



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

“INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS SIKA WT-100, SIKA 1 LÍQUIDO Y SIKA 1 EN POLVO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO, TRUJILLO, 2018”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Br. Percy Oliver Benites Bacilio
Br. Mirko Jose Moreno Carranza

Asesor:

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

Trujillo – Perú
2018

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por los Bachilleres: **Benites Bacilio, Percy Oliver y Moreno Carranza, Mirko Jose**, denominada:

**“INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS SIKA 1, SIKA WT-100, SIKA 1 LÍQUIDO Y
SIKA 1 EN POLVO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y
PERMEABILIDAD DEL CONCRETO, TRUJILLO, 2018”**

Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz
ASESOR

Mg Roger Ramírez Mercado
**JURADO
PRESIDENTE**

Ing. Carlos Fernández Fernández
JURADO

Ing. Melving Rivera Muñoz
JURADO

DEDICATORIA

A Dios por darme todo en esta vida, por guiarme y estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente durante todo mi periodo de estudio.

A mis padres, Felipa Bacilio Ramos y Wilmer Benites Ibañez, quienes son el mejor regalo que Dios me dio, gracias a la vida por dejarme disfrutar de ellos y compartir este logro. Asimismo, gracias por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien. Por ustedes sé que crecí con amor y sé que todo sacrificio tiene su recompensa.

A mis hermanos Jhonny, Andres, Wilmer, Wyler, Cecilia y Eddy quienes son un gran ejemplo y motivación para mí, por el apoyo que me brindaron en cada momento y lo mucho que representan en mi vida.

Percy Oliver Benites Bacilio

DEDICATORIA

A Dios, por darme la fuerza necesaria para salir adelante en la vida, por darme una familia hermosa y la oportunidad de cumplir mis sueños.

A mi madre, Soledad Carranza de Moreno, por mostrarme el verdadero concepto de lo que es una familia, por mostrarme el amor verdadero y que una persona puede salir adelante actuando de buena fe en la vida.

A mi padre, Alvaro Moreno Ruiz, quien comenzó este sueño conmigo y lamentablemente no lo pudo terminar. Gracias por los consejos, las motivaciones pero sobre todo gracias por la confianza que siempre depositaste en mí como persona y como estudiante, este logro es nuestro.

A mis hermanos Alvaro, Francisco, Alexis y Lourdes, quienes estuvieron siempre conmigo durante toda mi etapa universitaria y me apoyaron siempre con un consejo o un abrazo en los momentos buenos y malos.

Mirko Jose Moreno Carranza

AGRADECIMIENTO

Ante todo, agradecemos a Dios, ya que iluminó nuestro camino durante nuestra vida universitaria y lo seguirá haciendo, en todas las cosas que nos proponamos.

A nuestros padres, gracias por el apoyo incondicional y por todos los sacrificios que han hecho para poder darnos lo mejor de ustedes sin buscar ningún beneficio propio.

A nuestro asesor el Ingeniero Alberto Rubén Vásquez Díaz, por ser un gran ejemplo de profesional, amigo y estamos seguros que de padre; quien ha sido pieza fundamental para la realización de esta tesis. Gracias ingeniero por todo su apoyo y confianza en nuestro trabajo; este logro también es suyo.

A la Universidad Privada del Norte y todo su personal, por estos años de enseñanza, apoyo y respeto mostrado hacia nuestra persona. Definitivamente nos sentimos orgullosos de haber formado parte de su casa de estudios.

A nuestros familiares y amigos, por todos los momentos buenos y malos que supimos llevar adelante y seguiremos haciéndolo. Por todos sus consejos, críticas constructivas y mensajes de aliento en los momentos difíciles.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

<u>APROBACIÓN DE LA TESIS</u>	ii
<u>DEDICATORIA</u>	iii
<u>AGRADECIMIENTO</u>	iv
<u>ÍNDICE DE CONTENIDOS</u>	vi
<u>ÍNDICE DE TABLAS</u>	vii
<u>ÍNDICE DE FIGURAS</u>	x
<u>RESUMEN</u>	xiii
<u>ABSTRACT</u>	xiv
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	22
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	50
3.1. Operacionalización de variables	50
3.2. Diseño de investigación	54
3.3. Unidad de estudio	54
3.4. Población	54
3.5. Muestra	54
3.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	58
3.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos	60
CAPÍTULO 4. DESARROLLO DE TESIS	82
CAPÍTULO 5. RESULTADOS	103
CONCLUSIONES	119
RECOMENDACIONES	122
REFERENCIAS	123
ANEXOS	126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación General del Agregado según su tamaño	29
Tabla 2: Clasificación del Agregado según su densidad.....	30
Tabla 3: Clasificación de la Mezcla según su Asentamiento.....	35
Tabla 4: Hipótesis General	44
Tabla 5: Hipótesis Específica 1.....	45
Tabla 6: Hipótesis Específica 2.....	46
Tabla 7: Hipótesis Específica 3.....	47
Tabla 8: Hipótesis Específica 4.....	48
Tabla 9: Hipótesis Específica 5.....	49
Tabla 10: Operacionalización de Variable 1	52
Tabla 11: Operacionalización de Variable 2.....	53
Tabla 12: Valores de la Distribución Normal Estandarizada (Z).....	55
Tabla 13: Coeficiente de Variación	56
Tabla 14: Muestra Total de Probetas	57
Tabla 15: Número de golpes por capa	59
Tabla 16: Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón.....	68
Tabla 17: Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika 1 en Polvo.....	68
Tabla 18: Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika 1 Líquido 2%.....	69
Tabla 19: Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika 1 Líquido 3%.....	69
Tabla 20: Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika 1 Líquido 4%.....	69
Tabla 21: Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika WT-100.....	70
Tabla 22: Concreto Patrón vs Concreto con Aditivo Sika 1 en Polvo.....	70
Tabla 23: Prueba de Normalidad Shapiro Wilk	71
Tabla 24: Valor de Significancia	72
Tabla 25: Concreto Patrón vs Concreto con Aditivo sika 1 Líquido 2%.....	72
Tabla 26: Prueba de Normalidad Shapiro Wilk	72
Tabla 27: Valor de Significancia	73
Tabla 28: Concreto Patrón vs Concreto con Aditivo Sika 1 Líquido 3%	74
Tabla 29: Prueba de Normalidad Shapiro Wilk	74
Tabla 30: Valor de Significancia	75
Tabla 31: Concreto Patrón vs Concreto con Aditivo Sika 1 Líquido 4%	76
Tabla 32: Prueba de Normalidad Shapiro Wilk	76
Tabla 33: Valor de Significancia	77
Tabla 34: Concreto Patrón vs Concreto con Aditivo Sika WT-100.....	78
Tabla 35: Prueba de Normalidad Shapiro Wilk	78

Tabla 36: Valor de Significancia.....	79
Tabla 37: Valores de Permeabilidad del Concreto.....	80
Tabla 38: Prueba de Normalidad	80
Tabla 39: Valor de Significancia.....	81
Tabla 40: Análisis Granulométrico del Agregado Fino	82
Tabla 41: Husos Máximos y Mínimos del Agregado Fino	83
Tabla 42: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso	85
Tabla 43: Husos Máximos y Mínimos del Agregado Grueso.....	86
Tabla 44: Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso	88
Tabla 45: Peso Específico y Absorción del Agregado Fino.....	89
Tabla 46: Contenido de Humedad del Agregado Grueso	90
Tabla 47: Contenido de Humedad del Agregado Fino	91
Tabla 48: Peso Unitario Seco Suelto del Agregado Grueso.....	91
Tabla 49: Peso Unitario Seco Compactado del Agregado Grueso.....	92
Tabla 50: Peso Unitario Seco Suelto del Agregado Fino	93
Tabla 51: Peso Unitario Seco Compactado del Agregado Fino	94
Tabla 52: Determinación de la suma de los volúmenes absolutos	98
Tabla 53: Corrección por absorción de los agregados.....	100
Tabla 54: Corrección por humedad de los agregados.	100
Tabla 55: Peso Seco, Peso Saturado Superficialmente Seco y Peso Húmedo.	100
Tabla 56: Granulometría de los agregados finos y gruesos.....	103
Tabla 57: Curva Granulométrica del Agregado Fino y Husos	104
Tabla 58: Peso específico y absorción del agregado grueso	105
Tabla 59: Peso específico y absorción del agregado fino	105
Tabla 60: Contenido de humedad del agregado grueso	105
Tabla 61: Contenido de humedad del agregado fino	106
Tabla 62: Peso Seco, Peso Saturado Superficialmente Seco y Peso Húmedo.	106
Tabla 63: Diseño de mezcla patrón.....	107
Tabla 64: Diseño de mezcla patrón + sika 1 en polvo:.....	107
Tabla 65: Diseño de mezcla patrón + sika 1 líquido (2%):	108
Tabla 66: Diseño de mezcla patrón + sika 1 líquido (3%):	108
Tabla 67: Diseño de mezcla patrón + sika 1 líquido (4%):	109
Tabla 68: Diseño de mezcla patrón + sika WT-100:	109
Tabla 69: Asentamiento.....	110
Tabla 70: Resistencia a la compresión del concreto.....	110
Tabla 71: Resistencia a la compresión promedio	110
Tabla 72: Penetración del agua	111
Tabla 73: Diseño de mezcla patrón.....	113

Tabla 74: Diseño de mezcla patrón + sika 1 en polvo.....	114
Tabla 75: Diseño de mezcla patrón + sika 1 líquido (2%)	114
Tabla 76: Diseño de mezcla patrón + sika 1 líquido (3%)	115
Tabla 77: Diseño de mezcla patrón + sika 1 líquido (4%)	115
Tabla 78: Diseño de mezcla patrón + sika WT-100	115

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Cono de Abrams	34
Ilustración 2: Molde Cilíndrico de Acero.....	36
Ilustración 3: Diagrama de Procesos	61
Ilustración 4: Grafica de Normalidad.....	71
Ilustración 5: Grafica de Normalidad.....	73
Ilustración 6: Grafica de Normalidad.....	75
Ilustración 7: Grafica de Normalidad.....	77
Ilustración 8: Grafica de Normalidad.....	79
Ilustración 9: Grafica de Normalidad.....	81
Ilustración 10: Curva Granulométrica del Agregado Fino	83
Ilustración 11: Curva Granulométrica del Agregado Fino y Husos.....	84
Ilustración 12: Curva Granulométrica del Agregado Grueso.....	86
Ilustración 13: Curva Granulométrica del Agregado Grueso y Husos	87
Ilustración 14: Selección de la Resistencia a la Compresión.....	95
Ilustración 15: Selección de la cantidad de agua en kg/m ³ de concreto.	96
Ilustración 16: Selección de la relación a/c o a/mc.....	97
Ilustración 17: Cálculo del Contenido de Agregado Grueso	98
Ilustración 18: Curva Granulométrica del Agregado Fino y Husos.....	103
Ilustración 19: Curva Granulométrica del Agregado Grueso y Husos	104
Ilustración 20: Curva de Permeabilidad del Concreto.....	112
Ilustración 21: Curva de la Resistencia a la Compresión del Concreto.....	121
Ilustración 22: Curva de Permeabilidad del Concreto.....	121
Ilustración 23: En la Cantera H&S	150
Ilustración 24: Producción del Agregado Grueso de la Cantera H&S	151
Ilustración 25: Producción del Agregado Fino de Cantera H&S.....	151
Ilustración 26: Laboratorio de Concreto y Estructuras de la Universidad Privada del Norte	152
Ilustración 27: Laboratorio de Concreto y Estructuras de la Universidad Privada del Norte	152
Ilustración 28: Instalaciones del Laboratorio de Concreto y Estructuras de la Universidad Privada del Norte.....	153
Ilustración 29: Muestra de Agregado Grueso.....	153
Ilustración 30: Muestra de Agregado Fino	154
Ilustración 31: Cuarteo de Agregado Grueso	154
Ilustración 32: Cuarteo de Agregado Fino.....	155
Ilustración 33: Agregado Grueso para Contenido de Humedad.....	155
Ilustración 34: Muestra en el Horno del Agregado Grueso para Contenido de Humedad.....	156

Ilustración 35: Agregado Fino para Contenido de Humedad	156
Ilustración 36: Muestra en el Horno del Agregado Fino para Contenido de Humedad	157
Ilustración 37: Peso Sumergido del Agregado Grueso	157
Ilustración 38: Muestra para Granulometría del Agregado Grueso	158
Ilustración 39: Tamizado del Agregado Grueso	158
Ilustración 40: Muestra para Granulometría del Agregado Fino.....	159
Ilustración 41: Granulometría del Agregado Fino	159
Ilustración 42: Peso Suelto del Agregado Grueso.....	160
Ilustración 43: Peso Suelto del Agregado Grueso.....	160
Ilustración 44: Peso Suelto del Agregado Fino	161
Ilustración 45: Peso Compactado del Agregado Fino.....	161
Ilustración 46: Agregado Grueso y Fino Saturados.....	162
Ilustración 47: Secado Superficial del Agregado Grueso.....	162
Ilustración 48: Peso Superficialmente seco del Agregado Grueso.....	163
Ilustración 49: Secado superficial del Agregado Fino.....	163
Ilustración 50: Pisonado del Agregado Fino.....	164
Ilustración 51: Peso Picnómetro con Agregado y Agua.....	164
Ilustración 52: Trompo para Mezcla de Concreto	165
Ilustración 53: Materiales y Moldes para las Probetas de Concreto.....	165
Ilustración 54: Aditivos Sika 1 en Polvo	166
Ilustración 55: Aditivos Sika 1 en Líquido.....	166
Ilustración 56: Aditivo Sika WT-100	167
Ilustración 57: Mezcla de Aditivo para el Concreto.....	167
Ilustración 58: Preparación del Concreto	168
Ilustración 59: Mezcla de Concreto.....	168
Ilustración 60: Ensayo del Cono de Abrams	169
Ilustración 61: Asentamiento de Concreto Patrón	169
Ilustración 62: Asentamiento de Concreto con Aditivo Sika WT-100	170
Ilustración 63: Asentamiento de Concreto con Aditivo Sika 1 en Polvo	170
Ilustración 64: Asentamiento de Concreto con Aditivo Sika 1 Líquido (2%)	171
Ilustración 65: Asentamiento de Concreto con Aditivo Sika 1 Líquido (3%)	171
Ilustración 66: Asentamiento de Concreto con Aditivo Sika 1 Líquido (4%)	172
Ilustración 67: Probetas de Concreto.....	172
Ilustración 68: Probetas de Concreto.....	173
Ilustración 69: Desencofrado de Probetas	173
Ilustración 70: Probetas Cilíndricas de Concreto.....	174
Ilustración 71: Curado de Probetas Cilíndricas de Concreto	174
Ilustración 72: Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón	175

Ilustración 73: Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika WT-100	175
Ilustración 74: Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika 1 liquido (2%)	176
Ilustración 75: Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika 1 liquido (3%)	176
Ilustración 76: Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika 1 liquido (4%)	177
Ilustración 77: Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika 1 en polvo	177
Ilustración 78: Llegada al centro Industrial Las Praderas de Lurín - Lima	178
Ilustración 79: Llegada al Laboratorio de Sika Lurín - Lima	179
Ilustración 80: Entrega de las probetas de concreto en el laboratorio Sika Lurín - Lima	179
Ilustración 81: Probetas de Concreto sometidas a presión de agua	180
Ilustración 82: Ensayo de Permeabilidad del Concreto Patrón	180
Ilustración 83: Ensayo de Permeabilidad del Concreto con Aditivo Sika WT-100	181
Ilustración 84: Ensayo de Permeabilidad del Concreto con 2% de Aditivo Sika 1 Liquido	181
Ilustración 85: Ensayo de Permeabilidad del Concreto con 3% de Aditivo Sika 1 Liquido	182
Ilustración 86: Ensayo de Permeabilidad del Concreto con 4% de Aditivo Sika 1 Liquido	182
Ilustración 87: Ensayo de Permeabilidad del Concreto con Aditivo Sika 1 en Polvo	183
Ilustración 88: Penetración de agua en el Concreto Patrón	183
Ilustración 89: Penetración de agua en el Concreto con Aditivo Sika WT-100	184
Ilustración 90: Penetración de agua en el Concreto con 2% de Aditivo Sika 1 Liquido	184
Ilustración 91: Penetración de agua en el Concreto con 3% de Aditivo Sika 1 Liquido	185
Ilustración 92: Penetración de agua en el Concreto con 4% de Aditivo Sika 1 Liquido	185
Ilustración 93: Penetración de agua en el Concreto con Aditivo Sika 1 en Polvo	186

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la ciudad de Trujillo, región la Libertad en el año 2018, teniendo como principal objetivo determinar de qué manera influyen los aditivos impermeabilizantes sika WT-100, sika 1 líquido y sika 1 en polvo en la resistencia a la compresión y permeabilidad de un concreto con un diseño de mezcla de 210 kg/cm^2 por el método ACI 211.

Para cumplir con tal objetivo en primer lugar se obtuvieron los agregados de la cantera "H & S", posteriormente se realizó los ensayos de este para conocer sus propiedades, de acuerdo a las normas técnicas peruanas. En cuanto al diseño de mezcla, se elaboró de acuerdo al método que propone el ACI 211. Por último se elaboraron las probetas de concreto y se evaluó su resistencia a la compresión y permeabilidad basándonos en las normas técnicas peruanas y normas UNE. Con esto se buscó beneficiar a las empresas constructoras, ingenieros, arquitectos y personas relacionadas al mundo de la construcción en general.

Este estudio de investigación brinda la posibilidad de determinar el comportamiento del concreto en cuanto a su resistencia a la compresión y permeabilidad bajo la influencia de tres tipos de aditivos. Esto nos permite conocer si resulta factible o no la aplicación de los aditivos en el concreto estructural. Para ello, se emplearon los principales conocimientos y conceptos de tecnología del concreto relacionada específicamente a los ensayos de agregados, diseño de mezcla y propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido.

Las proporciones de aditivo que se aplicaron en el concreto fueron designadas tomando en consideración las fichas técnicas y estudios previos realizados. El aditivo sika WT-100 fue aplicado en un 2 % del peso del cemento, el aditivo sika 1 líquido se aplicó en un 2 %, 3 % y 4 % respecto al peso del cemento; mientras que, el aditivo sika 1 en polvo tenía una proporción de uso de 1 kilogramo por bolsa de cemento.

La presente investigación es de tipo experimental debido a que la variable dependiente (resistencia a compresión y permeabilidad) será influenciada por la variable independiente (sika WT-100, sika 1 líquido y sika 1 en polvo).

El diseño de investigación es experimental puro debido a que se manipula de manera intencional el aditivo impermeabilizante sika WT-100, sika 1 líquido y sika 1 en polvo, para analizar las consecuencias que generan en el concreto.

Entre los principales resultados se tiene que el uso de aditivos sika WT-100, sika 1 en polvo y sika 1 líquido en 2% y 3% influyó de manera positiva en la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días en comparación con el concreto patrón; así mismo, se disminuyó la permeabilidad del concreto con cada aditivo comparado con el concreto patrón a los 28 días.

ABSTRACT

The present research work was developed in the city of Trujillo, La Libertad region in 2018, having as main objective to determine how the waterproofing additives Sika WT-100, Sika 1 liquid and Sika 1 powder in the resistance to the compression and permeability of a concrete with a mix design of 210 kg/cm^2 by the ACI 211 method.

To achieve this goal, firstly, the aggregates of the "H & S" quarry were obtained, after which the tests were carried out to find out their properties, in accordance with Peruvian technical standards. Regarding the mix design, it was elaborated according to the method proposed by the ACI 211. Finally, concrete specimens were prepared and their resistance to compression and permeability was evaluated based on Peruvian technical standards and UNE standards. With this, it was sought to benefit the construction companies, engineers, architects and people related to the world of construction in general.

This research study offers the possibility of determining the behavior of concrete in terms of its resistance to compression and permeability under the influence of three types of additives. This allows us to know if the application of the additives in the structural concrete is feasible or not. To this end, the main knowledge and concepts of concrete technology related specifically to the tests of aggregates, mix design and mechanical properties of hardened concrete were used.

The additive proportions that were applied in the concrete were designated taking into consideration the technical data sheets and previous studies carried out. The Sika additive WT-100 was applied in 2% of the weight of the cement, the additive Sika 1 liquid was applied in 2%, 3% and 4% with respect to the weight of the cement; while, the sika 1 powder additive had a use ratio of 1 kilogram per bag of cement.

The present investigation is of experimental type because the dependent variable (resistance to compression and permeability) will be influenced by the independent variable (Sika WT-100, Sika 1 liquid and Sika 1 powder).

The research design is pure experimental due to the intentional manipulation of the waterproofing additive Sika WT-100, liquid sika 1 and powder sika 1, to analyze the consequences they generate in the concrete.

Among the main results is the use of Sika additives WT-100, Sika 1 powder and Sika 1 liquid in 2% and 3% positively influenced the compressive strength of concrete at 7, 14 and 28 days compared to the concrete pattern; Likewise, the permeability of the concrete with each additive was reduced compared to the concrete pattern at 28 days.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En el mundo de la construcción; el concreto no siempre es elaborado de la mejor manera, debido a que hay muchos factores que pueden intervenir para que falle. Una de estas es el descuido en la determinación de las propiedades mecánicas, debido a que en algunas ocasiones no se le toma la importancia necesaria a que el concreto cumpla con las resistencias requeridas al momento del vaciado, este es uno de los motivos que puede generar fallas y en algunos casos los derrumbes ante un sismo.

Las propiedades mecánicas del concreto en España son consideradas con un grado de dispersión superior al de otros tipos de materiales, como el acero. También indican que la resistencia a la compresión es el parámetro mecánico más importante y se determina mediante la rotura de probetas según el ensayo UNE-EN 12350-2. Afirman que las probetas pueden ser cilíndricas, cúbicas de 15 cm o cúbicas de 10 cm para el ensayo de compresión. (López Juárez, Bañón Blázquez, & Varona Moya, 2012).

En México, llevaron a cabo un estudio experimental para caracterizar las propiedades mecánicas de los concretos de peso normal, peso ligero y autocompactable. Para esto elaboraron 603 especímenes en forma de cilindros y vigas para determinar sus propiedades mecánicas de los tres tipos de concreto sometidos a esfuerzos de compresión, tensión y flexión. Mediante esto buscaron demostrar que las viviendas de concreto son la opción más eficiente para proporcionar seguridad ante sismos. Con el propósito de desarrollar ayudas de diseño que promuevan la utilización de diferentes tipos de concreto. (Carrillo, Alcocer, & Aperador, 2012)

En un artículo elaborado en Colombia se realizó un estudio que busca disminuir las diferencias en las resistencias mecánicas de concretos fabricados con altos porcentajes de áridos reciclados y un concreto tradicional. Este concreto fue elaborado con un 40 % de áridos frente a un concreto control. El primer método lo hicieron aumentando la cantidad de cemento en el concreto desde un 2.5 % a un 10 %, mientras que el segundo método se basó en aplicar un procedimiento de desgaste a los áridos; buscando en ambos métodos obtener resistencias mecánicas equivalentes a las del concreto control. Para determinar esto realizaron ensayos de compresión y flexotracción. El primero lo evaluaron a los 7, 14, 28 y 90 días; mientras que, para el segundo solamente se evaluó a los 28 días. (Letelier, Osses, Valdés, & Moricomi, 2013)

En otro estudio elaborado en Colombia, prepararon concreto poroso compuesto por una matriz cementita y un agregado como refuerzo, con la característica de permitir la filtración del agua. Estudiaron la influencia de la permeabilidad del concreto poroso en: el volumen de poros permeables, porcentaje de absorción total, densidad y propiedades mecánicas (resistencia a la compresión y flexo tracción a los 20 días). Mediante esta investigación obtuvieron resistencias altas con una determinada dosificación de concreto poroso. (Vélez, 2010)

En Lima, se realizó una investigación que buscó hacer análisis comparativos de las propiedades del concreto embolsado en su estado fresco y endurecido usando productos existentes en el mercado: quikrete y firth. Estos resultados variaron de acuerdo a la forma de mezclado (manual y trompo), cantidad de agua añadida (menor y mayor cantidad de agua), y forma de almacenamiento (a la intemperie y de manera óptima durante 30 días). Se evaluó su asentamiento, tiempo de fragua inicial y final, resistencia a la compresión, permeabilidad y resistencia a la tracción. (Rojas Rayme, 2010)

En Trujillo, se elaboró un estudio que tuvo como objetivo principal determinar la relación de la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edades de 3, 7, 14, 28 y 56 días respecto a la resistencia a la compresión de cilindros de concreto a edad de 28 días, logrando expresar mediante una ecuación el comportamiento del concreto en su etapa de fraguado. Para cumplir ese objetivo tomó como material de esta investigación las probetas cilíndricas, cuyas dimensiones son de 15 cm. x 30 cm. También, utilizó tres tipos de cementos para este ensayo: Cemento portland Tipo Ico, Cemento portland Tipo V y Cemento portland Tipo Ms. (Sanchez Muñoz & Tapia Medina, 2015)

La entidad que controla el concreto convencional en el Perú es el reglamento nacional de edificaciones, siendo más específico el capítulo 3.6 de la norma E0.60 de concreto armado.

NORMA E 0.60 CAPÍTULO 3.6: Los aditivos que se usen en el concreto deben someterse a la aprobación de la Supervisión. Debe demostrarse que el aditivo utilizado en obra es capaz de mantener esencialmente la misma composición y comportamiento que el producto usado para establecer la dosificación del concreto

(Rodríguez Villacís S., 2016) En su tesis concluyó que al utilizar una dosificación para una especificación de $f'c=210\text{kg/cm}^2$ sin adición de aditivo impermeabilizante, la Altura Media de penetración de agua es de 30mm y la Altura Máxima mayor obtenida es de 40mm, valores que no superan lo solicitado por la Norma UNE EN 12390-8, lo que lo califican como hormigón impermeable.

(Gallo Cubas & Saavedra Castro, 2015) Indicaron en su tesis que la resistencia a la compresión del concreto con cemento Blanco Tolteca tiende a aumentar en un 6.87% lo que indica que alcanza mayores resistencias a los 3, 7, 14 y 28 días a diferencia del concreto con cemento Gris Sol. Por lo tanto se acepta la hipótesis de la investigación.

(Barahona Aguiluz, Martinez Guerreo, & Zelaya Zelaya, 2013) Precisaron en su tesis que el uso de concreto permeable con el agregado grueso de tamaño nominal de 3/8" de las canteras el Carmen, Araumuaca y la Pedrera según las pruebas de ASTM C-132 y ASTM C-72 generan una resistencia ideal para superficies de baja intensidad.

El concreto que se aplica en los elementos estructurales es fundamental para determinar sus propiedades mecánicas antes las distintas cargas o esfuerzos a los que son sometidos diariamente, por ese motivo es que las tesis experimentales que aporten a este tema siempre serán bien recibidas, ya que brindan información adicional a un campo que es demasiado amplio. El Perú se encuentra actualmente en un crecimiento enorme en el ámbito constructivo, es por eso que se requiere a ingenieros que sean muy minuciosos y le brinden la importancia y el control que se merece al concreto.

La empresa ECONOMIX S.A.C viene trabajando en Lima desde hace muchos años con la elaboración de concreto premezclado brindando servicio y garantía de sus productos. Cuenta con una planta de concreto con lo último en tecnología y maquinaria totalmente nueva, la cual carga hasta 8 M3 cada 15 minutos. Esta empresa brinda dos tipos de concretos: el concreto convencional y el concreto con acelerante. El concreto convencional es empleado para cimentaciones, columnas, placas macizas y aligeradas, muros de contención etc.; mientras que el concreto con acelerante lo usan para lograr que el concreto desarrolle resistencia rápidamente, por lo tanto aceleran el proceso de fraguado del cemento. Entre sus proyectos más importantes tenemos:

- Implementación de silos en su planta de cementos.
- Uso de distintos tipos de concreto en la construcción de viviendas y edificaciones limeñas en general.

La empresa UNICON viene ganándose un nombre muy importante en todo el Perú, ya que en sus más de 50 años de historia brinda un concreto premezclado de calidad, ya sea el convencional o los 20 tipos de concretos especiales con los que cuenta, desde el concreto auto compactado, de alta resistencia, coloreado, con fibra, de alto desempeño, etc. Entre las obras más importantes de las que fue parte esta empresa se tiene:

Salón de Usos Múltiples (SUM) – Universidad ESAN, ubicado en la Av. Alonso de Molina, en el distrito de Surco. El área de terreno es de 7,565.00 m². UNICON suministró aproximadamente 8,897 m³ de concreto premezclado. Algunos de los tipos de concretos especiales que se utilizaron en esta obra, son: concreto de alta resistencia, concreto con relaciones agua/cemento, concreto para contra pisos y concretos convencionales.

Torres Cincuentenario - Universidad de Lima, ubicado dentro del Campus de la Universidad de Lima, en el ala Este con frente a la Av. Golf Los Incas, en el distrito de Surco y cuenta con un área de 5,898.20 m². UNICON suministró aproximadamente 23,000 m³ de concreto premezclado. Los tipos de concreto utilizados fueron diversos, algunos de estos son: concreto con contracción controlada, con relaciones agua/cemento, con fibras de polipropileno, impermeabilizados; además de morteros para contra pisos y concretos convencionales.

El concreto puede presentar distintas fallas, estas se originan porque las propiedades mecánicas del concreto no son las adecuadas. Entre las propiedades que presentan las fallas más resaltantes se encuentran:

La resistencia a la compresión, ya que es la propiedad mecánica más importante de las columnas. Determina la resistencia máxima que esta puede llegar a soportar bajo una carga de aplastamiento. La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima por el área transversal original de una probeta en un ensayo de compresión. Los factores que influyen que influyen en el cálculo de esta resistencia son: relación agua/cemento, contenido de cemento en el concreto, agregados y su influencia sobre el concreto, el aire incorporado, las condiciones de humedad y temperatura durante el curado, tipo de cemento, etc. También es importante mencionar que el concreto alcanza su resistencia máxima a los 28 días.

Resistencia a la flexión, la propiedad mecánica más importante presentada en las vigas. Esta determina la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6x6 pulgadas de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor. Esta resistencia también se puede expresar como el módulo de rotura y se determina mediante el ensayo ASTM C78 (carga aplicada en los puntos tercios) o ASTM C293 (carga aplicada en el punto medio). Las fallas en las vigas se pueden presentar por: inadecuada relación agua/cemento, malas temperaturas y humedades al momento del curado, incorrecto diseño del refuerzo para la viga, etc. Al igual que el concreto en una columna, para este caso también alcanza una resistencia máxima a los 28 días.

Asentamiento del concreto, ensayo que mide la trabajabilidad del concreto para empujar, moldear y alisar. En consecuencia, la calificación de asentamiento indica qué aplicación de

hormigón es buena para la construcción. Cuanto mayor sea el asentamiento, más viable es el concreto. Si el asentamiento es demasiado bajo, no se formará con mucha facilidad. Si es demasiado alto, se corre el riesgo de tener la grava, arena y cemento asentados fuera de la mezcla, por lo que es inutilizable. Esta propiedad mecánica del concreto es posible determinarla mediante el ensayo de asentamiento ubicado en la NTP N° 339.045.

También hay otros ensayos mecánicos que influyen de manera directa en el concreto fresco, estos son: ensayo de peso unitario (N.T.P. 339.046), porcentaje de fluidez (N.T.P. 339.085), contenido de Aire (N.T.P. 339.046), exudación (N.T.P. 339.077), etc.

Una característica fundamental del concreto es la permeabilidad, que se refiere a la cantidad de mitigación de agua u otras sustancias líquidas por los poros del material en un determinado tiempo. La permeabilidad del concreto es importante porque en muchas ocasiones se pueden presentar fallas en este debido a un exceso en el ingreso de humedad que podría generar corrosión en los elementos estructurales, pérdidas de resistencia, etc. Para esto, como medida de solución principal se cuenta con la aplicación de aditivos impermeabilizantes en el concreto; buscando así disminuir la permeabilidad y aumentar la trabajabilidad.

El concreto como se puede observar, puede variar en cuanto a sus propiedades mecánicas y a su permeabilidad de muchas maneras y por muchos factores, es por ese motivo que en el presente trabajo de investigación se busca analizar la influencia de aditivos en la resistencia a la compresión y en la permeabilidad del concreto de manera que al momento de su ejecución en obra tengan como antecedentes este estudio realizado.

Mediante el uso de los aditivos impermeabilizantes en general, se busca innovar sobre posibles soluciones al momento de querer mejorar las propiedades mecánicas de un concreto convencional, ya que los aditivos normalmente son usados solo para que cumplan una función. Estos aditivos impermeabilizantes además de evitar el paso del agua en los elementos estructurales, también podrían llegar a aumentar sus propiedades mecánicas si se realiza la comprobación mediante los ensayos basados en la norma técnica peruana (N.T.P), y se podría implementar en el país el uso de aditivos para nuevas funciones.

Para esto se aplicará el aditivo sika 1 líquido y en polvo en el concreto, que obstruye los poros y capilares del concreto y mortero mediante el gel incorporado. Su uso puede ser en cimientos, subterráneos, sobre cimientos, piscinas, etc.

También se estudiará el aditivo sika WT-100, que es resistente al agua, permitiendo así reducir la permeabilidad del concreto. Fue diseñado para producir concreto impermeable

de alta calidad. Su uso puede darse en cimientos, túneles, estructuras de plantas de tratamiento, etc.

