.0.0.0.) del M.T.C. E. 2.0.4-2.0.0.0., El cual está

basado según a las normas A.S.T.M. 1.3.6. y A.A.S.H.T.O T 2.7., El mismo adaptado a nuestras condiciones de vida real a nivel de implementación. En este manual, para mezclas de agregado grueso y fino, las muestras se separan en dos tamaños con un tamiz de 4.75 mm (#4). Por lo tanto, en este estudio, Se usa un tamiz #4 para separar agregados gruesos y finos.

C. Agregado Grueso: Es los agregados que queda retenidos en el tamices N°4 (4.75 miligramos) provenientes de la desintegración naturales o mecánicas de las rocas y que cumplen con los límites establecidos en la norma N.T.P. 4.0.0.0.3.7. o A.S.T.M. C.3.3. El agregado grueso puede ser grava, piedra chancada. etc.

D. Agua

El agua que se debe utilizar en la producción de hormigón debe cumplir con los requisitos de las normas. N.T.P. 3.3.9.0.8.8., y A.S.T.M. C. 1.0.9.M. Considerando sen como referentes principales, las idoneidades de las aguas potables.

2.2.4. Propiedades del Concreto

A. Propiedades en Estado Fresco

a. Trabajabilidad: De las consistencias se definen por las humedades de las mezclas y dependense principalmente de las cantidades de las aguas utilizadas. El equipo necesario para lograr la consistencia del concreto consiste en un cono truncad, Base Los dos círculos son paralelos, cada uno con un diámetro entre 20 cm y 10 cm, con una altura de espuma de 30 centimetro (Aporbanto, 1995).

Tabla 1
Propiedades en estado fresco

CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	MÉTODO DE COMPACTACION
Seca	0 a 2	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3 a 4	Trabajable	Vibración ligera
Fluida	Mayor a 5	Muy trabajable	chuseado

Fuente: ACI

2.2.5. Propiedades en estado endurecido

A. Resistencias a las compresiones

Las resistencias a las compresiones se pueden definirse como las medidas máximas de resistencias que ofrece una muestra de hormigón frente a la carga axial. Esto se determinas de los acuerdos con las especificaciones del "estándar". A.S.T.M. C.3.9.

B. Durabilidad del concreto

La durabilidad es la capacidad de una estructura de hormigón armado para retener su estado físico y químico durante su vida útil a medida que el material se degrada debido a los diversos efectos de las cargas y tensiones incorporadas en su diseño. Estructural. Este diseño debe tener en cuenta las condiciones ambientales condiciones y proporcionar las medidas apropiadas para asegurar que la estructura alcance las vidas útiles especificadas en los proyectos, las condiciones climáticas y el tipo de edificio a construir. Las precauciones indicadas en la etapa de los proyectos suelen ser muy efectivas y reducen en los posibles seguimientos costos.

C. Parámetros a tomar en cuenta con respecto a la durabilidad del concreto son:

- a) Vida Esperada: El período de tiempo que una estructuras es diseñadas y construidas para cumplirse con los requisitos arquitectónicos, funcionales, estructurales, de durabilidades, de comportamientos y de seguridades.
- b) Vida Útil: El período de tiempo posterior a la expiración de la barrera protectora y antes de que comience el debilitamiento de la estructura, durante el cual se espera que los mecanismos de daño o agresores comiencen a degradar el concreto.

a) Vida Útil: Se considera el período de tiempo desde la construcción de las obras hasta que se alcanza un nivel aceptable de deterioro. Vida útil total: El período desde la ejecución hasta el colapso total de la estructura.

b) Vida útil remanente: "El período durante el cual un edificio puede realizar sus funciones desde el momento del monitoreo. En general, hay muchos aspectos que deben ser considerados para asegurar que una estructura se mantenga en óptimas condiciones durante su vida útil.

- Debe soportar la exposición al fuego.
- Los edificios deben cumplir con estándares mínimos en las áreas de higiene, salud y protección ambiental. Para cumplir con estos requisitos es importante determinar la vida útil del edificio cuando se planifica el proyecto. Este "no debe estar por debajo de la normativa aplicable donde se desarrolle el proyecto". Para México, las Normas Técnicas Complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del Reglamento de Construcción del Distrito Federal (N.T.C.C., R.C.D.F.) establece que "las estructuras de los edificios deben tener una vida útil de por lo menos 50 años, pero lo

ideal es extender la vida útil tanto como sea posible.”

2.2.6. Definición de la durabilidad del concreto

Las durabilidades del concretos es la capacidades que tiene de resistirse a la acciones del ambientes, ataques físicos, químicos, físicos y/o biológicos o cualesquiera otros procesos que tiendas a deteriorarlos.



*Figura 1 Desgaste del concreto debido a condiciones ambientales y vida útil del elemento estructural.
Fuente propia*

Conocer la durabilidad del hormigón es un proceso complejo en el que intervienen varios factores:

- “Condiciones ambientales”.
- “Componentes de hormigón”.
- “Composición estructural de la obra”.
- “Calidad del Desempeño Laboral”.
- “Sistemas de Protección Introducidos”.

- “Clase de Exposición Ambiental”.

Las estructuras de concreto son susceptibles a la acción física o química que puede conducir al deterioro, ya sea como resultado de la corrosión de las armaduras o del ataque directo al concreto mismo. Existen clases de exposición específicas asociadas con otros procesos de degradación del concreto mismo.

Tipo medio agresivo	Parámetros	Tipo de exposición		
		Qa	Qb	Qc
		Ataque débil	Ataque medio	Ataque fuerte
Agua	Valor pH	6,5 - 5,5	5,5 - 4,5	< 4,5
	CO2 Agresivo mg CO ₂ /l	15 - 40	40 - 100	> 100
	Ión Amónico mg NH ₄ ⁺ /l	15 - 30	30 - 60	> 600
	Ión Magnesio mg mg ²⁺ /l	300 - 1.000	1.000 - 3.000	> 3.000
	Ión Sulfato SO ₄ ²⁻ /l	200 - 600	600 - 3.000	> 3.000
	Residuo seco mg/l	75 - 150	50 - 75	< 50
Suelo	Grado acidez Baumann-Gully	> 200	(*)	(*)
	Ión Sulfato SO ₄ ²⁻ /kg suelo seco	2.000 - 3.000	3.000 - 12.000	> 12.000

Figura 2 Clasificación de la agresividad química
Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E060

A. Acciones físicas

Un concreto endurecidos pueden deteriorarse como consecuencia de acciones físicas de naturalezas muy diferentes:

- "El agua puedes penetrarse el hormigónese y, cuando se congela, crea tensiones que pueden destruir el hormigón, lo que se conoce como ciclo de congelación y descongelación".

- "Si el agregado tiene un coeficiente de expansión térmica diferente al de la pasta, los grandes cambios de temperatura generarán tensiones que reducirán la resistencia y conducirán a la falla".
- "El calor de hidratación del cemento puede hacer que se encoja con el tiempo y provoque grietas".
- "La abrasión, la erosión y la cavitación son los efectos que conducen a la falla del hormigón".
- Ataque químico La resistencia del hormigón al ataque químico depende de su permeabilidad y de la distribución y tamaño de los poros. Un ataque químico puede ocurrir de dos "formas básicas". Ya sea disolviendo los compuestos fácilmente solubles del propio concreto, o formando sales solubles y extrayéndolas por ataque para formar compuestos insolubles en cantidades mayores que las prístinas. "Esta agresión se reduce cuando la relación agua-cemento empleada en el hormigón es baja, cuando el tipo y contenido de cemento en el medio en cuestión es el adecuado, y cuando el hormigón tiene baja absorbencia y permeabilidad.



*Figura 3 Se observa la corrosión del acero en el concreto armado
Fuente: ISO 8044:2020, Corrosión de metales y aleaciones.*

"Las corrosiones del acero en el hormigón armado se produce por mecanismos electroquímicos o eléctricos. La corrosión galvánica o electroquímica se produce por la presencia de agua que forma un electrolito de. Esta corrosión puede acelerarse por la presencia de cloruros". pH 1,3) produce la pasivación del acero en las barras de refuerzo.

B. Figuración del concreto

Unos de los inconvenientes que cabe ponerle al concreto es la relativa facilidad con que se fisuras y que los son consecuencias de sus tracciones y reducidas tenacidades. Hay que señalar que tantas las fisuras de amplitudes inferiores a 0,04 milímetros, microfisuras, como son las de unas amplitudes

comprendidas entre 0,2 y 0,4 milímetros no suelen ofrecerse peligros de corrosiones de las armaduras en concretos armados, salvos que se dé las circunstancias de que los medios sean agresivos.



Figura 4 Se observa patologías de concreto, en este caso fisuración del concreto

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E0.60/ACI 512

Los "factores que causan grietas distintas de la falta de resistencia a la tracción mencionada anteriormente" difieren mucho.

- "Alto contenido de agua en el hormigón".
- "Dosificación alta de cemento porque se necesita más agua".
- "Calor de Hidratación del Cemento".
- Ciclos de Sequedad y Humedad por el Sol.
- "Cambios de temperatura y ciclos de congelación-descongelación".

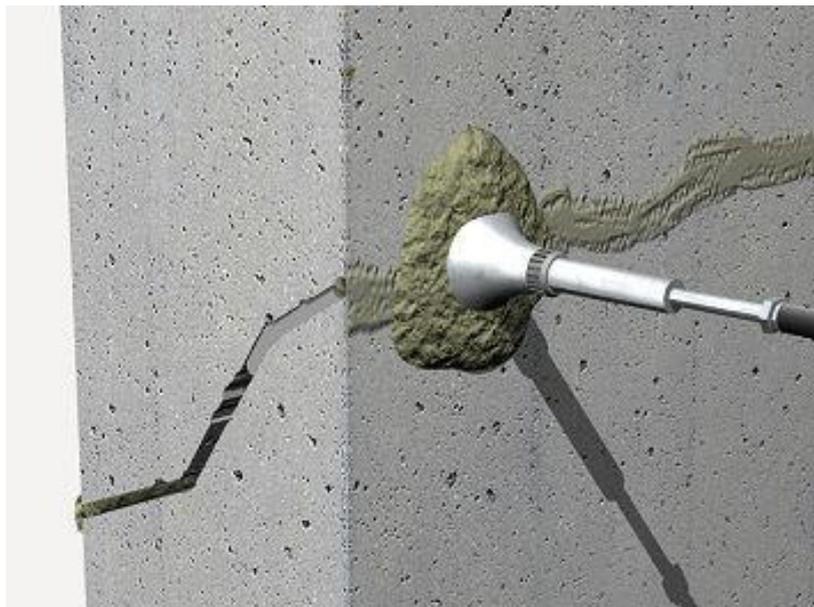


Figura 5 Revisión, evaluación y mantenimiento de patologías del concreto (fisuración del concreto)
Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E0.60/ACI 512.

Finalmente, “Se deben realizarse revisiones periódicas y realizar las actividades de mantenimientos que se estimen oportunas. La consideración de todos los factores anteriores no exime de estas tareas, por muy técnicas que sean. Recuerda, puedes estar seguro de que no habrá problemas mayores que sean costosos de solucionar, tanto económica como financieramente.

2.3. Definición de términos

- **Abrasivo**

Una piedra, mineral u otro material adecuado para moler, afilar, cortar, escariar u otros fines similares en virtud de su dureza, tenacidad, consistencia u otras propiedades superiores.

- **Absorción**

Un líquido que "permanece en cual quiera estos materiales después de unos ciertos tiempos de exposiciones" (tierra, roca, madera, etc.).

- **Aditivos**

son unos productos químicos de mineral que modifica una o más propiedades de un material o una mezcla de los mismos.

- **Aglomerantes**

son unas sustancia capaces de unirse partículas de una sustancia inerte por acción física o transformación química, o ambas

- **Agravaciones**

El crecimiento o elevación general y gradual del perfil del fondo de un canal como resultado de la deposición de sedimentos.

- **Agregado**

Materiales "gránulos de composición mineral, como arena, grava, escoria o piedra triturada, anteriormente mezclados en diferentes tamaños"..

- **Agregado angular**

Aglomerados de bordes definidos formados por la intersección de superficies planas y rugosas".

- **Agregados bien graduados Los agregados**

"varían en grados desde el tamaño máximo hasta los rellenos minerales y se centran alrededor de curvas granulométricas de eje específicas".

- **Agregado de grano abierto**

"Agregado con poco o ningún relleno mineral y porosidad relativamente grande en el agregado compactado".

- **Agregado fino**

Materiales provenientes de la desintegraciónse naturales o artificiales de las partículas cuyas granulometrías es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general pasa la malla N° 4 (4,75 milímetros) y contiene finos.

- **Árido Grueso**

obtenido por la trituración natural o artificial de granos, cuyo tamaño de partícula esté determinado por las especificaciones técnicas correspondientes". Suele sujetarse con malla Nro .4 (4,75 milímetros).

- **Cemento Portland**

Un producto hecho triturando clínker Portland y agregando yeso natural".

- **Deterioro**

Deterioro generales y progresivos de los perfiles longitudinales del fondo de los cauces por erosión de larga duración.

- **Formulario**

Soportes temporales para mantener el concreto fresco en su lugar hasta que se endurezca a un nivel de autosoporte (si la estructura puede soportar su propia carga).

- **Fatiga**

Las pérdidas graduales de las resistencias de unos materiales debidos a esfuerzos repetidos.

- **Granulometría**

"Describe la distribución granulométrica de los agregados por tamizado de acuerdo a especificaciones técnicas. G.R.A.V.A: Agregado grueso obtenido por procesamiento natural o artificial de la piedra. Medidas de Asentamiento: Establecer medidas de asentamientos de los concretos premezclados tanto en laboratorios como en campos. En este método, una muestra de concreto premezclado se coloca en un molde troncocónico de acuerdo con las características y procedimientos especificados en las especificaciones técnicas correspondientes.

- **Tamiz**

Aparato, "Usado en el laboratorio para separar tamaños de materiales y tiene aberturas cuadradas".

- **Trabajabilidad**

“Facilidad de colocación y compactación de materiales de pavimentaciones y otras obras de infraestructuras viales”.

- **Volúmenes de los vacíos**

Las cantidades totales de los vacíos en las mezclas compactadas.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general:

La adición del sika antigell influirá significativamente en la durabilidad del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí.

2.4.2. Hipótesis específicas:

- a) La adición del sika antigell influirá significativamente en la resistencia del concreto sometido a temperatura ambiente en la provincia de Huarochirí.
- b) La adición del sika antigell influirá significativamente en la resistencia a la compresión del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí.

c) La adición del sika antigell influirá significativamente en la impermeabilidad del concreto sometido a temperatura ambiente en la provincia de Huarochirí.

d) La adición del sika antigell influirá significativamente en la impermeabilidad del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí.

2.5. Variables:

2.5.1. Definición conceptual de las variables:

a) Variable dependiente (Aditivo SIKA ANTIGELL)

Aditivo líquido que se utiliza para la fabricación de mortero y concreto en bajas temperaturas. Está exento de cloruros

b) Variable independiente (Durabilidad del concreto)

La propiedad del concreto para resistir los efectos de factores ambientales, clima, ataque químico, abrasión y otros fenómenos estructurales o condiciones de trabajo que causan el deterioro del concreto.

2.5.2. Definición operacional de la variable:

Tabla 2
Operacionalización de la variable independiente.

Variable	Dimensión	Indicador
Variable dependiente (Aditivo SIKA ANTIGELL)	trabajabilidad	Tiempo de endurecimiento
	Reducción de agua sin pérdida de la trabajabilidad	Metro cubico
	Aumenta la resistencia	Fc (kg/cm2)
	Mejora de las resistencias y de la impermeabilidad	Metro 2
Variable independiente (Durabilidad del concreto)	Vida prevista:	Año
	Vida útil:	Año
	Vida útil de servicio:	Año
	Vida útil residual:	Año

Fuente propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

El método usado fue el método científico.

Este método se define como un conjunto de pasos, técnicas y procedimientos que se emplean para formular y resolver problemas de la investigación mediante la prueba o verificación de hipótesis.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada; porque se utilizan los conocimientos en la práctica, para practicarlos, en la mayoría de los casos, en provecho de la humanidad y su entorno.

3.3. Nivel de investigación

En este estudio, los niveles serán exploratorios ya que estará dosificando y fabricando briquetas de concreto. Para determinar su resistencia, deben manipularse con máquinas especiales.

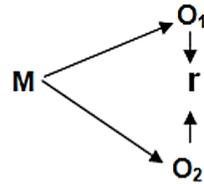
La investigación exploratoria se "realiza cuando el propósito es investigar un tema o pregunta de investigación poco estudiado, cuestionable o inexplorado.

.

3.4. Diseño de Investigación

En este caso, por supuesto, se utiliza un diseño experimental, ya que se requieren datos bibliográficos para justificar varios aspectos de la

investigación. Puede utilizar estos datos para desarrollar diversas actividades, tales como: B. Cantidad de cada material requerido para la producción de concreto. Luego de una serie de experimentos, es posible determinar la resistencia para la cual se propone el siguiente modelo.



Donde:

M = Muestra

O₁ = Observación de la V.1.

O₂ = Observación de la V.2.

r = Correlación entre dichas variables

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Una población es la totalidad del fenómeno que se investiga, y las unidades de la población tienen características comunes que interrogan y generan datos para esta investigación. Una población es por tanto el conjunto de todo lo que se ajusta a un determinado conjunto de especificaciones técnicas.

Para Hernández Sampieri (2014), "La población es el conjunto de todos los casos que satisfacen un conjunto de especificaciones" (p. 65).

En nuestro estudio, la población consta de 48 miembros.

3.5.2. Muestra

Para nuestra investigación procurando que la muestra obtenida sea lo más representativa posible. Donde se realizaron 48 elementos respectivamente, donde se propone llevar a compresión a edades de 7 y 28 días para sus respectivos análisis y comparaciones.

- Muestra 01(C.P), Concreto Patrón Normal de 210 kg/cm².
- Muestra 02 (C.P + 0.5.N.S.), Concreto Patrón + 0.5% de sika antigel I.
- Muestra 03 (C.P 1.0.N.S.), Concreto Patrón 1.0% de sika antigel I.
- Muestra 04 (C.P 1.5.N.S.), Concreto Patrón 1.5% de sika antigel I.

Tabla 3
Determinación del # probetas

Muestra de aplicar el sika	7 días		28 días		Total de probetas
	Normal	Sika	Normal	Sika	
0.0%	3	3	3	3	12
0.5%	3	3	3	3	12
1.0%	3	3	3	3	12
1.5%	3	3	3	3	12

Fuente propia

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se tuvo en cuenta el análisis documental, donde consideraremos las fuentes bibliográficas que vamos a requerir y que esto nos sirvió como

marco teórico, el cual nos va permitir analizar la vulnerabilidad sísmica donde se tuvo en cuenta los siguientes tipos de documentos.

3.6.1. Documentales (mediante el análisis documental)

Para esta investigación donde señala que la técnica que se utiliza para recopilar información es el análisis de documentos. En el pasado, hemos tenido referencias valiosas (datos, figuras, archivos, índices, índices, etc.) para nuestros trabajos de investigaciones, cada una de las pruebas de laboratorio de cada elemento evaluadas con y sin la adición de Seeker. Las medidas se tomaron en reposo. Ver los datos desde allí.

Instrumentos:

Los instrumentos utilizados para las recolecciones de datos fueron:

- Cámara fotográfica
- Filmadora, grabadora
- Fichas de anotación
- Ensayos de laboratorio

Si se han transcrito todos los datos obtenidos de la comparación para registrar la lista de verificación. Con el propósito de registrarse y clasificarse las características y propiedades de durabilidad del concreto.

3.7. Técnicas e procesamiento y análisis de datos

Para el diseño de mezclas del concreto que se utilizó como patrón a las resistencias para las compresiones de $f'.c.=210 \text{ kg/cm}^2$.

- En las dosificaciones del concretos se mantuvos el asentamientos constantes de 6-7”.
- Las muestras (briquetas) fueron cilíndricas con dimensiones de 6” (150mm) de diámetro y 12” (300 mm) de altura.
- Los agregados para los estudios serán de la canteras Chicla del distrito de Huarochirí, cemento portland puzolánico tipo IP, el aditivo sika antigela I.
- Para poder cumplirse con nuestra hipótesis se realizó 4 tipos de grupos y 2 formas de exposiciones a las probetas, de los cuales la mitades se sometió a periodos de congelamientos y deshielos y las otras mitades no se sometió a ningún ciclos, de cada formas de exposiciones se obtienen 3 probetas que en total suman 24 muestras. Para tenerse una confiabilidades aceptables de la investigaciones se harán un análisis probabilísticos en donde se necesitan un mínimos de 6 muestras por cada ensayos de resistencias a compresiones axiales del concretos y como inicialmente se tenía 24 muestras entonces por el análisis probabilístico se requiere un total de 144 muestras.
- Para culminarse se aplicaron a todas las probetas fueron sometidos a ensayos a compresión a edades de 7, 28 y 56 días para sus respectivos análisis y comparaciones.

3.7.1. Análisis de datos:

Las técnicas que se utilizaron fueron establecidas por la normativa actual del Perú, referida a concreto armado E060, donde se respecto al

pie de la letra y los métodos, procedimientos y etapas para la rotura de cada una de las probetas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Generalidades del proyecto:

El agregado grueso y el agregado fino fueron enviadas al laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos “CABA INGENIERIA & GEOTECNIA S.A.” con la finalidad de ser analizadas y obtener sus características físicas mediante ensayos, los resultados del análisis se muestran en forma resumida en las siguientes tablas:

Tabla 4
características del agregado grueso

AGREGADO GRUESO	
Tamaño máximo nominal (pulg)	3/4"
Peso unitario seco compactado (Tn/m ³)	1.60
Contenido de humedad (%)	2.00
Absorción (%)	0.50
Peso específico (Kg/m ³)	2600

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5
Características del agregado fino

AGREGADO FINO	
Módulo de fineza	2.60
Contenido de humedad (%)	4.00
Absorción (%)	2.00
Peso específico (Kg/m ³)	2760

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6
Características del cemento y agua

CEMENTO PORTLAND Y AGUA POTABLE	
Peso específico del cemento (Kg/m ³)	3110
Peso específico del agua (Kg/m ³)	1000

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas anteriores podemos observar las características físicas del agregado grueso, agregado fino, cemento y agua, los cuales fueron obtenidos mediante diferentes ensayos, el cálculo y certificados de calidad de la empresa prestadora de servicios vienen adjunto en los anexos de esta investigación

4.2. Diseño de mezcla del concreto:

4.2.1. Diseño de mezcla sin aditivo:

Con las características mencionadas en las tablas anteriores podemos diseñar el concreto mediante el método del ACI.

A. Selección del asentamiento o slump:

Para determinar el Slump debemos conocer el tipo de construcción que realizaremos, para esta investigación se aplicara un concreto diseñado para zapatas de concreto armado. El Slump lo obtenemos de la siguiente tabla:

Tabla 7
Slump según el tipo de construcción

Tipos de Construcción	Slump (cm)	
	Máximo	Mínimo
Muros y zapatas de cimentación de C°A°	8 (3")	2 (1")
Zapatas simples, cajones y muros de subestructura	8 (3")	2 (1")
Vigas y muros de C°A°	10 (4")	2 (1")
Columnas	10 (4")	2 (1")
Pavimentos y losas	8 (3")	2 (1")
Concreto masivo	5 (2")	2 (1")

Fuente: ACI 211.1

Aplicando la tabla anterior obtenemos un slump que varía de 1" a 3"

B. Agua de mezclado y contenido de aire:

Para obtener el agua de mezcla y el contenido de aire del concreto debemos conocer el tamaño máximo nominal del agregado grueso y el slump máximo, posteriormente aplicamos la siguiente tabla:

Tabla 8
 Agua y contenido de aire

REQUERIMIENTOS APROXIMADOS DE AGUA DE MEZCLADO Y CONTENIDO DE AIRE PARA DIFERENTES REVENIMIENTOS Y TAMAÑOS NOMINALES MAXIMOS								
Agua en Lt/m ³ de concreto para los tamaños máximos de agregado								
Asentamiento(cm)	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
3 a 5(1"a 2")	205	200	185	180	160	155	145	125
8 a 10(3"a 4")	225	215	200	195	175	170	160	140
15 a 18(6"a 7")	240	230	210	205	185	180	170	---
Aire atrapado(%)	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incorporado								
3 a 5(1"a 2")	180	175	165	160	145	140	135	120
8 a 10(3"a 4")	200	190	180	175	160	160	150	135
15 a 18(6"a 7")	215	205	190	185	170	170	160	---
Aire atrapado(%)	8	7	6	5	4.5	4	3.5	3

Fuente: ACI 211.1

En nuestro diseño consistirá en un concreto sin aire incorporado debido a que no queremos modificar las propiedades de nuestra mezcla. Aplicando un tamaño máximo de 3/4" y un slump máximo de 3" obtenemos un agua de mezclado igual a 200Lt/m³ y un aire atrapado igual a 2%.

C. Relación agua/cemento:

Antes de calcular la relación agua/cemento es necesario conocer la resistencia promedio a la compresión, en nuestro caso no contamos con datos disponibles para establecer una desviación estándar de la muestra, por lo tanto, según la recomendación del ACI aplicamos la siguiente tabla:

Tabla 9
Resistencia promedio sin datos estadísticos

RESISTENCIA ESPECIFICA A LA COMPRESION, Mpa	RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA LA COMPRESIÓN, Mpa
$f'c < 21$ Mpa	$f'cr = f'c + 7.0$ Mpa
$21 \leq f'c \leq 35$ Mpa	$f'cr = f'c + 8.5$ Mpa
$f'c > 35$ Mpa	$f'cr = 1.1f'c + 5.0$ Mpa

Fuente: ACI 211.1

El concreto que diseñaremos es de $F'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ por lo cual aplicamos la segunda condición de la tabla anterior obteniendo una resistencia promedio de 295 Kg/cm^2 .

La resistencia promedio nos permite determinar la relación agua/cemento aplicando la siguiente tabla:

Tabla 10
Relación agua/cemento

Resistencia a la compresión a los 28 días (Kg/cm^2)	RELACION AGUA/CEMENTO Y RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	
	Relación agua/cemento por peso Concreto sin aire incorporado	Concreto sin aire incorporado
450	0.38	---
420	0.41	---
400	0.43	---
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
280	0.57	0.48
250	0.62	0.53
210	0.68	0.59
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71
140	0.82	0.74

Fuente: ACI 211.1

Como podemos observar en la tabla anterior, nuestra resistencia promedio esta entre los valores de 300Kg/cm² y 280Kg/cm² con una relación de agua/cemento igual a 0.55 y 0.57 respectivamente. Para obtener la relación de agua/cemento para una resistencia promedio de 295Kg/cm² se interpolo los datos anteriores obteniendo un valor igual a 0.555. Por último, aplicamos la siguiente ecuación para calcular el peso del cemento:

$$\frac{a}{c} = x \dots (1)$$

Donde:

A: Agua (Lt/m³).

C: Cemento (Kg).

X: Relación agua/cemento.

Reemplazando datos en la ecuación n° 1 y despejando la consonante "C" obtenemos un peso de cemento igual a 360.36Kg.

D. Volumen del agregado grueso:

El volumen del agregado grueso se calcula mediante un coeficiente que se determina según el módulo de finura del agregado fino y el tamaño máximo nominal del agregado grueso, para esto debemos aplicar la siguiente tabla:

Tabla 11
Coeficiente para volumen de agregado grueso

VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR VOLUMEN UNITARIO DE CONCRETO				
TAMAÑO NOMINAL MÁXIMO DEL AGREGADO	Volumen del agregado grueso, seco y compactado. Por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura del agregado fino			
	2.4	2.6	2.8	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI 211.1

Como se mencionó anteriormente el tamaño máximo nominal del agregado grueso es igual a 3/4" y el módulo de finura del agregado fino es igual a 2.60 por lo tanto el coeficiente del agregado grueso es igual a 0.64. Para determinar el volumen del agregado grueso debemos aplicar la siguiente ecuación:

$$V_{ag} = \frac{Y * PUSC}{\gamma_{ag}} \dots (2)$$

Donde:

V_{ag}: Volúmenes de los agregados gruesos (m³).

Y: Coeficiente de agregado grueso.

PUSC: Pesos unitarios secos compactados (Tn/m³)

γ_{ag}: Peso específico del agregado grueso (Tn/m³).

Reemplazando valores en la ecuación n° 2 obtenemos un volumen del agregado grueso igual a 0.394m³.

E. Volumen del agregado fino:

En la siguiente tabla podemos observar de forma resumida el peso y volumen de los materiales ya determinados:

Tabla 12
Cantidad de material sin agregado fino

DESCRIPCION	CANTIDAD EN PESO	CANTIDAD EN VOLUMEN
Agua (Lt/m ³)	200.00	0.200
Cemento (Kg/m ³)	360.36	0.116
Aire (%)	-----	0.020
Agregado grueso (Kg/m ³)	1024.00	0.394
Agregado fino (Kg/m ³)	-----	-----
TOTAL	1584.36	0.730

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior la cantidad de los materiales en volumen es igual a 0.730m³ y como el diseño de mezcla se realiza para 1m³ se concluye que el volumen del agregado fino es igual a 0.270m³ y para transformarlo en cantidad de peso debemos multiplicarlo por su peso específico que es igual a 2760Kg/m³, que nos brinda un producto igual a 745.20Kg.

F. Corrección por humedad:

La corrección por humedad se realiza para el agregado fino y el agregado grueso aplicando la siguiente ecuación:

$$Ch = Pa * \left(1 + \frac{h}{100}\right) \dots (3)$$

Donde:

Ch: Corrección por humedad (Kg).