Las consecuencias de no realizar este estudio conllevan a los ingenieros a no fomentar esas ganas de seguir investigando y estudiando nuevos posibles usos para los aditivos, ya que estos además de proporcionar funciones determinadas pueden ser de mayor utilidad en el sector de la construcción. Un aditivo puede ser clasificado de distintas maneras, estos pueden ser: para concreto autocompactable, para el control de agrietamiento, para la durabilidad del concreto, para acelerar el fraguado, para retrasar el fraguado, para evitar el paso del agua, etc. Como podemos ver, estos solo generan cambios positivos en el concreto y soluciones claras ante distintos problemas que se presentan a diario en las construcciones, entonces viene la pregunta; ¿Por qué no intentar darle otra funcionalidad a los aditivos? , ¿Por qué no investigar sobre el uso de los aditivos impermeabilizantes para aumentar las resistencias mecánicas del concreto?

Lo que motiva al uso del aditivo impermeabilizante para realizar este ensayo habiendo tantos otros fue simple. El fenómeno del niño ocurrido en el año 2017. Ante tantas viviendas que colapsaron o en las que sus techos tuvieron excesivas filtraciones de agua por malos diseños anteriores, el uso de este aditivo viene como la solución más grande para este problema; buscando así no solo se usarlo para impermeabilizar, sino también para mejorar las propiedades mecánicas

Para culminar, se recalca que mediante este proyecto se busca tener más en cuenta el uso de aditivos para distintas funciones y próximas investigaciones basadas en estos temas, que aporten nuevas metodologías constructivas y sobre todo nuevas aplicaciones de materiales eficientes en el sector construcción.

1.2. Formulación del problema

¿De qué manera influyen los aditivos sika WT-100, sika 1 líquido y sika 1 en polvo en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto?

1.3. Justificación

Usando aditivos impermeabilizantes sika se busca mejorar la resistencia a la compresión y la permeabilidad realizando ensayos en el concreto convencional en estado endurecido, aplicando el cemento portland tipo I, basándose en la norma técnica peruana (N.T.P). Gracias a esto, se beneficiaran de forma directa las empresas constructoras y las personas

dedicadas al rubro de la construcción; mientras que de forma indirecta se beneficiaran los pobladores en general que quieran construir su vivienda, edificación, etc.

En este proyecto de investigación se busca ampliar los conocimientos que se tiene sobre el uso de aditivos impermeabilizantes sika, logrando de esta manera dar a conocer las distintas aplicaciones que se le puede dar, en este caso es mejorar la resistencia a la compresión y permeabilidad.

Con este proyecto de investigación se pretende mejorar las propiedades mecánicas del concreto y saber con qué tipo de aditivo se obtiene resultados más satisfactorios; y además aumentar la utilización de aditivos impermeabilizantes como posible solución ante fallas por propiedades mecánicas.

Esta investigación es innovadora en el sector constructivo, debido a que no se encuentran actualmente muchas tesis aplicando aditivos impermeabilizantes que hablen de su importancia y su aplicación en la resistencia a la compresión del concreto.

Este proyecto de investigación servirá como fuente para futuros tesis que requieran realizar estudios relacionados a la construcción y a la aplicación de aditivos buscando ideas innovadoras y que generen resultados que aporten conocimientos a los ingenieros y a las empresas constructoras.

1.4. Limitaciones

Una de las limitaciones más resaltantes de este proyecto de investigación es que los aditivos, sika WT-100, sika 1 líquido y sika 1 en polvo no se comercializan en el mercado de la ciudad de Trujillo puesto que este tipo de aditivos tiene una mayor distribución en la ciudad de Lima.

La principal alternativa de solución es tratar de conseguir estos tipos de aditivos a través de un ingeniero civil quien nos facilitará estos productos, ya que él pertenece a dicha empresa.

Para la realización del presente proyecto se cuenta con poca información sobre estudios en donde se aplique aditivos impermeabilizantes en el concreto fresco para mejorar sus propiedades mecánicas.

Es por ello que se desarrollarla con los pocos registros de información de nuestro país y países vecinos, además se complementara con información de la norma técnica peruana y en las fichas de uso de cada aditivo para realizar los ensayos de la forma correcta y los resultados que se obtengan sean lo más verídicos posibles, de manera que esta tesis le sirva a futuros tesis que pretendan investigar sobre los aditivos impermeabilizantes.

Por otra parte, el laboratorio de la Universidad no cuenta con la máquina para el ensayo de permeabilidad del concreto.

Debido a esto, para el desarrollo de dicho ensayo será necesario acudir hasta el laboratorio de sika, ubicado en la ciudad de Lima para poder evaluar los especímenes de este proyecto de investigación.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

- Determinar de qué manera influyen los aditivos impermeabilizantes sika WT-100, sika 1 líquido y sika 1 en polvo en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto.

1.5.2. Objetivos específicos

- Elaborar los ensayos de caracterización de agregados requeridos para su posterior diseño de mezcla, basándose en la norma técnica peruana.
- Realizar el diseño de mezcla según el método american concrete institute (A.C.I) 211.
- Elaborar probetas patrón y con adición de aditivos según los datos obtenidos en el método A.C.I 211.1 aplicando cemento portland tipo I.
- Realizar ensayo de resistencia a la compresión del concreto según la norma técnica peruana 339.034 teniendo en cuenta el tipo de aditivo.
- Realizar ensayo de permeabilidad según la norma UNE-EN 12390-8 teniendo en cuenta el tipo de aditivo.
- Obtener la curva de incremento de resistencia a la compresión y disminución de permeabilidad, según el tipo de aditivo.
- Comparar los resultados obtenidos según cada aditivo, e indicar cuál es el que obtuvo resultados más óptimos en aumento de resistencia a la compresión y disminución de la permeabilidad.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

a) Antecedentes

TÍTULO: “INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE REDUCTOR DE AGUA EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA”

(Villanueva Sánchez, 2014), determinar la influencia del aditivo súper plastificante reductor de agua en las características del concreto de alta resistencia, se obtuvo las propiedades físicas y mecánicas de los agregados que intervinieron en la investigación pues con esta información se procedió a realizar el diseño de mezclas, para un $f'c$ de 350 kg/cm², se realizaron los análisis estadísticos de los resultados de las siguientes variables de evaluación: (a) Asentamiento en el concreto en estado no endurecido, (b) Peso unitario de los especímenes cilíndricos de concreto, (c) Resistencia a compresión en especímenes cilíndricos de concreto a la edad de 7, 14 y 28 días, se logró determinar la influencia del

porcentaje de aditivo en las propiedades del concreto, obteniéndose el 1.4% del peso del cemento, como el porcentaje que generó la mayor resistencia del concreto elaborado (438,69 Kg/cm² a los 28 días de edad), así como el máximo valor de su Módulo de Elasticidad (228,022kg/cm²).

Este estudio aportará información complementaria muy importante, ya que también realiza una investigación de un tipo de aditivo aplicado en el concreto y su influencia en la resistencia a la compresión; además brinda un margen de días de curado adecuado para las probetas y aproxima un porcentaje de aditivo óptimo para mejorar la resistencia del concreto a los 28 días.

TÍTULO: “ESTUDIO DE HORMIGONES IMPERMEABLES, SEGÚN EL ORIGEN LOCAL DE MATERIALES Y LA ADICIÓN DE ADITIVO IMPERMEABILIZANTE.”

(Rodríguez Villacís S. I., 2016), estudiar la impermeabilidad del hormigón de diferentes resistencias elaborado con agregados de la zona y aditivo impermeabilizante, que se justifique en los términos técnico y ambiental, se realizó el diseño de hormigón por el Método de la Densidad Óptima desarrollado en la Universidad Central del Ecuador, para obtener un hormigón de resistencia a la compresión a los 28 días de 210kg/cm² y 240kg/cm², el recomendado porque se acerca más a la situación local de la calidad de agregados en el país, mediante ensayos se determinó las propiedades mecánicas de los materiales de los diferentes orígenes en estudio, posteriormente se diseñó hormigones de resistencias a los 28 días de 210kg/cm² y 240kg/cm² y se utilizó aditivo impermeabilizante en las muestras de las mencionadas resistencias, se determinó que todos los diseños elaborados en el estudio de investigación son calificados como hormigones impermeables según la norma UNE EN 12390-8.

Esta tesis brinda información que aporta sobre la influencia del aditivo impermeable en el concreto; también indica, la aplicación de la norma UNE EN 12390-8 para calificar si un concreto es considerado impermeable. Además, proporciona información sobre la influencia de las distintas resistencias al concreto con respecto a la altura media de penetración.

TÍTULO: “RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL ASENTAMIENTO DE UN CONCRETO MODIFICADO CUANDO SE REEMPLAZA EL CONTENIDO DE AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO POR HORMIGÓN DE LA CANTERA SAN ANTONIO”

(Laredo Genovez & Zavala Espinoza, 2016), determinar la influencia del reemplazo del porcentaje en peso del agregado fino y grueso de la cantera San Martín por agregado fino y grueso de hormigón de la cantera San Antonio sobre la resistencia a la compresión y el asentamiento de un concreto modificado, se planteó un diseño bifactorial, con 3 niveles para el factor A (FA: Porcentaje en peso de agregado fino de hormigón 10%, 20%, y 30%), como también para el factor B (FB: Porcentaje en peso de agregado grueso de hormigón 10%, 20%, y 30%), se registraron todos los datos en tablas porcentaje de reemplazo tanto de agregado

fino de hormigón como el agregado grueso de hormigón con sus respectivos valores de resistencia a la compresión y asentamiento, se determinó que la mejor dosificación para obtener un concreto modificado de alta resistencia a la compresión y mejor asentamiento es cuando se reemplaza el 10% de agregado grueso por hormigón grueso y el 30 % del agregado fino por hormigón fino. Obteniéndose una resistencia máxima de 292.53Kg/cm² y un asentamiento de 5 pulgadas.

Esta tesis otorga información importante, ya que describe las características principales de los agregados gruesos y finos de una cantera ubicada en la provincia de Trujillo y brinda una idea clara de las propiedades de estos. Además aporta información sobre la elaboración y obtención de resultados en los ensayos de resistencia a la compresión y asentamiento.

TÍTULO: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO ADICIONADO CON CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CUNYAC Y VICHO CON RESPECTO A UN CONCRETO PATRÓN DE CALIDAD F’C=210 KG/CM²”

(Galicia Pérez & Velásquez Curo, 2016), analizar comparativamente la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y consistencia de un concreto adicionado con diferentes porcentajes de ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y Vicho con respecto a la resistencia a la compresión de un concreto patrón de calidad $f'c=210$ kg/cm², se realizaron ensayos experimentando testigos de concreto, tanto a compresión como a flexión, dividiendo en dos tipos; el testigo patrón de calidad $f'c=210$ kg/cm², y el otro que constó de diferentes testigos a los cuales se añadieron diferentes porcentajes de ceniza de rastrojo de maíz, 2.5%, 5% y 7.5%, se registraron todos los datos obtenidos cuadros comparativos y posteriormente se determinó la que obtuvo mejores resultados, se logró demostrar parcialmente la hipótesis general que dice: “La resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y consistencia de un concreto adicionado con diferentes porcentajes de ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y Vicho, mejora comparativamente con respecto a la resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y consistencia de un concreto patrón de calidad $f'c=210$ kg/cm²”, pues las resistencias obtenidas en los concretos añadidos con ceniza de rastrojo de maíz fueron mayores solo para compresión a la resistencia alcanzada por el concreto patrón.

Esta tesis proporcionará información adicional sobre la resistencia a la compresión y al asentamiento (slump) del concreto, debido a que realiza estos ensayos y cuadros comparativos de los resultados obtenidos; así como el procedimiento para obtener estos datos, tomando en cuenta que también lo comparará estos resultados con un concreto patrón.

TÍTULO: “VALORACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS Y DE DURABILIDAD DE CONCRETO ADICIONADO CON RESIDUOS DE LLANTAS DE CAUCHO”

(Torres Ospina, 2014), valorar algunas propiedades mecánicas y de durabilidad de concretos con reemplazo parcial de agregado fino, por residuos de llantas, se planteó los niveles de sustitución en volumen del agregado fino por grano de caucho, los cuales se fijaron en porcentajes de 10, 20 y 30% y la relación A/C de 0.60, Se realizaron los ensayos para determinar las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto aplicando los distintos porcentajes de grano de caucho y se compararon los resultados mediante gráficas, se determinó que las propiedades mecánicas y de durabilidad se vieron afectadas por el uso de caucho como reemplazo parcial de arena, presentando un comportamiento generalizado de reducción de valores frente a los presentados por la muestra sin sustitución de caucho. Esta tesis complementa la información encontrada, debido a que brinda información sobre cómo obtener la resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido aplicando caucho en reemplazo de porcentajes de agregado fino. También, especifica un posible valor adecuado de 0.60 para la relación agua/cemento.

TÍTULO: “CORRELACIÓN ENTRE LAS RESISTENCIAS OBTENIDAS MEDIANTE ENSAYOS DE COMPRESIÓN Y ESCLEROMETRÍA EN CILINDROS DE CONCRETO NORMAL Y MODIFICADOS CON FIBRA SINTÉTICA Y FIBRA DE ACERO”

(Builes Salazar & Pardo Herreño, 2016) determinar la correlación entre el ensayo no destructivo de esclerometría y resistencia a la compresión en concreto normal, modificado con fibras sintéticas y fibras de acero en tres edades de maduración, los ensayos se realizaron a los 7, 14 y 28 días de fundidos los cilindros de concreto, los ensayos de compresión simple y de medición del número de rebote, se realizó el ensayo de esclerometría y resistencia a la compresión simultáneamente (NTC 3692) (NTC 673); también se analizaron los resultados de los ensayos y se realizó gráficamente la correlación de los mismos, se determinó que los diseños de mezcla presentados en este proyecto cumplen con las especificaciones de la NTC 3318, lo que permite tener una mezcla homogénea, que cumple con los valores de asentamiento, los controles de temperatura y la resistencia requerida.

Esta tesis aportará información sobre la resistencia a la compresión y asentamiento de probetas de concreto a los 7, 14 y 28 días, complementando así un margen apropiado de curado de concreto para su posterior evaluación de resistencia.

b) Bases teóricas

2.2.1. Concreto

2.2.1.1. Definición

El concreto se define como la mezcla de un material aglutinante (cemento portland), un material de relleno (agregados), agua y en algunos casos aditivos, que endurecido forma un todo compacto (piedra artificial) y después de un cierto tiempo puede soportar grandes esfuerzos.

Lo importante de este material radica cuando llega a su endurecimiento óptimo, ya que nos ofrece una resistencia a la compresión muy grande; siendo su punto débil es cuando es expuesto a esfuerzos de tracción generalmente es un 10% de la resistencia a la compresión); por otro lado, el uso de este material es inadecuado para elementos estructurales que serán sometidos a esfuerzos de tracción o flexiones. Por lo general estos esfuerzos son controlados con el uso de acero, en zonas donde es el elemento es sometido a tracción.

Entonces puede asegurarse que el concreto reforzado con varillas de acero longitudinalmente, como una piedra artificial; puede soportar grandes esfuerzos de compresión, tracción y flexión. Por lo anteriormente mencionado, se realizan constantes estudios de las propiedades y características con el objetivo de obtener un diseño de mezcla adecuado, para así obtener sus dosificaciones para el uso al cual se desea emplear dicho material.

De igual manera lo importante de este material es basarse en el tema económico, ya que hasta la fecha no se ha podido conseguir fabricar un material más barato, versátil, que pueda adaptarse a cualquier geometría, y con las características de resistencia similares a las de una piedra natural.

(Sanchez de Guzmán, 2001)

2.2.1.2. Componentes del concreto

2.2.1.2.1. Cemento Portland

Indica un material aglomerante que tiene propiedades de adherencia y cohesión, las que permiten unir fragmentos minerales entre sí, para formar un todo compacto con resistencia y durabilidad adecuada.

Su densidad o peso específico del cemento es la relación existente entre la masa de una cantidad dada y el volumen absoluto de esa masa. Cuando no presenta adiciones, este valor suele estar entre 3.10 y 3.15 gr/cm^3 . En el caso que se presenten adiciones, este valor disminuye debido a que el contenido de clinker por tonelada de cemento es menor;

varía entre 3.00 y 3.10 gr/cm^3 , dependiendo del porcentaje de adiciones que tenga el cemento.

Este peso específico no indica directamente la calidad del mismo, pero a partir de él se puede deducir otras características cuando se le analiza en conjunto con otras propiedades.

Con respecto al fraguado del cemento, se puede decir que es el cambio del estado plástico al estado endurecido de una pasta de cemento. En la práctica, cuando una muestra de cemento se mezcla con cierta cantidad de agua, se forma una pasta plástica que se va perdiendo conforme pasa el tiempo, hasta llegar un momento en que la pasta pierde su viscosidad y se eleva su temperatura; el tiempo transcurrido desde la adición de agua por primera vez se le llama “tiempo de fraguado inicial”, e indica que el cemento está parcialmente hidratado y la pasta semidura. Posteriormente, la pasta sigue su proceso de fraguado hasta que deja de ser deformable con cargas pequeñas, se vuelve rígida y alcanza su temperatura máxima; a todo este tiempo transcurrido se le conoce como “tiempo de fraguado final”, el cual indica que el cemento está aún más hidratado (no lo suficiente) y la pasta ya está dura. A partir de este momento empieza el proceso de endurecimiento de la pasta y el cemento fraguado empieza a adquirir resistencias mecánicas.

Los factores que más influyen al tiempo de fraguado son: la composición química del cemento, la finura del cemento, la cantidad de agua y la temperatura del ambiente.

(Sanchez de Guzmán, 2001)

Los tipos de cemento portland sin adiciones que considera la norma técnica peruana son:

- Tipo I: Para uso general que no requiere propiedades específicas de cualquier otro tipo.
- Tipo II: Para uso general y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.
- Tipo III: Para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales.
- Tipo IV: Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación.
- Tipo V: Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

(Norma técnica peruana 334.009, 2013)

Mientras que, los tipos de cemento portland con adiciones que considera la norma técnica peruana son:

- Tipo IS: Cemento Portland con escoria de alto horno.
- Tipo IP: Cemento Portland puzolánico.
- Tipo IL: Cemento Portland-caliza
- Tipo I (PM): Cemento Portland puzolánico modificado.
- Tipo IT: Cemento adicionado ternario.
- Tipo ICo: Cemento portland compuesto.

(Norma técnica peruana 334.090, 2013)

2.2.1.2.2. Agua

El agua se puede definir como aquel componente del concreto que produce reacciones químicas en el cemento. Estas propiedades son el fraguado y el endurecimiento para formar un sólido único con los agregados. Para esto se clasifica en agua de mezclado y agua de curado.

El agua de mezclado es la cantidad de agua por volumen unitario de concreto que requiere el cemento, contenido en un volumen unitario, para producir una pasta eficientemente hidratada, con una fluidez tal, que permita una lubricación adecuada de los agregados cuando la mezcla se encuentra en estado plástico.

Mientras que el agua de hidratación es aquella parte del agua original de mezclado que reacciona químicamente con el cemento para pasar a formar parte de la fase sólida del concreto.

El agua que se usa en el mezclado de concreto y mortero por lo general, debe ser potable y no tener un pronunciado olor o sabor. Sin embargo, esto no es del todo cierto, debido a que dentro del agua potable se pueden encontrar disueltas en altas concentraciones sales, cítricos o azúcares, entre otros, que pueden ser perjudiciales para la mezcla. Para verificar la calidad del agua, se acostumbra hacer un ensayo de resistencias sobre cubos de mortero a 7, 28 y 90 días de edad. Para que el agua sea considerada apta, la resistencia de los cubos elaborados con agua cuestionada no tienen que ser inferiores al 90% de los la resistencia de los cubos testigo elaborados con agua destilada.

(Sanchez de Guzmán, 2001)

2.2.1.2.3. Agregados o áridos

Son aquellos materiales inertes de forma granular, naturales o artificiales, que aglomerados por el cemento portland en presencia de agua conforman un todo compacto (piedra artificial) conocido como concreto u hormigón.

Como agregados para el concreto, se consideran todos aquellos materiales que teniendo una resistencia propia suficiente no afectan las propiedades y características del concreto o mortero; además garantizan una adherencia con la pasta endurecida del cemento portland. Estos, se pueden clasificar de dos maneras:

Tabla 1: Clasificación General del Agregado según su tamaño

Clasificación general del agregado según su tamaño			
Tamaño de las partículas en mm (pulg.)	Denominación más corriente	Clasificación	Clasificación como agregado para concreto
inferior a 0.002	Arcilla	Fracción muy fina	No recomendable
entre 0.002 - 0.074 (No. 200)	Limo	Agregado fino	
entre 0.074 - 4.76 (No. 200) - (No 4)	Arena	Agregado grueso	Material apto para producir concreto
entre 4.76 - 19.1 (No. 4) - (3/4")	Gravilla		
entre 19.1 - 50.8 (3/4") - (2")	Grava		
entre 50.8 - 152.4 (92") - (6")	Piedra		
Superior a 152.4 (6")	Rajón, piedra bola		

Fuente: Sánchez de Guzmán

Tabla 2: Clasificación del Agregado según su densidad

Clasificación del agregado según su densidad				
Tipo de concreto	Peso unitario aprox. del concreto kg/m ³	Peso unitario del agregado kg/m ³	Ejemplo de utilización	Ejemplo de agregado
Ligero	400-800	60-480	Concreto para aislamientos	Piedra pómez
	950-1350	480-1040	Concreto para rellenos y mampostería no estructural	Perlita
	1450-2000		Concreto estructural	
Normal	2000-2500	1300-1600	Concreto estructural y no estructural	Canto rodado Agregados de río
Pesado	2500-5600	3400-7500	Concreto para protección contra radiación gamma o X, y contrapesas	Piedra barita, magnetita

Fuente: Sánchez de Guzmán

2.2.1.3. Características de los componentes del concreto

2.2.1.3.1. Cemento

Presenta propiedades cohesivas y adhesivas, que le dan al cemento la capacidad de aglutinar los agregados o áridos para conformar el concreto. Estas propiedades dependen de su composición química, el grado de hidratación, la finura de las partículas, la velocidad de fraguado, el calor de hidratación y la resistencia mecánica que es capaz de desarrollar. (Sanchez de Guzmán, 2001)

2.2.1.3.2. Agua

Se encargan de fraguar y endurecer al cemento, debido a que este es hidráulico y genera una reacción química con el agua. Tiene como función principal dentro del concreto de hidratar las propiedades del cemento y hacer que estas desarrollen sus propiedades aglutinantes. Al mezclarse el agua con el cemento, se produce la pasta, que puede ser más o menos diluida, dependiendo de la cantidad de agua que se agregue. Cuando la

pasta ya endureció, como consecuencia del fraguado, parte del agua queda fija (agua de hidratación) en la estructura rígida de la pasta y el resto del agua, se evapora con los días.

(Sanchez de Guzmán, 2001)

2.2.1.3.3. Aire

Cuando el concreto se encuentra en proceso de mezclado, es normal que quede aire incluido dentro de la masa, el cual se libera luego en el proceso de compactación al que es sometido el concreto una vez ha sido colocado. Sin embargo, la compactación no es perfecta y siempre queda un aire residual dentro de la masa endurecida. En algunos casos se incluye burbujas de aire incorporadas por medio de aditivos.

(Sanchez de Guzmán, 2001)

2.2.1.3.4. Agregados o áridos

Se toman en cuenta todos aquellos materiales que, poseyendo una resistencia propia suficiente, no afectan al proceso de endurecimiento del cemento hidráulico, es decir que son inertes y garantizan una adherencia suficiente con la pasta de cemento endurecido. Estos materiales pueden ser naturales o artificiales, dependiendo de su origen.

(Sanchez de Guzmán, 2001)

2.2.1.3.5. Aditivos

Son materiales distintos al agua, los agregados y el cemento hidráulico; debido a que estos pueden aplicarse en concretos y morteros antes o durante su mezclado. En términos de su función, pueden ser: reductores de agua, retardantes o acelerantes. Hay algunos otros, como los incursores de aire, las puzolanas, los colorantes, etc.

(Sanchez de Guzmán, 2001)

2.2.1.4. Tipos de concreto

2.2.1.4.1. Concreto simple

Está conformado por la mezcla de cemento Portland, agregado fino, agregado grueso y agua. En la mezcla, el agregado grueso debe estar mezclado en su totalidad con la pasta de cemento, el agregado fino deberá rellenar los espacios entre el agregado grueso y a la vez estar recubierto por la misma pasta.

(Abanto Castillo, 2009)

2.2.1.4.2. Concreto armado

Se denomina así al concreto simple cuando esta reforzado con armaduras de acero y que está diseñado bajo la hipótesis que los dos materiales trabajan conjuntamente, actuando la armadura de acero soportando los esfuerzos de tracción o incrementar la resistencia a la compresión.

(Abanto Castillo, 2009)

2.1.4.3. Concreto estructural

Se denomina así al concreto simple, cuando esta dosificado, mezclado, transportado y colocado, de acuerdo a especificaciones precisas que garanticen una resistencia mínima pre-establecida en el diseño y una durabilidad adecuada.

(Abanto Castillo, 2009)

2.2.1.4.4. Concreto ciclópeo

Se denomina así al concreto simple que se encuentra complementado con piedras desplazadoras de tamaño máximo de 10", cubriendo hasta el 30 % como máximo, del volumen total del concreto.

(Abanto Castillo, 2009)

2.2.1.4.5. Concreto liviano

Son preparados con agregados livianos y su peso mínimo varía alrededor de 400 y 1700 kg/m³.

(Abanto Castillo, 2009)

2.2.1.4.6. Concreto normal

Son preparados con agregados corrientes y su peso unitario varía entre 2300 y 2500 kg/m³, según el tamaño máximo del agregado.

(Abanto Castillo, 2009)

2.2.1.4.7. Concreto pesado

Son preparados utilizando agregados pesados, el peso unitario varía entre 2800 y 6000 kg/m³. Generalmente se usan agregados como las baritas, minerales de hierro como la magnetita, limonita y hematita. También, agregados artificiales como el fósforo de hierro y partículas de acero.

Su aplicación principal de este tipo de concreto es para la protección biológica contra los efectos de las radiaciones nucleares o en paredes de bóvedas y cajas fuertes, etc.

(Abanto Castillo, 2009)

2.2.1.4.8. Concreto premezclado

Es el concreto que se dosifica en planta, que puede ser mezclado en la misma o en camiones mezcladores y que es transportado a obra.

(Abanto Castillo, 2009)

2.2.1.4.9. Concreto prefabricado

Elementos de concreto simple o armado fabricados en una ubicación diferente a su posición final en la estructura.

(Abanto Castillo, 2009)

2.2.1.4.10. Concreto bombeado

Concreto que es impulsado por bombeo, a través de tuberías de hacia su ubicación final.

(Abanto Castillo, 2009)

2.2.1.5. Propiedades mecánicas del concreto

2.2.1.5.1. Trabajabilidad

Es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones. Actualmente no existe prueba alguna que permita cuantificar esta propiedad.

(Abanto Castillo, 2009)

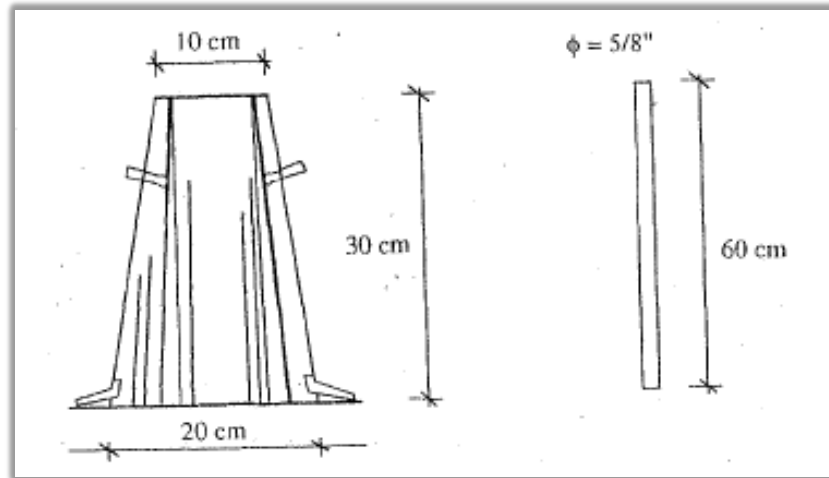
2.2.1.5.2. Consistencia

Esta definida por el grado de humedecimiento de la mezcla, depende principalmente de la cantidad de agua usada. El ensayo de consistencia, también llamado “slump test” o “asentamiento”, es utilizado para caracterizar el comportamiento del concreto fresco. Esta prueba, fue adoptada en 1921 por la ASTM y revisada finalmente en 1978.

El ensayo consiste en consolidar una muestra de concreto fresco en un molde troncocónico, midiendo el asentamiento de la mezcla luego de ser desmoldeado. Este resultado indicará su capacidad de la mezcla para adaptarse al encofrado o molde con facilidad, manteniéndose homogéneo con un mínimo de vacíos.

El equipo necesario para realizar este ensayo es un tronco de cono. Los dos círculos de las bases son paralelos entre sí midiendo 20 y 10; mientras que la altura del molde es de 30 cm.

Ilustración 1: Cono de Abrams



Fuente: Abanto Castillo

El procedimiento para realizar el ensayo es el siguiente:

1. El molde se coloca sobre una superficie plana y humedecida, manteniendo inmóvil pisando las aletas que se encuentran en la parte inferior. Luego, se vierte una capa de concreto hasta un tercio del volumen del molde y se apisona con una varilla de acero liso de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud aplicándole 25 golpes, distribuidos uniformemente.
2. Posteriormente, se colocan otras dos capas con el procedimiento a un tercio del volumen y consolidando, de manera que la barra penetre en la capa inmediata inferior.
3. La tercera capa se debe llenar en exceso, para luego enrasar al término de la consolidación. Una vez lleno y enrasado el molde, se levanta lenta y cuidadosamente en dirección vertical.
4. El concreto moldeado fresco se asentará, la diferencia que se formará entre la altura del molde y la altura de la mezcla fresca se denomina slump.
5. El tiempo aproximado desde el inicio de la operación hasta el término no debe exceder de 2 minutos.

Tabla 3: Clasificación de la Mezcla según su Asentamiento

Clasificación de la mezcla según su asentamiento			
CONSISTENCIA	SLUMP	TRABAJABILIDAD	MÉTODO DE COMPACTACIÓN
Seca	0" a 2"	poco trabajable	vibración normal
Plástica	3" a 4"	trabajable	vibración ligera chuseado
Fluida	>5"	muy trabajable	chuseado

Fuente: Abanto Castillo

2.2.1.5.3. Segregación

Es una propiedad que se presenta en el concreto fresco, que implica la descomposición de este en sus partes constituyentes o lo que es lo mismo, la separación del agregado grueso del mortero.

Este fenómeno es perjudicial para el concreto, ya que puede producir bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejeras, etc. En el proceso de diseño de mezclas, es necesario siempre tener en cuenta este factor, pudiéndose disminuir este, mediante el aumento de finos (cemento o agregado fino).

Este proceso se puede generar por el traqueteo de las carretillas con ruedas metálicas (el agregado grueso se precipita en el fondo mientras que la mezcla asciende a la superficie), cuando se suelta el concreto de alturas mayores a ½ metro, cuando se permite que el concreto corra por canaletas con cambios de dirección, el exceso vibrado de la mezcla, etc. (Abanto Castillo, 2009)

2.2.1.5.4. Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión es la carga máxima por una unidad de área soportada por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura).

El proceso para determinar la resistencia a la compresión es tomar muestras durante el mezclado del concreto, las cuales después de curadas se someten a pruebas de compresión.

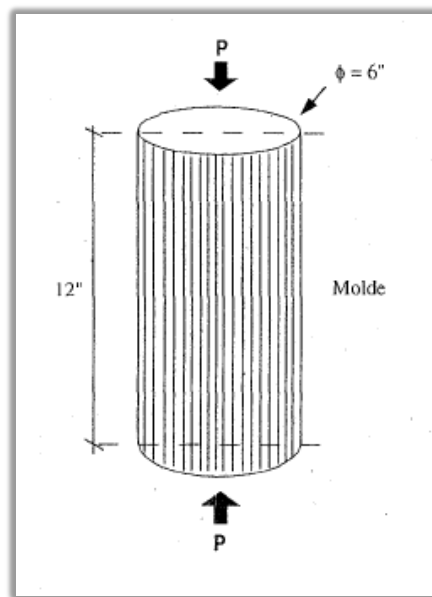
Se emplea la resistencia a la compresión por la facilidad en la realización de los ensayos y el hecho de que la mayoría de las propiedades del concreto mejoran al incrementarse la resistencia.

La resistencia a la compresión (f_c) máxima del concreto debe ser alcanzada a los 28 días después del vaciado y realizado el curado respectivo.

Los equipos que se requieren para realizar este ensayo son:

1. Moldes cilíndricos, cuya longitud es el doble de su diámetro (6" y 12"). Estos deben ser de material impermeable, no absorbente y no reactivo con el cemento. Los moldes normalizados se construyen de acero.
2. Barra compactadora de acero liso, de 5/8" de diámetro y aproximadamente 60 cm de longitud.
3. Cuchara para muestreo y plancha de albañilería.
4. Aceites derivados de petróleo, como grasa mineral blanda.

Ilustración 2: Molde Cilíndrico de Acero



Fuente: Abanto Castillo

El procedimiento para obtener las muestras que se someterán a compresión es el siguiente:

1. Se elaborará el concreto según lo obtenido en el diseño de mezcla preliminar.
2. La muestra de concreto obtenida, se colocará en una vasija impermeable y no absorbente, de modo que sea posible el remezclado, antes de llenar los moldes.
3. Se deben preparar tres probetas de ensayo de cada muestra para evaluar la resistencia a la compresión del concreto en las edades previstas.
4. Luego del remezclado, se llena el molde hasta un tercio de su altura, compactado a continuación con la barra mediante 25 golpes verticales. Este proceso se repite en las dos capas siguientes de manera que la barra penetre hasta la capa precedente no más de 1". En la última capa se coloca concreto en exceso, pasa su posterior enrazado.
5. Después de consolidar cada capa, se procederá a golpear de forma cuidadosa las paredes del molde, utilizando la misma barra que se usó para compactar, buscando eliminar los vacíos que pudieron haber quedado.

6. La superficie del cilindro será terminada con la barra o con una regla de madera, de manera que la superficie sea plana, suave y perpendicular a la generatriz del cilindro.
7. Las probetas se retirarán de los moldes entre las 18 y 24 horas después de moldeadas, para luego sumergirlas en agua para su curado.

(Abanto Castillo, 2009)

2.3.1.5.5. Resistencia a la flexión

La resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6 x 6 pulgadas de sección transversal y con luz de mínimo tres veces el espesor. La resistencia a la flexión se expresa como el módulo de rotura en libras por pulgada cuadrada (MPa).

(National ready mixed concrete association)

Este ensayo se debe realizar de acuerdo a las condiciones ambientales del lugar de prueba. Para realizar el ensayo, primero se debe voltear el espécimen sobre un lado con respecto a la posición de moldeado. Se centra en los bloques de apoyo; que deben estar centrados respecto a la fuerza aplicada. Los bloques de aplicación de carga se ponen en contacto con la superficie del espécimen en los puntos tercios entre los apoyos. Se debe tener contacto total entre la aplicación de la carga y los bloques de apoyo con la superficie del espécimen. La carga se debe aplicar a una velocidad uniforme, tal que el aumento de esfuerzo de las fibras extremas no exceda de 980 KPa/min. Luego, se debe determinar el ancho promedio, el peralte y la localización de la línea de falla, con el promedio de tres medidas una en el centro y dos sobre las aristas del espécimen aproximándolas al milímetro.

(Instituto Mexicano del cemento y del concreto, 2008)

2.2.1.5.6. Exudación

Se define como el ascenso de una parte del agua de la mezcla hacia la superficie como consecuencia de la sedimentación de los sólidos. Este fenómeno se produce momentos después de que el concreto ha sido colocado en el encofrado.

Este fenómeno se puede producir porque el concreto tuvo una mala dosificación de mezcla, un exceso de agua, por la mala utilización de aditivos, y de la temperatura (mientras mayor es la temperatura, mayor es la exudación). Como producto del ascenso de una parte del agua de mezclado, se puede obtener un concreto poroso y poco durable.

El ensayo para determinar el volumen total exudado consiste en llenar de concreto un molde en 3 capas con 25 golpes cada capa, dejándose 1 pulgada libre en la parte superior. Una vez que se ha terminado de llenar el molde, empezará el fenómeno de exudación,

haciéndose lecturas del volumen parcial de agua exudada cada 10 minutos durante los primeros 40 minutos y cada 30 minutos hasta que la mezcla deje de exudar.

La exudación se puede determinar de dos maneras:

1. Por unidad de área:

$$\text{Exudación} = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Área de la superficie libre del concreto}} \left(\frac{\text{ml}}{\text{cm}^2} \right)$$

2. En porcentaje:

$$\text{Exudación} = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Vol. de agua de la mezcla en el molde}} \times 100$$

$$\text{Vol. Agua en Molde} = \frac{\text{Peso del concreto en el molde}}{\text{Peso total de la tanda}} \times \text{Vol. de agua en la tanda}$$

(Abanto Castillo, 2009)

2.2.1.5.7. Durabilidad

El concreto debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido en el servicio. Gran parte de los daños por intemperie sufridos por el concreto pueden atribuirse a los ciclos de congelación y descongelación. La resistencia del concreto a esos daños puede mejorarse aumentando la impermeabilidad incluyendo de 2 % a 6 % de aire con un agente inclusor de aire, o aplicando un revestimiento protector a la superficie. Para lograr resistencia a los sulfatos, se debe usar cemento portland tipo V, mientras que para la resistencia al desgaste, se debe elaborar un concreto denso, de alta resistencia, hecho con agregados duros.

(Abanto Castillo, 2009)

2.2.1.5.8. Impermeabilidad

Es una importante propiedad del concreto que puede mejorarse, con frecuencia reduciendo la cantidad de agua en la mezcla. El exceso de agua deja cavidades y vacíos en el concreto después de la evaporación y si están interconectadas, el agua puede penetrar el concreto. La inclusión de aire, el uso de aditivos, así como un curado adecuado por tiempo prolongado, suelen aumentar la impermeabilidad.

(Abanto Castillo, 2009)

2.2.2. Aditivos

2.2.2.1 Definición

Reciben este nombre todos los productos químicos que se añaden en pequeñas proporciones a los componentes principales del concreto o mortero, durante su mezclado, con el propósito de modificar algunas de las propiedades, ya sea en estado fresco o endurecido.

Al momento de evaluar la conveniencia de un uso determinado de aditivo se debe tomar en cuenta, no solo las ventajas que este ofrece, sino también las precauciones adicionales que se deben respetar durante el proceso de uso. Además del aumento del costo directo que implica el uso de un aditivo, se debe evaluar el costo del control de calidad más cuidadoso que su empleo obliga. Dosis excesivas del aditivo pueden generar reacciones imprevistas (fraguados instantáneos, concreto que no endurece, segregación y exudación excesiva, disminución importante de las resistencias) y una dosis insuficiente podría no tener efectos.

El diseño de los aditivos sobre las propiedades del concreto depende, de manera muy importante, de las características del cemento empleado. En algunos casos, el cemento puede ser el esperado, mientras que en otros, su efectividad puede llegar o disminuir o incluso dar resultados opuestos a lo esperado. Por este motivo, el uso de los aditivos solo puede ser convenido una vez concluidas las pruebas que demuestren su efectividad y economía para cada caso específico.

(Porrero, Ramos, Grases, & Velazco, 2014)

2.2.2.2 Tipos de aditivos

Esta especificación trata sobre materiales para ser utilizados como aditivos químicos que se agregaran a mezclas para concreto de cemento hidráulico en obras para el propósito o propósitos indicados por los ocho tipos siguientes:

- Tipo A—Aditivos reductores de agua,
- Tipo B—Aditivos retardadores,
- Tipo C—Aditivos aceleradores,
- Tipo D—Aditivos reductores de agua y retardadores,
- Tipo E—Aditivos reductores de agua y aceleradores,
- Tipo F—Aditivos reductores de agua, de alto rango,
- Tipo G—Aditivos reductores de agua, de alto rango, y retardadores, y
- Tipo S—Aditivos de comportamiento específico.

(ASTMC 494, 2014)

2.2.2.3 Aditivos impermeabilizantes

2.2.2.3.1. Definición

Aditivo para proteger el mortero o concreto contra la humedad. Su presentación puede ser en polvo o líquido. Su efecto esperado es retardar o interferir en el ingreso de la humedad en concretos que han finalizado su etapa de curado.

(SENCICO, 2014) y (Mendez, 2013)

2.2.2.3.2. Sika 1

Es un aditivo impermeabilizante a base acuosa de materiales inorgánicos de forma coloidal, que obstruye los poros y capilares del concreto o mortero mediante el gel incorporado. Su uso es principalmente en:

- Subterráneos
- Cimientos
- Sobre cimientos
- Obras hidráulicas en general
- Bases en contacto con el terreno (Sika Perú, Hoja Técnica Sika-1, 2015)

2.2.2.3.3. Sika WT-100

Es un aditivo resistente al agua usado para reducir la permeabilidad del concreto, esta formulado especialmente para producir concreto impermeable de alta calidad. Se usa principalmente para las siguientes aplicaciones:

- Cimentaciones
- Estacionamientos
- Plantas
- Túneles
- Piscinas
- Estructuras contenedoras de agua
- Presas (Diques)
- Estructuras de Plantas de tratamiento de aguas servidas
- Partes subterráneas de edificios comerciales (centros comerciales, centros de transporte, etc.)

El aditivo sika WT-100 se adiciona al agua de mezclado o se adiciona con ella en el mezclador de concreto.

(Sika Perú, Hoja Técnica Sika WT-100, 2014)

2.2.2.4 Control de los aditivos

Para garantizar un comportamiento eficiente de los aditivos, se debe tener un control cuidadoso en todas las fases de su uso. El costo de los aditivos y de su control puede significar una sensible incidencia en el costo final del concreto.

(Porrero, Ramos, Grases, & Velazco, 2014)

2.2.2.4.1. Mezclas de prueba

El camino más seguro para evitar respuestas incontrolables es el de las pruebas previas, algunas de estas variables son la composición del cemento, la presencia de sales acompañando a los agregados, la temperatura ambiental, etc.

El propósito de estas pruebas es:

- Determinar si los resultados en el uso del aditivo frente a la mezcla y las condiciones de la obra son las deseadas y valorar así, si se justifica su empleo.
- Determinar la dosis más adecuada para su empleo.
- Determinar los límites de posible variación en la dosis del aditivo, con el fin de tener conocimientos de que hacer frente a una indeseada pero posible modificación accidental en obra

(Porrero, Ramos, Grases, & Velazco, 2014)

2.2.2.4.2. Ensayos de control

Para la aceptación o rechazo de los nuevos aditivos que llegan a la obra, no se dispone de ensayos prácticos suficientemente decisivos, por lo que se debe confiar en la empresa fabricante. Esto implica, que para el usuario que compra el aditivo, debe tener un previo conocimiento de los niveles de calidad de la empresa proveedora. De todos modos, como recomendación práctica, se puede señalar lo siguiente:

- Se debe apreciar visualmente si hay cambios de apariencia o de olor en los productos recibidos, comparado con un aditivo de control; que debe estar conservado en un frasco transparente y en ambientes cerrados, no expuesto a luces intensas.
- Se debe medir la densidad o peso específico. Se pueden emplear picnómetros o densímetros debidamente graduados.

- Se debe determinar la viscosidad, también para detectar si el aditivo presenta problemas en su fabricación. Es un ensayo que requiere mayor control, pero también puede ser hecho en obra.

(Porrero, Ramos, Grases, & Velazco, 2014)

2.2.2.4.3. Uso del aditivo

Con respecto al uso del aditivo aplicado en la mezcla, es recomendable seguir las instrucciones de los fabricantes del producto. En caso los aditivos sean líquidos, el procedimiento es diluir la correspondiente dosis en el agua de mezclado, y posteriormente verter esta en la mezcladora. Para aditivos en polvo, se debe añadir directamente a la mezcla seca. El aditivo líquido no se debe verter en la mezcla seca, debido a que si cae sobre el cemento se origina grumos, y si cae sobre los granos de los agregados, será absorbido por estos y pierde su efectividad.

Cuando se produzcan cambios en los requerimientos de agua, contenidos de cemento, contenido de aire, estos deben compensarse mediante correcciones en los contenidos de agregado fino con objetivo de mantener constante el volumen del concreto. En el caso de aditivos fluidos, la relación arena/agregado debe ajustarse de modo que se tenga la cantidad suficiente de finos y ultra finos en la mezcla.

Los aditivos deben ser conservados en recipientes herméticos, en ambientes de poca intensidad de luz, temperaturas estables y de confort humano. Algunos aditivos deben ser usados en los tres meses posteriores a su compra como máximo; mientras que otros más estables, pueden tener una vigencia mucho más duradera. Esta información debe ser brindada por la empresa que vende los aditivos comprados.

(Porrero, Ramos, Grases, & Velazco, 2014)

c) Hipótesis

Hipótesis general:

La utilización de los aditivos impermeabilizantes sika WT-100, sika 1 en polvo y sika 1 líquido aplicados en el concreto mejorará la resistencia a la compresión y disminuirá la permeabilidad, con respecto a un concreto patrón.

- La aplicación del aditivo sika WT-100 en un 2 % respecto al peso del cemento aumentará en gran medida la resistencia a la compresión y disminuirá la permeabilidad regularmente a la edad de 28 días, con respecto a un concreto patrón.
- La aplicación del aditivo sika 1 líquido en un 2% respecto al peso del cemento aumentará regularmente la resistencia a la compresión y disminuirá en gran parte la permeabilidad a la edad de 28 días, con respecto a un concreto patrón.
- La aplicación del aditivo sika 1 líquido en un 3% respecto al peso del cemento aumentará regularmente la resistencia a la compresión y disminuirá de manera moderada la permeabilidad a la edad de 28 días, con respecto a un concreto patrón.
- La aplicación del aditivo sika 1 líquido en un 4% respecto al peso del cemento aumentará levemente la resistencia a la compresión y disminuirá de manera moderada la permeabilidad a la edad de 28 días, con respecto a un concreto patrón.
- La aplicación del aditivo sika 1 polvo en una dosis de 1 kg por bolsa de cemento aumentará en gran medida la resistencia a la compresión y disminuirá de manera leve la permeabilidad a la edad de 28 días, con respecto a un concreto patrón.

Tabla 4: Hipótesis General

HIPÓTESIS GENERAL	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
<p>La utilización de los aditivos impermeabilizantes sika WT-100, sika 1 líquido y sika 1 en polvo aplicado en el concreto influye positivamente en la resistencia a la compresión y permeabilidad.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sika WT-100 2. Sika 1 Líquido 3. Sika 1 en polvo 4. Resistencia a la compresión 5. Permeabilidad 	<p>Concreto</p>	<p>Mejorará</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Trujillo-La Libertad 2. Lurín-Lima 	<p>2018</p>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5: Hipótesis Específica 1

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 01	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
La utilización del aditivo sika 1 en polvo en 1 kg por bolsa de cemento aplicado en el concreto influye positivamente en la resistencia a la compresión y permeabilidad.	1. Sika 1 en polvo 2. Resistencia a la compresión 3. Permeabilidad	Concreto.	Mejorará	1. Trujillo-La Libertad 2. Lurín-Lima	2018

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 6: Hipótesis Específica 2

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 02	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
La utilización del aditivo sika 1 líquido en un 4% del peso del cemento aplicado en el concreto Influye positivamente en la resistencia a la compresión y permeabilidad.	1. Sika 1 líquido 2. Resistencia a la compresión 3. Permeabilidad	Concreto.	Mejorará	1. Trujillo-La Libertad 2. Lurín-Lima	2018

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 7: Hipótesis Específica 3

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 03	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
La utilización del aditivo sika 1 líquido en un 3% del peso del cemento aplicado en el concreto influye positivamente en la resistencia a la compresión y permeabilidad.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sika 1 líquido 2. Resistencia a la compresión 3. Permeabilidad 	Concreto.	Mejorará	<ol style="list-style-type: none"> 1. Trujillo-La Libertad 2. Lurín-Lima 	2018

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 8: Hipótesis Específica 4

HIPOTESIS ESPECIFICA 4	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
La utilización del aditivo sika 1 líquido en un 2% del peso del cemento aplicado en el concreto influye positivamente en la resistencia a la compresión y permeabilidad.	1. Sika 1 líquido 2. Resistencia a la compresión 3. Permeabilidad	Concreto.	Mejorará	1. Trujillo-La Libertad 2. Lurín-Lima	2018

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9: Hipótesis Específica 5

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 05	COMPONENTES METODOLÓGICOS			COMPONENTES REFERENCIALES	
	Variables	Unidad de análisis	Conectores lógicos	El espacio	El tiempo
La utilización del aditivo sika WT-100 en un 2% del peso del cemento aplicado en el concreto influye positivamente en la resistencia a la compresión y permeabilidad.	1. Sika WT-100 2. Resistencia a la compresión 3. Permeabilidad	Concreto.	Mejorará	1. Trujillo-La Libertad 2. Lurín-Lima	2018

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1. Operacionalización de variables

3.1.1 Variables dependientes:

3.1.1.1 Resistencia a la compresión:

La resistencia a la compresión es la carga máxima por una unidad de área soportada por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura). El proceso para determinarla es tomar muestras durante el mezclado del concreto, las cuales después de curadas se someten a pruebas de compresión. Se emplea este ensayo por la facilidad en su realización y el hecho de que la mayoría de las propiedades del concreto mejoran al incrementarse la resistencia.

La resistencia a la compresión ($f'c$) máxima del concreto debe ser alcanzada a los 28 días después del vaciado y realizado el curado respectivo.

(Instituto Mexicano del cemento y del concreto, 2008)

Por su naturaleza es cuantitativa debido a que la resistencia a la compresión si se puede contar y medir.

Por su escala de medición es ordinal porque no llevará un orden su forma de clasificación dependiendo del porcentaje de aditivo.

Por su relación es dependiente, ya que será influenciado por distintos tipos de aditivos impermeabilizantes que harán variar sus propiedades mecánicas.

Por el número de variables es unidimensional ya que solo presentan una variable que es concreto.

Por su forma de medición es indirecta ya que su variación depende de los aditivos impermeabilizantes.

3.1.1.2 Permeabilidad:

Es la propiedad que permite el paso del fluido o vapor a través del concreto. Todas las mezclas de concreto son permeables hasta cierto punto; sin embargo, existe abundante evidencia que indica que pueden hacerse tan impermeables que ninguna filtración ni humedad de agua resulten visibles sobre la superficie.

(Quiroz Crespo & Salamanca Osuna, 2006)

Por su naturaleza es cuantitativa debido a que la resistencia a la compresión si se puede contar y medir.

Por su escala de medición es ordinal porque no llevará un orden su forma de clasificación dependiendo del porcentaje de aditivo.

Por su relación es dependiente, ya que será influenciado por distintos tipos de aditivos impermeabilizantes que harán variar sus propiedades mecánicas.

Por el número de variables es unidimensional ya que solo presentan una variable que es concreto.

3.1.2 Variables independientes:

3.1.2.1 Sika 1 líquido y en polvo:

Es un aditivo impermeabilizante a base acuosa de materiales inorgánicos de forma coloidal, que obstruye los poros y capilares del concreto o mortero mediante el gel incorporado

(Sika Perú, Hoja Técnica Sika-1, 2015)

Por su naturaleza es cuantitativa continua debido a que si se puede llevar un conteo general de la cantidad de aditivo que se usa.

Por su escala de medición es de razón porque se puede llevar un conteo general de todo lo que se va comprando con respecto a este aditivo.

Por su relación es independiente, ya que no será influenciada ni modificada por ninguna otra variable.

Por el número de variables es unidimensional ya que solo presentan una variable.

Por su forma de medición es directa ya que influyen en la variación de las propiedades del concreto.

3.1.2.2 Sika WT-100:

Es un aditivo resistente al agua usado para reducir la permeabilidad del concreto, esta formulado especialmente para producir concreto impermeable de alta calidad.

(Sika Perú, Hoja Técnica Sika WT-100, 2014)

Por su naturaleza es cuantitativa continua debido a que si se puede llevar un conteo general de la cantidad de aditivo que se usa.

Por su escala de medición es de razón porque se puede llevar un conteo general de todo lo que se va comprando con respecto a este aditivo.

Por su relación es independiente, ya que no será influenciada ni modificada por ninguna otra variable.

Por el número de variables es unidimensional ya que solo presentan una variable.

Por su forma de medición es directa ya que influyen en la variación de las propiedades del concreto.

Tabla 10: Operacionalización de Variable 1

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
Resistencia a la compresión	La resistencia a la compresión es la carga máxima por una unidad de área soportada por una muestra, antes de fallar por compresión (agrietamiento, rotura). El proceso para determinarla es tomar muestras durante el mezclado del concreto, las cuales después de curadas se someten a pruebas de compresión.	Se usará en la elaboración de columnas, vigas, losas y cimentaciones.	Ensayo de resistencia a la compresión	Tipo de aditivo.	<ul style="list-style-type: none"> Sika 1 Sika WT-100
				Número de días de fraguado.	<ul style="list-style-type: none"> 7 días 14 días 28 días
				Naturaleza del aditivo	<ul style="list-style-type: none"> Líquido En polvo

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11: Operacionalización de Variable 2

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
Permeabilidad	Es la propiedad que permite el paso del fluido o vapor a través del concreto. Todas las mezclas de concreto son permeables hasta cierto punto; sin embargo existe abundante evidencia que indica que pueden hacerse tan impermeables que ninguna filtración ni humedad de agua resulten visibles sobre la superficie	Se usará en la elaboración de columnas, vigas, losas y cimentaciones.	Ensayo de penetración del agua.	Tipo de aditivo.	<ul style="list-style-type: none"> Sika 1 Sika WT-100
				Naturaleza del aditivo	<ul style="list-style-type: none"> Líquido En polvo

Fuente: Elaboración Propia

3.2. Diseño de investigación

La presente investigación es de tipo experimental debido a que la variable dependiente (resistencia a compresión y permeabilidad) será influenciada por la variable independiente (sika WT-100, sika 1 líquido y sika 1 en polvo).

El diseño de investigación es experimental puro debido a que se manipula de manera intencional el aditivo impermeabilizante sika WT-100, sika 1 líquido y sika 1 en polvo para analizar las consecuencias que generan en las propiedades mecánicas del concreto.



3.3. Unidad de estudio

La unidad de estudio para el ensayo de compresión y permeabilidad es el concreto.

3.4. Población

Probetas cilíndricas elaboradas en el laboratorio de tecnología del concreto de la Universidad Privada del Norte, según las normas NTP 339.034 y UNE-EN 12390-8.

Se usaran 60 probetas para el ensayo de compresión elaboradas con cemento portland tipo I; mientras que, para el ensayo de permeabilidad se usaran 12 probetas también elaboradas con cemento portland tipo I. En total, se usaran 72 probetas para realizar todos los ensayos del concreto requeridos por el proyecto de investigación.

3.5. Muestra

La población es probabilística debido a que todos los elementos de la población tienen una probabilidad mayor de cero de ser seleccionadas de la muestra.

El método que se usará será por muestreo estratificado, ya que la población se reagrupa según estratos (tipo de aditivo y número de días de fraguado).



Para calcular el tamaño de la muestra, se usará el manual de estadística de la Universidad Privada del Norte (2016), que considera variables cuantitativas y asumiendo poblaciones infinitas:

$$n_0 = \frac{Z^2 S^2}{E^2}$$

Donde:

- Z = es el valor de la distribución normal estandarizada para un nivel de confianza fijado por el investigador.
- S = Desviación estándar de la variable fundamental del estudio o de interés para el investigador. Obtenida por estudios anteriores, muestra piloto, criterio de experto o distribución de la variable de interés.
- E = Error del muestreo en % del estimador o en absoluto (unidades). Fijada por el investigador.
- n_0 = Tamaño de la muestra.

Tabla 12: Valores de la Distribución Normal Estandarizada (Z)

VALORES DE LA DISTRIBUCIÓN NORMAL ESTANDARIZADA (Z)			
Nivel de confianza ($1-\alpha$)	Nivel de significancia (α)	Valor z (Unilateral)	Valor z (Bilateral)
90%=0.90	10% = 0.10	1.282	1.645
91%=0.91	9% = 0.09	1.341	1.695
92%=0.92	8% = 0.08	1.405	1.751
93%=0.93	7% = 0.07	1.476	1.812
94%=0.94	6% = 0.06	1.555	1.881
95%=0.95	5% = 0.05	1.645	1.960
96%=0.96	4% = 0.04	1.751	2.054
97%=0.97	3% = 0.03	1.881	2.170
98%=0.98	2% = 0.02	2.054	2.326
99%=0.99	1% = 0.01	2.326	2.576

Fuente: Manual de Estadística UPN

Tabla 13: Coeficiente de Variación

DISPERSIÓN TOTAL					
Clase de Operación	Desviación Estándar para diferentes grados de control (kg/cm ²)				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en obra	< a 28.1	28.1 a 35.2	35.2 a 42.2	42.2 a 49.9	> 49.2
Concreto en laboratorio	< a 14.1	14.1 a 17.6	17.6 a 21.1	21.1 a 24.6	> 24.6
DIPERSIÓN ENTRE TESTIGOS					
Clase de Operación	Coeficiente de variación V para diferentes grados de control (%)				
	Excelente	Muy bueno	Bueno	Suficiente	Deficiente
Concreto en obra	< a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	5.0 a 6.0	> 6.0
Concreto en laboratorio	< a 2.0	2.0 a 3.0	3.0 a 4.0	4.0 a 5.0	> 5.0

Fuente: Pasquel E.

Para el ensayo de resistencia a la compresión, se tomaran lo siguientes valores:

- Z= El nivel de confianza para este proyecto de investigación será de 95% (1.96).
- S= La desviación estándar asignada para la investigación tomada como base por estudios realizados anteriormente será de 0.045.
- E= El error del muestreo se estimará en 5% (0.05).

Reemplazando los valores en la formula, se obtiene como tamaño de la muestra:

$$n_0 = \frac{(1.96)^2 (0.045)^2}{(0.05)^2}$$

$$n_0 = 3.0$$

Para el ensayo de permeabilidad, se tomaran lo siguientes valores:

- Z= El nivel de confianza para este proyecto de investigación será de 95% (1.96).
- S= La desviación estándar asignada para la investigación tomada como base por estudios realizados anteriormente será de 0.045.
- E= El error del muestreo se estimará en 6% (0.06).

Reemplazando los valores en la formula, se obtiene como tamaño de la muestra:

$$n_0 = \frac{(1.96)^2 (0.045)^2}{(0.06)^2}$$

$$n_0 = 2.0$$

Tabla 14: Muestra Total de Probetas

	TIPO DE ADITIVO	PORCENTAJES DEL PESO DE CEMENTO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			PERMEABILIDAD
			7 DÍAS	14 DÍAS	28 DÍAS	28 DÍAS
CONCRETO CON ADITIVO SIKA 1	POLVO	1 kg por bolsa de cemento	3	3	4	2
	LÍQUIDO	2%	3	3	4	2
		3%	3	3	4	2
		4%	3	3	4	2
CONCRETO CON ADITIVO SIKA WT-100	LÍQUIDO	2%	3	3	4	2
CONCRETO SIN ADITIVO	-----	-----	3	3	4	2
TOTAL			60			12
			72 PROBETAS			

Fuente: Elaboración Propia.

3.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

3.6.1 Técnicas:

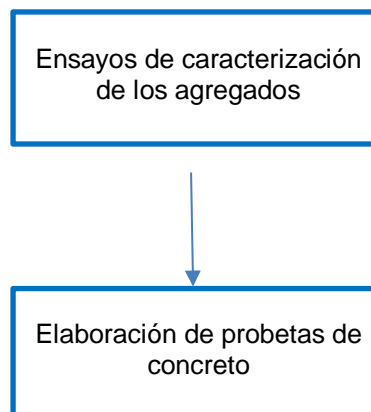
La presente investigación se realizara con la técnica de observación debido a que se pretende conocer las características de las probetas de concreto y evaluar distintas situaciones.

3.6.2 Instrumentos:

El instrumento adecuado es la guía de observación ya que se requiere de un instrumento de recolección estructurado de datos.



3.6.3 Procedimientos de recolección de datos:



3.6.3.1 Ensayos de caracterización de los agregados:

Para esta investigación se emplearon los agregados de la cantera "H & S", ubicado en el Milagro. Estos materiales, luego de su obtención fueron sometidos a diversos ensayos, como lo son: Análisis granulométrico, absorción, porcentaje de humedad, tamaño máximo nominal, tamaño máximo, módulo de finura, peso específico y peso unitario. Estos se elaboraran según el procedimiento indicado en la norma técnica peruana con el objetivo de obtener los resultados correctos para su posterior diseño de mezcla.

3.6.3.2 Elaboración de probetas de concreto:

Para la elaboración de las probetas de concreto se utilizó el cemento Portland Tipo I (para condiciones de uso generales).

El agua utilizada para la investigación fue agua potable (NTP. 339.088), ya que es la se distribuye por los sistemas de agua en la ciudad de Trujillo. Por ello se usará el agua del laboratorio de la Universidad Privada del Norte.

Los aditivos utilizados fueron de la marca "Sika Perú"; que se aplicaron en distintos porcentajes en el concreto según su ficha técnica de cada aditivo. Estos fueron: Sika 1 (líquido y en polvo) y Sika WT-100.

Con esta información más los datos obtenidos anteriormente en la caracterización de agregados se elaboraron las probetas aplicando el método de diseño de mezcla A.C.I. 211 y se realizaron los ensayos de resistencia a la compresión y permeabilidad. Para este caso, se usó la norma técnica peruana 339.183; que describe el procedimiento adecuado para la elaboración y curado de especímenes de concreto en laboratorio. Como primer paso, se elaboró el cálculo del diseño de mezcla siguiendo el procedimiento del ACI 211, luego se elaboró la mezcla según el cálculo que se obtuvo en el paso anterior. Una vez realizado este proceso, se vació el concreto en la probeta según el número de capas que corresponden, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 15: Número de golpes por capa

Tipo de espécimen y tamaño	Número de capas de aproximadamente igual altura	Número de golpes por capa
Cilindros: Diámetro, mm		
100	2	25
150	3	25
225	4	50
Vigas: ancho, mm		
150 a 200	2	Véase 10.3
> 200	3 o más de igual altura, sin exceder 150 mm	Véase 10.3

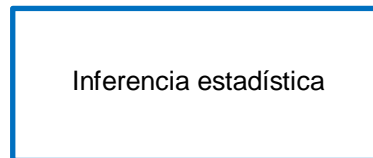
Fuente: NTP.339.033

Después, se enrazó la probeta de concreto con una varilla y se cubrió la cara superior de la probeta con una bolsa o cualquier material no absorbente, de manera que se pueda prevenir la evaporación del agua en el concreto no endurecido. Por último, se desmoldó la probeta luego de 24 ± 8 después del vaciado y se llevó las probetas de concreto a la poza de curado el número de días que corresponda.

3.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

Métodos e instrumentos:

En la presente investigación se usará el método de inferencia estadística debido a que se intenta determinar el valor del parámetro de la población a partir de la información de una muestra.

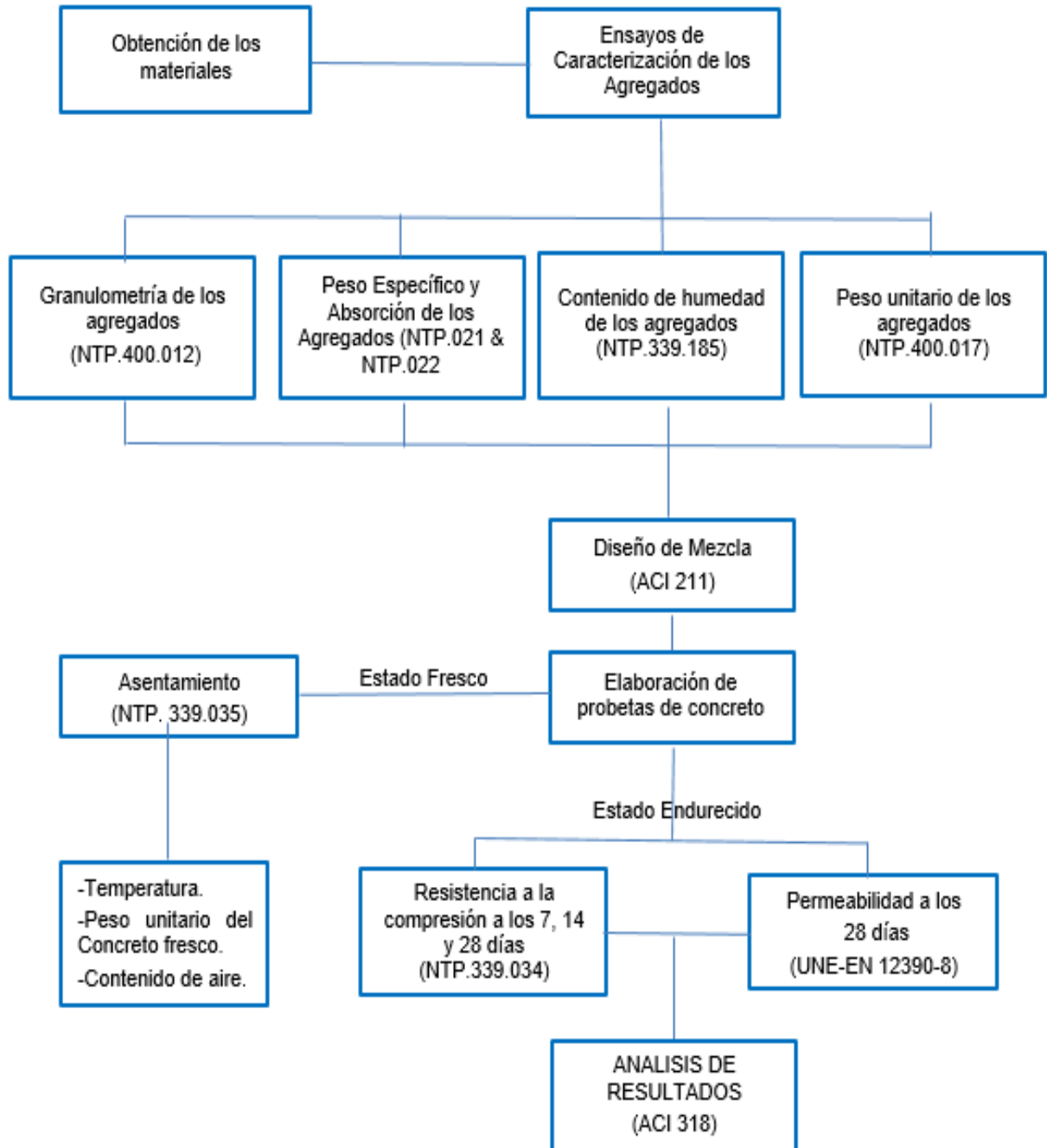


La prueba de hipótesis es paramétrica porque se hará una suposición de datos para determinar si es o no válida. Para esto es necesario realizar una suposición de datos que se midan en escala de intervalos. Por lo tanto se usará el método de **ANÁLISIS DE LA VARIANZA (ANOVA)** para la obtención de resultados; debido a que se cuenta con tres variables dependientes.