Pa: Peso del agregado (Kg).

H: Contenido de humedad (%).

Conociendo el contenido de humedad y cantidad en peso del agregado grueso igual a 2% y 1024Kg respectivamente, reemplazamos estos datos en la ecuación n° 3 obteniendo una corrección por humedad igual a 1044.89Kg.

Conociendo el contenido de humedad y cantidad en peso del agregado fino igual a 4% y 745.20Kg respectivamente, reemplazamos estos datos en la ecuación n° 3 obteniendo una corrección por humedad igual a 775.01Kg.

G. Corrección por agua libre:

Esta corrección no ayuda a obtener la cantidad de agua exacta que necesita nuestro diseño de mezcla para lo cual se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$Ca = Pa * \frac{h-Ab}{100} \dots (4)$$

Donde:

Ca: Corrección por agua libre (Lt/m3).

Pa: Peso del agregado (Kg).

H: Contenido de humedad (%).

Ab: Absorción del agregado (%).

El agregado grueso cuenta con una absorción igual a 0.50%, por lo tanto, reemplazando datos en la ecuación n° 4 obtenemos una corrección por agua libre igual a 15.37Lt/m³.

El agregado fino cuenta con una absorción igual a 4.00%, por lo tanto, reemplazando datos en la ecuación n° 4 obtenemos una corrección por agua libre igual a 14.90Lt/m³.

Como podemos observar las dos correcciones por agua libre de los agregados nos brindan valores positivos, esto quiere decir que el agua está excediendo por lo tanto debe ser restado obteniendo el valor de agua corregida igual a 169.73Lt/m³.

H. Proporciones del diseño de mezcla:

Resumiendo, nuestro diseño de mezcla nos quedaría de la siguiente manera:

Tabla 13
Cantidad de material para 1m³

DESCRIPCION	CANTIDAD EN PESO	CANTIDAD EN VOLUMEN
Agua (Lt/m ³)	169.73	0.170
Cemento (Kg/m ³)	360.36	0.116
Aire (%)		0.020
Agregado grueso (Kg/m ³)	1044.88	0.402
Agregado fino (Kg/m ³)	775.00	0.281

Fuente: Elaboración propia.

La proporción se realiza para la cantidad en peso y está en función del cemento, por lo tanto, debemos dividir cada material

entre el peso del cemento obteniendo una proporción de la siguiente manera:

Tabla 14
Proporciones del diseño de mezcla

PROPORCIONES EN PESO			
CEMENTO	AGUA	A. GRUESO	A. FINO
1	0.64	2.90	2.15

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Diseño de mezcla con aditivo:

Según la información obtenida en catálogos de la empresa sika, el aditivo sika antigell tiene como finalidad mejorar la resistencia y la impermeabilidad del concreto expuestas a temperaturas ambientales de -6°C hasta -8°C. Para este diseño utilizaremos se propuso dosificaciones de 0.50%, 1.00% y 1.50% del peso del cemento, según información del proveedor este material se añade directamente en el agua, por lo tanto, nuestro diseño de mezcla permanecerá de la siguiente manera:

Tabla 15
Diseño de mezcla con aditivo

DESCRIPCION	0% DE ADITIVO	0.50% DE ADITIVO	1.00% DE ADITIVO	1.50% DE ADITIVO
Agua (Lt/m ³)	169.73	167.93	166.13	164.32
Cemento (Kg/m ³)	360.36	360.36	360.36	360.36
Agregado grueso (Kg/m ³)	1044.88	1044.88	1044.88	1044.88
Agregado fino (Kg/m ³)	775.01	775.01	775.01	775.01
Aditivo (Kg/m ³)	0.00	1.80	3.60	5.41

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Probetas de concreto:

4.3.1. Elaboración del concreto:

El concreto fue elaborado en una mezcladora tipo trompo de 6p3 según el método del ACI, para esto se aplicó las cantidades en peso de los materiales determinados anteriormente. Los agregados fueron mezclados en un tercio de agua, posteriormente se agregó el cemento y el agua restante con el aditivo sika antigell en sus proporciones correspondientes. Finalmente se mezcló por un tiempo de 3 minutos antes de iniciar a tomar las muestras.



Figura 6 Elaboración del concreto según normatividad vigente E0.60/NTP 339.034.

Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Ensayo de asentamiento:

El ensayo de asentamiento se realizó con cada muestra de concreto elaborada, para esto se utilizó un cono de Abrams y los equipos necesarios según lo describe la Norma Técnica Peruana 339.035.



*Figura 7 Ensayo de asentamiento o revenimiento según normatividad vigente E0.60/NTP 339.034.
Fuente: Elaboración propia.*

4.3.3. Elaboración y curado de probetas:

A. Elaboración de probetas:

Para determinar la resistencia a la compresión del concreto elaborado, se utilizó probetas de 6" x 12" (150mm de diámetro por 300mm de altura) las cuales cumplen con las especificaciones de la norma NTP 339.003.

Las probetas fueron elaboradas teniendo en cuenta los siguientes pasos:

- Se colocó los moldes en una superficie nivelada, posteriormente fueron engrasadas por dentro con aceite para facilitar el desencofrado.
- El molde fue llenado en tres capas de tamaños aproximados y se compacto cada capa con 25 golpes utilizando una varilla de 5/8".
- Posteriormente se enrazó la parte superior con la plancha de albañil para obtener una superficie lisa y nivelada.

- Finalmente, se marcó en la superficie la fecha y el tipo de concreto vaciado.

Tabla 16
Cantidad de probetas por cada dosificación

CANTIDAD DE PROBETAS POR CADA DOSIFICACION							
TEMPERATURA AMBIENTE				BAJAS TEMPERATURAS			
Aditivo 0.00%	Aditivo 0.50%	Aditivo 1.00%	Aditivo 1.50%	Aditivo 0.00%	Aditivo 0.50%	Aditivo 1.00%	Aditivo 1.50%
6	6	6	6	6	6	6	6
probetas	probetas	probetas	probetas	probetas	probetas	probetas	probetas

Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla anterior, se elaboraron 6 probetas para cada dosificación haciendo un total de 48 probetas, de las cuales la mitad será sometida al ensayo de compresión a los 7 días y la otra mitad a los 28 días.

B. Curado de probetas:

Las probetas elaboradas se mantuvieron en sus moldes por 24 horas. Posteriormente, todas fueron desencofradas de las cuales 24 no se someterán a bajas temperaturas, por lo tanto, fueron introducidas en una cámara de curado por 7 días (cantidad mínima para concretos convencionales) según lo especifica la norma E.060 del reglamento nacional de edificaciones.

El lugar Abra de Anticona, distrito de Chicla, provincia de Huarochirí posee una temperatura ambiental que oscila entre los 8°C hasta -7°C por este motivo se realizara un experimento sometiendo 24 probetas a temperaturas de -7°C. Las 24 probetas

que serán sometidas a bajas temperaturas fueron introducidas en una cámara de curado durante el día y a una congeladora durante la noche por 7 días, pasando este tiempo ya no es necesario realizar el curado durante el día, pero se debe continuar sometiéndolas a temperaturas bajas durante la noche hasta que sean sometidas al ensayo de resistencia a la compresión.

4.4. Ensayo de resistencia a la compresión:

Como se mencionó anteriormente, la mitad de las probetas de cada dosificación fueron sometidas al ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días, el resumen de los resultados podemos observarlos en la siguiente tabla

Tabla 17
Resumen de la resistencia a la compresión a los 7 días

RESISTENCIA DEL CONCRETO (KG/CM2) A LOS 7 DIAS								
N° DE ENSAYO	TEMPERATURA AMBIENTE				BAJAS TEMPERATURAS			
	Aditivo 0.00%	Aditivo 0.50%	Aditivo 1.00%	Aditivo 1.50%	Aditivo 0.00%	Aditivo 0.50%	Aditivo 1.00%	Aditivo 1.50%
1	165.30	185.30	220.50	250.70	150.30	172.60	217.30	240.80
2	172.15	190.50	217.60	245.90	152.40	170.50	215.85	243.50
3	168.90	187.50	215.90	243.90	148.30	169.70	212.20	241.60

Fuente: Elaboración propia.

Como podemos observar en la tabla anterior, en ambos casos el concreto no llega a su resistencia mínima de 210Kg/cm² en la dosificación de 0.00% y 0.50%; pero sobrepasa esta resistencia en las dosificaciones de 1.00% y 1.50% lo que nos hace entender que a mayor aumento de aditivo SIKA ANTIGELL la resistencia va aumentando.

La otra mitad de las probetas fueron sometidas al ensayo de resistencia a la compresión a los 28 días, el resumen de los resultados se muestra a continuación:

Tabla 18
Resumen de la resistencia a la compresión a los 28 días

N° DE ENSAYO	RESISTENCIA DEL CONCRETO (KG/CM2) A LOS 28 DIAS							
	TEMPERATURA AMBIENTE				BAJAS TEMPERATURAS			
	Aditivo 0.00%	Aditivo 0.50%	Aditivo 1.00%	Aditivo 1.50%	Aditivo 0.00%	Aditivo 0.50%	Aditivo 1.00%	Aditivo 1.50%
1	212.30	230.50	250.20	270.90	190.70	214.30	250.30	270.60
2	213.60	228.40	252.70	268.30	192.30	215.20	248.60	271.60
3	216.40	238.60	254.60	271.40	189.60	217.40	251.30	273.40

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior se observa que en el caso de temperatura ambiente todas las dosificaciones superan la resistencia mínima de 210Kg/cm²; pero en el caso de bajas temperaturas la dosificación 0.00% la resistencia es menor a la mínima admisible por lo que podemos concluir que las bajas temperaturas disminuyen la resistencia a la compresión del concreto, pero al agregarle el aditivo sika antigell la resistencia va aumentando.

4.5. Ensayo de impermeabilidad:

Como ya se mencionó anteriormente, para que el concreto será impermeable este no debe ser poroso o solo puede contener espacios vacíos en cantidad mínima. El sika antigell además de mejorar la resistencia del concreto a bajas temperaturas también aumenta su impermeabilidad, por este motivo es que vamos a evaluar el incremento de impermeabilidad

del concreto a través de la reducción de poros, para esto se debe efectuar los siguientes pasos:

- Medir el peso de las muestras de concreto.
- Sumergir la muestra en un contenedor de agua y dejarla saturar por un mínimo de 24 horas.
- Medir el peso de la muestra sumergida en el agua.
- Retirar la muestra del contenedor y secarla superficialmente con papel periódico o telas.
- Medir el peso de la muestra superficialmente seca.
- El porcentaje de porosidad se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$Pp = \frac{P_{sss} - P_s}{P_{sss} - P_m} * 100 \dots (5)$$

Donde:

Ps: Porosidad de la muestra (%).

Psss: Peso superficialmente seco (Kg).

Ps: Peso seco de la muestra (Kg).

Pm: Peso de la muestra sumergida (Kg).

Siguiendo los pasos descritos anteriormente y aplicando la ecuación n° 5 se determinó el aumento de impermeabilidad a través del porcentaje de porosidad para las probetas a los 7 y 28 días, los resultados se pueden observar en las siguientes tablas:

Tabla 19
Impermeabilidad del concreto a los 7 días

IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO (%) A LOS 7 DIAS								
N° DE ENSAYO	TEMPERATURA AMBIENTE				BAJAS TEMPERATURAS			
	Aditivo 0.00%	Aditivo 0.50%	Aditivo 1.00%	Aditivo 1.50%	Aditivo 0.00%	Aditivo 0.50%	Aditivo 1.00%	Aditivo 1.50%
1	3.10	2.56	2.10	1.15	4.52	3.05	2.65	1.45
2	3.15	2.48	2.15	1.12	4.45	2.98	2.58	1.39
3	3.07	2.51	2.08	1.20	4.65	2.89	2.64	1.50

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20
Impermeabilidad del concreto a los 28 días

IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO (%) A LOS 28 DIAS								
N° DE ENSAYO	TEMPERATURA AMBIENTE				BAJAS TEMPERATURAS			
	Aditivo 0.00%	Aditivo 0.50%	Aditivo 1.00%	Aditivo 1.50%	Aditivo 0.00%	Aditivo 0.50%	Aditivo 1.00%	Aditivo 1.50%
1	3.33	2.35	1.95	0.98	4.75	2.74	2.10	1.52
2	3.38	2.38	1.89	0.89	4.82	2.68	2.05	1.48
3	3.29	2.41	1.93	0.92	4.68	2.62	2.15	1.56

Fuente: Elaboración propia.

En las tablas anteriores podemos observar que en ambos casos el porcentaje de porosidad disminuye con el aumento del aditivo sika antigell, por lo tanto, se demostró que la impermeabilidad del concreto va mejorando según la dosificación del aditivo.

4.6. Contrastación de pruebas hipótesis

Seguidamente, procedemos a realizar la comparación de la hipótesis: “La adición del sika antigell influye significativamente en la durabilidad del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí”, de donde se plantea hipótesis nulas (H0) y alterna(H1) correspondiente:

4.6.1. Paso: Formulación de la hipótesis

- **Hipótesis nula** H_0 : La adición del sika antigell si influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto sometido a temperatura ambiente en la provincia de Huarochirí.
- **Hipótesis alternativa** H_1 : La adición del sika antigell no influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto sometido a temperatura ambiente en la provincia de Huarochirí.

4.6.2. Paso: Elección del estadístico

Estadísticas de contraste: esta es una variable aleatoria basada en una muestra. Su distribución está relacionada con el método de muestreo, que determina si aceptar o rechazar la hipótesis nula (H_0) en función del valor asumido.

Tabla 21
Se acepta o rechazar la hipótesis nula

Decisión/ realidad	H_0 Cierta	H_0 falso
Aceptar H_0	correcto	Error tipo II
Rechazar H_0	Error tipo I	correcto

Fuente propia

- Rechazando la hipótesis nula (H_0) se acepta la hipótesis alternativa. (H_1).
- No rechazar la hipótesis nula (H_0) no significa que sea verdadera.

Simplemente no hay evidencia para descartarlo.

4.6.3. Estimación de la región crítica:

Esto es uno de los conjuntos de valores estadísticos de prueba que conducen a la decisión de aceptar la hipótesis nula (H₀).