Procedimientos:

Ilustración 3: Diagrama de Procesos



Fuente: Elaboración Propia

Descripción de los procedimientos:

OBTENCIÓN DE LOS MATERIALES:

- Este paso corresponde en la obtención de todos los materiales que son requeridos para la elaboración del proyecto. Para la obtención de los agregados se eligió la cantera "H & S", ubicado en las afueras del Milagro. En la que se compraron los agregados finos y gruesos para la elaboración de probetas, luego se compró la cantidad requerida de aditivos de la marca "Sika Perú". Y por último, se compró el cemento Portland tipo I y se guardó en el sitio indicado por el jefe de laboratorio de la Universidad Privada del Norte.

GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS (NTP.400.012):

- Según la (NTP.400.012), la granulometría se aplica para determinar la gradación de materiales propuestos para su uso como agregados o los que están siendo utilizados como tales. Los resultados serán utilizados para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos que exige la especificación técnica de la obra y proporcionar los datos necesarios para el control de la producción de agregados.
- MÓDULO DE FINURA DEL AGREGADO FINO:
La (NTP.400.011), establece que el módulo de finura es un factor que se obtiene por la suma de los porcentajes acumulados de material de una muestra de agregado en cada uno de los tamices de la serie especificada y dividido por 100. La fórmula para determinar el módulo de finura es la siguiente:

$$MF = \frac{\sum \% P. ret. acu. 1\frac{1}{2}" , \frac{3}{4}" , \frac{3}{8}" N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100}{100}$$

- CURVA GRANULOMÉTRICA:
Según la (NTP.400.011), la curva granulométrica es la representación gráfica de la granulometría y proporciona una visión objetiva de la distribución de tamaños del agregado. Se obtiene llevando en abscisas los logaritmos de las aberturas de los tamices y en las ordenadas los porcentajes que pasan o sus complementos a 100, que son los retenidos acumulados

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NTP.400.021):

- Basándose en la (NTP.400.021), el peso específico es la característica generalmente usada para el cálculo del volumen ocupado por el agregado en diferentes mezclas que contienen agregados incluyendo el concreto de cemento Portland, concreto bituminoso y otras mezclas que son proporcionadas o analizadas sobre una base de volumen absoluto. Para la investigación, es necesario obtener el peso específico seco, peso específico saturado superficialmente seco y peso específico aparente.
- Para eso, es necesario aplicar las siguientes fórmulas indicadas en la NTP.400.021:

Peso específico de masa (Pem):

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

Donde:

A = Peso de la muestra seca al aire, gramos

B = Peso de la muestra superficialmente seca al aire, gramos

C = Peso en el agua de la muestra saturada

Peso específico de masa satura superficialmente seca (Psss):

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

Peso específico aparente (Pea):

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

- Esta norma (NTP.400.021), establece que los valores de absorción se usan para calcular el cambio en la masa de un agregado debido al agua absorbida en los espacios de los poros dentro de las partículas constituyentes, en comparación con la condición seca, cuando se considera que el agregado ha estado en contacto con el agua el tiempo suficiente para cumplir con la mayor parte del potencial de absorción. El estándar de laboratorio para la

absorción es aquel que se obtiene después de sumergir el agregado seco durante un período de tiempo definido.

- La fórmula que indica la NTP.400.021. es la siguiente:

Absorción (Abs):

$$Abs(\%) = \frac{B - A}{(A)} \times 100$$

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTP.400.022):

- Basándose en la (NTP.400.022), el peso específico es la característica generalmente usada para el cálculo del volumen ocupado por el agregado en diferentes mezclas que contienen agregados incluyendo el concreto de cemento Portland, concreto bituminoso y otras mezclas que son proporcionadas o analizadas sobre una base de volumen absoluto. Para la investigación, es necesario obtener el peso específico seco, peso específico saturado superficialmente seco y peso específico aparente.
- Las fórmulas que se indican en la norma son las siguientes:

Peso específico de masa (Pem):

$$Pem = \frac{A}{(B+S-C)} \times 100$$

Donde:

A= Masa de la muestra

B= Masa del picnómetro llenado de agua hasta la marca de calibración

S= masa de la muestra de saturado superficialmente seca

C= Masa del picnómetro lleno de la muestra y el agua hasta calibración

Peso específico de masa satura superficialmente seca (Psss):

$$Pem = \frac{S}{(B+S-C)} \times 100$$

Peso específico aparente (Pea):

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

- Esta norma (NTP.400.022), establece que los valores de absorción se usan para calcular el cambio en la masa de un agregado debido al agua absorbida en los espacios de los poros dentro de las partículas constituyentes, en comparación con la condición seca, cuando se considera que el agregado ha estado en contacto con el agua el tiempo suficiente para cumplir con la mayor parte del potencial de absorción. El estándar de laboratorio para la absorción es aquel que se obtiene después de sumergir el agregado seco durante un período de tiempo definido.
- La fórmula que indica la NTP.400.022. es la siguiente:

Absorción (Abs):

$$Abs(\%) = \frac{S-A}{A} \times 100$$

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS (NTP.339.185):

- Según la (NTP .339.185), este método generalmente mide la humedad en la muestra de ensayo con mayor confiabilidad que la muestra representa a la fuente de agregado. Se determina mediante una relación entre el peso de la muestra w_w original y el peso seco w_s .
- El contenido de humedad, expresado en porcentaje se calcula de la siguiente manera:

$$w(\%) = \frac{w_w - w_s}{w_s} \times 100$$

Donde:

w_w = Masa de la muestra humedad original en gramos

w_s = Masa de la muestra seca en gramos

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (NTP.400.017):

- Según la (NTP .400.017), se aplica a los agregados para determinar la densidad de masa y los vacíos. Este método de ensayo es aplicable a los agregados que no excedan los 125 mm como tamaño nominal máximo.
- La fórmula establecida en la NTP.400.017 para el peso unitario suelto y compactado, indica lo siguiente:

$$\text{Peso unitario del agregado} \left(\frac{kg}{m^3} \right) = \frac{\text{Peso total} - \text{Peso recipiente}}{\text{Volumen recipiente}}$$

DISEÑO DE MEZCLA (ACI .211):

- Siguiendo la secuencia que se indica en el método del comité 211 del ACI, se realizaran los siguientes pasos para obtener las cantidades de materiales por metro cubico de concreto:
 1. Selección de la resistencia a la compresión promedio considerando la resistencia a la compresión deseada.
 2. Selección del asentamiento.
 3. Selección del tamaño máximo nominal del agregado.
 4. Selección de la cantidad de agua en kg/m³ de concreto.
 5. Selección del contenido de aire atrapado, en porcentaje.
 6. Selección de la relación a/c o a/mc.
 7. Cálculo del contenido de cemento.
 8. Determinación de la suma de los volúmenes absolutos.
 9. Cálculo del contenido de agregado grueso.
 10. Cálculo del volumen absoluto del agregado grueso.
 11. Cálculo del volumen absoluto del agregado fino.
 12. Cálculo del contenido de agregado fino.
 13. Corrección por humedad y absorción de los agregados.
 14. Determinación del peso seco, peso saturado superficialmente seco y peso húmedo.

ASENTAMIENTO (NTP.339.035):

- La (NTP .339.035), establece el método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto de cemento Portland, tanto en campo como en laboratorio.
- Se aplicó el ensayo de asentamiento en una muestra del concreto patrón y de los aditivos sika WT-100, sika 1 líquido y sika 1 en polvo.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP.339.034):

- Según la (NTP .339.034), el método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad que se encuentra en un rango prescrito hasta la falla. La resistencia a la compresión del espécimen es calculado por división de la carga máxima alcanzada durante el ensayo, entre el área de la sección transversal del espécimen. Con los datos obtenidos se registrará la curva de $f'c$ (carga máxima) soportada con aditivos impermeabilizantes.
- El ensayo culmina cuando la carga de compresión decrece debido a la fractura del espécimen.

PERMEABILIDAD (UNE-EN 12390-8):

- La (UNE-EN 12390-8), especifica un método para determinar la profundidad de penetración de agua bajo presión en concretos endurecidos que han sido curados en agua.
- El agua es aplicada bajo presión a la superficie del concreto endurecido, luego se divide la probeta por rotura en dos mitades y se mide la profundidad de penetración del frente de agua.
- De esta manera se realizará el diagrama del nivel máximo de penetración de agua en las probetas patrón y con aditivos impermeabilizantes.

ANÁLISIS DE DATOS:

Resistencia a la compresión:

Para el ensayo se usaron probetas cilíndricas de 6" x 12". Los ensayos se realizaron a la edad de 7, 14 y 28 días, se elaboraron 03 probetas a los 7 y 14 días y 04 probetas a los 28 días de concreto patrón y con aditivos, con el fin de obtener la carga máxima y calcular el máximo esfuerzo a la compresión. La toma de los datos se dio cuando la probeta empezó a presentar fisuras y su carga comenzó a decrecer.

Resistencia a la compresión del concreto patrón:

Tabla 16: Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón

Edad	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)			
7 días	135	142	139	-
14 días	191	196	194	-
28 días	205	219	209	210

Fuente: Elaboración Propi

Resistencia a la compresión del concreto con aditivo sika 1 en polvo:

Tabla 17: Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika 1 en Polvo

Edad	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)			
7 días	196	199	197	-
14 días	232	231	235	-
28 días	244	247	255	252

Fuente: Elaboración Propia

Resistencia a la compresión del concreto con aditivo sika 1 líquido (2%):

Tabla 18: Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika 1 Líquido 2%

Edad	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)			
7 días	183	192	182	-
14 días	233	223	231	-
28 días	250	236	241	243

Fuente: Elaboración Propia

Resistencia a la compresión del concreto con aditivo sika 1 líquido (3%):

Tabla 19: Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika 1 Líquido 3%

Edad	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)			
7 días	182	189	184	-
14 días	220	217	218	-
28 días	231	239	229	227

Fuente: Elaboración Propia

Resistencia a la compresión del concreto con aditivo sika 1 líquido (4%):

Tabla 20: Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika 1 Líquido 4%

Edad	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)			
7 días	188	181	184	-
14 días	212	211	210	-
28 días	224	236	230	223

Fuente: Elaboración Propia

Resistencia a la compresión del concreto con aditivo sika WT-100:

Tabla 21: Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika WT-100

Edad	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)			
7 días	220	213	211	-
14 días	238	248	238	-
28 días	251	252	248	256

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LA VARIANZA:

Para la prueba se considerarán como hipótesis:

- **Hipótesis Nula (H₀):** La adición de los aditivos al concreto no influyen positivamente en su resistencia a la compresión.
- **Hipótesis Alternativa (H_a):** La adición de los aditivos al concreto aumentan su resistencia a la compresión.
- **Nivel de Significancia:** para toda probabilidad igual o menor que $p=0.05$, se acepta H_a y se rechaza H₀.

Concreto Patrón vs Concreto + aditivo sika 1 en polvo:

A los 28 días de curado:

Tabla 22: Concreto Patrón vs Concreto con Aditivo Sika 1 en Polvo

GRUPO	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)				X
C. Patrón	205	219	209	210	211
sika 1 en polvo	244	247	255	252	250

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23: Prueba de Normalidad Shapiro Wilk

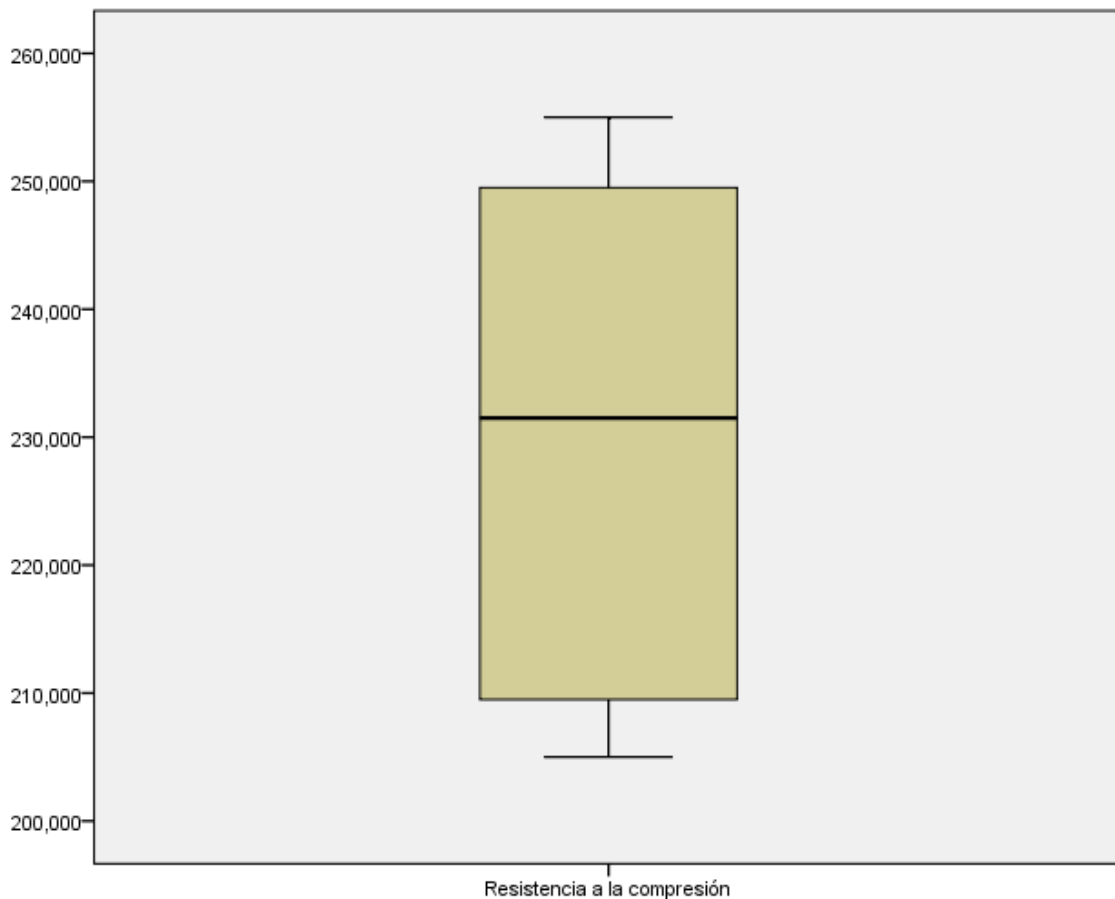
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión	.242	8	.184	.842	8	.079

Fuente: Elaboración Propia

Se aplica Shapiro-Wilk debido a que el número de muestras para este ensayo es menor a 50.

Sig. > 0.05 = Se considera como una variable normal

Ilustración 4: Grafica de Normalidad



Gráfica de normalidad de datos proveniente de una población normalmente distribuida, obtenida después de aplicar Shapiro-Wilk.

Fuente: IBM SPSS STATISTICS

Tabla 24: Valor de Significancia

ANOVA

Resistencia a la compresión

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3003.125	1	3003.125	101.371	.001
Dentro de grupos	177.750	6	29.625		
Total	3180.875	7			

Fuente: Elaboración Propia

Sig. < 0.05 = Se acepta la hipótesis alterna.

- **Hipótesis Alternativa (H_a):** La adición de los aditivos al concreto aumentan su resistencia a la compresión.

Concreto Patrón vs Concreto + aditivo sika 1 líquido (2%):

A los 28 días de curado:

Tabla 25: Concreto Patrón vs Concreto con Aditivo sika 1 Líquido 2%

GRUPO	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)				X
C. Patrón	205	219	209	210	211
sika 1 líquido (2%)	250	236	241	243	242

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26: Prueba de Normalidad Shapiro Wilk

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión	.201	8	.200*	.886	8	.215

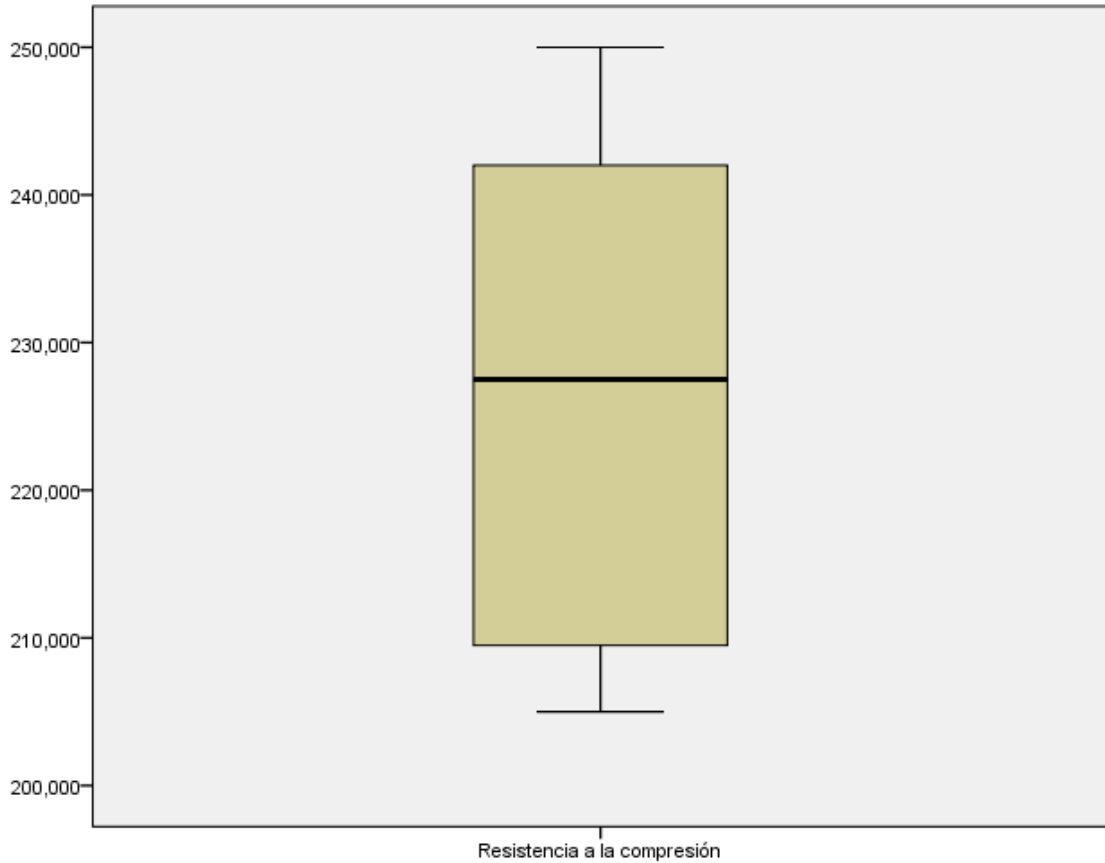
Fuente: Elaboración Propia

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.
a. Corrección de significación de Lilliefors

Se aplica Shapiro-Wilk debido a que el número de muestras para este ensayo es menor a 50.

Sig. > 0.05 = Se considera como una variable normal

Ilustración 5: Grafica de Normalidad



Fuente: IBM SPSS STATISTICS

Tabla 27: Valor de Significancia

ANOVA

Resistencia a la compresión

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2016.125	1	2016.125	58.793	.001
Dentro de grupos	205.750	6	34.292		
Total	2221.875	7			

Fuente: Elaboración Propia

Sig. < 0.05 = Se acepta la hipótesis alterna.

- **Hipótesis Alternativa (H_a):** La adición de los aditivos al concreto aumentan su resistencia a la compresión.

Concreto Patrón vs Concreto + aditivo sika 1 líquido (3%):

A los 28 días de curado:

Tabla 28: Concreto Patrón vs Concreto con Aditivo Sika 1 Líquido 3%

GRUPO	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)				X
C. Patrón	205	219	209	210	211
sika 1 líquido (3%)	231	239	229	227	231

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 29: Prueba de Normalidad Shapiro Wilk

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión	.193	8	.200*	.935	8	.559

Fuente: Elaboración Propia

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se aplica Shapiro-Wilk debido a que el número de muestras para este ensayo es menor a 50.

Sig. > 0.05 = Se considera como una variable normal

Ilustración 6: Grafica de Normalidad

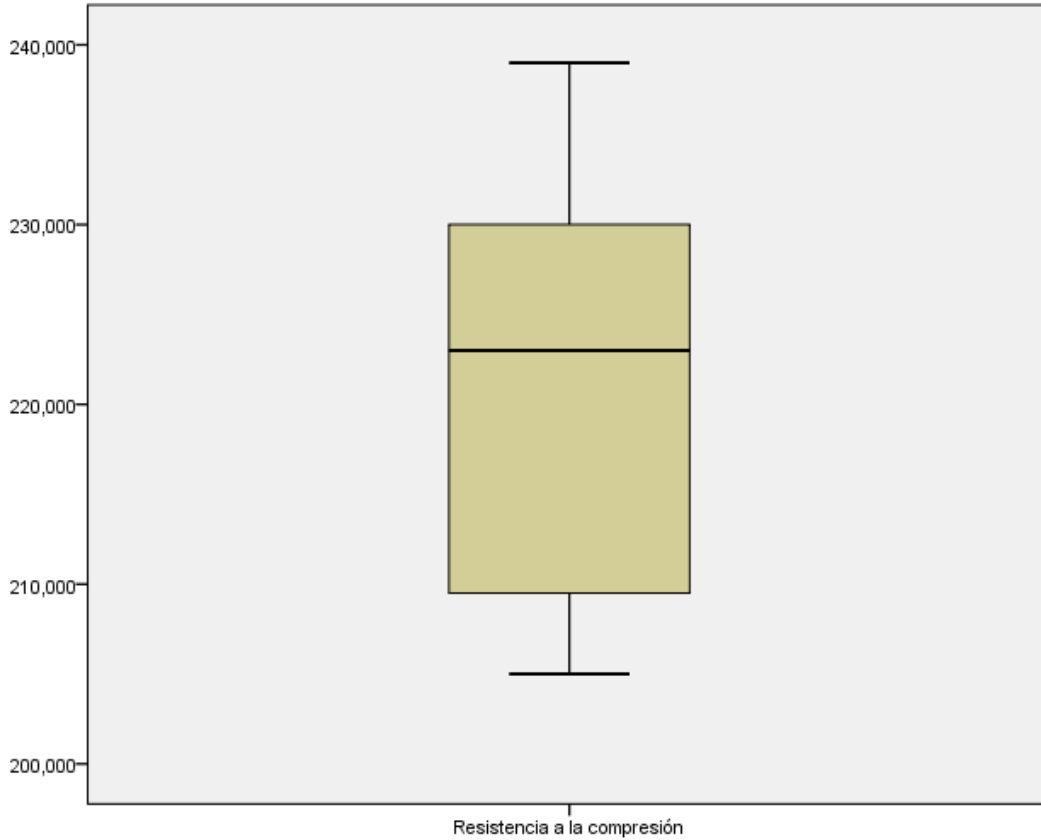


Tabla 30: Valor de Significancia

ANOVA

Resistencia a la
compresión

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	861.125	1	861.125	27.519	.002
Dentro de grupos	187.750	6	31.292		
Total	1048.875	7			

Fuente: Elaboración Propia

Sig. < 0.05 = Se acepta la hipótesis alterna.

- **Hipótesis Alterna (H_a):** La adición de los aditivos al concreto aumentan su resistencia a la compresión.

Concreto Patrón vs Concreto + aditivo sika 1 líquido (4%):

A los 28 días de curado:

Tabla 31: Concreto Patrón vs Concreto con Aditivo Sika 1 Líquido 4%

GRUPO	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)				X
C. Patrón	205	219	209	210	211
sika 1 líquido (4%)	224	236	230	223	228

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 32: Prueba de Normalidad Shapiro Wilk

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión	.184	8	.200*	.954	8	.755

Fuente: Elaboración Propia

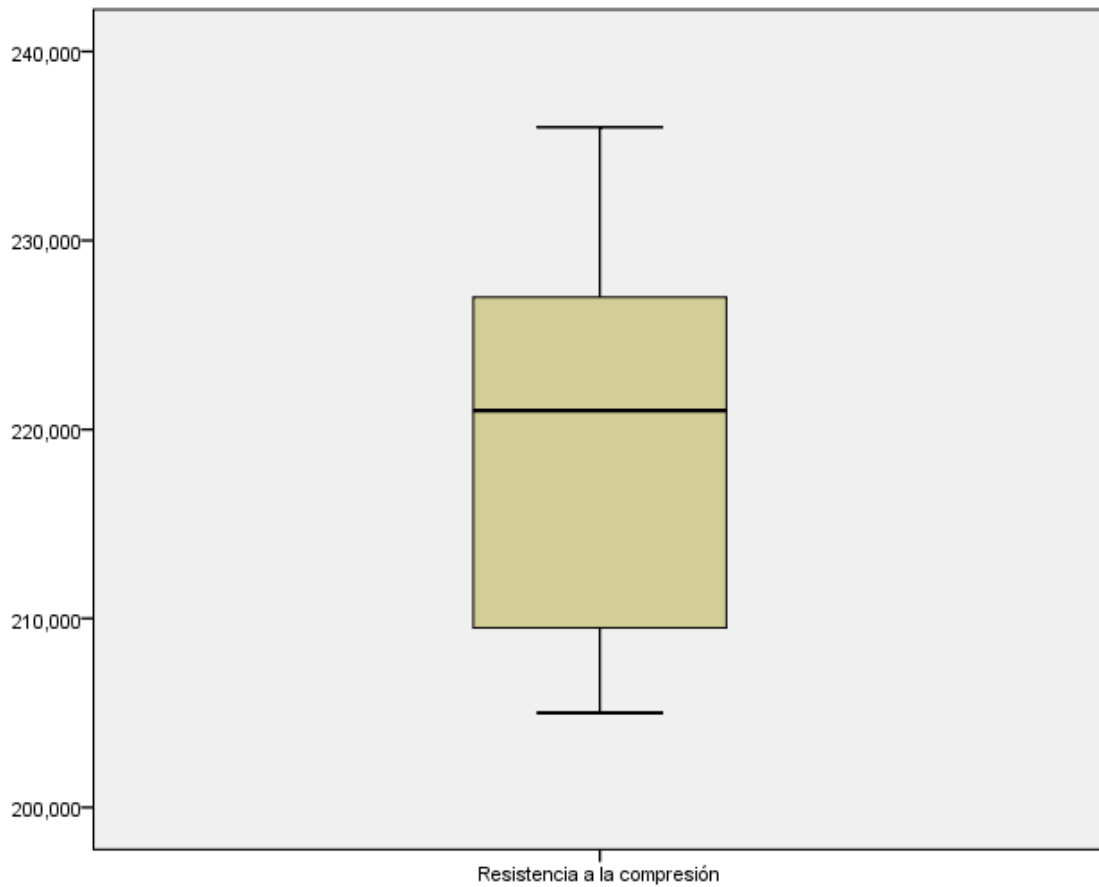
*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se aplica Shapiro-Wilk debido a que el número de muestras para este ensayo es menor a 50.

Sig. > 0.05 = Se considera como una variable normal

Ilustración 7: Grafica de Normalidad



Fuente: IBM SPSS STATISTICS

Tabla 33: Valor de Significancia

ANOVA

Resistencia a la
compresión

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	612.500	1	612.500	17.213	.004
Dentro de grupos	213.500	6	35.583		
Total	826.000	7			

Fuente: Elaboración Propia

Sig. < 0.05 = Se acepta la hipótesis alterna.

- **Hipótesis Alternativa (H_a):** La adición de los aditivos al concreto aumentan su resistencia a la compresión.

Concreto Patrón vs Concreto + aditivo sika WT-100:

A los 28 días de curado:

Tabla 34: Concreto Patrón vs Concreto con Aditivo Sika WT-100

GRUPO	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)				X
C. Patrón	205	219	209	210	211
sika WT-100	251	252	248	256	252

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35: Prueba de Normalidad Shapiro Wilk

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión	.273	8	.080	.811	8	.068

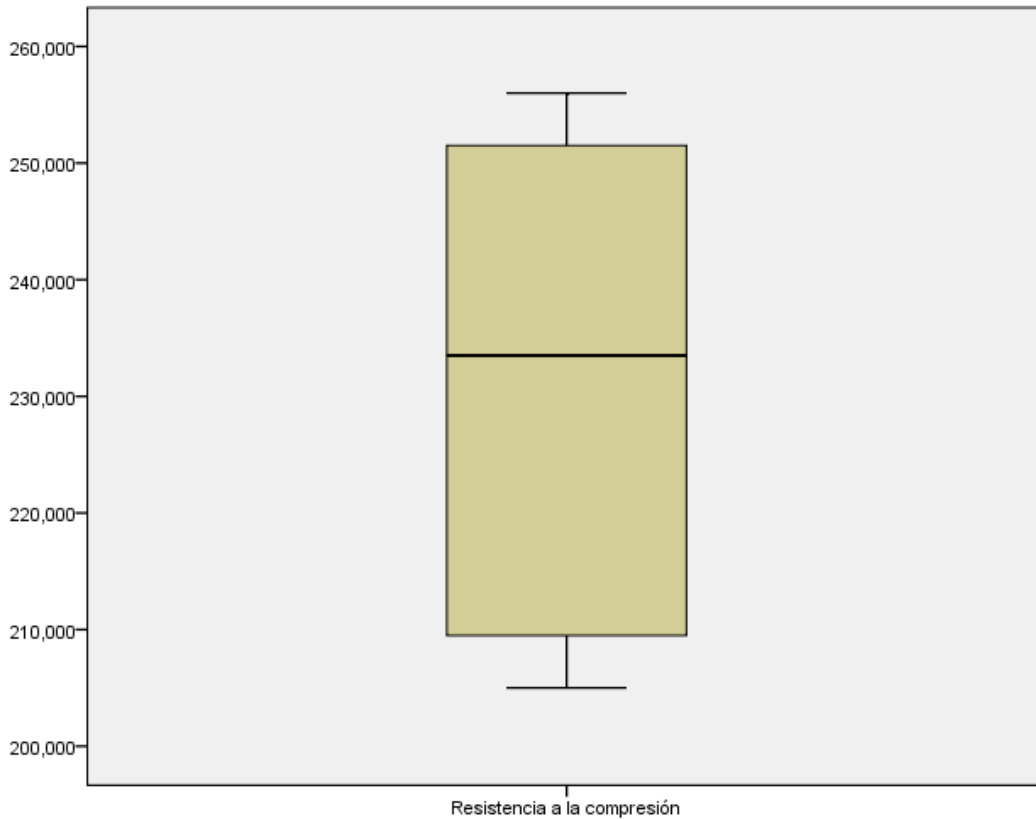
Fuente: Elaboración Propia

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se aplica Shapiro-Wilk debido a que el número de muestras para este ensayo es menor a 50.

Sig. > 0.05 = Se considera como una variable normal

Ilustración 8: Grafica de Normalidad



Fuente: IBM SPSS STATISTICS

Tabla 36: Valor de Significancia

ANOVA

Resistencia a la compresión

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	3362.000	1	3362.000	146.705	.001
Dentro de grupos	137.500	6	22.917		
Total	3499.500	7			

Fuente: Elaboración Propia

Sig. < 0.05 = Se acepta la hipótesis alterna.

- **Hipótesis Alternativa (H_a):** La adición de los aditivos al concreto aumentan su resistencia a la compresión.

Permeabilidad:

El ensayo se realizó sobre probetas cilíndricas de 6" x 12". Se ensayaron 02 probetas según el tipo de aditivo buscando obtener la profundidad máxima de penetración de agua. La toma de datos se realizó a los 28 días de fraguado.

La profundidad de penetración de agua máxima alcanzada se resume en la siguiente tabla.