4.6.4. Cálculo del valor del estadístico por la prueba "t":

De donde:

Formula:

$$Tc = \left| \frac{\bar{x} - u_0}{s / \sqrt{n}} \right|$$

- $\alpha = 0.05$
- $U_0 =$ Hipótesis Alternativa
- $N =$ Muestra
- $\bar{x} =$ Promedio

Resultado de la hipótesis del deterioro estructural

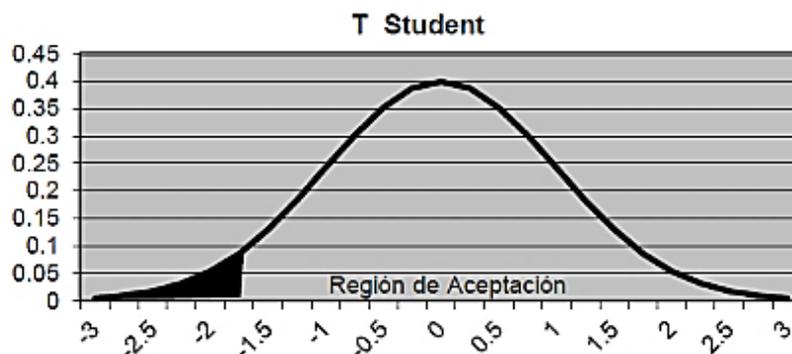
Datos:

$\alpha = 0.05$; $N = 3$; $(x) = 14$;

$U_0 = 14$; $Tc = -0.68$; $gl = 3-2$; $gl = 1$

$$gl = n - 1$$

$$Tc = \left| \frac{13 - 15}{5\sqrt{3}} \right|$$



De la imagen de los podemos observarse que se muestra en el lado unilaterales por las derechas por la distribuciones t de student donde: $T \alpha = 2.920$, de donde los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis nula (H_0), porques los valores críticos nos saliós de los valores de (2.920), razón por lo cual superas al estadísticos de pruebas, donde se obtuvos el valores de (-0.69), por lo tantos, se rechazas la hipótesis alternativas (H_1). Donde las conclusiones serias que las adicciones del sika antigell si influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto sometido a temperatura ambiente en la provincia de Huarochirí.

4.7. Contrastación de pruebas hipótesis específica

Seguidamente, procedemos a realizar la comparación de la hipótesis: “La adición del sika antigell influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto sometido a temperatura ambiente en la provincia de Huarochirí”, de donde se plantea hipótesis nulas (H_0) y alterna(H_1) correspondiente:

4.7.1. Paso: Formulación de la hipótesis

- **Hipótesis nula** H_0 : La adición del sika antigell si influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto sometido a temperatura ambiente en la provincia de Huarochirí.
- **Hipótesis alternativa** H_1 : La adición del sika antigell no influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto sometido a temperatura ambiente en la provincia de Huarochirí.

4.7.2. Paso: Elección del estadístico

Estadístico del contraste: Es una variable aleatoria función de la muestra. Tiene su distribución asociada al proceso de muestreo y según el valor que tome se decide aceptar o rechazar la hipótesis nula (H.o.).

Tabla 22
Se acepta o rechazar la hipótesis nula

Decisión/ realidad	Ho Cierta	Ho falso
Aceptar Ho	correcto	Error tipo II
Rechazar Ho	Error tipo I	correcto

Fuente propia

- Si rechazamos la hipótesis nula (Ho), entonces se acepta la hipótesis alternativa. (H.1.).
- Si no rechazamos la hipótesis nula (H.o.), esto no implica necesariamente que sea cierta, simplemente no tenemos evidencia para rechazar.

4.7.3. Determinación de la región crítica:

Es el conjunto de valores del estadístico del contraste que nos lleve a la decisión de aceptar la hipótesis nula (H.o.).

4.7.4. Cálculo del valor del estadístico por la prueba “t”:

De donde:

Formula:

$$Tc = \left| \frac{\bar{x} - u_0}{s / \sqrt{n}} \right|$$

- $\alpha = 0.05$
- $U_0 =$ Hipótesis Alternativa
- $N =$ Muestra
- $\bar{x} =$ Promedio

Resultado de la hipótesis del deterioro estructural

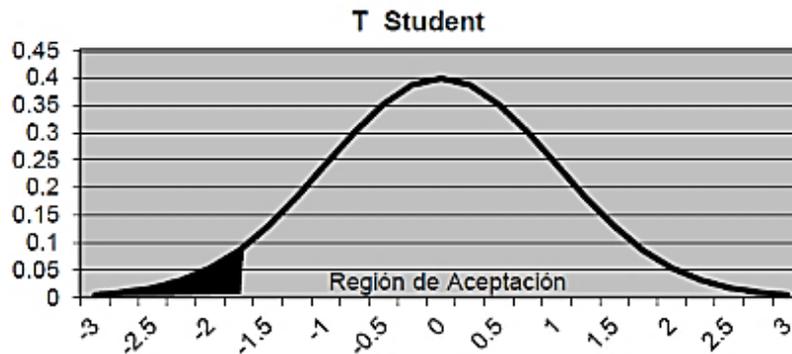
Datos:

$\alpha = 0.05$; $N = 2$; $(x) = 12$;

$U_0 = 13$; $T_c = -0.84$; $gl = 3-1$; $gl = 2$

$$gl = n - 1$$

$$T_c = \left| \frac{13 - 15}{5\sqrt{3}} \right|$$



Se puede observar que el diagrama se muestra a la derecha con una distribución t de Student unilateral. donde $T_\alpha = 1.760$, el resultado aquí obtenido acepta la hipótesis nula (H_0). Con un valor de (1,760), se rechaza la hipótesis alternativa (H_1) porque el valor de (-0,76) supera al estadístico de prueba obtenido.

Donde la conclusión sería que la adición del SIKA ANTIGELL si influye significativamente en la resistencia a la compresión del concreto sometido a temperatura ambiente en la provincia de Huarochirí.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Descripción de los resultados

Uno de los beneficios del aditivo sika antigell es que aumenta la resistencia del concreto, por lo tanto, en la siguiente tabla se observa el promedio de las resistencias a temperatura ambiente para las diferentes proporciones de mezcla:

Tabla 23
Porcentaje de resistencia a temperatura ambiente

PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION A TEMPERATURA AMBIENTE								
ROTURA	Aditivo 0.00%	%	Aditivo 0.50%	%	Aditivo 1.00%	%	Aditivo 1.50%	%
7 días	168.78	80.37	187.77	89.41	218.00	103.81	246.83	117.54
28 días	214.10	101.95	232.50	110.71	252.50	120.24	270.20	128.67

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla anterior podemos observar que el diseño de mezcla con 1.00% de aditivo llega a una resistencia de 218.00Kg/cm² a la edad de 7 días con un incremento de 3.81% respecto a la resistencia requerida de 210.00Kg/cm² y a los 28 días llega a una resistencia de 252.50Kg/cm² con un incremento de 20.24%.

5.2. Resistencia a la compresión a bajas temperaturas

La provincia de Huarochirí cuenta con temperaturas bajas durante todo el año, esto ocasiona que las propiedades del concreto sean alteradas en

especial la resistencia a la compresión, en la siguiente tabla se muestra los resultados promedios de la resistencia a la compresión sometidas a bajas temperaturas:

Tabla 24
Porcentaje de resistencia a bajas temperaturas

PROMEDIO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION A BAJAS TEMPERATURAS								
ROTURA	Aditivo 0.00%	%	Aditivo 0.50%	%	Aditivo 1.00%	%	Aditivo 1.50%	%
7 días	150.33	71.59	170.93	81.40	215.12	102.44	241.97	115.22
28 días	190.87	90.89	215.63	102.68	250.07	119.08	271.87	129.46

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior observamos que el diseño de mezcla con 0.00% de aditivo llega a una resistencia de 190.87Kg/cm² a la edad de 28 días el cual es 9.11% menor de la resistencia requerida comprobando de esta manera que las bajas temperaturas de la provincia de Huarochirí disminuyen la resistencia a la compresión del concreto. También podemos observar que el diseño de mezcla con 1.00% de aditivo llega a una resistencia de 215.12Kg/cm² con un incremento de 2.44% respecto a la resistencia requerida a la edad de 7 días y a una resistencia de 250.07Kg/cm² con un incremento de 19.08% respecto a la resistencia requerida a la edad de 28 días.

5.3. Impermeabilidad a temperatura ambiente

Otro de los beneficios que proporciona el aditivo sika antigell es el mejoramiento de la impermeabilidad, en el capítulo anterior se comprobó su incremento a través de la reducción de poros. En la siguiente tabla se muestra el promedio de la impermeabilidad a temperatura ambiente:

Tabla 25
Promedio de impermeabilidad a temperatura ambiente

PROMEDIO DE IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO A TEMPERATURA AMBIENTE				
ROTURA	Aditivo 0.00%	Aditivo 0.50%	Aditivo 1.00%	Aditivo 1.50%
7 días	3.11	2.52	2.11	1.16
28 días	3.33	2.38	1.92	0.93

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos observar que el diseño de mezcla con 0.00% de aditivo posee 3.11% de poros a los 7 días de edad y 3.33% de poros a los 28 días de edad, este porcentaje va disminuyendo conforme al aumento de aditivo. Con respecto al diseño de mezcla de 0.00%, el diseño de mezcla con 0.50% de aditivo disminuye el porcentaje de poros en un 19.61% a los 7 días y 28.53% a los 28 días, el diseño de mezcla con 1.00% de aditivo disminuye el porcentaje de poros en un 32.15 % a los 7 días y 42.34% a los 28 días y el diseño de mezcla con 1.50% de aditivo disminuye el porcentaje de poros en un 62.70% a los 7 días y 72.07% a los 28 días. De lo descrito anteriormente podemos deducir que a mayor porcentaje de aditivo incorporado disminuye el porcentaje de poros, esto origina que la impermeabilidad del concreto aumente impidiendo el paso del agua u otro fluido.

5.4. Impermeabilidad a bajas temperaturas:

Las bajas temperaturas aumentan la cantidad de poros en el concreto ocasionando que la impermeabilidad disminuya, en la siguiente tabla se muestra el promedio de la impermeabilidad del concreto a bajas temperaturas:

Tabla 26
Promedio de impermeabilidad a bajas temperaturas

PROMEDIO DE IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO A BAJAS TEMPERATURAS				
ROTURA	Aditivo 0.00%	Aditivo 0.50%	Aditivo 1.00%	Aditivo 1.50%
7 días	4.54	2.97	2.62	1.45
28 días	4.75	2.68	2.10	1.52

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla anterior podemos observar que el porcentaje de poros a bajas temperaturas es mayor al porcentaje de poros a temperatura ambiente comprobando de esta manera que el clima de la provincia de Huarochirí reduce la impermeabilidad del concreto. El diseño de mezcla con 0.00% de aditivo posee 4.54% de poros a los 7 días y 4.75% de poros a los 28 días, este porcentaje va disminuyendo con forme se aumenta el porcentaje de aditivo. Con respecto al diseño de mezcla de 0.00%, el diseño de mezcla con 0.50% de aditivo disminuye el porcentaje de poros en un 34.58% a los 7 días y 43.58% a los 28 días, el diseño de mezcla con 1.00% de aditivo disminuye el porcentaje de poros en un 42.29% a los 7 días y 55.79% a los 28 días y el diseño de mezcla con 1.50% de aditivo disminuye el porcentaje de poros en un 68.06% a los 7 días y 68.00% a los 28 días. De lo descrito anteriormente podemos deducir que a mayor porcentaje de aditivo incorporado disminuye el porcentaje de poros, esto origina que la impermeabilidad del concreto aumente impidiendo el paso del agua u otro fluido.

CONCLUSIONES

- 1) Se determinó la influencia de la adición sika antigell en la durabilidad del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí, debido a que se pudo comprobar que la resistencia a la compresión aumenta dependiendo del porcentaje de aditivo que se le agrega mejorando su durabilidad a la aplicación de cargas, de igual manera se comprobó que el porcentaje de poros disminuyen respecto al aumento proporcionado del aditivo, beneficiando de esta manera a la impermeabilidad del concreto.
- 2) Se determinó la influencia del aditivo sika antigell en la resistencia a la compresión del concreto sometido a temperatura ambiente en la provincia de Huarochirí, en cual concluye que en el diseño de mezcla con 0.50% de aditivo llega a una resistencia de 232.50kg/cm² a los 28 días, el diseño de mezcla con 1.00% de aditivo llega a una resistencia de 218kg/cm² a los 7 días y 252.50kg/cm² a los 28 días, el diseño de mezcla con 1.50% de aditivo llega a una resistencia de 246.82kg/cm² a los 7 días y 270.20kg/cm² a los 28 días.
- 3) Se determinó la influencia del aditivo sika antigell en la resistencia a la compresión del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí, en cual concluye que el diseño de mezcla con 0.00% de aditivo llega a una resistencia de 190.87kg/cm² a la edad de 28 días el cual es 9.11% menor de la resistencia requerida de 210kg/cm² y el diseño de mezcla con 1.00% de aditivo llega a una resistencia de 215.12kg/cm² con un incremento de 2.44% respecto a la resistencia requerida a la edad de 7

días y a una resistencia de 250.07kg/cm² con un incremento de 19.08% respecto a la resistencia requerida a la edad de 28 días.

- 4) Se determinó la influencia del aditivo sika antigell en la impermeabilidad del concreto sometido a temperatura ambiente en la provincia de Huarochirí, en el cual concluye que el diseño de mezcla con 0.00% de aditivo posee 3.11% de poros a los 7 días de edad y 3.33% de poros a los 28 días de edad, este porcentaje va disminuyendo conforme al aumento de aditivo y el diseño de mezcla con 0.50% de aditivo disminuye el porcentaje de poros en un 19.61% a los 7 días y 28.53 a los 28 días, el diseño de mezcla con 1.00% de aditivo disminuye el porcentaje de poros en un 32.15% a los 7 días y 42.34% a los 28 días y el diseño de mezcla con 1.50 % de aditivo disminuye el porcentaje de poros en un 62.70% a los 7 días y 72.07% a los 28 días. de lo descrito anteriormente podemos deducir que a mayor porcentaje de aditivo incorporado disminuye el porcentaje de poros, esto origina que la impermeabilidad del concreto aumente impidiendo el paso del agua u otro fluido.
- 5) Se determinó la influencia del aditivo sika antigell en la impermeabilidad del concreto sometido a temperaturas bajas en el cual concluye que el diseño de mezcla con 0.00% de aditivo posee 4.54% de poros a los 7 días de edad y 4.75% de poros a los 28 días de edad, este porcentaje va disminuyendo conforme al aumento de aditivo y el diseño de mezcla con 0.50% de aditivo disminuye el porcentaje de poros en un 34.58% a los 7 días y 43.58 a los 28 días, el diseño de mezcla con 1.00% de aditivo disminuye el porcentaje

de poros en un 42.29% a los 7 días y 55.79% a los 28 días y el diseño de mezcla con 1.50 % de aditivo disminuye el porcentaje de poros en un 68.06% a los 7 días y 68.00% a los 28 días. de lo descrito anteriormente podemos deducir que a mayor porcentaje de aditivo incorporado disminuye el porcentaje de poros, esto origina que la impermeabilidad del concreto aumente impidiendo el paso del agua u otro fluido.