Tabla 37: Valores de Permeabilidad del Concreto

PROBETAS	PENETRACIÓN (mm)		PROMEDIO (mm)
Concreto Patrón	117	114	115.5
Concreto patrón con sika 1 en polvo	14	12	13
Concreto con sika 1 líquido (2%)	36	34	35
Concreto con sika 1 líquido (3%)	28	27	27.5
Concreto con sika 1 líquido (4%)	24	25	24.5
Concreto con sika WT-100	10	11	10.5

Fuente: Elaboración Propia

ANÁLISIS DE LA VARIANZA:

Para la prueba se considerarán como hipótesis:

- **Hipótesis Nula (H_0):** La adición de los aditivos al concreto no influyen en su permeabilidad.
- **Hipótesis Alterna (H_a):** La adición de los aditivos al concreto disminuyen la permeabilidad.
- **Nivel de Significancia:** para toda probabilidad igual o menor que $p=0.05$, se acepta H_a y se rechaza H_0 .
-

Tabla 38: Prueba de Normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ensayo de Permeabilidad	.351	12	.002	.677	12	.006

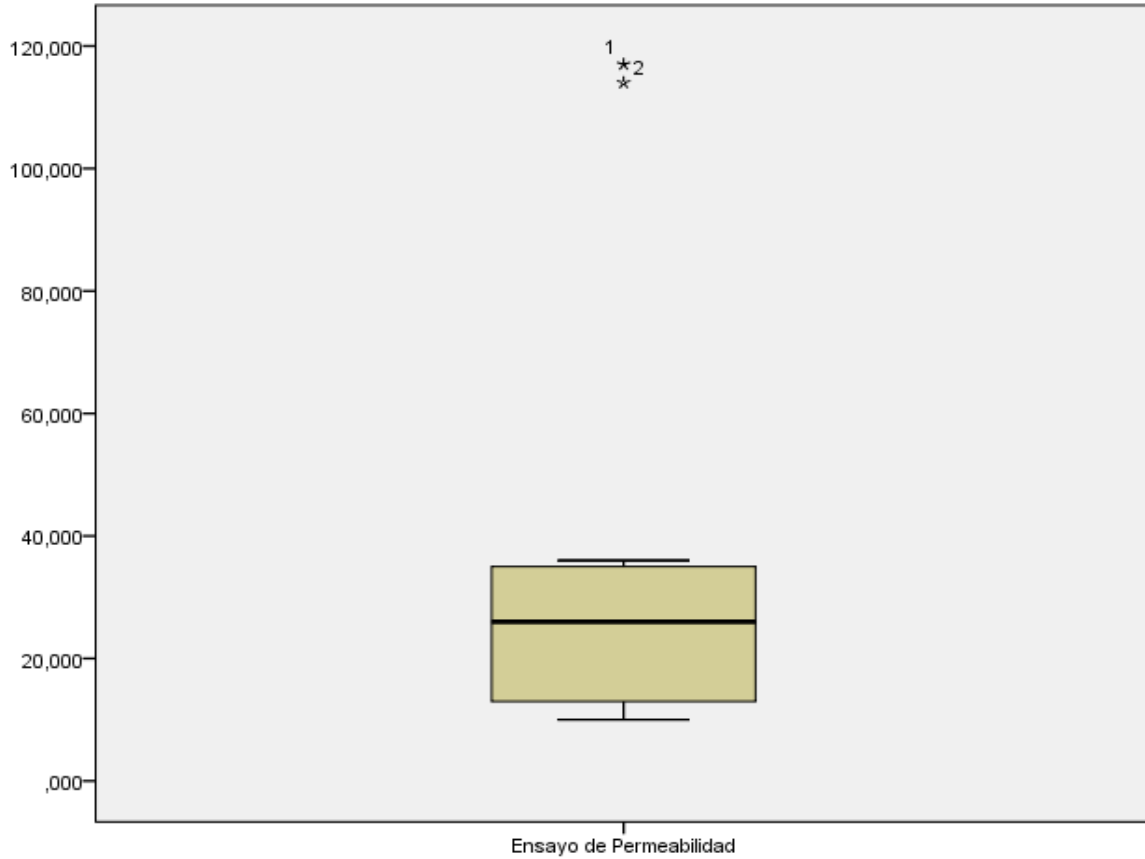
Fuente: Elaboración Propia

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se aplica Shapiro-Wilk debido a que el número de muestras para este ensayo es menor a 50.

Sig. > 0.05 = Se considera como una variable normal

Ilustración 9: Grafica de Normalidad



Fuente: IBM SPSS STATISTICS

Tabla 39: Valor de Significancia

ANOVA

Ensayo de Permeabilidad

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	15376.667	5	3075.333	1845.200	.001
Dentro de grupos	10.000	6	1.667		
Total	15386.667	11			

Fuente: Elaboración Propia

Sig. < 0.05 = Se acepta la hipótesis alterna.

- **Hipótesis Alternativa (H_a):** La adición de los aditivos al concreto disminuyen la permeabilidad.

CAPÍTULO 4. DESARROLLO DE TESIS

GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS (NTP.400.012):

Análisis granulométrico del agregado fino (NTP.400.012):

El procedimiento que se siguió según las normas descritas fue el siguiente:

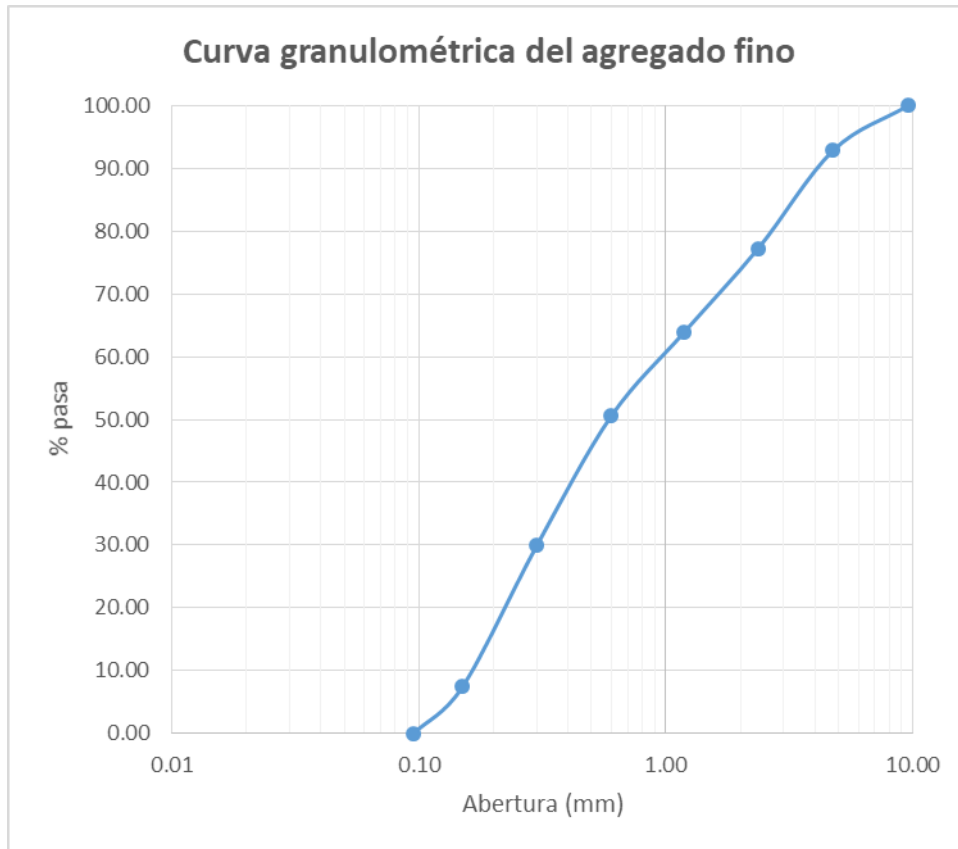
1. Se secó la muestra a peso constante a una temperatura de $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.
2. Se designó el peso de la muestra, que para esta ocasión fue de 1100 gramos (tomando en cuenta que cumple con los 300 gramos mínimos que se indica en la norma).
3. Se hizo uso de los tamices de los siguientes tamaños: $3/8''$, N.º 4, N.º 8, N.º 16, N.º 30, N.º 50, N.º 100 y fondo, encajándolos en orden decreciente, como se recomienda en la NPT 400.012.
4. Luego, se realizó el tamizado separando la muestra en fracciones y cuidando desperdiciar material.
5. Después, se pesó la masa retenida en cada tamiz aproximando al 0.1 % más cercano,
6. Por último, la masa total del material antes del tamizado se verificó con las masas de las muestras obtenidas sobre cada tamiz; para verificar que no varíen en más del 3%.

Tabla 40: Análisis Granulométrico del Agregado Fino

tamiz	Abertura (mm)	P. Retenido (gr)	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Pasante
$3/8''$	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.75	78.90	7.12	7.12	92.88
Nº 8	2.36	173.30	15.63	22.75	77.25
Nº 16	1.18	148.60	13.41	36.16	63.84
Nº 30	0.60	147.50	13.31	49.46	50.54
Nº 50	0.30	228.60	20.62	70.09	29.91
Nº 100	0.15	249.50	22.51	92.59	7.41
Fondo	0.00	82.10	7.41	100.00	0.00
		1108.50	100.00%		

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 10: Curva Granulométrica del Agregado Fino



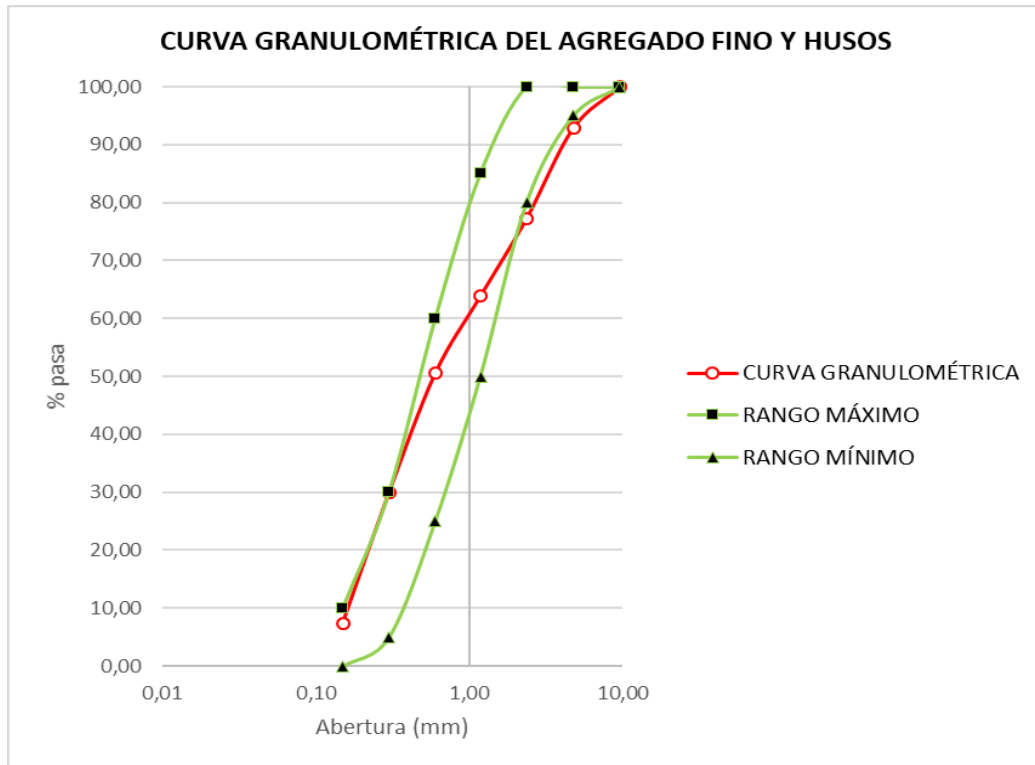
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41: Husos Máximos y Mínimos del Agregado Fino

Tamiz	Abertura (mm)	% pasa Mínimo	% pasa Máximo	% Pasa AF
3/8"	9.53	100.00	100.00	100.00
N° 4	4.75	95	100	92.88
N° 8	2.36	80	100	77.25
N° 16	1.18	50	85	63.84
N° 30	0.6	25	60	50.54
N° 50	0.3	5	30	29.91
N° 100	0.15	0	10	7.41

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 11: Curva Granulométrica del Agregado Fino y Husos



Fuente: Elaboración Propia

Módulo de Finura.

El módulo de finura, correspondiente al Agregado Fino, calculado fue:

MF: 2.78; dicho valor se encuentra en el rango admisible: $2.3 < MF < 3.1$; (según NTP 400.037)

Análisis granulométrico del agregado grueso (NTP.400.012):

El procedimiento que se siguió según las normas descritas fue el siguiente:

1. Se secó la muestra a peso constante a una temperatura de $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.
2. Se designó el peso de la muestra, que para esta ocasión fue de 2000 gramos (tomando en cuenta que cumple con los 2000 gramos mínimos que se indica en la norma).
3. Se hizo uso de los tamices de los siguientes tamaños: 3", 2 1/2", 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8", N.º 4, N.º 8 y fondo, encajándolos en orden decreciente, como se recomienda en la NPT 400.012.
4. Luego, se realizó el tamizado separando la muestra en fracciones y cuidando desperdiciar material.

5. Después, se pesó la masa retenida en cada tamiz aproximando al 0.1 % más cercano,
6. Por último, la masa total del material antes del tamizado se verificó con las masas de las muestras obtenidas sobre cada tamiz; para verificar que no varíen en más del 3%.

Tabla 42: Análisis Granulométrico del Agregado Grueso

tamiz	Abertura (mm)	P. Retenido (gr)	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Pasante
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	1373.40	68.67	68.67	31.33
⅜"	9.53	427.80	21.39	90.06	9.94
N° 4	4.75	198.85	9.94	100.00	0.00
N° 8	2.36	0.00	0.00	100.00	0.00
Fondo	0	0.00	0.00	100.00	0.00
		2000.05	100.00		

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 12: Curva Granulométrica del Agregado Grueso



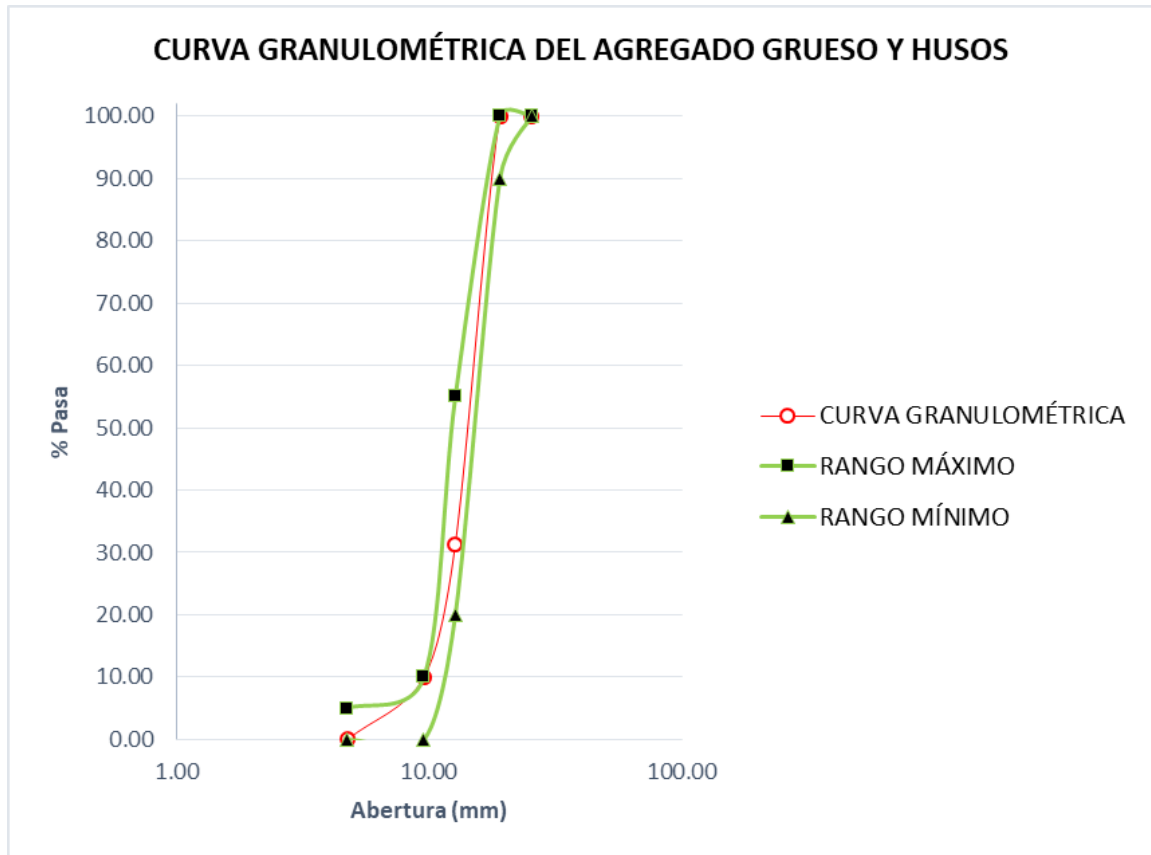
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43: Husos Máximos y Mínimos del Agregado Grueso

Tamiz	Abertura	Mínimo	Máximo	% Pasa AG
1"	25.40	100	100	100.00
¾"	19.05	90	100	100.00
½"	12.70	20	55	31.33
⅜"	9.53	0	10	9.94
Nº 4	4.75	0	5	0.00

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 13: Curva Granulométrica del Agregado Grueso y Husos



Fuente: Elaboración Propia

Tamaño Máximo y Tamaño Máximo Nominal.

El Tamaño Máximo, correspondiente al Agregado Grueso fue: 3/4".

El Tamaño Máximo Nominal, correspondiente al Agregado Grueso fue de: 1/2".

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NTP.400.021):

El procedimiento que se siguió según las normas descritas fue el siguiente:

1. Se mezcló el agregado y se redujo por cuarteo a la cantidad aproximada necesaria para el uso de los procedimientos aplicables según la norma.
2. Se descartó una pequeña muestra del material que pasó por el tamiz N° 4 y se lavó, buscando así remover todo el polvo y las impurezas,
3. Se designó el peso de la muestra, que para esta ocasión fue un valor aproximado de 2500 gramos (tomando en cuenta que cumpla con los 2000 gramos mínimos que se indica en la norma).

4. Se secó la muestra a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (aproximadamente por un periodo de 24 horas).
5. Luego se sacó la muestra del horno y se ventiló por aproximadamente 2 horas, para después sumergir en agua a una temperatura ambiente en un periodo de 24 horas ± 4 horas.
6. Luego se sacó el material del agua y se secó con paños de tela absorbente hasta que se elimine toda el agua visible, para después pesarla y registrarla con el nombre de saturada superficialmente seca (P. sss.).
7. Luego, se colocó la muestra en una cesta con alambre ubicada en el laboratorio de la universidad de manera que se pueda determinar el peso sumergido del material (P. sum.).
1. Por último, se dejó la muestra en el horno a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (aproximadamente por un periodo de 24 horas), para su posterior medición en una balanza electrónica (P. seco).

Tabla 44: *Peso Específico y Absorción del Agregado Grueso*

	Pe. sss (kg/m ³)	Pea (kg/m ³)	Pem (kg/m ³)	Absorción (%)
Muestra 01	2654.17	2705.31	2624.18	1.14
Muestra 02	2656.00	2708.31	2625.38	1.17
Muestra 03	2652.90	2703.26	2623.34	1.13
PROMEDIO	2650	2710	2620	1.15

Fuente: Elaboración Propia

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTP.400.022):

El procedimiento que se siguió según las normas descritas fue el siguiente:

1. Se mezcló el agregado y se redujo por cuarteo a la cantidad aproximada necesaria para el uso de los procedimientos aplicables según la norma.
2. Se secó la muestra a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (aproximadamente por un periodo de 24 horas).
3. Luego de sacar del horno, se dejó sumergir en agua a una temperatura ambiente en un periodo de 24 horas ± 4 horas.
4. Después, se eliminó el agua y se llevó el agregado a una cocina pequeña hasta que la muestra obtenga un secado superficial.

5. Una vez seca la superficie, se colocó la muestra en el cono de ensayo en tres capas, cada 1/3 del volumen, compactando con 25 golpes por cada capa.
6. Si al momento de quitar el cono se derrumbó 1/3 de la parte de encima como máximo, se consiguió la condición de Saturada Superficialmente Seca en la muestra.
7. Después, se redujo parte de la misma muestra a 500 gramos y se introdujo en un picnómetro.
8. Luego, se llenó el frasco con agua hasta la marca de 500 cm³ y se agitó el picnómetro para eliminar las burbujas por aproximadamente 20 minutos.
9. Después de realizar ese paso, se llenó el picnómetro con agua hasta la marca de calibración.
10. Luego, se pesó el picnómetro lleno hasta la marca de calibración con agua y agregado.
11. Se retiró el agregado fino del picnómetro y se dejó secando en el horno a peso constante a una temperatura de 110 °C ± 5 °C (aproximadamente por un periodo de 24 horas).
12. Por último, se sacó del horno el agregado fino y se determinó el peso en una balanza electrónica.

Tabla 45: *Peso Específico y Absorción del Agregado Fino*

	Pe. sss (kg/m ³)	Pea (kg/m ³)	Pem (kg/m ³)	Absorción (%)
Muestra 01	2673.8	2796.79	2605.35	2.63
Muestra 02	2648.31	2774.23	2577.33	2.75
Muestra 03	2632.96	2751.98	2565.03	2.65
PROMEDIO	2650	2770	2580	2.68

Fuente: Elaboración Propia

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS (NTP.339.185):

Contenido de humedad del agregado grueso (NTP.339.185):

El procedimiento que se siguió según las normas descritas fue el siguiente:

2. Se designó el peso de la muestra, que para esta ocasión fue de 4500 gramos (tomando en cuenta que cumple con los 2000 gramos mínimos que se indica en la norma).

3. Se colocó la muestra en un recipiente metálico y se pesó en una balanza electrónica con precisión a 0.1 gr.
4. Se secó la muestra a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (aproximadamente por un periodo de 24 horas).
5. Luego que la muestra tenga un peso constante, se pesó en una balanza con precisión a 0.1 gr.
6. Por último, se calculó el contenido de humedad con la formula indicada en la norma técnica.

Tabla 46: Contenido de Humedad del Agregado Grueso

	P. recipiente(g)	P. recipiente + M.H (g)	M.H (g)	P. recipiente + M.S (g)	M.S (g)	% w	% W promedio
M-1	321.50	4851.90	4530.40	4833.20	4511.70	0.41	0.42
M-2	214.00	4900.20	4686.20	4880.00	4666.00	0.43	
M-3	520.10	5040.50	4520.40	5022.30	4502.20	0.40	

Fuente: Elaboración Propia

Contenido de humedad del agregado fino (NTP.339.185):

El procedimiento que se siguió según las normas descritas fue el siguiente:

1. Se designó el peso de la muestra, que para esta ocasión fue de 4500 gramos en promedio (tomando en cuenta que cumple con los 500 gramos mínimos que se indica en la norma).
2. Se colocó la muestra en un recipiente metálico y se pesó en una balanza electrónica con precisión a 0.1 gr.
3. Se secó la muestra a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (aproximadamente por un periodo de 24 horas).
4. Luego que la muestra tenga un peso constante, se pesó en una balanza con precisión a 0.1 gr.
5. Por último, se calculó el contenido de humedad con la formula indicada en la norma técnica.

Tabla 47: Contenido de Humedad del Agregado Fino

	P. recipiente(g)	P. recipiente + M.H (g)	M.H (g)	P. recipiente + M.S (g)	M.S (g)	% w	% W promedio
M-1	214.00	4633.00	4419.00	4566.20	4352.20	1.53	1.54
M-2	286.00	4061.80	3775.80	4005.20	3719.20	1.52	
M-3	220.20	4892.30	4672.10	4820.40	4600.20	1.56	

Fuente: Elaboración Propia

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (NTP.400.017):

Peso unitario seco suelto del agregado grueso (NTP.400.017):

El procedimiento que se siguió según las normas descritas fue el siguiente:

1. Se tomó una cantidad de material representativa (tomando en cuenta el ensayo por cuarteo previo).
2. Se secó la muestra a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (aproximadamente por un periodo de 24 horas).
3. Se llenó el recipiente para el ensayo con agua potable a temperatura ambiente.
4. Se calculó el peso del recipiente con agua.
5. Se calculó el volumen del recipiente al dividir el peso del agua solicitado para llenar el recipiente entre la densidad del agua (1000 kg/m^3).
6. Se llenó el recipiente con un cucharón hasta que rebose el material.
7. Se enraza el agregado sobrante con una varilla.
8. Por último, se pesó el material más el recipiente para obtener así el peso seco suelto del agregado.

Tabla 48: Peso Unitario Seco Suelto del Agregado Grueso

AGREGADOS	GRUESO		
Peso Cilindro (kg)	5.3		
Peso Cilindro + Ag (kg)	25.42	25.36	25.63
Vol. Cilindro (m ³)	0.0141		
Peso Unitario Seco Suelto(Kg/m ³)	1430.00	1420.00	1440.00
PUSS prom.(kg/m ³)	1430.00		

Fuente: Elaboración Propia

Peso unitario seco compactado del agregado grueso (NTP.400.017):

El procedimiento que se siguió según las normas descritas fue el siguiente:

1. Se tomó una cantidad de material representativa (tomando en cuenta el ensayo por cuarteo previo).
2. Se secó la muestra a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (aproximadamente por un periodo de 24 horas).
3. Se llenó el recipiente para el ensayo con agua potable a temperatura ambiente.
4. Se calculó el peso del recipiente con agua.
5. Se calculó el volumen del recipiente al dividir el peso del agua solicitado para llenar el recipiente entre la densidad del agua (1000 kg/m^3).
6. Se llenó el recipiente con el material en tres partes, compactando en que una con una varilla 25 veces de manera uniforme
7. Se enrazo el agregado sobrante con una varilla.
8. Por último, se pesó el material más el recipiente para obtener así el peso seco compactado del agregado.

Tabla 49: *Peso Unitario Seco Compactado del Agregado Grueso*

AGREGADOS	GRUESO		
Peso Cilindro (kg)	5.3		
Peso Cilindro + Ag (kg)	26.95	27.12	27.01
Vol. Cilindro (m ³)	0.0141		
Peso Unitario Seco Compactado(Kg/m ³)	1540.00	1550.00	1540.00
PUSC prom.(kg/m ³)	1540.00		

Fuente: Elaboración Propia

Peso unitario seco suelto del agregado fino (NTP.400.017):

El procedimiento que se siguió según las normas descritas fue el siguiente:

1. Se tomó una cantidad de material representativa (tomando en cuenta el ensayo por cuarteo previo).

2. Se secó la muestra a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (aproximadamente por un periodo de 24 horas).
3. Se llenó el recipiente para el ensayo con agua potable a temperatura ambiente.
4. Se calculó el peso del recipiente con agua.
5. Se calculó el volumen del recipiente al dividir el peso del agua solicitado para llenar el recipiente entre la densidad del agua (1000 kg/m^3).
6. Se llenó el recipiente con un cucharón hasta que rebosé el material.
7. Se enraza el agregado sobrante con una varilla.
8. Por último, se pesó el material más el recipiente para obtener así el peso seco suelto del agregado.

Tabla 50: *Peso Unitario Seco Suelto del Agregado Fino*

AGREGADOS	FINO		
Peso Cilindro (kg)	5.3		
Peso Cilindro + Ag (kg)	29.85	29.92	29.94
Vol. Cilindro (m ³)	0.0141		
Peso Unitario Seco Suelto(Kg/m ³)	1740.00	1750.00	1750.00
PUSS prom.(kg/m ³)	1740.00		

Fuente: *Elaboración Propia*

Peso unitario seco compactado del agregado fino (NTP.400.017):

El procedimiento que se siguió según las normas descritas fue el siguiente:

1. Se tomó una cantidad de material representativa (tomando en cuenta el ensayo por cuarteo previo).
2. Se secó la muestra a peso constante a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (aproximadamente por un periodo de 24 horas).
3. Se llenó el recipiente para el ensayo con agua potable a temperatura ambiente.
4. Se calculó el peso del recipiente con agua.
5. Se calculó el volumen del recipiente al dividir el peso del agua solicitado para llenar el recipiente entre la densidad del agua (1000 kg/m^3).

6. Se llenó el recipiente con el material en tres partes, compactando en que una con una varilla 25 veces de manera uniforme
7. Se enrazo el agregado sobrante con una varilla.
8. Por último, se pesó el material más el recipiente para obtener así el peso seco compactado del agregado.

Tabla 51: *Peso Unitario Seco Compactado del Agregado Fino*

AGREGADOS	FINO		
Peso Cilindro (kg)	5.3		
Peso Cilindro + Ag (kg)	30.85	31.05	31.08
Vol. Cilindro (m ³)	0.0141		
Peso Unitario Seco Compactado(Kg/m ³)	1810.00	1830.00	1830.00
PUSC prom.(kg/m ³)	1820.00		

Fuente: Elaboración Propia

DISEÑO DE MEZCLA (ACI .211);

1. SELECCIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO CONSIDERANDO LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DESEADA.

Para este proyecto de investigación, se seleccionó una resistencia a la compresión de 210 kg/cm^2 , debido a que es el valor más usado para el diseño de viviendas de concreto armado; todo esto teniendo en cuenta que el proyecto de investigación se basa en la aplicación del concreto con aditivo para todos los elementos estructurales de una vivienda (zapatas, columnas, vigas, losas, etc.).

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

Luego, se aplica la siguiente tabla para obtener la resistencia a la compresión requerida:

Ilustración 14: Selección de la Resistencia a la Compresión

Resistencia a compresión especificada, f'_c , kg/cm ²	Resistencia a compresión media requerida, kg/cm ²
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Más de 350	$1.10 f'_c + 50$

Fuente: ACI. 211

$$f'c \text{ req.} = 210 \text{ kg/cm}^2 + 84 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'c \text{ req.} = 294 \text{ kg/cm}^2$$

2. SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO.

Para este caso, se tomó un valor de asentamiento adecuado a la realidad en obra, de manera que se obtengan resultados verosímiles; por eso el valor asignado fue de 6" a 7" para obtener los resultados según las tablas indicadas en el ACI.

$$\text{Asentamiento} = 6''$$

3. SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL DEL AGREGADO.

Se tomará como tamaño máximo nominal el calculado en análisis granulométrico del agregado grueso. Este valor fue de 1/2".

$$\text{TMN} = 1/2''$$

4. SELECCIÓN DE LA CANTIDAD DE AGUA EN KG/M3 DE CONCRETO.

Se designó la cantidad de agua por metro cúbico según la siguiente tabla indicada por el ACI 211.

Ilustración 15: Selección de la cantidad de agua en kg/m^3 de concreto.

Revenimiento (asentamiento) (mm)	Agua, kilogramos por metro cúbico de concreto, para los tamaños de agregado indicados*							
	½ pulg.	¾ pulg.	1 pulg.	1½ pulg.	2 pulg.**	3 pulg.**	6 pulg.**	
Concreto sin aire incluido								
1" a 2" 25 a 50	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4" 75 a 100	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7" 150 a 175	243	228	216	202	190	178	160	—
Cantidad aproximada de aire atrapado en un concreto sin aire incluido, porcentaje	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0.3	0.2
Concreto con aire incluido								
1" a 2" 25 a 50	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4" 75 a 100	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7" 150 a 175	216	205	197	184	174	166	154	—
Promedio del contenido de aire total recomendado, para el nivel de exposición, porcentaje†								
Exposición leve	4.5	4.0	3.5	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0
Exposición moderada	6.0	5.5	5.0	4.5	4.5	4.0	3.5	3.0
Exposición severa	7.5	7.0	6.0	6.0	5.5	5.0	4.5	4.0

Fuente: ACI. 211

Se considerará concreto sin aire incluido para el diseño.

$$TMN \text{ ya conocido} = \frac{1}{2}''$$

$$\text{Asentamiento ya conocido} = 6'' \text{ a } 7''$$

Considerando los datos anteriores, se designará la cantidad de agua en $228 \text{ kg}/m^3$.

5. SELECCIÓN DEL CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO, EN PORCENTAJE.

Con los mismo datos que en el paso anterior, se determinó como cantidad aproximada de aire atrapado en el concreto en 2.5 %.

6. SELECCIÓN DE LA RELACIÓN A/C O A/MC.

Para poder obtener el valor de la relación agua/cemento fue necesario aplicar la siguiente tabla:

Ilustración 16: Selección de la relación a/c o a/mc.

Resistencia a Compresión a los 28 Días, kg/cm ² (MPa)	Relación agua-material cementante en masa	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
450 (45)	0.38	0.31
400 (40)	0.43	0.34
350 (35)	0.48	0.40
300 (30)	0.55	0.46
250 (25)	0.62	0.53
200 (20)	0.70	0.61
150 (15)	0.80	0.72

Fuente: ACI. 211

Se tomaron los valores de la tabla (considerando que $f'c \text{ req.} = 294 \text{ kg/cm}^2$) y se interpoló:

$$300 \text{ _____ } 0.55$$

$$294 \text{ _____ } x$$

$$250 \text{ _____ } 0.62$$

$$X=0.558$$

Por lo tanto, la relación a/c=0.558

7. CÁLCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO.

Una vez obtenida la relación a/c y el valor del agua, se calcula el peso del cemento en kg/m^3 .

$$\text{Cemento} = \frac{\text{agua}}{(a/c)}$$

$$\text{Cemento} = \frac{228}{0.558}$$

$$\text{Cemento} = 409 \text{ kg/m}^3$$

8. DETERMINACIÓN DE LA SUMA DE LOS VOLÚMENES ABSOLUTOS.

Se calculó el volumen absoluto del cemento, agua y del aire atrapado en el concreto, especificados en la siguiente tabla:

Tabla 52: Determinación de la suma de los volúmenes absolutos

Materiales	Volumen (m ³)
Cemento Tipo I	0.1311
Agua	0.2280
Arena	-
Piedra	-
Aire (2.5%)	0.0250
Balance volúmenes	0.3841
Saldo volumen	0.6159

Fuente: Elaboración Propia

9. CÁLCULO DEL CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO.

Se calculará el agregado grueso aplicando la siguiente tabla descrita por el comité del ACI 211:

Ilustración 17: Cálculo del Contenido de Agregado Grueso

Tamaño máximo nominal del agregado mm (pulg.)	Volumen del agregado grueso varillado (compactado) en seco por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura de agregado fino*			
	2.40	2.60	2.80	3.00
9.5 (3/8)	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5 (1/2)	0.59	0.57	0.55	0.53
19.00 (3/4)	0.66	0.64	0.62	0.60
25.00 (1)	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5 (1 1/2)	0.75	0.73	0.71	0.69
50 (2)	0.78	0.76	0.74	0.72
75 (3)	0.82	0.80	0.78	0.76
150 (6)	0.87	0.85	0.83	0.81

Fuente: ACI. 211

Tomando en cuenta el MF= 2.78 y el TMN= 1/2", se interpola los valores de la tabla de la siguiente manera:

$$2.60 \quad \text{-----} \quad 0.57$$

$$2.78 \quad \text{-----} \quad x$$

$$2.80 \text{ _____ } 0.55$$

$$X=0.552$$

$$\text{Peso seco AG} = \text{PUSC (AG)} \times \text{Factor AG}$$

$$\text{Peso seco AG} = 1,540 \times 0.552$$

$$\text{Peso seco AG} = 850 \text{ kg/m}^3$$

10. CÁLCULO DEL VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO GRUESO.

$$\text{Volumen AG} = \frac{\text{Peso seco AG}}{\text{PeM AG}}$$

$$\text{Volumen AG} = \frac{850 \text{ kg/m}^3}{2620 \text{ kg/m}^3}$$

$$\text{Volumen AG} = 0.3244 \text{ m}^3$$

11. CÁLCULO DEL VOLUMEN ABSOLUTO DEL AGREGADO FINO.

$$\text{Volumen AF} = 0.6159 \text{ m}^3 - 0.3244 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen AF} = 0.2915 \text{ m}^3$$

12. CÁLCULO DEL CONTENIDO DE AGREGADO FINO.

$$\text{Peso seco AF} = \text{PeM} \times \text{Volumen AF}$$

$$\text{Peso seco AF} = 2,580 \times 0.2915$$

$$\text{Peso seco AF} = 752 \text{ kg/m}^3$$

13. CORRECCIÓN POR HUMEDAD Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS.

Tabla 53: Corrección por absorción de los agregados.

Materiales	P. seco (kg/m ³)	% Absorción	Corrección por % Absorción	Peso SSS (kg/m ³)
Cemento Tipo I	409			409
Agua	228			228
Arena	752	2.68	$752 \times (1 + 2.68/100)$	772
Piedra	850	1.15	$850 \times (1 + 1.15/100)$	860
Aire (2.5%)	-			-
TOTAL	2,239			2,269

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 54: Corrección por humedad de los agregados.

Materiales	P. seco (kg/m ³)	% Humedad	Corrección por % Humedad	Peso húmedo (kg/m ³)
Cemento Tipo I	409			409
Agua	228			243
Arena	752	1.54	$752 \times ((1.54 - 2.68)/100) = -8.57$	764
Piedra	850	0.42	$850 \times ((0.42 - 1.15)/100) = -6.21$	853
Aire (2.5%)	-			-
TOTAL	2,239			2,269

Fuente: Elaboración Propia

14. DETERMINACIÓN DEL PESO SECO, PESO SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO Y PESO HÚMEDO.

Tabla 55: Peso Seco, Peso Saturado Superficialmente Seco y Peso Húmedo.

Materiales	P. seco (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Peso húmedo (kg/m ³)
Cemento Tipo I	409	409	409
Agua	228	228	243
Arena	752	772	764
Piedra	850	860	853
Aire (2.5%)	-	-	-
PUC (kg/cm ²)	2,239	2,269	2,269

Fuente: Elaboración Propia

ASENTAMIENTO (NTP.339.035):

- El procedimiento que se debe seguir, según la NTP.339.035, es el siguiente:
 1. Como primer paso, se debe humedecer el molde y colocar sobre una superficie plana, rígida, no absorbente y húmeda.
 2. El molde se debe fijar firmemente en su lugar durante el llenado pisando las aletas o asegurando las abrazaderas a la placa de base manteniendo limpio el perímetro.
 3. Luego, se debe llenar el molde vaciando el concreto en tres capas, de modo que cada capa corresponda a aproximadamente la tercera parte del volumen del molde.
 4. Cada capa se debe compactar aplicando 25 golpes con la barra compactadora distribuidos y aplicados uniformemente en toda la sección de la capa. En la capa inferior, es necesario inclinar un poco la barra y dar la mitad de los golpes cerca del perímetro, acercándose progresivamente en espiral hacia el centro de la sección. La segunda capa y la capa superior se compactarán a través de todo su espesor, procurando que la barra penetre ligeramente en la capa inmediata inferior.
 5. El molde se llena por exceso antes de compactar la última capa. Si como resultado de la operación de varillado hubiere una deficiencia material, se debe añadir la cantidad suficiente para mantener un exceso de concreto sobre la parte superior del molde en todo momento.
 6. Luego se procede a enrasar rodando la barra compactadora sobre el borde superior del molde. Después, se retira el molde del concreto levantándolo cuidadosamente en dirección vertical; teniendo precaución para evitar los movimientos laterales o torsionales.
 7. Por último, se mide inmediatamente el asentamiento determinado por la diferencia entre la altura del molde y la del centro desplazado de la cara superior del cono deformado.

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP.339.034):

- El procedimiento que se debe seguir, según la NTP.339.034, es el siguiente:
 1. Como primer paso, se retiró la probeta de la posa de curado y se verificó las medidas de las probetas de concreto.

2. Luego, las probetas fueron llevadas según corresponda a la máquina de ensayo de compresión.
3. Se colocó los bloques de carga (tanto el inferior como el superior) entre la probeta de concreto y se limpió las superficies.
4. Se verificó que el indicador de carga sea cero y se procedió a aplicar una carga sin golpes bruscos, a una velocidad correspondiente en el rango de $0,25 \pm 0,05$ MPa/s. Cuya velocidad se mantuvo más que todo durante la segunda parte del ciclo de ensayo.
5. La carga se aplicó hasta que comenzó a decrecer de manera continua en el indicador de carga.
6. Luego se tomó datos de la resistencia máxima indicada en el indicador de carga para cada una de las 72 probetas.
7. Por último, se determinó la resistencia a la compresión de cada probeta dividiendo la carga máxima entre el área de sección transversal.

$$f'c = \frac{P}{(\pi d^2 / 4)}$$

PERMEABILIDAD (UNE-EN 12390-8):

- El procedimiento que describe la UNE-EN 12390-8, es el siguiente:
 1. Inmediatamente después de desmoldar la probeta, se desbasta la superficie de la cara de la probeta que va a estar expuesta a la presión del agua, con un cepillo de púas metálicas.
 2. Se colocó la probeta en el aparato de ensayo y se aplica al agua una presión de (500 ± 50) kPa durante (72 ± 2) h.
 3. Después de aplicar el agua durante el tiempo especificado, se retiró la probeta del dispositivo de ensayo y se limpió la cara a la que se aplicó la presión de agua.
 4. Se rompió la probeta en dos mitades perpendicularmente a la cara en la que se aplicó la presión de agua.
 5. Tan pronto la probeta se secó, se marcó en la probeta el frente de penetración máximo del agua y se midió.

6. Por último, el valor obtenido en la penetración máxima se redondeó al milímetro más próximo.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS (NTP.400.012):

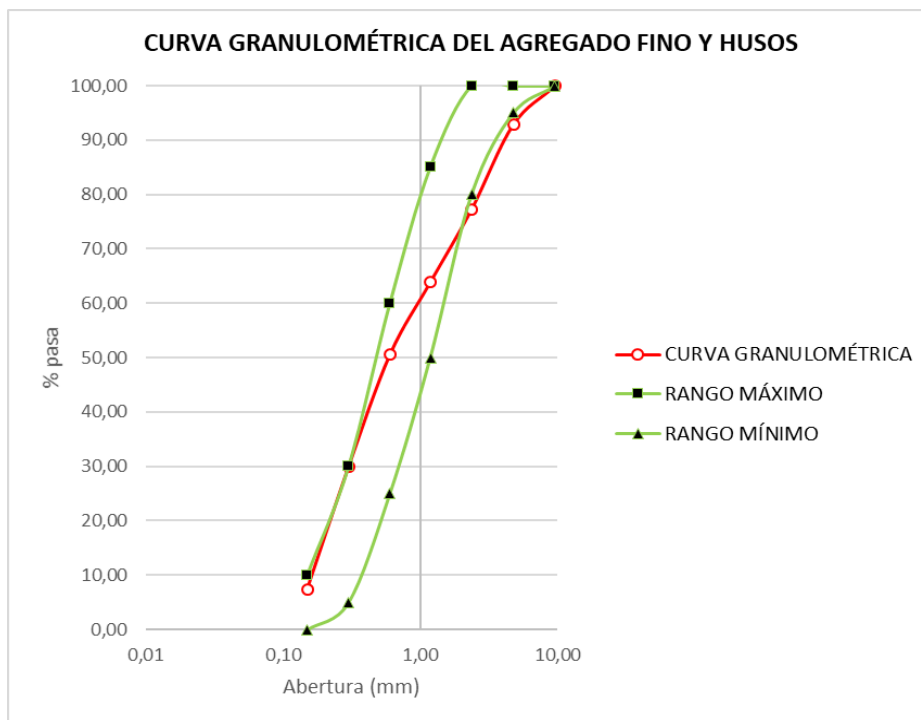
Análisis granulométrico del agregado fino (NTP.400.012):

Tabla 56: Granulometría de los agregados finos y gruesos

tamiz	Abertura (mm)	P. Retenido (gr)	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Pasante
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	78.90	7.12	7.12	92.88
N° 8	2.36	173.30	15.63	22.75	77.25
N° 16	1.18	148.60	13.41	36.16	63.84
N° 30	0.60	147.50	13.31	49.46	50.54
N° 50	0.30	228.60	20.62	70.09	29.91
N° 100	0.15	249.50	22.51	92.59	7.41
Fondo	0.00	82.10	7.41	100.00	0.00
		1108.50	100.00%		

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 18: Curva Granulométrica del Agregado Fino y Husos



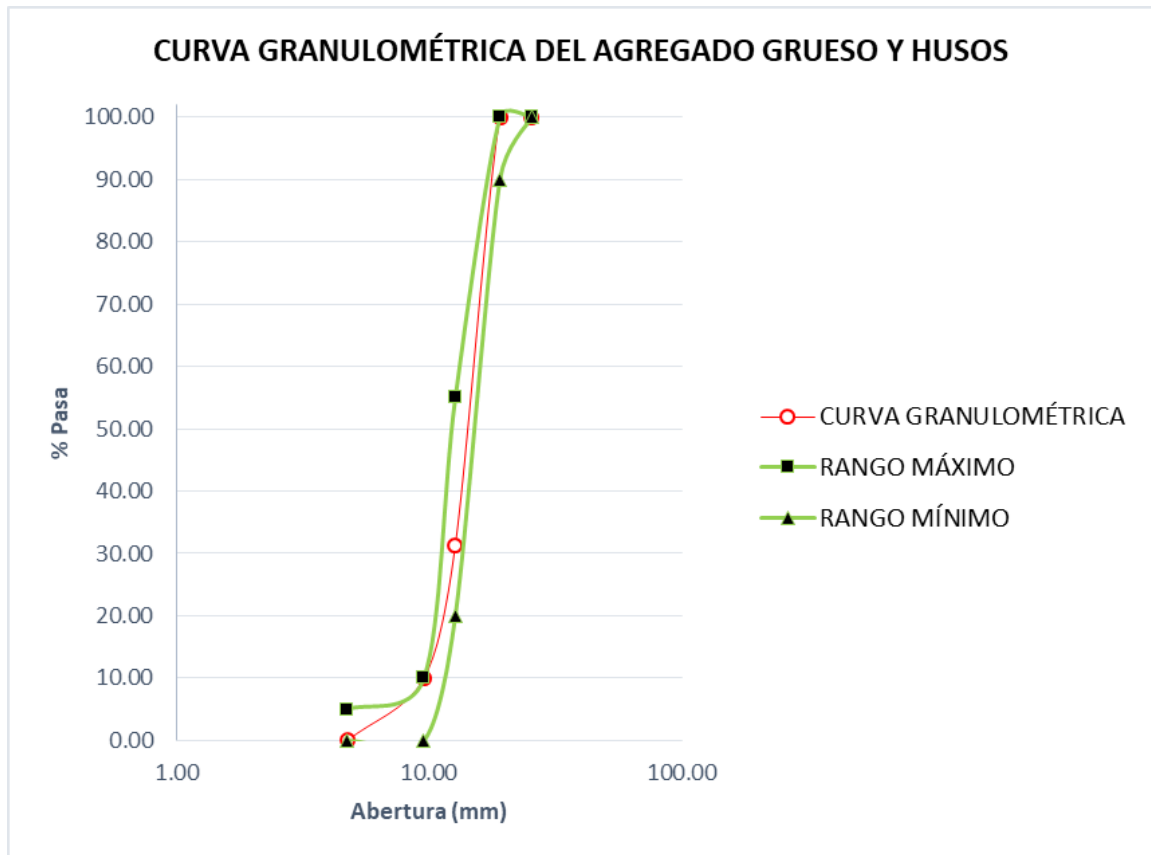
Fuente: Elaboración Propia

Análisis granulométrico del agregado grueso (NTP.400.012):

Tabla 57: Curva Granulométrica del Agregado Fino y Husos

tamiz	Abertura (mm)	P. Retenido (gr)	% Peso Retenido	% Peso Retenido Acumulado	% Pasante
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	1373.40	68.67	68.67	31.33
⅜"	9.53	427.80	21.39	90.06	9.94
N° 4	4.75	198.85	9.94	100.00	0.00
N° 8	2.36	0.00	0.00	100.00	0.00
Fondo	0	0.00	0.00	100.00	0.00
		2000.05	100.00		

Ilustración 19: Curva Granulométrica del Agregado Grueso y Husos



PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NTP.400.021):

Tabla 58: Peso específico y absorción del agregado grueso

	Pe. sss (kg/m ³)	Pea (kg/m ³)	Pem (kg/m ³)	Absorción (%)
Cantera H&S-M1	2654.17	2705.31	2624.18	1.14
Cantera H&S-M2	2656.00	2708.31	2625.38	1.17
Cantera H&S-M3	2652.90	2703.26	2623.34	1.13
PROMEDIO	2650	2710	2620	1.15

Fuente: Elaboración Propia

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTP.400.022):

Tabla 59: Peso específico y absorción del agregado fino

	Pe. sss (kg/m ³)	Pea (kg/m ³)	Pem (kg/m ³)	Absorción (%)
Cantera H&S-M1	2673.8	2796.79	2605.35	2.63
Cantera H&S-M2	2648.31	2774.23	2577.33	2.75
Cantera H&S-M3	2632.96	2751.98	2565.03	2.65
PROMEDIO	2650	2770	2580	2.68

Fuente: Elaboración Propia

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS (NTP.339.185):

Contenido de humedad del agregado grueso (NTP.339.185):

Tabla 60: Contenido de humedad del agregado grueso

	P. recipiente(g)	P. recipiente + M.H (g)	M.H (g)	P. recipiente + M.S (g)	M.S (g)	% w	% W promedio
Cantera H&S-M1	321.50	4851.90	4530.40	4833.20	4511.70	0.41	0.42
Cantera H&S-M2	214.00	4900.20	4686.20	4880.00	4666.00	0.43	
Cantera H&S-M3	520.10	5040.50	4520.40	5022.30	4502.20	0.40	

Fuente: Elaboración Propia

Contenido de humedad del agregado fino (NTP.339.185):

Tabla 61: Contenido de humedad del agregado fino

	P. recipiente(g)	P. recipiente + M.H (g)	M.H (g)	P. recipiente + M.S (g)	M.S (g)	% w	% W promedio
Cantera H&S-M1	214.00	4633.00	4419.00	4566.20	4352.20	1.53	1.54
Cantera H&S-M2	286.00	4061.80	3775.80	4005.20	3719.20	1.52	
Cantera H&S-M3	220.20	4892.30	4672.10	4820.40	4600.20	1.56	

Fuente: Elaboración Propia

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS (NTP.400.017):

Peso unitario seco suelto del agregado grueso (NTP.400.017):

$$PUSS= 1430 \text{ kg/m}^3$$

Peso unitario seco compactado del agregado grueso (NTP.400.017):

$$PUSC= 1540 \text{ kg/m}^3$$

Peso unitario seco suelto del agregado fino (NTP.400.017):

$$PUSS= 1740 \text{ kg/m}^3$$

Peso unitario seco compactado del agregado fino (NTP.400.017):

$$PUSC= 1820 \text{ kg/m}^3$$

DISEÑO DE MEZCLA (ACI .211):

Tabla 62: Peso Seco, Peso Saturado Superficialmente Seco y Peso Húmedo.

Materiales	P. seco (kg/m ³)	Peso SSS (kg/m ³)	Peso húmedo (kg/m ³)
Cemento Tipo I	409	409	409
Agua	228	228	243
Arena	752	772	764
Piedra	850	860	853
Aire (2.5%)	-	-	-
PUC (kg/cm ²)	2,239	2,269	2,269

Fuente: Elaboración Propia

Se calcularon los pesos en kilogramos para una tanda de 40 L, debido a que es el volumen de 6 probetas cilíndricas. El cemento utilizado es el tipo I ya que se pretende analizar los resultados para un concreto en condiciones generales.

Diseño de mezcla patrón:

Tabla 63: *Diseño de mezcla patrón*

Materiales para concreto patrón	Tanda 40 L (kg)	% Incidencia
Cemento Tipo I	16,36	18,03
Agua	9,72	10,71
Arena	30,56	33,67
Piedra	34,12	37,59
Peso (kg)	90,76	

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de mezcla patrón + sika 1 en polvo:

Tabla 64: *Diseño de mezcla patrón + sika 1 en polvo:*

Materiales para concreto con aditivo	Tanda 40 L (kg)	% Incidencia
Cemento Tipo I	16,36	17,95
Agua	9,72	10,66
Arena	30,56	33,53
Piedra	34,12	37,44
Sika 1 en polvo (2,38 % peso del cemento)	0,38	0,42
Peso (kg)	91,14	

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de mezcla patrón + sika 1 líquido (2%):

Tabla 65: *Diseño de mezcla patrón + sika 1 líquido (2%):*

Materiales para concreto con aditivo	Tanda 40 L (kg)	% Incidencia
Cemento Tipo I	16,36	18,03
Agua	9,39	10,35
Arena	30,56	33,67
Piedra	34,12	37,59
Sika 1 líquido (2 % peso del cemento)	0,33	0,36
Peso (kg)	90,76	

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de mezcla patrón + sika 1 líquido (3%):

Tabla 66: *Diseño de mezcla patrón + sika 1 líquido (3%):*

Materiales para concreto con aditivo	Tanda 40 L (kg)	% Incidencia
Cemento Tipo I	16,36	18,03
Agua	9,23	10,17
Arena	30,56	33,67
Piedra	34,12	37,59
Sika 1 líquido (3 % peso del cemento)	0,49	0,54
Peso (kg)	90,76	

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de mezcla patrón + sika 1 líquido (4%):

Tabla 67: Diseño de mezcla patrón + sika 1 líquido (4%):

Materiales para concreto con aditivo	Tanda 40 L (kg)	% Incidencia
Cemento Tipo I	16,36	18,03
Agua	9,07	9,99
Arena	30,56	33,67
Piedra	34,12	37,59
Sika 1 líquido (4 % peso del cemento)	0,65	0,72
Peso (kg)	90,76	

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de mezcla patrón + sika WT-100:

Tabla 68: Diseño de mezcla patrón + sika WT-100:

Materiales para concreto con aditivo	Tanda 40 L (kg)	% Incidencia
Cemento Tipo I	16,36	17,96
Agua	9,72	10,67
Arena	30,56	33,55
Piedra	34,12	37,46
Sika 1 WT-100 (2 % peso del cemento)	0,33	0,36
Peso (kg)	91,09	

Fuente: Elaboración Propia

ASENTAMIENTO (NTP.339.035):

Tabla 69: Asentamiento

ASENTAMIENTO		
Aditivo	cm	Pulgadas
Patrón	15.24	6
Sika 1 en polvo	16.51	6.5
Sika 1 líquido 2%	17.78	7
Sika 1 líquido 3%	19.05	7.5
Sika 1 líquido 4%	20.32	8
Sika WT-100	19.05	7.5

Fuente: Elaboración Propia

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP.339.034):

Tabla 70: Resistencia a la compresión del concreto

	RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO (Kg/cm ²)									
	7 días			14 días			28 días			
	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Probeta 4
Concreto Patrón	135	142	139	191	196	194	205	219	209	210
Sika 1 Polvo	196	199	197	232	231	235	244	247	255	252
Sika Liq. (2%)	183	192	182	233	223	231	250	236	241	243
Sika Liq (3%)	182	189	184	220	217	218	231	239	229	227
Sika Liq (4%)	188	181	184	212	211	210	224	236	230	223
Sika WT-100	220	213	211	238	248	238	251	252	248	256

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 71: Resistencia a la compresión promedio

DIAS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (Kg/cm ²)					
	Concreto Patrón	Sika 1 Polvo	Sika Liq. (2%)	Sika Liq (3%)	Sika Liq (4%)	Sika WT-100
0	0	0	0	0	0	0
7	139	198	186	185	184	214
14	194	233	229	218	211	241
28	211	250	242	231	228	252

Fuente: Elaboración Propia

Desviación estándar y variación para la compresión a los 28 días:

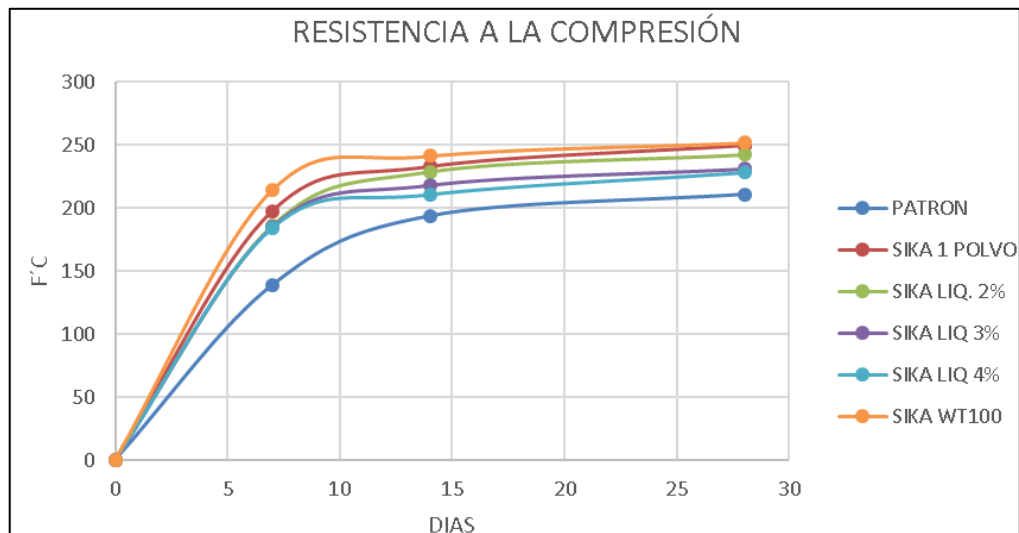
$$X_{prom} = \frac{\sum \text{Resistencia}}{n} = \frac{1414}{6} = 235.67$$

$$Ds = \sqrt{\frac{\sum (X - X_{prom})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1201.33}{6-1}} = 15.50$$

$$V\% = \frac{Ds}{X_{prom}} \times 100 = \frac{15.5}{235.67} \times 100 = 6.58\%$$

La variación de la resistencia a la compresión del concreto patrón con respecto a la resistencia del concreto con aditivos es de 6.58%.

Ilustración 19: Curva de Resistencia a la compresión del concreto



Fuente: Elaboración Propia

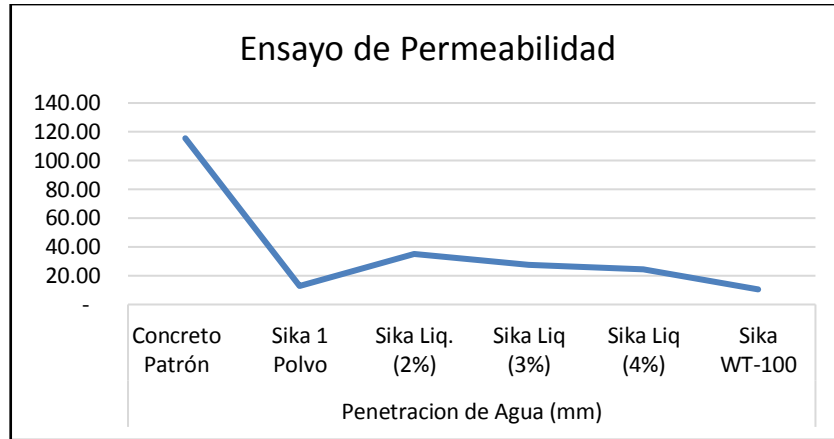
PERMEABILIDAD (UNE-EN 12390-8):

Tabla 72: Penetración del agua

PENETRACIÓN DEL AGUA (mm)			
Aditivo	Probeta 1	Probeta 2	Promedio
Patrón	117	114	115.5
Sika 1 en polvo	14	12	13
Sika 1 líquido 2%	36	34	35
Sika 1 líquido 3%	28	27	27.5
Sika 1 líquido 4%	24	25	24.5
Sika WT-100	10	11	10.5

Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 20: Curva de Permeabilidad del Concreto



Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN

Ensayos de los agregados

Análisis Granulométrico

Para los ensayos de la granulometría del agregado grueso, este arroja una curva que está dentro de los valores límites mínimos establecidos en la NTP 400.037, el mismo que se usara para la elaboración de nuestras probetas cilíndricas.

Para los ensayos de la granulometría del agregado fino, este arroja una curva que está dentro de los valores límites máximos y mínimos establecidos en la NTP 400.037, el mismo que se usara para la elaboración de nuestras probetas cilíndricas. Estos valores nos muestran un módulo de finura de 2.78, el cual se encuentra dentro de 2.3 y 3.1 del rango establecido por la norma.

Peso Específico

En los ensayos realizados para el agregado grueso se obtuvo un valor del Peso Específico Saturado Superficialmente seco de 2650 kg/m³, Peso Específico Aparente de 2710 kg/m³, Peso Específico de Masa de 2620 kg/m³ y una absorción de 1.15%.

En los ensayos realizados para el agregado fino se obtuvo un valor del Peso Específico Saturado Superficialmente seco de 2650 kg/m³, Peso Específico Aparente de 2770 kg/m³, Peso Específico de Masa de 2580 kg/m³ y una absorción de 2.68%.

Contenido de Humedad

Para determinar el contenido de humedad en el agregado grueso, se tomó una muestra de 4500 gr. (cumpliendo con los 300 gr. mínimos que indica la norma). Luego de realizar el ensayo para la muestra seleccionada se obtuvo un valor de 0.42%.

De la misma manera para determinar el contenido de humedad el agregado fino de tomo una muestra de 4500 gr. (cumpliendo con los 300 gr. mínimos que indica la norma). Luego de realizar el ensayo para la muestra seleccionada se obtuvo un valor de 1.54%

En cuanto a la conservación de los materiales se procedió a guardarlos en recipientes para evitar de esta manera la pérdida de humedad.

Peso Unitario

En el ensayo del agregado grueso se obtuvo un valor de 1430 kg/m³, para Promedio Peso Unitario Suelto Seco (PUCS), y un valor de 1540 kg/m³ para Promedio Peso Unitario Compactado Seco (PUCS), una vez realizado el ensayo de acuerdo a la norma de Peso Unitario NTP 400.017. Estos valores obtenidos serán los que utilizaremos para el diseño de nuestra mezcla.

En el ensayo del agregado fino se obtuvo un valor de 1740 kg/m³, para Promedio Peso Unitario Suelto Seco (PUSS), y un valor de 1820 kg/m³ para Promedio Peso Unitario Compactado Seco (PUCS), una vez realizado el ensayo de acuerdo a la norma de Peso Unitario NTP 400.017. Estos valores obtenidos serán los que utilizaremos para el diseño de nuestra mezcla.

Diseño de mezcla de concreto

Con el diseño de mezcla patrón se ha podido obtener un concreto de acuerdo al procedimiento del método de diseño de mezclas del comité ACI 211, obteniéndose la siguiente dosificación para una tanda de 40L.

Diseño de mezcla patrón:

Tabla 73: *Diseño de mezcla patrón*

Materiales para concreto patrón	Tanda 40 L (kg)
Cemento Tipo I	16.36
Agua	9.72
Arena	30.56
Piedra	34.12
Peso (kg)	90.76

Fuente: *Elaboración Propia*

Diseño de mezcla patrón + sika 1 en polvo:

Tabla 74: *Diseño de mezcla patrón + sika 1 en polvo*

Materiales para concreto con aditivo	Tanda 40 L (kg)
Cemento Tipo I	16.36
Agua	9.72
Arena	30.56
Piedra	34.12
Sika 1 en polvo (1 kg por bolsa de cemento)	0.38
Peso (kg)	91.14

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de mezcla patrón + sika 1 líquido (2%):

Tabla 75: *Diseño de mezcla patrón + sika 1 líquido (2%)*

Materiales para concreto con aditivo	Tanda 40 L (kg)
Cemento Tipo I	16.36
Agua	9.39
Arena	30.56
Piedra	34.12
Sika 1 líquido (2 % peso del cemento)	0.33
Peso (kg)	90.76

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de mezcla patrón + sika 1 líquido (3%):

Tabla 76: *Diseño de mezcla patrón + sika 1 líquido (3%)*

Materiales para concreto con aditivo	Tanda 40 L (kg)
Cemento Tipo I	16.36
Agua	9.23
Arena	30.56
Piedra	34.12
Sika 1 líquido (3 % peso del cemento)	0.49
Peso (kg)	90.76

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de mezcla patrón + sika 1 líquido (4%):

Tabla 77: *Diseño de mezcla patrón + sika 1 líquido (4%)*

Materiales para concreto con aditivo	Tanda 40 L (kg)
Cemento Tipo I	16.36
Agua	9.07
Arena	30.56
Piedra	34.12
Sika 1 líquido (4 % peso del cemento)	0.65
Peso (kg)	90.76

Fuente: Elaboración Propia

Diseño de mezcla patrón + sika WT-100:

Tabla 78: *Diseño de mezcla patrón + sika WT-100*

Materiales para concreto con aditivo	Tanda 40 L (kg)
Cemento Tipo I	16.36
Agua	9.72
Arena	30.56
Piedra	34.12
Sika 1 líquido (2 % peso del cemento)	0.33
Peso (kg)	91.09

Fuente: Elaboración Propia

Elaboración de muestras de Probetas Cilíndricas

Estas probetas cilíndricas se elaboran según la NTP 339.034 y se utilizaron para los ensayos de resistencia a la compresión como para las pruebas de permeabilidad. Las dimensiones de las probetas cilíndricas fueron de 15cm x 30cm, sin embargo, para el ensayo de permeabilidad se adaptaron las probetas a la medida de 15cm x 15cm. El método usado fue colocar la mezcla en capas hacia los moldes y dar 25 golpes con la varilla de acero por cada una de ellas hasta lograr que el concreto fresco se acomode a los espacios dentro del molde. Se obtuvieron 72 probetas cilíndricas, que fueron curados en una piscina en el laboratorio de la universidad privada del norte hasta realizar posteriormente los ensayos de resistencia a la compresión y permeabilidad.

Ensayo a la Resistencia a la Compresión

La valoración de los resultados se realizó tomando la carga máxima soportada entre el área de la probeta a ensayar para de esta manera obtener la resistencia a la compresión ($f'c$).

Para una edad de curado de 7 días; el concreto Patrón obtiene una resistencia a la compresión promedio de 139 kg/cm², para el concreto con aditivo sika 1 en polvo se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 198 Kg/cm², para el concreto con 2% de aditivo sika 1 liquido se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 186 kg/cm², para el concreto con 3% de aditivo sika 1 liquido se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 185 kg/cm², para el concreto con 4% de aditivo sika 1 liquido se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 184 kg/cm² y para un concreto con aditivo WT-100 se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 214 kg/cm².

Para una edad de curado de 14 días; el concreto Patrón obtiene una resistencia a la compresión promedio de 194 kg/cm², para el concreto con aditivo sika 1 en polvo se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 233 Kg/cm², para el concreto con 2% de aditivo sika 1 liquido se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 229 kg/cm², para el concreto con 3% de aditivo sika 1 liquido se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 218 kg/cm², para el concreto con 4% de aditivo sika 1 liquido se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 211 kg/cm² y para un concreto con aditivo WT-100 se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 241 kg/cm².

Para una edad de curado de 28 días; el concreto Patrón obtiene una resistencia a la compresión promedio de 211 kg/cm², para el concreto con aditivo sika 1 en polvo se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 250 Kg/cm², para el concreto con 2% de aditivo sika 1 liquido se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 242 kg/cm², para el concreto con 3% de aditivo sika 1 liquido se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 231 kg/cm², para el concreto con 4%

de aditivo sika 1 líquido se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 228 kg/cm² y para un concreto con aditivo WT-100 se obtuvo una resistencia a la compresión promedio de 252 kg/cm²

Como podemos analizar los resultados a los 7, 14 y 28 días, las probetas de concreto con contenido de los aditivos sika WT-100 sika 1 en polvo y líquido alcanzan mayores resistencias, por lo tanto estos aditivos pueden contribuir a mejorar la resistencia de a la compresión del concreto a edades tan tempranas como los 28 días, dándole la calidad requerida. Del mismo modo se considera viable diseñar mezclas con adiciones de los aditivos ya mencionados con las mismas resistencias especificadas teniendo la seguridad que a edades mayores a los 28 días su incremento en cuanto la resistencia será mucho mayor que los concretos normales. Con esta investigación podemos corroborar esta afirmación, ya que en todas las dosificaciones realizadas a medida que aumente la edad de curado del concreto, aumenta también la resistencia del mismo. Desde otro punto podemos decir que los concretos que incorporan este tipo de aditivo obtienen excelentes propiedades mecánicas y mayor durabilidad por su resistencia a los agresivos ácidos.