RECOMENDACIONES

- 1) Aplicar el uso del aditivo sika antigell en las ciudades de nuestro país cuya temperatura descienda de los -6°C hasta -8°C ya que se pudo comprobar científicamente que nos brinda resultados satisfactorios en la resistencia a la compresión y en el aumento de impermeabilidad del concreto.
- 2) Aplicar el aditivo sika antigell en una dosificación de 0.50% del peso del cemento en diseños de mezcla que estarán expuestos a temperaturas ambientes ya que se pudo comprobar que la resistencia de esta dosificación supera los 210kg/cm^2 a los 28 días de edad.
- 3) Aplicar el aditivo sika antigell en una dosificación de 1.00% del peso del cemento en diseños de mezcla que estarán expuestos a bajas temperaturas ya que se pudo comprobar que la resistencia de esta dosificación 215kg/cm^2 a los 7 días de edad y a 250.07kg/cm^2 a los 28 días de edad, beneficiando al presupuesto de la obra y al tiempo de ejecución.
- 4) Aplicar el aditivo sika antigell en obras de arte que estarán expuestas a las corrientes de agua o algún tipo de fluido a temperatura ambiente ya que se pudo comprobar que el porcentaje de poros se reduce conforme se aumenta el porcentaje del aditivo, aumentando la impermeabilidad del concreto y su durabilidad respecto a la corrosión o desgaste.
- 5) Aplicar el aditivo sika antigell en obras de arte que estarán expuestas a las corrientes de agua o algún tipo de fluido en bajas temperaturas ya que se

pudo comprobar que el porcentaje de poros se reduce mucho más conforme se aumenta el porcentaje del aditivo, aumentando la impermeabilidad del concreto y su durabilidad respecto a lo corrosión o desgaste.

BILIOGRAFIA

1. ACI 201.2R-07. (2000). *Guide to durable concrete*. American Concrete Institute (ACI).
2. Al-Assadi, G. (2009). *Influencia de las Condiciones de Curado en el Comportamiento del Hormigón sometido a Ciclos Hielo-Deshielo (Tesis doctoral)*. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Puertos, Canales y Puertos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
3. Alcaraz Marín, J. (2012). *Microestructura del Hormigón (Proyecto final de Carrera)*. Escuela de Arquitectura e Ingeniería de Edificación. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, España.
4. Alcaraz Marín, J. (2015). *Microestructura del Hormigón con adición de Nanosilice (Proyecto final de Carrera)*. Escuela de Arquitectura e Ingeniería de Edificación. Universidad Politécnica de Cartagena, Cartagena, España.
5. Alizo, M.A., (2015). *Hormigones de alta resistencia con nano-adiciones y fibras de acero (Tesis de maestría)*. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos, Puertos, Canales y Puertos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España
6. Bernal Camacho, J. M. (2009). *Durabilidad en Estructuras de Concreto Armado Localizada frente a la Costa (Tesis de maestría)*. Universidad Nacional Autónoma de México, México D.F., México.

7. CEB (1996). *“Durabilidad de Estructuras de Hormigón, Guía de diseño CEB”*, Boletín GEHO n°12. Calavera Ruiz, J. (2005). Patología de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado (Segunda Edición). Madrid, España: INTEMAC
8. Gaynor R, D. (1985) *Understanding chloride Percentage*. Concrete International: Design and Construction, V.7, No.9, sept.
9. Henche Guijarro, C. (2011). *Análisis de la Adición de Nano-Partículas en la Microestructura de Materiales de base cemento (Tesis de maestría)*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
10. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, M.P. (2010). *Metodología de la Investigación (Quinta edición)*. México D.F., México: McGraw-Hill.
11. Huincho Salvatierra, E. (2011). *Concreto de alta Resistencia usando aditivo superplastificante, microsílíce y nanosílíce con cemento portland tipo I (Tesis de pregrado)*. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
12. Iván Tobón, J. (2011). *Evaluación del Desempeño del Cemento Portland adicionado con Nanopartículas de Silíce (Tesis doctoral)*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.
13. Jo BW, Kim CH, Lim JH. (2007). *Characteristics of cement mortar with nano-SiO₂ particles*. ACI Mater

14. León Brito, N, E. (2012). *Influencia de la adición de Nano sílice en el hormigon autocompactante (Tesis de maestría)*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
15. Li H, Hiao H, Yuan J & Ou J. (2004). *Microestructure of cement mortar with nanoparticles*. Composites Part B: Engineering.
16. Morejón Salup, L.L. (2015). *Morteros de Cemento con Adiciones de Humo de sílice y nanosilice (Tesis de maestría)*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
17. Navareño Rojo, A. (2015). *Estudio teórico-experimental sobre el Deterioro en Tableros de Puentes de Hormigon producido por la acción del Hielo-Deshielo con sales fundentes (Tesis doctoral)*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España.
18. Navarro Álvarez, R. (2008). *Diseño por Durabilidad de Estructuras de Concreto (Tesis de pregrado)*. Escuela de Ingeniería y Arquitectura. Instituto Politécnico Nacional, México D.F., México.
19. Páez Moreno, D.F., Leal Moreno, V.E. y Restrepo Burgos, M. (2009). *Influencia de los Ciclos Hielo-Deshielo en la Resistencia del Concreto (Caso Tunja)*. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, Medellín, Colombia.

20. Pasquel Carvajal, E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto en el Perú (Segunda edición)*. Lima, Perú.
21. Pasquel Carvajal, E. (2009). *Reacción álcali-agregado El "VIH" del concreto*. Centro de Investigación del Cemento y el Concreto-CITEDEC (boletín n°95). Lima-Perú.
22. PCA, P. C. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto (Primera Edición)*.
23. Pigeon M., y Pleau R. (1995). *Durability of Concrete in Cold Climates*, E & FN Spon, Boundry row.
24. Powers T, C. (1945) Working Hypothesis for Further Studies of Frost Resistance of Concrete. *ACI Journal, Proceeding*, V.41, No.4, Feb.
25. Rivva López, E. (2006). *Durabilidad y patología del concreto*. Lima, Perú.
26. Singh LP, Bhattacharyya SJ, Sharma U, Ahalawat S. (2011). Preparation of silica nanoparticles and its beneficial role in cementitious materials. *Nanomate Nanotechnol* 2011.
27. Sobolev, K. y Ferrada-Gutiérrez, M. (2005). *How Nanotechnology Can Change the Concrete World: Part 1*. American Ceramic Society Bulletin, No. 10, Westerville, Ohio-USA.
28. Tamayo y Tamayo, M. (2004). *El proceso de la Investigación Científica (Cuarta edición)*. México D.F., México: Limusa

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA
INFLUENCIA DEL SIKA ANTIGELL EN LA DURABILIDAD DEL CONCRETO SOMETIDO A BAJAS
TEMPERATURAS EN LA PROVINCIA DE HUAROCHIRI

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	PLANTEAMIENTO DE LOS OBJETIVOS	FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cómo influye la adición sika antigell en la durabilidad del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>¿Cómo influye la aplicación del aditivo sika antigell en la resistencia a la compresión del concreto a temperatura ambiente en la provincia de Huarochirí?</p> <p>¿Cómo influye la aplicación del aditivo sika antigell en la resistencia a la</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Determinar la influencia de la adición sika antigell en la durabilidad del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>Determinar cómo influye la aplicación del aditivo sika antigell en la resistencia a la compresión del concreto sometido a temperatura ambiente en la provincia de Huarochirí</p> <p>Determinar cómo influye la aplicación del aditivo sika antigell en la resistencia a la compresión del concreto sometido a bajas</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>La adición del sika antigell influirá significativamente en la durabilidad del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p> <p>La adición del sika antigell influirá significativamente en la resistencia a la compresión del concreto sometido a temperatura ambiente en la provincia de Huarochirí.</p> <p>La adición del sika antigell influirá significativamente en la resistencia a la compresión del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí.</p>	<p>VARIABLES</p> <p>Variable dependiente: (Aditivo sika antigell)</p> <p>Variable independiente: (Durabilidad del concreto)</p> <p>OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES</p> <p>Indicadores:</p> <p>Variable dependiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> • trabajabilidad • Reducción de agua sin pérdida de la trabajabilidad • Aumenta la resistencia • Mejora de las resistencias y de la impermeabilidad. <p>Variable independiente:</p>	<p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Método científico</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicativo</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Exploratorio</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Experimental</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA:</p> <p>A) Población: estará conformada por 48 probetas.</p> <p>B) Muestra: estadística será de 48 probetas</p>

<p>compresión del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí?</p> <p>¿Cómo influye la aplicación del aditivo sika antigell en la impermeabilidad del concreto sometido a temperatura ambiente en la provincia de Huarochirí ?</p> <p>¿Cómo influye la aplicación del aditivo sika antigell en la impermeabilidad del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí ?</p>	<p>temperaturas en la provincia de Huarochirí.</p> <p>Determinar cómo influye la aplicación del aditivo sika antigell en la impermeabilidad del concreto sometido a temperatura ambiente en la provincia de Huarochirí</p> <p>Determinar cómo influye la aplicación del aditivo sika antigell en la impermeabilidad del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí</p>	<p>La adición del sika antigell influirá significativamente en la impermeabilidad del concreto sometido a temperatura ambiente en la provincia de Huarochirí</p> <p>La adición del sika antigell influirá significativamente en la impermeabilidad del concreto sometido a bajas temperaturas en la provincia de Huarochirí</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vida prevista: • Vida útil: • Vida útil de servicio: • Vida útil residual: 	
---	--	---	---	--

MATRIZ: DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición	Dimensión	Indicador
Variable dependiente (Aditivo SIKA ANTIGELL)	Producto químico o mineral que modifica una o más propiedades de un material o mezcla de estas.	Trabajabilidad	Tiempo de endurecimiento
		Reducción de agua sin pérdida de la trabajabilidad	Metro cubico
		Aumenta la resistencia	Fc (kg/cm2)
		Mejora de las resistencias y de la impermeabilidad	Metro 2
Variable independiente (Durabilidad del concreto)	La durabilidad es la capacidad que tienen las estructuras de concreto reforzado de conservar inalteradas sus condiciones físicas y químicas durante su vida útil cuando se ven sometidas a la degradación de su material por diferentes efectos de cargas y sollicitaciones, las cuales están previstas en su diseño estructural.	Vida prevista	Año
		Vida útil	Año
		Vida útil de servicio	Año
		Vida útil residual	Año

PANEL FOTOGRAFÍCO

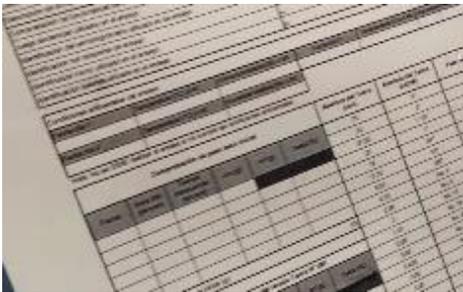
PANEL FOTOGRAFICO

	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
	“INFLUENCIA DEL SIKI ANTIGELL EN LA DURABILIDAD DEL CONCRETO SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS EN LA PROVINCIA DE HUARACHIRI”.	
BACHILLER	ALEXANDER GUTIERREZ GUZMAN	OCTUBRE 2020

REGISTRO FOTOGRAFICO

FOTOGRAFIA N° 01	FOTOGRAFIA N°02
	
<p>DESCRIPCIÓN: Instrumentos para realizar el análisis granulométrico de agregados para la obtención de características físicas de los materiales de acuerdo a norma NTP 334.009/E 0.60.</p>	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Cuarteo del agregado fino y obtención de muestra a evaluar de acuerdo a norma NTP 400.010.
FOTOGRAFIA N° 03	FOTOGRAFIA N° 04
	
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Secado de muestra fina en un intervalo de 16 h a 24 h, a temperatura de 110°C +/- 5°C, de acuerdo a norma NTP 400.012. 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Reposo a temperatura ambiente, secado y lavado de material fino para su respectivo ensayo, de acuerdo a norma NTP 400.012.

<p>FOTOGRAFIA N° 05</p> 	<p>FOTOGRAFIA N° 06</p> 
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Ingreso y retenido de material en el tamiz n°200, para su evaluación correspondiente, de acuerdo a norma NTP 400.018. 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Tamizado manual de nuestro material fino; evaluación y revisión de cada malla, así también peso de material de cada tamiz retenido, de acuerdo a norma NTP 400.018.
<p>FOTOGRAFIA N° 07</p> 	<p>FOTOGRAFIA N° 08</p> 
<p>DESCRIPCIÓN: Cuarteo de agregado grueso de acuerdo a norma NTP 334.009/E 0.60, de acuerdo a norma NTP 334.009/E 0.60.</p>	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Peso de agregado grueso retenido en el tamiz correspondiente, de acuerdo a norma NTP 400.010
<p>FOTOGRAFIA N° 09</p> 	<p>FOTOGRAFIA N° 10</p> 
<p>DESCRIPCIÓN: Secado de muestra fina en un intervalo de 16 h a 24 h, a temperatura de 110°C +/- 5°C, de acuerdo a norma NTP 400.012.</p>	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Reposo a temperatura ambiente, secado y lavado de material fino para su respectivo ensayo, de acuerdo a norma NTP 400.012.

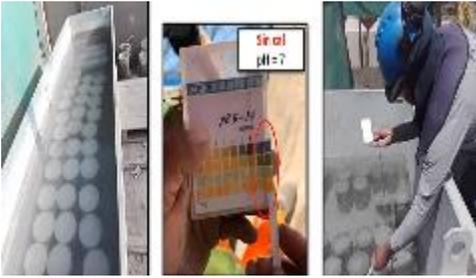
<p>FOTOGRAFIA N° 11</p> 	<p>FOTOGRAFIA N° 12</p> 
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Limpieza y lavado de material grueso para su posterior ingreso a tamices; de acuerdo a norma NTP 400.012. 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Ingreso y toma de medidas de material grueso retenido en distintos tamices, de acuerdo a norma NTP 400.012.
<p>FOTOGRAFIA N° 13</p> 	<p>FOTOGRAFIA N° 14</p> 
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Registro y anotación de material retenida en cada tamiz 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Uso de implementos de seguridad previo al uso de maquina mezcladora (casco de seguridad, lentes de seguridad, guantes de seguridad), de acuerdo a norma NTP 329.005/ISO 16604.
<p>FOTOGRAFIA N° 15</p> 	<p>FOTOGRAFIA N° 16</p> 
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Uso de implementos de seguridad previo al uso de maquina mezcladora (chaleco de seguridad), de acuerdo a norma NTP 329.005/ISO 16604. 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Uso de implementos de seguridad previo al uso de maquina mezcladora (zapato de seguridad), de acuerdo a norma NTP 329.005/ISO 16604.