Por lo tanto, la resistencia a la compresión se define como la capacidad de soporte de carga por unidad de área, entonces cuando la resistencia a la compresión es elevada en una estructura a que soporte la carga máxima antes de colapsar. Agregando a esto, los aditivos sika ya mencionados e incorporados en el concreto dan como resultado un producto sustentable debido a su mejora en una de sus tantas propiedades.

Ensayo de Permeabilidad

La valoración de la Permeabilidad se realizó midiendo la profundidad de penetración de agua que se dio en las probetas ensayadas. Para el concreto patrón se obtuvo una profundidad de penetración de agua promedio de 115.5 mm, para el concreto con aditivo sika 1 en polvo se obtuvo una profundidad de penetración de agua promedio 13 mm, para el concreto con 2% de aditivo sika 1 líquido se obtuvo una profundidad de penetración de agua promedio de 35 mm, para el concreto con 3% de aditivo sika 1 líquido se obtuvo una profundidad de penetración de agua promedio de 27.5 mm, para el concreto con 4% de aditivo sika 1 líquido se obtuvo una profundidad de penetración de agua promedio de 24.5 mm y para el concreto con aditivo sika WT-100 se obtuvo una profundidad de penetración de agua promedio de 10.5 mm.

Luego de analizar los resultados de las probetas de concreto con contenido de los aditivos, estos disminuyen la permeabilidad en él, por lo tanto, estos aditivos pueden contribuir a mejorar la durabilidad del concreto a través de la impermeabilidad. Es por esto que es factible diseñar mezclas con aditivos con la seguridad de que se obtendrán concretos impermeables o de baja permeabilidad.

Esta afirmación es corroborada por la presente investigación, ya que, todas las dosificaciones realizadas con los aditivos mostraron una reducción del nivel de penetración de agua.

Análisis Comparativos de Precios Unitarios

A continuación, presentamos los análisis de costo unitarios, considerando material para un 1m³ de concreto patrón y concreto con aditivos impermeabilizantes sika. En los anexos 22, 23, 24, 25, 26 y 27 presentamos en detalle los análisis de costos unitarios. El cual se puede resumir en lo siguiente:

Costo por 1m³ de:

- Concreto Patrón: S/. 548.70
- Concreto Patrón con Aditivo Sika WT-100: S/. 585.48
- Concreto Patrón con 2% de Aditivo Sika 1 Líquido: S/.591.82
- Concreto Patrón con 3% de Aditivo Sika 1 Líquido: S/.611.38
- Concreto Patrón con 4% de Aditivo Sika 1 Líquido: S/.634.95
- Concreto Patrón con Aditivo Sika 1 en Polvo: S/.589.12

Como se puede apreciar, los costos del concreto con aditivos Sika 1 Líquido en 2%, 3% y 4% exceden en 7.86%,11.42% y 15.72% respectivamente al costo del concreto patrón, mientras que el que costo por el aditivo Sika WT-100 genera un exceso del 6.70% con respecto al costo del concreto patrón y de igual manera el costo por el aditivo Sika 1 en Polvo produce un incremento del 7.37% del costo del concreto Patrón.

Por otro lado, se puede analizar que la diferencia que existe en los costos de producción de los concretos con aditivos Impermeabilizantes Sika es mínima y sin embargo puede afectar de manera positiva sobre algunas de las propiedades del concreto endurecido.

Del mismo modo los Aditivos impermeabilizantes Sika pueden utilizarse para todo tipo de estructuras que requieran aumentar la resistencia a la compresión o generar concretos impermeables, tales sean su uso como en: Cimentaciones, Columnas, Piscinas, Túneles, etc.

CONCLUSIONES

- El uso de los aditivos Sika WT-100, Sika 1 en Polvo y Sika 1 líquido 2%, 3% y 4% influyó de manera positiva en la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días en un 19.43%, 18.48%, 14.90%, 9.48% y 8.06% respectivamente en comparación con el concreto patrón a los 28 días. Así mismo, se disminuyó la permeabilidad del concreto con aditivo Sika WT-100, Sika 1 en Polvo y Sika 1 líquido 2%, 3% y 4% en un 90.91%, 88.75%, 69.70%, 76.19% y 78.79% respectivamente en comparación con el concreto patrón a los 28 días.
- Se realizaron los ensayos de caracterización de los agregados cumpliendo con todos los requisitos indicados en la Norma Técnica Peruana.
- Se realizó el diseño de mezcla de acuerdo al procedimiento que indica el ACI 211, obteniendo la siguiente dosificación para un volumen de 40L:
 - Para el Concreto Patrón:
Cemento Portland: 16.36 kg
Agua: 9.72 kg
Agregado Grueso: 34.12kg
Agregado Fino: 30.56kg
 - Para el Concreto con Aditivo Sika WT-100
Cemento Portland: 16.36 kg
Agua: 9.72 kg
Agregado Grueso: 34.12 kg
Agregado Fino: 30.56 kg
Aditivo Sika WT-100: 0.33 kg
 - Para el Concreto con 2% de Aditivo Sika 1 Líquido
Cemento Portland: 16.36 kg
Agua: 9.39 kg
Agregado Grueso: 34.12 kg
Agregado Fino: 30.56 kg
Aditivo Sika 1 Líquido: 0.33 kg
 - Para el Concreto con 3% de Aditivo Sika 1 Líquido
Cemento Portland: 16.36 kg
Agua: 9.23 kg
Agregado Grueso: 34.12 kg

Agregado Fino: 30.56 kg
Aditivo Sika 1 Líquido: 0.49 kg

- Para el Concreto con 4% de Aditivo Sika 1 Líquido

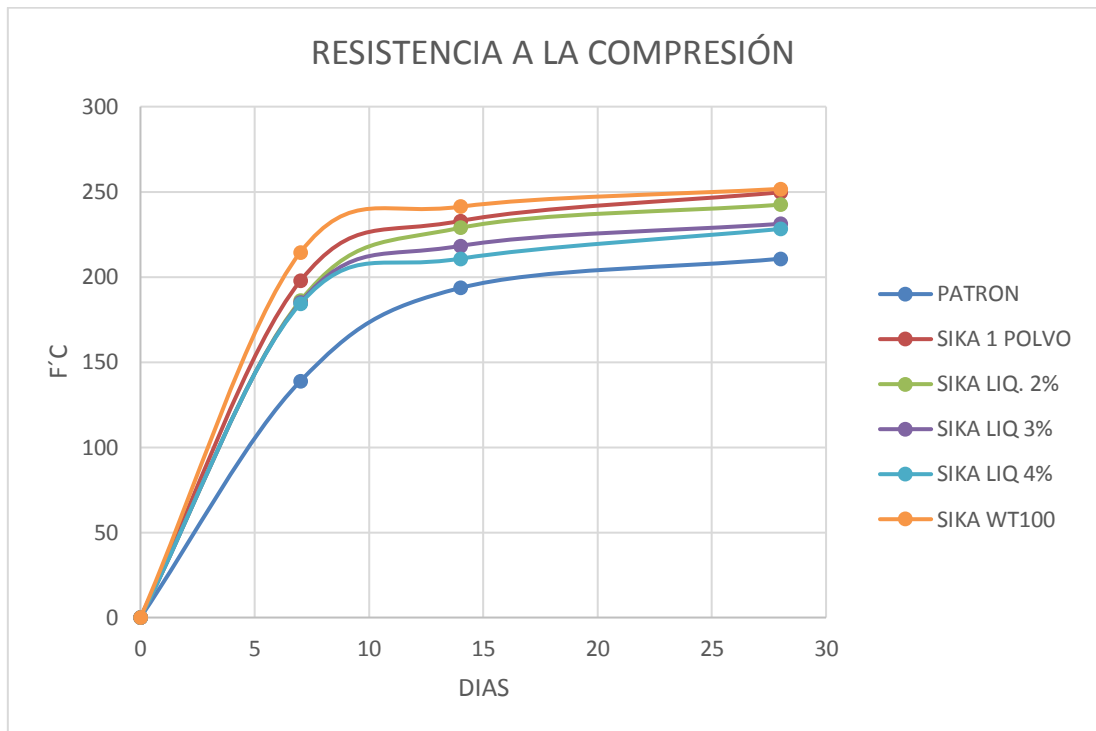
Cemento Portland: 16.36 kg
Agua: 9.07 kg
Agregado Grueso: 34.12 kg
Agregado Fino: 30.56 kg
Aditivo Sika 1 Líquido: 0.65 kg

- Para el Concreto con Aditivo Sika 1 en Polvo

Cemento Portland: 16.36 kg
Agua: 9.72 kg
Agregado Grueso: 34.12 kg
Agregado Fino: 30.56 kg
Aditivo Sika 1 Polvo: 0.38 kg

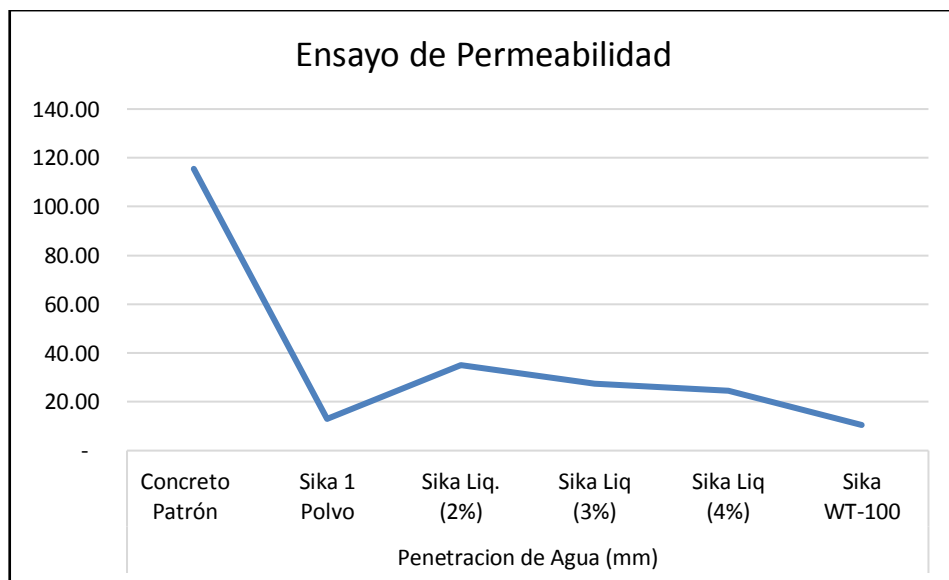
- Se elaboró las probetas de concreto patrón y con la aplicación de aditivos basándose en lo que indica la norma técnica peruana y según el diseño de mezcla aplicado anteriormente.
- Se realizó el ensayo de resistencia a la compresión del concreto aplicando aditivo Sika WT-100 en un 2% del peso del cemento, Sika 1 en Polvo en 1 kg por bolsa de cemento y Sika 1 Líquido en 2%, 3% y 4% del peso del cemento. Estos ensayos se elaboraron a los 7, 14 y 28 días de fraguado.
- Se realizó el ensayo de permeabilidad del concreto aplicando aditivo Sika WT-100 en un 2% del peso del cemento, Sika 1 en Polvo en 1 kg por bolsa de cemento y Sika 1 Líquido en 2%, 3% y 4% del peso del cemento. Estos ensayos se elaboraron a los 28 días de fraguado.
- Se determinó la curva del incremento a la resistencia a la compresión y disminución de la penetración del agua con el uso de los aditivos impermeabilizantes Sika; mediante las siguientes graficas:

Ilustración 21: Curva de la Resistencia a la Compresión del Concreto



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 22: Curva de Permeabilidad del Concreto



Fuente: Elaboración Propia

- Los resultados más óptimos en cuanto a la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto se obtuvieron aplicando el aditivo Sika WT-100; además, económicamente hablando es el más rentable.

RECOMENDACIONES

- Para futuros proyectos de investigación que apliquen aditivos impermeabilizantes se recomienda evaluar la resistencia a la compresión de las probetas a los 56 días de curado, debido a que pueden presentarse casos en los que tiende a aumentar pasados los 28 días.
- Se recomienda para próximas investigaciones aumentar las proporciones de aditivo en el concreto, debido a que los resultados de resistencia a la compresión y de permeabilidad se pueden ver afectados de manera positiva.
- Para futuras investigaciones se recomienda evaluar el desempeño de estos aditivos en otros ensayos, ya sean en estado fresco o en estado endurecido; como, por ejemplo: temperatura, resistencia a la flexión, resistencia a la torsión, etc.
- Se recomienda la aplicación del concreto con aditivos impermeabilizantes en cualquier partida de concreto que el ingeniero encargado crea conveniente, debido a que no solo aportan impermeabilización; si no también aumentan la resistencia a la compresión del concreto
- Se recomienda que esta investigación sirva de base para las empresas constructoras dedicadas al rubro de la construcción, a los ingenieros, arquitectos y maestros de obra; con el fin de mejorar el proceso constructivo de todas las edificaciones.
- Por último, se recomienda el uso del aditivo Sika WT-100 en 2% del peso del cemento, debido a que genera un incremento del 19.43% en la resistencia a la compresión del concreto y una disminución de la penetración del agua en un 90.91% a la edad de 28 días comparándolo con un concreto sin adición de aditivos; además en cuanto al incremento de costos, este es el que resulto más rentable evaluándolo con el resto de los aditivos impermeabilizantes aplicados.

REFERENCIAS

- *Abanto Castillo, F. (2009). Tecnología del concreto. San Marcos E.I.R.L.*
- *association, N. r. (s.f.). Resistencia a la flexión del concreto .*
- *Builes Salazar, R., & Pardo Herreño, M. (2016). CORRELACIÓN ENTRE LAS RESISTENCIAS OBTENIDAS MEDIANTE ENSAYOS DE COMPRESIÓN Y ESCLEROMETRÍA EN CILINDROS DE CONCRETO NORMAL Y MODIFICADOS CON FIBRA SINTÉTICA Y FIBRA DE ACERO. Colombia.*
- *Carrillo, J., Alcocer, S., & Aperador, W. (2012). Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo. Ciudad de México.*
- *Galicia Pérez, M. A., & Velásquez Curo, M. A. (2016). ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO ADICIONADO CON CENIZA DE RASTROJO DE MAÍZ ELABORADO CON AGREGADOS DE LAS CANTERAS DE CUNYAC Y VICHO CON RESPECTO A UN CONCRETO PATRÓN DE CALIDAD $f'_c=210$ KG/CM². Cusco.*
- *Gallo Cubas, F., & Saavedra Castro, A. (2015). ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO DE LOS CONCRETOS UTILIZANDO CEMENTO BLANCO "TOLTECA Y CEMENTO GRIS "SOL". Lima.*
- *Instituto Mexicano del cemento y del concreto. (2008). El concreto en obra: problemas, causas y soluciones.*
- *Laredo Genovez, R. R., & Zavala Espinoza, J. H. (2016). RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y EL ASENTAMIENTO DE UN CONCRETO MODIFICADO CUANDO SE REEMPLAZA EL CONTENIDO DE AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO POR HORMIGÓN DE LA CANTERA SAN ANTONIO. Trujillo.*
- *Letelier, V., Osses, R., Valdés, G., & Moricomi, G. (2013). Utilización de metodologías para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón estructural fabricado con áridos reciclados. Medellín: Ingeniería y ciencia.*

- *López Juárez, J. A., Bañón Blázquez, L., & Varona Moya, F. D. (2012). Apuntes de hormigón armado. Alicante: Escuela Politécnica Superior .*
- *Mendez, C. A. (2013). Tecnología de aditivos para el concreto en obras hidráulicas.*
- *Morante Portocarrero, A. (2008). MEJORA DE LA ADHERENCIA MORTERO-LADRILLO DE CONCRETO . Lima.*
- *National ready mixed concrete association. (s.f.). Resistencia a flexión del concreto.*
- *Porrero, J., Ramos, C., Grases, J., & Velazco, G. (2014). Manual del concreto estructural. Caracas.*
- *Rodríguez Villacís, S. I. (2016). ESTUDIO DE HORMIGONES IMPERMEABLES, SEGÚN EL ORÍGEN LOCAL DE MATERIALES Y LA ADICIÓN DE ADITIVO IMPERMEABILIZANTE. Ambato.*
- *Rojas Rayme, K. (2010). Analisis comparativo del comportamiento del concreto seco en condiciones producidas y recomendadas. Lima.*
- *Sanchez de Guzmán, D. (2001). Tecnología del concreto y del mortero.*
- *Sanchez Muñoz, F., & Tapia Medina, R. (2015). RELACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO A EDADES DE 3, 7, 14, 28 Y 56 DIAS RESPECTO A LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DE CILINDROS DE CONCRETO A EDAD DE 28 DIAS. Trujillo.*
- *SENCICO. (2014). Cartilla de mantenimiento básico de albañilería en edificaciones .*
- *Sika Perú. (2014). HOJA TÉCNICA SIKA 1 PE. Lima.*
- *Sika Perú. (2014). HOJA TÉCNICA SIKA WT-100 PE. Lima.*
- *Torres Ospina, H. A. (2014). VALORACIÓN DE PROPIEDADES MECÁNICAS Y DE DURABILIDAD DE CONCRETO ADICIONADO CON RESIDUOS DE LLANTAS DE CAUCHO. Bogota.*

- *Villanueva Sánchez, G. A. (2014). INFLUENCIA DEL ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE REDUCTOR DE AGUA EN LAS CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA. Cajamarca.*

ANEXOS

ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>¿De qué manera influyen los aditivos sika WT-100, sika 1 líquido y sika 1 en polvo en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto?</p> <p>En la construcción el concreto no siempre es elaborado de la mejor manera, debido a que hay muchos factores que pueden intervenir para que falle debido a que en algunas ocasiones no se le toma la importancia necesaria para que el concreto cumpla con las resistencias requeridas al momento del vaciado, este es uno de los motivos que puede generar fallas y en algunos casos los derrumbes ante un sismo</p>	<p>Objetivo General: Determinar de qué manera influyen los aditivos impermeabilizantes sika WT-100, sika 1 líquido y sika 1 en polvo en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto.</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar los ensayos de caracterización de agregados requeridos para su posterior diseño de mezcla, basándose en la NTP. • Elaborar probetas patrón y con adición de aditivos según los datos obtenidos en el método A.C.I 211.1 aplicando cemento portland tipo I. • Realizar ensayos de resistencia a la compresión según la norma 339.034 y permeabilidad según la norma UNE-EN 12390-8. 	<p>(Villanueva Sánchez, 2014) en su tesis titulada: "Influencia del aditivo súper plastificante reductor de agua en las características del concreto de alta resistencia".</p> <p>(Rodríguez Villacis, 2016) en su tesis titulada: "Estudio de hormigones impermeables, según el origen local de materiales y la adición de aditivo impermeabilizante".</p> <p>(Laredo Genovez & Zavala Espinoza, 2016) en su tesis titulada: "Resistencia a la compresión y el asentamiento de un concreto modificado cuando se reemplaza el contenido de agregado fino y agregado grueso por hormigón de la cantera San Antonio".</p> <p>(Galicia Pérez & Velásquez Curo, 2016) En su tesis titulada: "Análisis comparativo de la resistencia a la compresión de un concreto adicionado con ceniza de rastrojo de maíz elaborado con agregados de las canteras de Cunyac y vicho con respecto a un concreto patrón de calidad $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$".</p> <p>(Torres Ospina, 2014) En su tesis titulada: "Valoración de propiedades mecánicas y de durabilidad de concreto adicionado con residuos de llantas de caucho".</p> <p>(Builes Salazar & Pardo Herreño, 2016) En su tesis titulada: "Correlación entre las resistencias obtenidas mediante ensayos de compresión y esclerometría en cilindros de concreto normal y modificados con fibra sintética y fibra de acero".</p>	<p>Hipótesis General: La adición de los aditivos sika WT-100, sika 1 líquido y sika 1 en polvo influyen positivamente la resistencia a compresión y permeabilidad del concreto.</p> <p>Hipótesis Específicas: El aditivo sika Wt-100 influye positivamente en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto.</p> <p>El aditivo sika 1 líquido en 4, 3 y 2% influye positivamente en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto.</p> <p>El aditivo sika 1 en polvo influye positivamente en la resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto.</p>	<p>Variable Independiente: Aditivos sika WT-100, sika 1 líquido y sika 1 en polvo a partir de esta variable se obtendrá la influencia en la resistencia a la compresión y permeabilidad.</p> <p>Variable Dependiente: La Resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto, las cuales dependerán del porcentaje de adición de los aditivos WT-100, sika 1 líquido y sika 1 en polvo.</p>	<p>Diseño de la Investigación: Experimental Puro debido a que se manipula de manera intencional los aditivos sika WT-100, sika 1 líquido y sika 1 en polvo.</p> <p>Unidad de estudio: Concreto, mezcla de material aglutinante (cemento portland), un material de relleno (agregados), agua y en algunas casos aditivos, que endurecido forma un todo compacto (piedra artificial) y después de un cierto tiempo puede soportar grandes esfuerzos</p> <p>Población: Se usaran 72 probetas para realizar todos los ensayos de resistencia a la compresión y permeabilidad del concreto a los 28 días.</p> <p>Técnicas e Instrumentos de recolección de datos: Para la recolección de datos se utilizara una guía de observación.</p>

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°2: GUÍA DE OBSERVACIÓN 1

Guía de observación de la resistencia a la compresión y permeabilidad de probetas de concreto normalizadas a los 7, 14 y 28 días, Trujillo, 2018.	
INFORMACIÓN GENERAL	
AUTORES:	Percy Oliver Benites Bacilio Mirko Jose Moreno Carranza
UBICACIÓN:	Trujillo – La Libertad
FECHA DE OBSERVACIÓN:	10/03/2018 - 17/03/2018 - 01/04/2018
HORA DE OBSERVACIÓN:	9:00 A.M.
INFORMACIÓN ESPECÍFICA	
Tipo de aditivo	<p>DÍAGRAMA Y FOTOGRAFÍA:</p> 
a) Sika 1 en polvo b) Sika 1 líquido (2%) c) Sika 1 líquido (3%) d) Sika 1 líquido (4%) e) Sika WT-100 f) No Presenta	
Días de curado	
a) 7, 14 y 28 días	
Resistencia a la compresión (kg/cm2)	
a) 7 días = <u>139</u>	
b) 14 días = <u>194</u>	
c) 28 días = <u>211</u>	

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°3: GUÍA DE OBSERVACIÓN 2

<p>Guía de observación de la resistencia a la compresión y permeabilidad de probetas de concreto normalizadas a los 7, 14 y 28 días, Trujillo, 2018.</p>																																																									
<p>INFORMACIÓN GENERAL</p>																																																									
<p>AUTORES:</p>	<p>Percy Oliver Benites Bacilio Mirko Jose Moreno Carranza</p>																																																								
<p>UBICACIÓN:</p>	<p>Trujillo – La Libertad</p>																																																								
<p>FECHA DE OBSERVACIÓN:</p>	<p>16/03/2018 - 23/03/2018 - 06/04/2018</p>																																																								
<p>HORA DE OBSERVACIÓN:</p>	<p>9:00 A.M.</p>																																																								
<p>INFORMACIÓN ESPECÍFICA</p>																																																									
<p>Tipo de aditivo</p>	<p>DÍAGRAMA Y FOTOGRAFÍA:</p>																																																								
<p>a) Sika 1 en polvo b) Sika 1 líquido (2%) c) Sika 1 líquido (3%) d) Sika 1 líquido (4%) e) Sika WT-100 f) No presenta</p>	<p>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</p>  <table border="1"> <caption>Datos estimados del gráfico de Resistencia a la Compresión</caption> <thead> <tr> <th>Días</th> <th>PATRON</th> <th>SIKA 1 POLVO</th> <th>SIKA LIQ. 2%</th> <th>SIKA LIQ. 3%</th> <th>SIKA LIQ. 4%</th> <th>SIKA WT100</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>100</td> <td>150</td> <td>120</td> <td>130</td> <td>140</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>150</td> <td>220</td> <td>180</td> <td>200</td> <td>210</td> <td>220</td> </tr> <tr> <td>15</td> <td>180</td> <td>240</td> <td>210</td> <td>220</td> <td>230</td> <td>240</td> </tr> <tr> <td>20</td> <td>200</td> <td>245</td> <td>220</td> <td>230</td> <td>240</td> <td>245</td> </tr> <tr> <td>25</td> <td>210</td> <td>248</td> <td>225</td> <td>235</td> <td>245</td> <td>250</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>215</td> <td>250</td> <td>230</td> <td>240</td> <td>250</td> <td>255</td> </tr> </tbody> </table>	Días	PATRON	SIKA 1 POLVO	SIKA LIQ. 2%	SIKA LIQ. 3%	SIKA LIQ. 4%	SIKA WT100	0	0	0	0	0	0	0	5	100	150	120	130	140	150	10	150	220	180	200	210	220	15	180	240	210	220	230	240	20	200	245	220	230	240	245	25	210	248	225	235	245	250	30	215	250	230	240	250	255
Días	PATRON	SIKA 1 POLVO	SIKA LIQ. 2%	SIKA LIQ. 3%	SIKA LIQ. 4%	SIKA WT100																																																			
0	0	0	0	0	0	0																																																			
5	100	150	120	130	140	150																																																			
10	150	220	180	200	210	220																																																			
15	180	240	210	220	230	240																																																			
20	200	245	220	230	240	245																																																			
25	210	248	225	235	245	250																																																			
30	215	250	230	240	250	255																																																			
<p>Días de curado</p>																																																									
<p>a) 7, 14 y 28 días</p>																																																									
<p>Resistencia a la compresión (kg/cm²)</p>																																																									
<p>a) 7 días = 198</p>																																																									
<p>b) 14 días = 233</p>																																																									
<p>c) 28 días = 250</p>																																																									

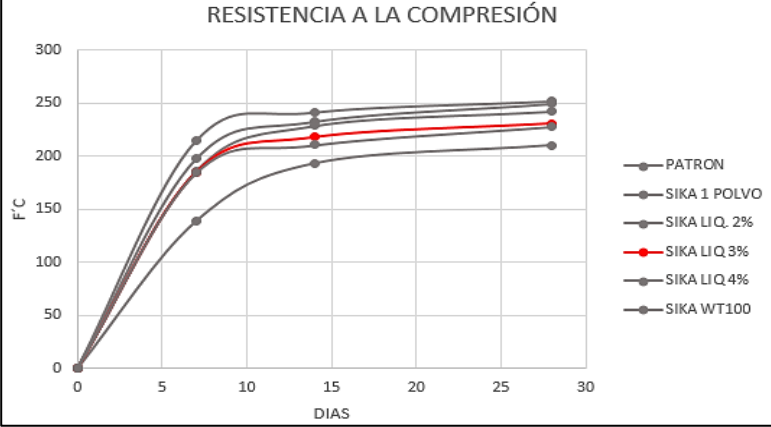

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°4: GUÍA DE OBSERVACIÓN 3

<p align="center">Guía de observación de la resistencia a la compresión y permeabilidad de probetas de concreto normalizadas a los 7, 14 y 28 días, Trujillo, 2018.</p>	
INFORMACIÓN GENERAL	
AUTORES:	<p align="center">Percy Oliver Benites Bacilio Mirko Jose Moreno Carranza</p>
UBICACIÓN:	Trujillo – La Libertad
FECHA DE OBSERVACIÓN:	23/03/2018 - 30/03/2018 - 13/04/2018
HORA DE OBSERVACIÓN:	9:00 A.M.
INFORMACIÓN ESPECÍFICA	
Tipo de aditivo	DÍAGRAMA Y FOTOGRAFÍA:
a) Sika 1 en polvo b) Sika 1 líquido (2%) c) Sika 1 líquido (3%) d) Sika 1 líquido (4%) e) Sika WT-100 f) No presenta	<p align="center">RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</p> 
Días de curado	
a) 7, 14 y 28 días	
Resistencia a la compresión (kg/cm²)	
a) 7 días = <u>186</u>	
b) 14 días = <u>229</u>	
c) 28 días = <u>242</u>	
	

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°5: GUÍA DE OBSERVACIÓN 4

Guía de observación de la resistencia a la compresión y permeabilidad de probetas de concreto normalizadas a los 7, 14 y 28 días, Trujillo, 2018.	
INFORMACIÓN GENERAL	
AUTORES:	Percy Oliver Benites Bacilio Mirko Jose Moreno Carranza
UBICACIÓN:	Trujillo – La Libertad
FECHA DE OBSERVACIÓN:	23/03/2018 - 30/03/2018 - 13/04/2018
HORA DE OBSERVACIÓN:	9:00 A.M.
INFORMACIÓN ESPECÍFICA	
Tipo de aditivo	DÍAGRAMA Y FOTOGRAFÍA:
a) Sika 1 en polvo b) Sika 1 líquido (2%) c) Sika 1 líquido (3%) d) Sika 1 líquido (4%) e) Sika WT-100 f) No presenta	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN 
Días de curado	
a) 7, 14 y 28 días	
Resistencia a la compresión (kg/cm²)	
a) 7 días = <u>185</u>	
b) 14 días = <u>218</u>	
c) 28 días = <u>231</u>	
	

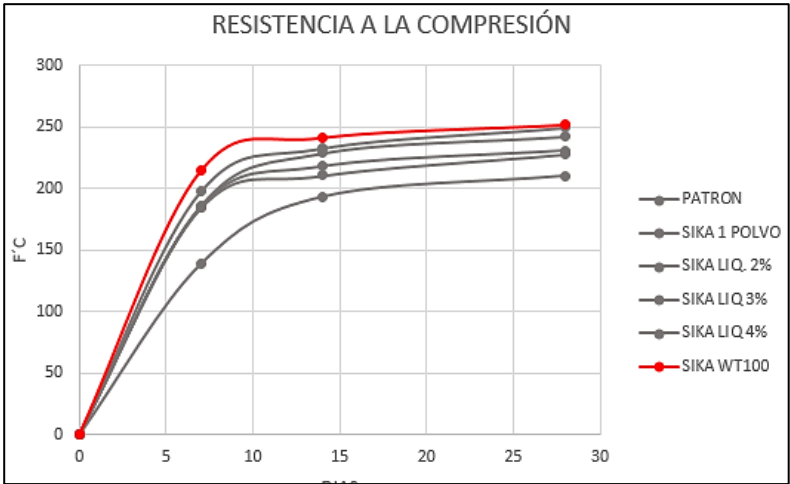
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°6: GUÍA DE OBSERVACIÓN 5

Guía de observación de la resistencia a la compresión y permeabilidad de probetas de concreto normalizadas a los 7, 14 y 28 días, Trujillo, 2018.	
INFORMACIÓN GENERAL	
AUTORES:	Percy Oliver Benites Bacilio Mirko Jose Moreno Carranza
UBICACIÓN:	Trujillo – La Libertad
FECHA DE OBSERVACIÓN:	23/03/2018 - 30/03/2018 - 13/04/2018
HORA DE OBSERVACIÓN:	9:00 A.M.
INFORMACIÓN ESPECÍFICA	
Tipo de aditivo	DÍAGRAMA Y FOTOGRAFÍA:
a) Sika 1 en polvo b) Sika 1 líquido (2%) c) Sika 1 líquido (3%) d) Sika 1 líquido (4%) e) Sika WT-100 f) No presenta	
Días de curado	
a) 7, 14 y 28 días	
Resistencia a la compresión (kg/cm²)	
a) 7 días = <u>184</u>	
b) 14 días = <u>211</u>	
c) 28 días = <u>228</u>	
	

Fuente: Elaboración Propia

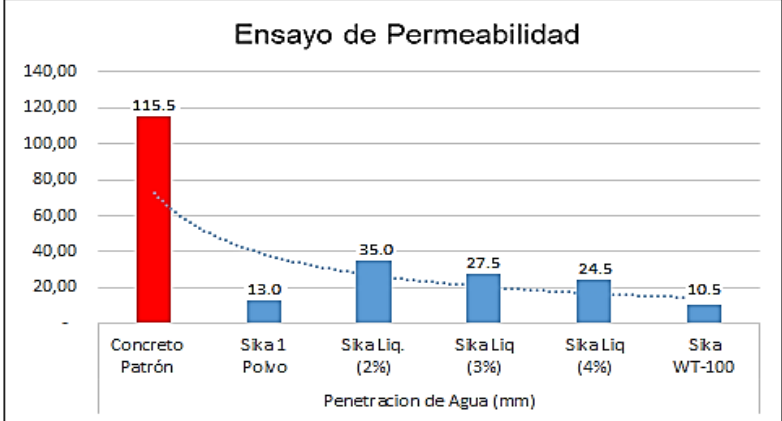


ANEXO N°7: GUÍA DE OBSERVACIÓN 6

<p align="center">Guía de observación de la resistencia a la compresión y permeabilidad de probetas de concreto normalizadas a los 7, 14 y 28 días, Trujillo, 2018.</p>	
INFORMACIÓN GENERAL	
AUTORES:	Percy Oliver Benites Bacilio Mirko Jose Moreno Carranza
UBICACIÓN:	Trujillo – La Libertad
FECHA DE OBSERVACIÓN:	30/03/2018 - 06/04/2018 - 20/04/2018
HORA DE OBSERVACIÓN:	9:00 A.M.
INFORMACIÓN ESPECÍFICA	
Tipo de aditivo	DÍAGRAMA Y FOTOGRAFÍA:
a) Sika 1 en polvo b) Sika 1 líquido (2%) c) Sika 1 líquido (3%) d) Sika 1 líquido (4%) e) Sika WT-100 f) No presenta	<p align="center">RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</p> 
Días de curado	
a) 7, 14 y 28 días	
Resistencia a la compresión (kg/cm2)	
a) 7 días = <u>214</u>	
b) 14 días = <u>241</u>	
c) 28 días = <u>252</u>	