<p>FOTOGRAFIA N° 17</p> 	<p>FOTOGRAFIA N° 18</p> 
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Transporte de máquina para elaboración de concreto (uso de mezcladora tipo trompo de 6p3, de acuerdo a norma NTP 329.005/ISO 16604. 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Revisión de maquinaria para respectiva elaboración de concreto, de acuerdo a norma NTP 329.005/ISO 16604.
<p>FOTOGRAFIA N° 19</p> 	<p>FOTOGRAFIA N° 20</p> 
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Ingreso de agua y aditivo, según sea el diseño de mezcla para la elaboración de concreto, de acuerdo a norma E0.60/ACI 318. 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Ingreso de agregado fino y grueso, en la elaboración de concreto, de acuerdo a norma E0.60/ACI 318
<p>FOTOGRAFIA N° 21</p> 	<p>FOTOGRAFIA N° 22</p> 
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Ingreso de cemento en la elaboración del concreto, de acuerdo a norma E0.60/ACI 318 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Verificación de elaboración de concreto respetando tiempo determinados para su obtención, de acuerdo a norma E0.60/ACI 318

<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 23</p> 	<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 24</p> 
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Equipos para el ensayo de asentamiento o revenimiento del concreto, de acuerdo a norma NTP 339.035. 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Homogenización de la mezcla de concreto para su respectivo ensayo, de acuerdo a norma NTP 339.035.
<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 25</p> 	<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 26</p> 
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Lubricación de equipos del ensayo, de acuerdo a norma NTP 339.035. 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Varillado uniforme de primera capa de concreto del ensayo, de acuerdo a norma NTP 339.035.
<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 27</p> 	<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 28</p> 
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Varillado y compactación de capas de concreto del ensayo, de acuerdo a norma NTP 339.035. 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Varillado y compactado de segunda capa de concreto (28 varilladas por cada capara como lo indica la norma NTP 339.035.)

<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 29</p> 	<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 30</p> 
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Llenado de tercera y última capa de concreto correspondiente al ensayo de asentamiento, de acuerdo a norma NTP 339.035. 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Enrazado de concreto y limpieza de espacio de trabajo, de acuerdo a norma NTP 339.035.
<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 31</p> 	<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 32</p> 
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Separación de cono de Abrahams del concreto para conocer el resultado del ensayo, de acuerdo a norma NTP 339.035. 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Presentación de varilla para su respectiva obtención de resultado(uso de flexómetro), de acuerdo a norma NTP 339.035.
<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 33</p> 	<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 34</p> 
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Resultado de ensayo de asentamiento, de acuerdo a norma NTP 339.035. 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Equipo para la elaboración y desmolde de testigos de concreto, de acuerdo a norma NTP 339.033.

<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 35</p> 	<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N°36</p> 
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Elaboración de probetas respetando la norma, de acuerdo a norma NTP 339.033. 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Varillado de una de las capas del ensayo, de acuerdo a norma NTP 339.033.
<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 37</p> 	<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 38</p> 
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Enrazado y limpieza de concreto al termino del ensayo, de acuerdo a norma NTP 339.033. 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Rotulado respectivo para su posterior reconocimiento del testigo de concreto, de acuerdo a norma NTP 339.033.
<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 39</p> 	<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 40</p> 
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Preservación de molde y testigo de concreto durante 24 horas, de acuerdo a norma NTP 339.613/NTP 339.004. 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Desmolde y transporte de testigos de concreto a laboratorio para su curación, de acuerdo a norma NTP 339.613/NTP 339.004.

<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 41</p> 	<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 42</p> 
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Preservación de testigo de concreto durante un periodo de 7 días, divididos en áreas con aditivo y sin presencia de aditivo, de acuerdo a norma NTP 339.613/NTP 339.004. 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: :Preservación de testigo de concreto durante un periodo de 28 días, divididos en áreas con aditivo y sin presencia de aditivo, de acuerdo a norma NTP 339.613/NTP 339.004.
<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 43</p> 	<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 44</p> 
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Vista de poza de reposo y preservación de testigos de concreto, respetando tiempos determinados para la obtención de resultados, de acuerdo a norma NTP 339.613/NTP 339.004. 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Secado de testigo para realización de ensayo de resistencia a la compresión del concreto, de acuerdo a norma NTP 339.613/NTP 339.004.
<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 45</p> 	<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 46</p> 
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Peso de testigo de concreto, de acuerdo a norma NTP 339.613/NTP 339.004. 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Toma de medida del testigo de concreto haciendo uso de vernier, de acuerdo a norma NTP 339.613/NTP 339.004.

<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 47</p> 	<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 48</p> 
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Vista de máquina de ensayo de compresión, cumpliendo las características necesarias para su uso y respectiva calibración, de acuerdo a norma NTP 339.034. 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Ingreso de testigo de concreto a la prensa de rotura cumpliendo los protocolos de seguridad para su respectiva rotura, , de acuerdo a norma NTP 339.034.
<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 49</p> 	<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 50</p> 
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: presentación de testigos sin adición de aditivo para su respectiva rotura, , de acuerdo a norma NTP 339.034. 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Rotura de testigo sin aditivo y respectiva falla (testigo sin aditivo), , de acuerdo a norma NTP 339.034.
<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N°51</p> 	<p style="text-align: center;">FOTOGRAFIA N° 52</p> 
<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Rotura de testigo de concreto con adición de aditivo y obtención de resultados, , de acuerdo a norma NTP 339.034. 	<ul style="list-style-type: none"> DESCRIPCIÓN: Vista de rotura de testigo y observación de tipo de falla, , de acuerdo a norma NTP 339.034.

FOTOGRAFIA N° 53



- DESCRIPCIÓN: Testigos de concreto con adición de aditivo para el ensayo de permeabilidad; testigos superficialmente secos para su respectivo peso, , de acuerdo a norma NTP 339.034.

FOTOGRAFIA N° 54



- DESCRIPCIÓN: Obtención de resultados de cada uno de los ensayos para la elaboración de tablas y respectivas conclusiones del proyecto de investigación, , de acuerdo a norma NTP 339.034.

SIKA ANTIGELL

HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

Sika® Antigel L

ADITIVO ANTICONGELANTE PARA MORTERO Y HORMIGÓN

DESCRIPCION DEL PRODUCTO

Aditivo líquido que se utiliza para la fabricación de mortero y hormigón en bajas temperaturas. Está exento de cloruros.

USOS

Aditivo anticongelante que se utiliza para proteger el hormigón que pueda estar expuesto a temperaturas ambientales de hasta -6°C / -8°C .

- Se utiliza en todos aquellos trabajos que se realizan con un ligero frío durante el día y si se esperan heladas por la noche, o bien cuando amenazan olas de frío.

CARACTERISTICAS / VENTAJAS

- Mejora de la trabajabilidad sin incrementar el agua.
- Reducción de agua sin pérdida de la trabajabilidad.
- Aumenta la resistencia a las heladas del hormigón fresco.
- Mejora de las resistencias y de la impermeabilidad.

INFORMACION DEL PRODUCTO

Base Química	Sales especiales
Presentación	Garrafa de 30 kg y contenedores de 1 m ³ . Bajo pedido puede suministrarse a granel.
Apariencia / Color	Líquido claro
Conservación	24 meses desde su fecha de fabricación, en sus envases de origen bien cerrados y no deteriorados.
Condiciones de Almacenamiento	En lugar seco y fresco protegiéndolos de las heladas y el frío excesivo, a una temperatura entre $+5^{\circ}\text{C}$ y $+30^{\circ}\text{C}$
Densidad	Aprox. 1.25 kg/l (a 20°C)
pH	Aprox 7

INFORMACION DE APLICACIÓN

Dosificación Recomendada	1% del peso de cemento.
Dispensando	Se añade directamente al agua de amasado

INSTRUCCIONES DE APLICACION

DOSIFICACIÓN

Cuando se utiliza este producto deben respetarse las reglas usuales para confeccionar un hormigón de calidad.

Al hormigonar durante el invierno y con tiempo frío, se deben respetar las pautas indicadas por la EHE, como por ejemplo:

- En armaduras, encofrados y soportes: quitar el agua, la nieve, el hielo y calentarlos en el caso de que su temperatura sea inferior a 0°C.

- Utilizar encofrados que eviten pérdida de calor.

Preparación del hormigón: mezclar de forma cuidadosa, reducir al máximo la cantidad de agua de amasado, utilizar una dosificación rica en cemento. La temperatura del hormigón fresco debe ser por lo menos de +5°C.

Tratamiento posterior del hormigón: se debe proteger lo mejor posible contra las pérdidas de calor y de humedad cubriéndolo y aislándolo.

Es preciso prolongar el plazo de desencofrado tantos días como se hayan producido heladas a partir del momento de la confección del hormigón.

El bajo punto de congelación del Sika® Antigel I ofrece una seguridad excepcional en las instalaciones automáticas de dosificación, así como durante su almacenamiento en las obras.

Si el producto se congela, puede volver a utilizarse, sin pérdida de sus propiedades después de deshelarlo lentamente en un ambiente templado. No exponerlo a llama directa. Se recomienda homogeneizar el producto previamente a su uso.

Para cualquier aclaración rogamos consulten con nuestro Departamento Técnico.

NOTAS

Todos los datos técnicos indicados en estas Hojas de Datos de Producto están basados en ensayos de laboratorio. Las medidas reales de estos datos pueden variar debido a circunstancias más allá de nuestro control.

RESTRICCIONES LOCALES

Tenga en cuenta que como resultado de las regulaciones locales específicas, el funcionamiento del producto puede variar de un país a otro. Por favor, consulte la Hoja de Datos de Producto local para la descripción exacta de los campos de aplicación.

ECOLOGIA, SEGURIDAD E HIGIENE

Para cualquier información referida a cuestiones de seguridad en el uso, manejo, almacenamiento y eliminación de residuos de productos químicos, los usuarios deben consultar la versión más reciente de la Hoja de Seguridad del producto, que contiene datos físicos, ecológicos, toxicológicos y demás cuestiones relacionadas con la seguridad.

NOTAS LEGALES

Esta información y, en particular, las recomendaciones relativas a la aplicación y uso final del producto, están dadas de buena fe, basadas en el conocimiento actual y la experiencia de Sika de los productos cuando son correctamente almacenados, manejados y aplicados, en situaciones normales, dentro de su vida útil y de acuerdo con las recomendaciones de Sika. En la práctica, las posibles diferencias en los materiales, soportes y condiciones reales en el lugar de aplicación son tales, que no se puede deducir de la información del presente documento, ni de cualquier otra recomendación escrita, ni de consejo alguno ofrecido, ninguna garantía en términos de comercialización o idoneidad para propósitos particulares, ni obligación alguna fuera de cualquier relación legal que pudiera existir. El usuario debe ensayar la conveniencia de los productos para la aplicación y la finalidad deseadas. Sika se reserva el derecho de modificar las propiedades de sus productos. Se reservan los derechos de propiedad de terceras partes. Los pedidos son aceptados en conformidad con los términos de nuestras vigentes Condiciones Generales de Venta y Suministro. Los usuarios deben conocer y utilizar la versión última y actualizada de las Hojas de Datos de Productos, copias de las cuales se mandarán a quien las solicite.

OFICINAS CENTRALES Y FABRICA
Corredera de Puencarnal, 72
P. I. Alcobendas
Madrid 28108 - Alcobendas
Tels.: 916 57 23 75
Fax: 916 62 19 58

OFICINAS CENTRALES Y CENTRO
LOGISTICO
C/ Aragoneses, 17
P. I. Alcobendas
Madrid 28108 - Alcobendas
Tels.: 916 57 23 75
Fax: 916 62 19 58



Hoja De Datos Del Producto
Sika® Antigel I
Noviembre 2019, Versión 01.02
02140201100000049

2 / 2

SikaAntigel-es-ES-[13-2019]-1-2.pdf

BUILDING TRUST



ENSAYOS DE LABORATORIO

DISEÑO DE MEZCLAS

CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$

MÉTODO: Comité 211 del ACI

Proyecto: Tesis (Upla) INFLUENCIA DEL SIKKA ANTIGELL EN LA DURABILIDAD DEL CONCRETO SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS EN LA PROVINCIA DE HUAROCHIRI

Solicitado: GUTIÉRREZ GUZMÁN ALEXANDER

MUESTRA : Proporcionado por el Testista

DISEÑO : $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Descripción	Unidad	Cemento	Agregados	
			Fino	Grueso
Descripción		Tipo IP Rumi	-	-
Tamaño Máximo nominal	pulg	-	N°4	3/4"
Peso Específico	gr/cc	-	2.468	2.469
Peso unitario suelto (seco)	Kg/m ³	-	1597.25	1483.76
Peso unitario compactado (seco)	Kg/m ³	-	1757.46	1616.12
Contenido de humedad	%	-	1.284%	0.735%
Absorción	%	-	3.952%	3.343%
Modulo de fineza		-	3.01	6.71

DOSIFICACION

f_c prom.	TMN	Slump	Agua	Aire	Agua/cem	F.C.
f_c (Kg/m ²)	(pulg)	(pulg)	(lit/m ³)	(%)	A/C	(bol/m ³)
294.00	3/4"	3" - 4"	205.00	2%	0.50	9.65

DOSIFICACION EN PESO

Materiales	En peso (Kg/m ³)
Cemento	410.00
Agregado fino seco	584.92
Agregado grueso seco	969.67
Agua	205.00
Total	2169.59

DOSIFICACION EN PESO - CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

Materiales	Pesos secos (Kg/m ³)	% w	% a	Pesos corregidos (Kg/m ³)
Cemento	410.00			410.00
Agregado fino humedo	584.92	1.284%	3.952%	592.43
Agregado grueso humedo	969.67	0.735%	3.343%	976.80
Agua efectiva	205.00			245.90

Referencia: **ASTM C39. AASHTO T22**

Proyecto: Tesis (Upla) **INFLUENCIA DEL SIKA ANTIGELL EN LA DURABILIDAD DEL CONCRETO SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS EN LA PROVINCIA DE HUAROCHIRI**

Solicitado: **GUTIÉRREZ GUZMÁN ALEXANDER**

Diseño: **F'c 210 kg/cm²**

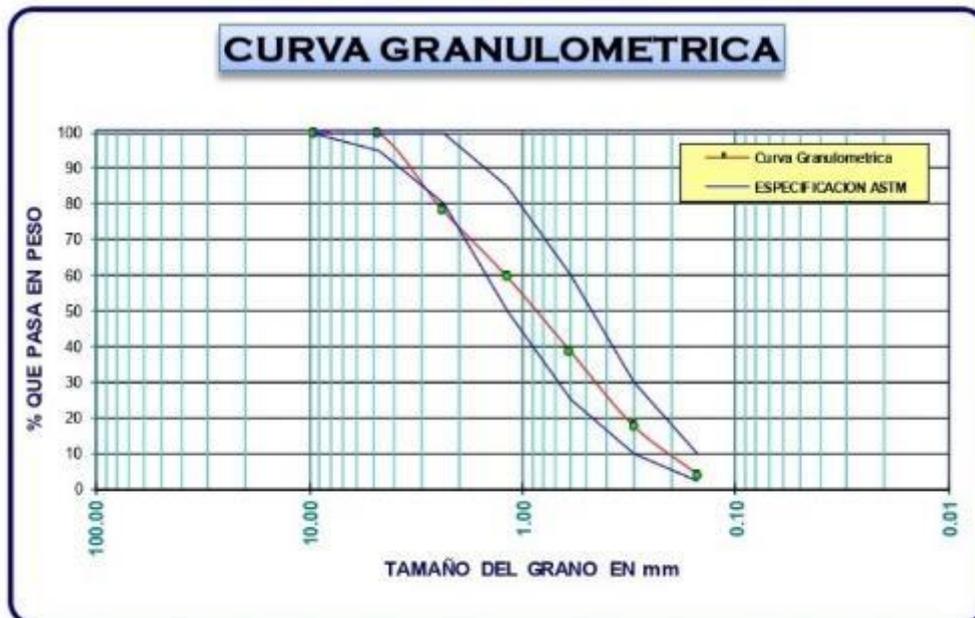
Muestra: **Brigetas sometidas a bajas temperaturas intencional mente**

Emisión: **21/04/2020**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)
ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D2216 - D854 - D4318 - D427 - D2487)

MUESTRA : Proporcionado por el Testista
 DISEÑO : F'c = 210 Kg/cm².

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que pasa	Especif. ASTM	Descripción de la Muestra
1/2"	12.70						P.L. 290.10
3/8"	9.53				100.00	100	P.F. 289.57
Nº 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00	95 100	% PERDIDA 0.18%
Nº 8	2.36	62.80	21.69	21.69	78.31	80 100	
Nº 16	1.18	54.10	18.68	40.37	59.63	50 85	
Nº 30	0.60	59.84	20.67	61.04	38.96	25 60	Módulo de Fineza 3.01
Nº 50	0.30	61.54	21.25	82.29	17.71	10 30	
Nº 100	0.15	39.64	13.69	95.98	4.02	2 10	El modulo de fineza debe de estar dentro de los límites de 2.35 - 3.15, no debiendo excederse el limite en mas o
Nº 200	0.08	10.98	3.79	99.77	0.23		
Fondo		0.67	0.23	100.00	0.00		
Total		289.57	100.00				



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Referencia: **ASTM C39. AASHTO T22**

Proyecto: Tesis (Upla) **INFLUENCIA DEL SIKI ANTIGELL EN LA DURABILIDAD DEL CONCRETO SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS EN LA PROVINCIA DE HUAROCHIRI**

Solicitado: **GUTIÉRREZ GUZMÁN ALEXANDER**

Diseño: **F'c 210 kg/cm²**

Muestra: **Brigetas sometidas a bajas temperaturas intencional mente**

Emisión: **21/04/2020**

(kg/cm²) Temperatura normal 7 días												
Probeta Nro	Aditivo %	Fecha de Molde	Fecha de Rotura	dimensiones			Peso Volumetrico		lectura del dial (kg)	resistencia		días
				diametros	altura	area (cm ²)	Peso(gr)	Peso Vol		diseño kg/cm ²	rotura kg/cm ²	
1	testigo(0.0)	20/03/2020	28/03/2020	15.11	30.21	181.02	12480	2.9	24950	210	165.3	7
2	testigo(0.5%)	20/03/2020	28/03/2020	15.18	30.06	180.95	12390	2.9	23970	210	185.3	7
3	testigo(1.00%)	20/03/2020	28/03/2020	15.09	29.78	179.56	12481	2.95	24870	210	220.5	7
4	testigo(1.50%)	20/03/2020	28/03/2020	15	29.78	179.56	12481	2.95	24870	210	250.7	7
(kg/cm²) Temperatura normal 7 días												
5	testigo(0.0)	20/03/2020	28/03/2020	15.11	29.6	181.91	12480	2.9	24890	210	172.15	7
6	testigo(0.5%)	20/03/2020	28/03/2020	15.18	30	179.65	12390	2.9	24682	210	190.5	7
7	testigo(1.00%)	20/03/2020	28/03/2020	15.09	30.05	179.78	12481	2.95	23571	210	217.6	7
8	testigo(1.50%)	20/03/2020	28/03/2020	15	29.78	179.56	12481	2.95	24870	210	245.9	7
(kg/cm²) Temperatura normal 7 días												
9	testigo(0.0)	20/03/2020	28/03/2020	15.11	29.6	181.91	12480	2.9	24890	210	168.9	7
10	testigo(0.5%)	20/03/2020	28/03/2020	15.18	30	179.65	12390	2.9	24682	210	187.5	7
11	testigo(1.00%)	20/03/2020	28/03/2020	15.09	30.05	179.78	12481	2.95	23571	210	215.9	7
12	testigo(1.50%)	20/03/2020	28/03/2020	15	29.78	179.56	12481	2.95	24870	210	243.9	7




LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Referencia: **ASTM C39. AASHTO T22**

Proyecto: Tesis (Upta) INFLUENCIA DEL SIKA ANTIGELL EN LA DURABILIDAD DEL CONCRETO SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS EN LA PROVINCIA DE HUAROCHIRI

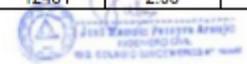
Solicitado: **GUTIÉRREZ GUZMÁN ALEXANDER**

Diseño: **F'c 210 kg/cm²**

Muestra: **Brigetas someditas a bajas temperaturas intensional mente**

Emision: **21/04/2020**

(kg/cm²) a Temperaturas Bajas Temperaturas 7 dias												
Probeta Nro	Aditivo %	Fecha de Molde	Fecha de Rotura	dimensiones			Peso Volumetrico		lectura del dial (kg)	resistencia		dias
				diametros	altura	area (cm ²)	Peso(gr)	Peso Vol		diseño kg/cm ²	rotura kg/cm ²	
13	testigo(0.0)	20/03/2020	28/03/2020	15.11	30.21	181.02	12480	2.9	24950	210	150.3	7
14	testigo(0.5%)	20/03/2020	28/03/2020	15.18	30.06	180.95	12390	2.9	23970	210	172.6	7
15	testigo(1.00%)	20/03/2020	28/03/2020	15.09	29.78	179.56	12481	2.95	24870	210	217.3	7
16	testigo(1.50%)	20/03/2020	28/03/2020	15	29.78	179.56	12481	2.95	24870	210	240.8	7
(kg/cm²) a Temperaturas Bajas 7 dias												
17	testigo(0.0)	20/03/2020	28/03/2020	15.11	29.6	181.91	12480	2.9	24890	210	152.4	7
18	testigo(0.5%)	20/03/2020	28/03/2020	15.18	30	179.65	12390	2.9	24682	210	170.5	7
19	testigo(1.00%)	20/03/2020	28/03/2020	15.09	30.05	179.78	12481	2.95	23571	210	215.85	7
20	testigo(1.50%)	20/03/2020	28/03/2020	15	29.78	179.56	12481	2.95	24870	210	243.5	7
(kg/cm²) a Temperaturas Bajas 7 dias												
21	testigo(0.0)	20/03/2020	28/03/2020	15.11	29.6	181.91	12480	2.9	24890	210	148.3	7
22	testigo(0.5%)	20/03/2020	28/03/2020	15.18	30	179.65	12390	2.9	24682	210	169.7	7
23	testigo(1.00%)	20/03/2020	28/03/2020	15.09	30.05	179.78	12481	2.95	23571	210	212.2	7
24	testigo(1.50%)	20/03/2020	28/03/2020	15	29.78	179.56	12481	2.95	24870	210	241.6	7

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Referencia: **ASTM C39. AASHTO T22**

Proyecto: Tesis (Upla) INFLUENCIA DEL SIKA ANTIGELL EN LA DURABILIDAD DEL CONCRETO SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS EN LA PROVINCIA DE HUARACHIRI

Solicitado: **GUTIÉRREZ GUZMÁN ALEXANDER**

Diseño: **F'c 210 kg/cm2**

Muestra: **Brigetas someditas a bajas temperaturas intensional mente**

Emision: **21/04/2020**

(kg/cm2) Temperatura normal 28 dias												
Probeta Nro	Aditivo %	Fecha de Molde	Fecha de Rotura	dimensiones			Peso Volumetrico		lectura del dial (kg)	resistencia		dias
				diametros	altura	area (cm2)	Peso(gr)	Peso Vol		diseño kg/cm2	rotura kg/cm2	
25	testigo(0.0)	20/03/2020	28/03/2020	15.11	30.21	181.02	12480	2.9	24950	210	212.3	7
26	testigo(0.5%)	20/03/2020	28/03/2020	15.18	30.06	180.95	12390	2.9	23970	210	230.5	7
27	testigo(1.00%)	20/03/2020	28/03/2020	15.09	29.78	179.56	12481	2.95	24870	210	250.2	7
28	testigo(1.50%)	20/03/2020	28/03/2020	15	29.78	179.56	12481	2.95	24870	210	270.9	7
(kg/cm2) Temperatura normal 28 dias												
29	testigo(0.0)	20/03/2020	28/03/2020	15.11	29.6	181.91	12480	2.9	24890	210	213.6	7
30	testigo(0.5%)	20/03/2020	28/03/2020	15.18	30	179.65	12390	2.9	24682	210	228.4	7
31	testigo(1.00%)	20/03/2020	28/03/2020	15.09	30.05	179.78	12481	2.95	23571	210	252.7	7
32	testigo(1.50%)	20/03/2020	28/03/2020	15	29.78	179.56	12481	2.95	24870	210	268.3	7
(kg/cm2) Temperatura normal 28 dias												
33	testigo(0.0)	20/03/2020	28/03/2020	15.11	29.6	181.91	12480	2.9	24890	210	216.4	7
34	testigo(0.5%)	20/03/2020	28/03/2020	15.18	30	179.65	12390	2.9	24682	210	238.6	7
35	testigo(1.00%)	20/03/2020	28/03/2020	15.09	30.05	179.78	12481	2.95	23571	210	254.6	7
36	testigo(1.50%)	20/03/2020	28/03/2020	15	29.78	179.56	12481	2.95	24870	210	271.4	7

[Handwritten signature and stamp]
 Ing. J. Antonio Cruz Velazquez
 Director del Laboratorio

[Official stamp]
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
 CABA Ingeniería & Geotecnia S.A.

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Referencia: **ASTM C39. AASHTO T22**

Proyecto: Tesis (Upla) INFLUENCIA DEL SIKA ANTIGELL EN LA DURABILIDAD DEL CONCRETO SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS EN LA PROVINCIA DE HUAROCHIRI

Solicitado: **GUTIÉRREZ GUZMÁN ALEXANDER**

Diseño: **F'c 210 kg/cm²**

Muestra: **Brigetas someditas a bajas temperaturas intensional mente**

Emision: **21/04/2020**

(kg/cm²) a Temperaturas Bajas Temperaturas 28 dias												
Probeta Nro	Aditivo %	Fecha de Molde	Fecha de Rotura	dimensiones			Peso Volumetrico		lectura del dial (kg)	resistencia		dias
				diametros	altura	area (cm ²)	Peso(gr)	Peso Vol		diseño kg/cm ²	rotura kg/cm ²	
37	testigo(0.0)	20/03/2020	28/03/2020	15.11	30.21	181.02	12480	2.9	24950	210	190.7	7
38	testigo(0.5%)	20/03/2020	28/03/2020	15.18	30.06	180.95	12390	2.9	23970	210	214.3	7
39	testigo(1.00%)	20/03/2020	28/03/2020	15.09	29.78	179.56	12481	2.95	24870	210	250.3	7
40	testigo(1.50%)	20/03/2020	28/03/2020	15	29.78	179.56	12481	2.95	24870	210	270.6	7
(kg/cm²) Sin Bajas Temperaturas 28 dias												
41	testigo(0.0)	20/03/2020	28/03/2020	15.11	29.6	181.91	12480	2.9	24890	210	192.3	7
42	testigo(0.5%)	20/03/2020	28/03/2020	15.18	30	179.65	12390	2.9	24682	210	215.2	7
43	testigo(1.00%)	20/03/2020	28/03/2020	15.09	30.05	179.78	12481	2.95	23571	210	248.6	7
44	testigo(1.50%)	20/03/2020	28/03/2020	15	29.78	179.56	12481	2.95	24870	210	271.6	7
(kg/cm²) Sin Bajas Temperaturas 28 dias												
45	testigo(0.0)	20/03/2020	28/03/2020	15.11	29.6	181.91	12480	2.9	24890	210	189.6	7
46	testigo(0.5%)	20/03/2020	28/03/2020	15.18	30	179.65	12390	2.9	24682	210	217.4	7
47	testigo(1.00%)	20/03/2020	28/03/2020	15.09	30.05	179.78	12481	2.95	23571	210	251.3	7
48	testigo(1.50%)	20/03/2020	28/03/2020	15	29.78	179.56	12481	2.95	24870	210	273.4	7



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Referencia: **ASTM C39. AASHTO T22**
 Tesis (Upla) **INFLUENCIA DEL SIKA ANTIGELL EN LA DURABILIDAD DEL CONCRETO SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS**
 Proyecto: **EN LA PROVINCIA DE HUARACHIRI**
 Solicitado: **GUTIÉRREZ GUZMÁN ALEXANDER**
 Diseño: **F'c 210 kg/cm2**
 Muestra: **Brigetas sometidas a bajas temperaturas intencionalmente**
 Emisión: **21/04/2020**

IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO (%) A LOS 7 DIAS								
N° DE ENSAYO	TEMPERATURA AMBIENTE				BAJAS TEMPERATURAS			
	Aditivo 0.00%	Aditivo 0.50%	Aditivo 1.00%	Aditivo 1.50%	Aditivo 0.00%	Aditivo 0.50%	Aditivo 1.00%	Aditivo 1.50%
1	3.1	2.56	2.1	1.15	4.52	3.05	2.65	1.45
2	3.15	2.48	2.15	1.12	4.45	2.98	2.58	1.39
3	3.07	2.51	2.08	1.2	4.65	2.89	2.64	1.5

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

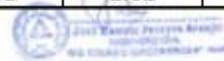
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS



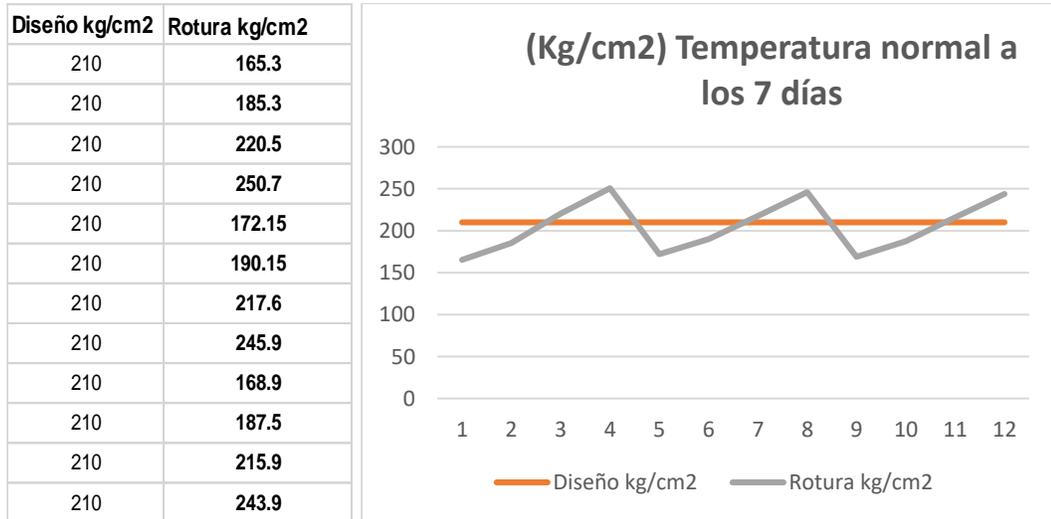
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

Referencia: ASTM C39. AASHTO T22
 Tesis (Upla) INFLUENCIA DEL SIKA ANTIGELL EN LA DURABILIDAD DEL CONCRETO SOMETIDO A BAJAS TEMPERATURAS
 Proyecto: EN LA PROVINCIA DE HUARACHIRI
 Solicitado: GUTIÉRREZ GUZMÁN ALEXANDER
 Diseño: F'c 210 kg/cm2
 Muestra: Brigetas sometidas a bajas temperaturas intencionalmente
 Emision: 21/04/2020

IMPERMEABILIDAD DEL CONCRETO (%) A LOS 28 DIAS								
N° DE ENSAYO	TEMPERATURA AMBIENTE				BAJAS TEMPERATURAS			
	Aditivo 0.00%	Aditivo 0.50%	Aditivo 1.00%	Aditivo 1.50%	Aditivo 0.00%	Aditivo 0.50%	Aditivo 1.00%	Aditivo 1.50%
1	3.33	2.35	1.95	0.98	4.75	2.74	2.1	1.52
2	3.38	2.38	1.89	0.89	4.82	2.68	2.05	1.48
3	3.29	2.41	1.93	0.92	4.68	2.62	2.15	1.56

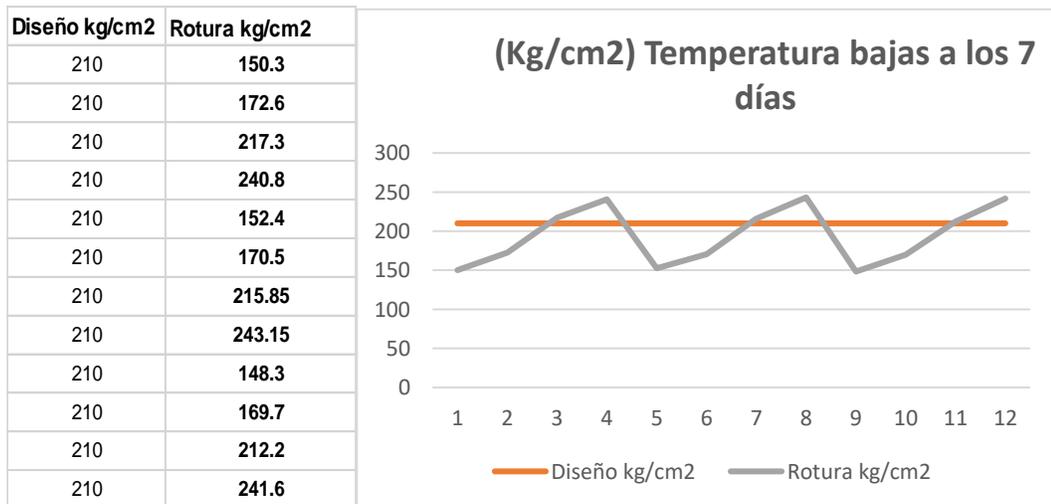


Ensayo de compresión del concreto (7 días), a temperatura normal.



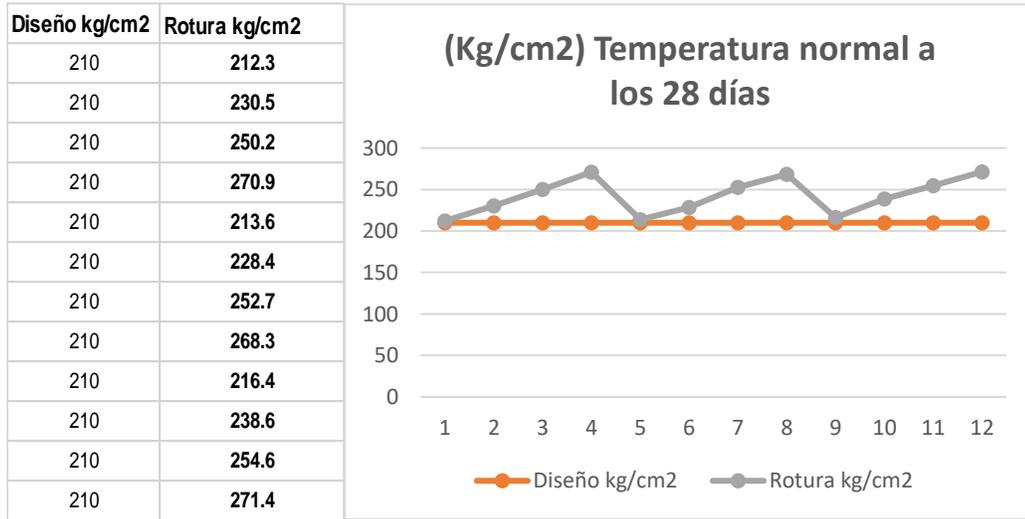
Fuente: elaboración propia.

Ensayo de compresión del concreto (7 días), a baja temperatura.



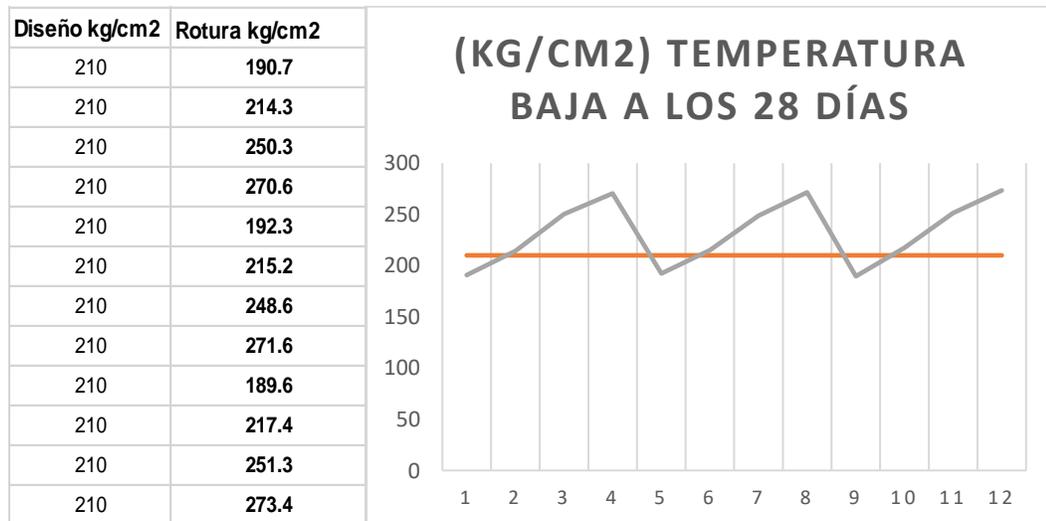
Fuente: elaboración propia.

Ensayo de compresión del concreto (28 días), a temperatura normal.



Fuente: elaboración propia.

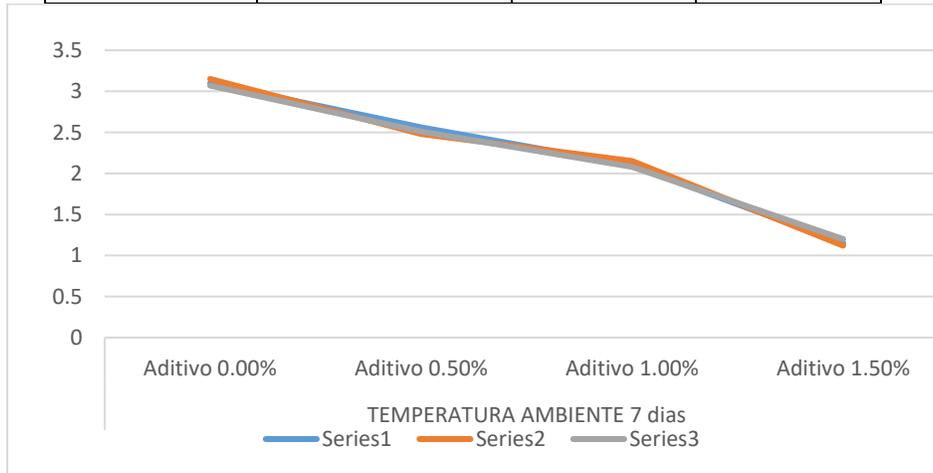
Ensayo de compresión del concreto (28 días), a baja temperatura.



Fuente: elaboración propia.

Impermeabilidad del concreto (7 días) a temperatura ambiente.

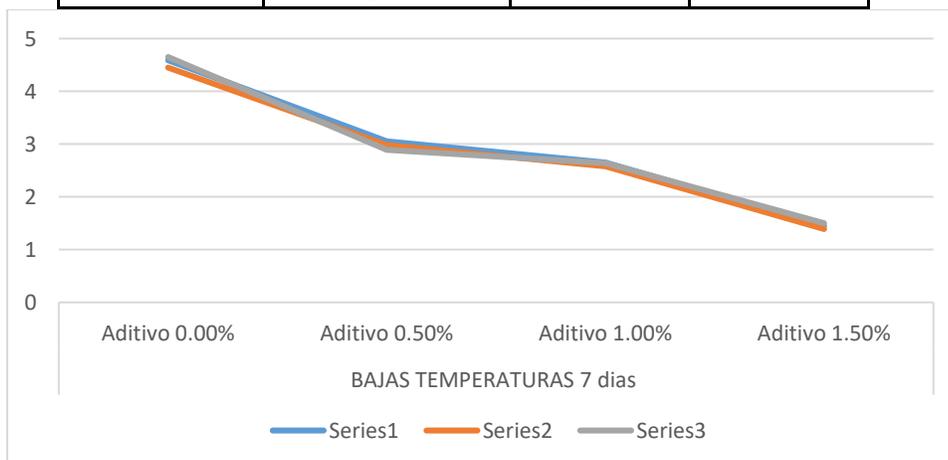
TEMPERATURA AMBIENTE 7 dais			
Aditivo 0.00%	Aditivo 0.50%	Aditivo 1.00%	Aditivo 1.50%
3.1	2.56	2.1	1.15
3.15	2.48	2.15	1.12
3.07	2.51	2.08	1.2



Fuente: elaboración propia.

Impermeabilidad del concreto (7 días) a baja temperatura.

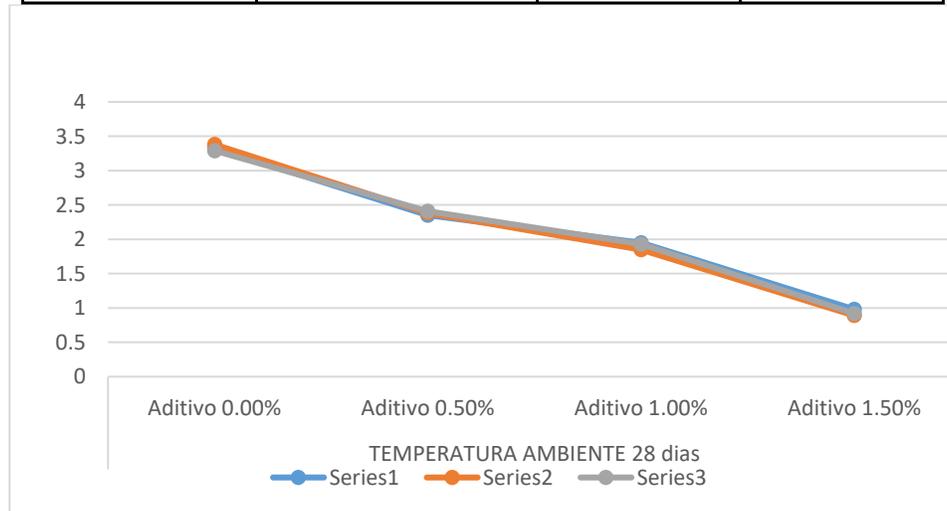
BAJAS TEMPERATURAS 7 dais			
Aditivo 0.00%	Aditivo 0.50%	Aditivo 1.00%	Aditivo 1.50%
4.59	3.05	2.65	1.45
4.45	2.98	2.58	1.39
4.65	2.89	2.64	1.5



Fuente: elaboración propia.

Impermeabilidad del concreto (28 días) a temperatura ambiente.

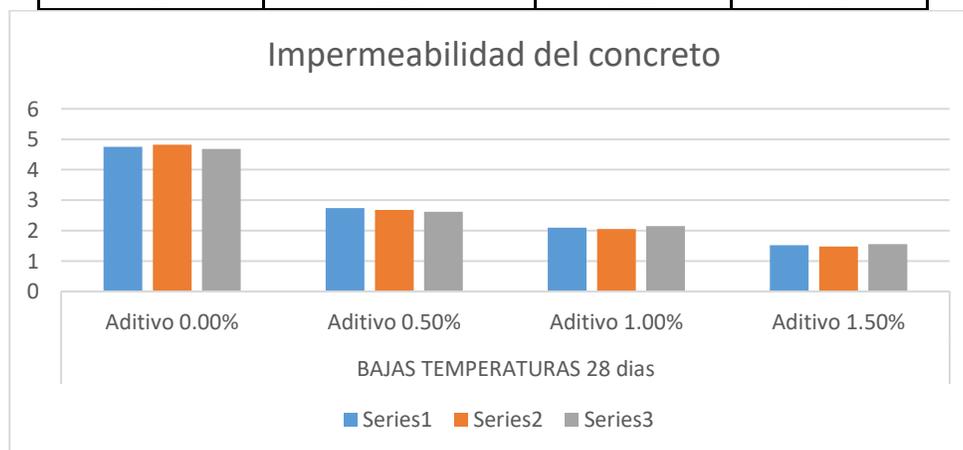
TEMPERATURA AMBIENTE 28 dais			
Aditivo 0.00%	Aditivo 0.50%	Aditivo 1.00%	Aditivo 1.50%
3.33	2.35	1.95	0.98
3.38	2.38	1.85	0.89
3.29	2.41	1.93	0.92



Fuente: elaboración propia.

Impermeabilidad del concreto (28 días) a baja temperatura.

BAJAS TEMPERATURAS 28 dais			
Aditivo 0.00%	Aditivo 0.50%	Aditivo 1.00%	Aditivo 1.50%
4.75	2.74	2.1	1.52
4.82	2.68	2.05	1.48
4.68	2.62	2.15	1.56



Fuente: elaboración propia.