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°8: GUÍA DE OBSERVACIÓN 7

Guía de observación de la resistencia a la compresión y permeabilidad de probetas de concreto normalizadas a los 7, 14 y 28 días, Trujillo, 2018.	
INFORMACIÓN GENERAL	
AUTORES:	Percy Oliver Benites Bacilio Mirko Jose Moreno Carranza
UBICACIÓN:	Lurín-Lima
FECHA DE OBSERVACIÓN:	20/06/2018
HORA DE OBSERVACIÓN:	9:00 A.M.
INFORMACIÓN ESPECÍFICA	
Tipo de aditivo	DÍAGRAMA Y FOTOGRAFÍA:
a) Sika 1 en polvo b) Sika 1 líquido (2%) c) Sika 1 líquido (3%) d) Sika 1 líquido (4%) e) Sika WT-100 f) No presenta	 <p style="text-align: center;">Penetración de Agua (mm)</p>
Días de curado	
a) 28 días	
Permeabilidad (mm)	
c) 28 días = <u>115.50</u>	 

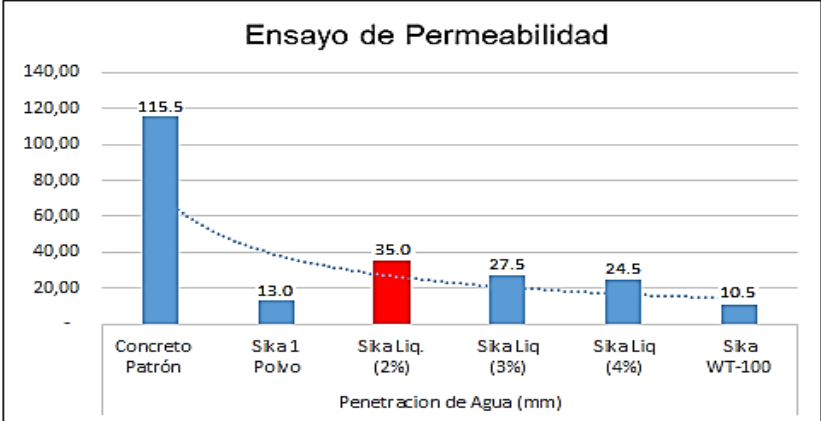

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°9: GUÍA DE OBSERVACIÓN 8

<p align="center">Guía de observación de la resistencia a la compresión y permeabilidad de probetas de concreto normalizadas a los 7, 14 y 28 días, Trujillo, 2018.</p>															
INFORMACIÓN GENERAL															
AUTORES:	<p align="center">Percy Oliver Benites Bacilio Mirko Jose Moreno Carranza</p>														
UBICACIÓN:	Lurín-Lima														
FECHA DE OBSERVACIÓN:	20/06/2018														
HORA DE OBSERVACIÓN:	9:00 A.M.														
INFORMACIÓN ESPECÍFICA															
Tipo de aditivo	DÍAGRAMA Y FOTOGRAFÍA:														
<p>a) Sika 1 en polvo</p> <p>b) Sika 1 líquido (2%)</p> <p>c) Sika 1 líquido (3%)</p> <p>d) Sika 1 líquido (4%)</p> <p>e) Sika WT-100</p> <p>f) No presenta</p>	<p>Ensayo de Permeabilidad</p>  <table border="1"> <caption>Penetración de Agua (mm)</caption> <thead> <tr> <th>Aditivo</th> <th>Penetración (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Concreto Patrón</td> <td>115.5</td> </tr> <tr> <td>Sika 1 Polvo</td> <td>13.0</td> </tr> <tr> <td>Sika Liq. (2%)</td> <td>35.0</td> </tr> <tr> <td>Sika Liq. (3%)</td> <td>27.5</td> </tr> <tr> <td>Sika Liq. (4%)</td> <td>24.5</td> </tr> <tr> <td>Sika WT-100</td> <td>10.5</td> </tr> </tbody> </table>	Aditivo	Penetración (mm)	Concreto Patrón	115.5	Sika 1 Polvo	13.0	Sika Liq. (2%)	35.0	Sika Liq. (3%)	27.5	Sika Liq. (4%)	24.5	Sika WT-100	10.5
Aditivo	Penetración (mm)														
Concreto Patrón	115.5														
Sika 1 Polvo	13.0														
Sika Liq. (2%)	35.0														
Sika Liq. (3%)	27.5														
Sika Liq. (4%)	24.5														
Sika WT-100	10.5														
Días de curado															
a) 28 días															
Permeabilidad (mm)															
c) 28 días = <u>13</u>															

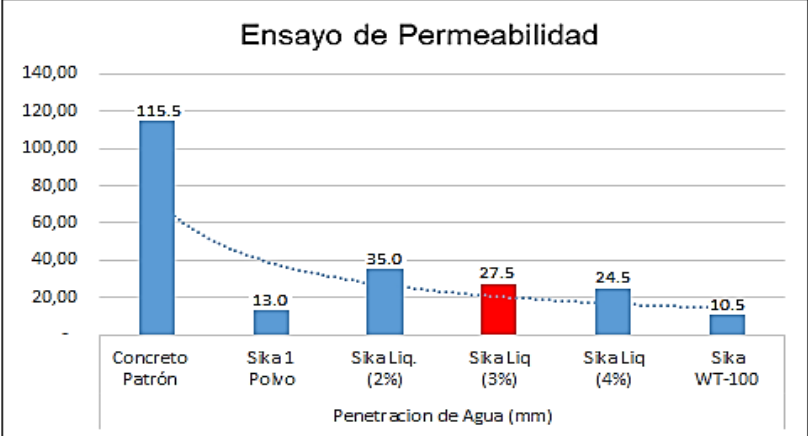
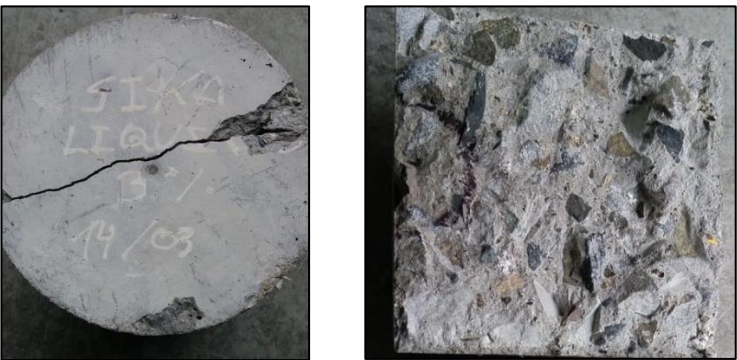
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°10: GUÍA DE OBSERVACIÓN 9

<p align="center">Guía de observación de la resistencia a la compresión y permeabilidad de probetas de concreto normalizadas a los 7, 14 y 28 días, Trujillo, 2018.</p>															
INFORMACIÓN GENERAL															
AUTORES:	Percy Oliver Benites Bacilio Mirko Jose Moreno Carranza														
UBICACIÓN:	Lurín-Lima														
FECHA DE OBSERVACIÓN:	20/06/2018														
HORA DE OBSERVACIÓN:	9:00 A.M.														
INFORMACIÓN ESPECÍFICA															
Tipo de aditivo	DÍAGRAMA Y FOTOGRAFÍA:														
a) Sika 1 en polvo b) Sika 1 líquido (2%) c) Sika 1 líquido (3%) d) Sika 1 líquido (4%) e) Sika WT-100 f) No presenta	<p align="center">Ensayo de Permeabilidad</p>  <table border="1"> <caption>Penetración de Agua (mm)</caption> <thead> <tr> <th>Aditivo</th> <th>Penetración (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Concreto Patrón</td> <td>115.5</td> </tr> <tr> <td>Sika 1 Polvo</td> <td>13.0</td> </tr> <tr> <td>Sika Liq. (2%)</td> <td>35.0</td> </tr> <tr> <td>Sika Liq. (3%)</td> <td>27.5</td> </tr> <tr> <td>Sika Liq. (4%)</td> <td>24.5</td> </tr> <tr> <td>Sika WT-100</td> <td>10.5</td> </tr> </tbody> </table>	Aditivo	Penetración (mm)	Concreto Patrón	115.5	Sika 1 Polvo	13.0	Sika Liq. (2%)	35.0	Sika Liq. (3%)	27.5	Sika Liq. (4%)	24.5	Sika WT-100	10.5
Aditivo	Penetración (mm)														
Concreto Patrón	115.5														
Sika 1 Polvo	13.0														
Sika Liq. (2%)	35.0														
Sika Liq. (3%)	27.5														
Sika Liq. (4%)	24.5														
Sika WT-100	10.5														
Días de curado															
a) 28 días															
Permeabilidad (mm)															
c) 28 días = <u>35</u>															

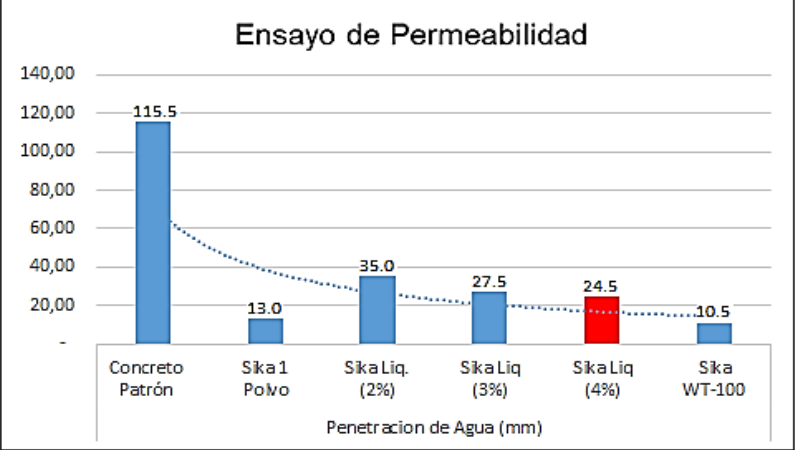


Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°11: GUÍA DE OBSERVACIÓN 10

<p align="center">Guía de observación de la resistencia a la compresión y permeabilidad de probetas de concreto normalizadas a los 7, 14 y 28 días, Trujillo, 2018.</p>															
INFORMACIÓN GENERAL															
AUTORES:	<p align="center">Percy Oliver Benites Bacilio Mirko Jose Moreno Carranza</p>														
UBICACIÓN:	Lurín-Lima														
FECHA DE OBSERVACIÓN:	24/06/218														
HORA DE OBSERVACIÓN:	9:00 A.M.														
INFORMACIÓN ESPECÍFICA															
Tipo de aditivo	DÍAGRAMA Y FOTOGRAFÍA:														
a) Sika 1 en polvo b) Sika 1 líquido (2%) c) Sika 1 líquido (3%) d) Sika 1 líquido (4%) e) Sika WT-100 f) No presenta	<p align="center">Ensayo de Permeabilidad</p>  <table border="1"> <caption>Penetración de Agua (mm)</caption> <thead> <tr> <th>Aditivo</th> <th>Penetración (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Concreto Patrón</td> <td>115.5</td> </tr> <tr> <td>Sika 1 Polvo</td> <td>13.0</td> </tr> <tr> <td>Sika Liq. (2%)</td> <td>35.0</td> </tr> <tr> <td>Sika Liq. (3%)</td> <td>27.5</td> </tr> <tr> <td>Sika Liq. (4%)</td> <td>24.5</td> </tr> <tr> <td>Sika WT-100</td> <td>10.5</td> </tr> </tbody> </table>	Aditivo	Penetración (mm)	Concreto Patrón	115.5	Sika 1 Polvo	13.0	Sika Liq. (2%)	35.0	Sika Liq. (3%)	27.5	Sika Liq. (4%)	24.5	Sika WT-100	10.5
Aditivo	Penetración (mm)														
Concreto Patrón	115.5														
Sika 1 Polvo	13.0														
Sika Liq. (2%)	35.0														
Sika Liq. (3%)	27.5														
Sika Liq. (4%)	24.5														
Sika WT-100	10.5														
Días de curado															
a) 28 días															
Permeabilidad (mm)															
c) 28 días = <u>27.50</u>															

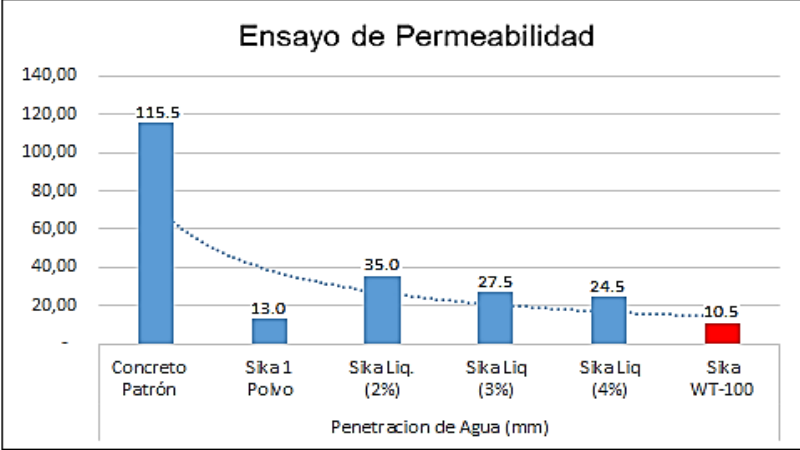

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°12: GUÍA DE OBSERVACIÓN 11

Guía de observación de la resistencia a la compresión y permeabilidad de probetas de concreto normalizadas a los 7, 14 y 28 días, Trujillo, 2018.															
INFORMACIÓN GENERAL															
AUTORES:	Percy Oliver Benites Bacilio Mirko Jose Moreno Carranza														
UBICACIÓN:	Lurín-Lima														
FECHA DE OBSERVACIÓN:	24/06/218														
HORA DE OBSERVACIÓN:	9:00 A.M.														
INFORMACIÓN ESPECÍFICA															
Tipo de aditivo	DÍAGRAMA Y FOTOGRAFÍA:														
a) Sika 1 en polvo b) Sika 1 líquido (2%) c) Sika 1 líquido (3%) d) Sika 1 líquido (4%) e) Sika WT-100 f) No presenta	<div style="text-align: center;"> <p>Ensayo de Permeabilidad</p>  <table border="1"> <caption>Data for Ensayo de Permeabilidad</caption> <thead> <tr> <th>Aditivo</th> <th>Penetración de Agua (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Concreto Patrón</td> <td>115.5</td> </tr> <tr> <td>Sika 1 Polvo</td> <td>13.0</td> </tr> <tr> <td>Sika Liq. (2%)</td> <td>35.0</td> </tr> <tr> <td>Sika Liq. (3%)</td> <td>27.5</td> </tr> <tr> <td>Sika Liq. (4%)</td> <td>24.5</td> </tr> <tr> <td>Sika WT-100</td> <td>10.5</td> </tr> </tbody> </table> </div>	Aditivo	Penetración de Agua (mm)	Concreto Patrón	115.5	Sika 1 Polvo	13.0	Sika Liq. (2%)	35.0	Sika Liq. (3%)	27.5	Sika Liq. (4%)	24.5	Sika WT-100	10.5
Aditivo	Penetración de Agua (mm)														
Concreto Patrón	115.5														
Sika 1 Polvo	13.0														
Sika Liq. (2%)	35.0														
Sika Liq. (3%)	27.5														
Sika Liq. (4%)	24.5														
Sika WT-100	10.5														
Días de curado															
a) 28 días															
Permeabilidad (mm)															
c) 28 días = <u>24.50</u>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>														

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°13: GUÍA DE OBSERVACIÓN 12

<p align="center">Guía de observación de la resistencia a la compresión y permeabilidad de probetas de concreto normalizadas a los 7, 14 y 28 días, Trujillo, 2018.</p>															
INFORMACIÓN GENERAL															
AUTORES:	Percy Oliver Benites Bacilio Mirko Jose Moreno Carranza														
UBICACIÓN:	Lurín-Lima														
FECHA DE OBSERVACIÓN:	24/06/218														
HORA DE OBSERVACIÓN:	9:00 A.M.														
INFORMACIÓN ESPECÍFICA															
Tipo de aditivo	DÍAGRAMA Y FOTOGRAFÍA:														
a) Sika 1 en polvo b) Sika 1 líquido (2%) c) Sika 1 líquido (3%) d) Sika 1 líquido (4%) e) Sika WT-100 f) No presenta	<p align="center">Ensayo de Permeabilidad</p>  <table border="1"> <caption>Penetración de Agua (mm)</caption> <thead> <tr> <th>Aditivo</th> <th>Penetración (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Concreto Patrón</td> <td>115.5</td> </tr> <tr> <td>Sika 1 Polvo</td> <td>13.0</td> </tr> <tr> <td>Sika Liq. (2%)</td> <td>35.0</td> </tr> <tr> <td>Sika Liq. (3%)</td> <td>27.5</td> </tr> <tr> <td>Sika Liq. (4%)</td> <td>24.5</td> </tr> <tr> <td>Sika WT-100</td> <td>10.5</td> </tr> </tbody> </table>	Aditivo	Penetración (mm)	Concreto Patrón	115.5	Sika 1 Polvo	13.0	Sika Liq. (2%)	35.0	Sika Liq. (3%)	27.5	Sika Liq. (4%)	24.5	Sika WT-100	10.5
Aditivo	Penetración (mm)														
Concreto Patrón	115.5														
Sika 1 Polvo	13.0														
Sika Liq. (2%)	35.0														
Sika Liq. (3%)	27.5														
Sika Liq. (4%)	24.5														
Sika WT-100	10.5														
Días de curado															
a) 28 días															
Permeabilidad (mm)															
c) 28 días = <u>10.50</u>															

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°14: SOLICITUD DE ENSAYOS 1

SOLICITO: Permiso para realizar ensayos de tesis

Sr:

Ing. Wiston Henry Azañedo Medina

Director de Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería

Yo, **Benites Bacilio Percy Oliver** identificado con el DNI: 74901484 con código universitario N° 61685 estudiante de decimo ciclo de la carrera de Ingeniería Civil, me dirijo a usted y expongo:

Que, debido a que estoy desarrollando la Tesis: "INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS SIKA 1, SIKA WT-100 Y SIKA WT-200 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO, TRUJILLO 2018", le solicito el permiso para poder realizar los ensayos de los agregados para el concreto y del ensayo de la resistencia a la compresión usando como materiales: arena gruesa, piedra de ½", agua y cemento Portland Tipo 1 en el laboratorio de la Universidad desde el 8 de Enero del presente mes hasta el 15 de Mayo.

Por lo expuesto:

Pido a usted, tenga bien acceder a mi solicitud por ser de justicia.

Trujillo, 25 de octubre de 2017

Atentamente,



Benites Bacilio Percy Oliver

DNI: 74901484

OK -
Facilitar y que lleve
su EPP, guiar el laboratorio
y el material de despiece



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°15: SOLICITUD DE ENSAYOS 2

SOLICITO: Permiso para realizar ensayos de tesis

Sr:

Ing. Wiston Henry Azañedo Medina

Director de Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería

Yo, **Moreno Carranza Mirko Jose** identificado con el DNI: 70654438 con código universitario N° 60589 estudiante de decimo ciclo de la carrera de Ingeniería Civil, me dirijo a usted y expongo:

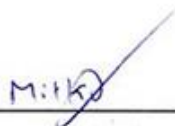
Que, debido a que estoy desarrollando la tesis "INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS SIKA 1, SIKA WT-100 Y SIKA WT-200 EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO, TRUJILLO, 2018", le solicito el **permiso para poder realizar los ensayos de los agregados para el concreto y del ensayo de la resistencia a la compresión usando como materiales: arena gruesa, piedra de ½", agua y cemento Portland tipo 1 en el laboratorio de la Universidad desde el 8 de Enero del presente mes hasta el 15 de Mayo.**

Por lo expuesto:

Pido a usted, tenga bien acceder a mi solicitud por ser de justicia.

Trujillo, 25 de octubre de 2017

Atentamente,



Moreno Carranza Mirko Jose

DNI: 70654438



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°16: CERTIFICADO UPN DE ENSAYOS DE LABORATORIO



CERTIFICADO
DE ENSAYOS EN LABORATORIOS

El que suscribe, Wesley John Leonardo Carrasco, hace constar por medio de la presente que los Sres. Mirko Jose Moreno Carranza y Percy Oliver Benites Bacilio, identificados con D.N.I N° 70654438 y 74901484 respectivamente, han realizado los ensayos de granulometría, peso unitario suelto y compactado, contenido de humedad, peso específico, absorción, conformación, curado y compresión de especímenes de concreto, en las instalaciones del **Laboratorio de Concreto** de esta universidad, requeridos para la tesis "**Influencia de los Aditivos Sika WT-100, Sika 1 Líquido y Sika 1 en Polvo en la Resistencia a la Compresión y Permeabilidad del Concreto, Trujillo 2018**"; los resultados obtenidos se encuentran registrados en nuestro archivo.



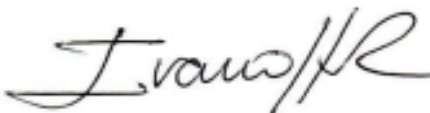
Se expide esta certificación a solicitud de los interesados, para los fines que estime conveniente.

Trujillo, 24 de julio del 2018



Wesley J. Leonardo Carrasco
Supervisor de Laboratorio

ANEXO N°17: FICHA TÉCNICA DE CEMENTO PACASMAYO TIPO I

		CEMENTOS PACASMAYO S.A.A. Calle La Colonia Nro.130 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima Carretera Panamericana Norte Km. 606 Pacasmayo - La Libertad Teléfono 317 - 6000		 SGC-REG-06-G0002 Versión 01	
<h3>Cemento Portland Tipo I</h3> <p>Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150 Pacasmayo, 20 de Julio del 2016</p>					
COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150		
MgO	%	2.2	Máximo 6.0		
SO3	%	2.8	Máximo 3.0		
Pérdida por Ignición	%	3.0	Máximo 3.5		
Residuo Insoluble	%	0.73	Máximo 1.5		
PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150		
Contenido de Aire	%	8	Máximo 12		
Expansión en Autoclave	%	0.10	Máximo 0.80		
Superficie Específica	cm ² /g	3770	Mínimo 2800		
Densidad	g/mL	3.12	NO ESPECIFICA		
Resistencia Compresión :					
Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm ²)	31.7 (323)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)		
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm ²)	38.5 (392)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)		
Resistencia Compresión a 28días (*)	MPa (Kg/cm ²)	46.5 (474)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)		
Tiempo de Fraguado Vicat :					
Fraguado Inicial	min	132	Mínimo 45		
Fraguado Final	min	289	Máximo 375		
<p>Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-06-2016 al 30-06-2016 La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Mayo 2016 (*) Requisito opcional.</p>					
 <hr/> Ing. Ivanoff V. Rojas Tello Superintendente de Control de Calidad					

Fuente: Cementos Pacasmayo

ANEXO N°18: NORMA TÉCNICA PERUANA 339.034 RESISTENCIA A LA COMPRESION

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 339.034
2015**

Dirección de Normalización - INACAL
Calle Las Camelias 815, San Isidro (Lima 27)

Lima, Perú

**CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la
determinación de la resistencia a la compresión del concreto
en muestras cilíndricas**

Concrete Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INACAL está basada en la Norma ASTM C 39/C 39M:2015 Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International

2015-12-22
4ª Edición

R.N°015-2015-INACAL/DN. Publicada el 2015-12-31

Precio basado en 19 páginas

I.C.S.: 91.100.30

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: Hormigón, concreto, resistencia a la compresión, muestras cilíndricas

Fuente: NTP 339.034

ANEXO N°19: NORMA TÉCNICA PERUANA 339.035 ASENTAMIENTO

NORMA TÉCNICA PERUANA	NTP 339.035 2009
Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales No Arancelarias - INDECOPI Calle de La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú	
<h2>HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland</h2> <p>CONCRETE. Standard test method for mesure slump of Portland cement concrete</p> <p>Esta Norma Técnica Peruana adoptada por el INDECOPI está basada en la Norma ASTM C 143/C143-2008 Standard Test Method for Shump of Hydraulic Cement Concrete, Derecho de autor de ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA 19428, USA. -Reimpreso por autorización de ASTM International</p> <p>2009-12-23 3ª Edición</p> <p>R.034-2009/INDECOPI-CNB. Publicada el 2010-02-20 Precio basado en 09 páginas I.C.S.: 91.100.10 ESTA NORMA ES RECOMENDABLE Descriptor: Concreto, cono, consistencia, plasticidad, asentamiento, trabajabilidad</p>	

Fuente: NTP 339.035

ANEXO N°21: TABLA DEL REGIMEN LANORAL DE CONSTRUCCION CIVIL 2018-2019



FEDERACIÓN DE TRABAJADORES EN CONSTRUCCIÓN CIVIL DEL PERÚ

Reconocido Oficialmente el 23-08-1962 por Resolución Sub-Directorial N° 56
Afilado a la CGTP - FLEMACON - UIS

Sede Institucional: Prolongación Cangallo N° 670 - La Victoria
Telefax: 312-2034 / 201-2370 / 325-5495 Cel.: 987515423
E-mail: secretaria@ftccperu.com
Web: www.ftccperu.com

TABLA SALARIAL CON BENEFICIOS SOCIALES REGIMEN DE CONSTRUCCION CIVIL (Del 01.06.2018 al 31.05.2019)

OPERARIO						
Jornal Basico	67.20	*	6	días	403.20	
D S O	11.20	*	6	días	67.20	
BUC 32 %	21.50	*	6	días	129.02	
Bonificación Por Movilidad	7.20	*	6	días	43.20	
Indemnización 15%	10.08	*	6	días	60.48	
Vacaciones 10%	6.72	*	6	días	40.32	
Gratificación Navidad	17.92	*	7	días	125.44	
B. Extraordinaria Ley 29351	1.61	*	7	días	11.29	
Total Salarios					880.15	
Desccto. SNP 13%					83.17	
Desccto. CONAFOVICER 2%					9.41	
Pago Neto Semanal					787.58	
OFICIAL						
Jornal Basico	53.70	*	6	días	322.20	
D. S. O.	8.95	*	6	días	53.70	
BUC 30 %	16.11	*	6	días	96.66	
Bonif. Por Movilidad	7.20	*	6	días	43.20	
Indem. 15%	8.06	*	6	días	48.33	
Vacac. 10%	5.37	*	6	días	32.22	
Gratificación Navidad	14.32	*	7	días	100.24	
B. Extraordinaria Ley 29351	1.29	*	7	días	9.02	
Total Salarios					705.67	
Desccto. SNP 13%					65.62	
Desccto. CONAFOVICER 2%					7.52	
Pago Neto Semanal					632.43	
PEON						
Jornal Basico	48.10	*	6	días	288.60	
Jornal Dominical	8.02	*	6	días	48.10	
BUC 30 %	14.43	*	6	días	86.58	
Bonif. Por Movilidad	7.20	*	6	días	43.20	
Indem. 15%	7.22	*	6	días	43.29	
Vacac. 10%	4.81	*	6	días	28.86	
Gratificación Navidad	12.83	*	7	días	89.79	
B. Extraordinaria Ley 29351	1.15	*	7	días	8.08	
Total Salarios					636.60	
Desccto. SNP 13%					58.78	
Desccto. CONAFOVICER 2%					6.73	
Pago Neto Semanal					570.99	
Si tiene hijos estudiando y trabaja horas extras, sumara ademas lo siguiente						
Asignación Escolar por un hijo			Horas Extras			
Categorías	Diario	Mensual	Simples	60%	100%	Indem. 15%
Operario	5.60	168.00	8.40	13.44	16.80	1.26
Oficial	4.48	134.25	6.71	10.74	13.43	1.01
Peón	4.01	120.25	6.01	9.62	12.03	0.90

Fuente: Régimen Laboral de Construcción Civil 2018 - 2019

ANEXO N°22: ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS DEL CONCRETO PATRON

TESIS: "INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS SIKA WT-100, SIKA 1 LIQUIDO Y SIKA 1 EN POLVO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO, TRUJILLO 2018"

TESISTAS: BENITES BACILIO PERCY OLIVER
MORENO CARRANZA MIRKO JOSE

PARTIDA: CONCRETO $f' = 210 \text{ Kg/cm}^2$
UNIDAD: M3

RENDIMIENTO: M3/DIA

PRECIO:

DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					S/ 250.64
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	67.20	53.76
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	53.70	42.96
PEON	hh	8.0000	3.2000	48.10	153.92
MATERIALES					S/ 260.54
ARENA GRUESA	m3		0.2915	25.00	7.29
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.3244	35.00	11.35
CEMENTO PORTALAND TIPO I	bol		9.6242	25.00	240.61
AGUA	m3		0.2280	5.68	1.30
EQUIPOS					S/ 37.52
MEZCLADOR DE CONCRETO TAMBOR 23 HP 11P3	hm	1.0000	0.4000	50.00	20.00
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	25.00	10.00
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000		7.52

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°23: ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS DEL CONCRETO CON ADITIVO SIKA 1 EN POLVO

TESIS: "INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS SIKA WT-100, SIKA 1 LIQUIDO Y SIKA 1 EN POLVO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO, TRUJILLO 2018"

TESISTAS: BENITES BACILIO PERCY OLIVER
MORENO CARRANZA MIRKO JOSE

PARTIDA: CONCRETO $f' = 210 \text{ Kg/cm}^2$ + SIKA 1 EN POLVO
UNIDAD: M3

RENDIMIENTO: M3/DIA

PRECIO:

DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					S/ 250.64
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	67.20	53.76
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	53.70	42.96
PEON	hh	8.0000	3.2000	48.10	153.92
MATERIALES					S/ 300.96
ARENA GRUESA	m3		0.2915	25.00	7.29
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.3244	35.00	11.35
CEMENTO PORTALAND TIPO I	bol		9.6242	25.00	240.61
AGUA	m3		0.2280	5.68	1.30
ADITIVO SIKA 1 EN POLVO	bol		9.6242	4.20	40.42
EQUIPOS					S/ 37.52
MEZCLADOR DE CONCRETO TAMBOR 23 HP 11P3	hm	1.0000	0.4000	50.00	20.00
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	25.00	10.00
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000		7.52

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°24: ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS DEL CONCRETO CON 2% DE ADITIVO SIKA 1 EN LÍQUIDO

TESIS: "INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS SIKA WT-100, SIKA 1 LIQUIDO Y SIKA 1 EN POLVO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO, TRUJILLO 2018"

TESISTAS: BENITES BACILIO PERCY OLIVER
MORENO CARRANZA MIRKO JOSE

PARTIDA: CONCRETO $f' = 210$ Kg/cm² + 2% SIKA 1 LIQUIDO RENDIMIENTO: M3/DIA PRECIO:
UNIDAD: M3

DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					S/ 250.64
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	67.20	53.76
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	53.70	42.96
PEON	hh	8.0000	3.2000	48.10	153.92
MATERIALES					S/ 303.66
ARENA GRUESA	m3		0.2915	25.00	7.29
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.3244	35.00	11.35
CEMENTO PORTALAND TIPO I	bol		9.6242	25.00	240.61
AGUA	m3		0.2198	5.68	1.25
ADITIVO SIKA 1 EN LIQUIDO	gal		2.1584	20.00	43.17
EQUIPOS					S/ 37.52
MEZCLADOR DE CONCRETO TAMBOR 23 HP 11P3	hm	1.0000	0.4000	50.00	20.00
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	25.00	10.00
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000		7.52

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°25: ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS DEL CONCRETO CON 3% DE ADITIVO SIKA 1 EN LÍQUIDO

TESIS: "INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS SIKA WT-100, SIKA 1 LIQUIDO Y SIKA 1 EN POLVO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO, TRUJILLO 2018"

TESISTAS: BENITES BACILIO PERCY OLIVER
MORENO CARRANZA MIRKO JOSE

PARTIDA: CONCRETO $f' = 210$ Kg/cm² + 3% SIKA 1 LIQUIDO RENDIMIENTO: M3/DIA PRECIO:
UNIDAD: M3

DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					S/ 250.64
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	67.20	53.76
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	53.70	42.96
PEON	hh	8.0000	3.2000	48.10	153.92
MATERIALES					S/ 323.23
ARENA GRUESA	m3		0.2915	25.00	7.29
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.3244	35.00	11.35
CEMENTO PORTALAND TIPO I	bol		9.6242	25.00	240.61
AGUA	m3		0.2157	5.68	1.23
ADITIVO SIKA 1 EN LIQUIDO	gal		3.1377	20.00	62.75
EQUIPOS					S/ 37.52
MEZCLADOR DE CONCRETO TAMBOR 23 HP 11P3	hm	1.0000	0.4000	50.00	20.00
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	25.00	10.00
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000		7.52

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°26: ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS DEL CONCRETO CON 4% DE ADITIVO SIKA 1 EN LÍQUIDO

TESIS: "INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS SIKA WT-100, SIKA 1 LIQUIDO Y SIKA 1 EN POLVO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO, TRUJILLO 2018"

TESISTAS: BENITES BACILIO PERCY OLIVER
MORENO CARRANZA MIRKO JOSE

PARTIDA: CONCRETO $f' = 210 \text{ Kg/cm}^2 + 4\% \text{ SIKA 1 LIQUIDO}$ RENDIMIENTO: M3/DIA PRECIO:
UNIDAD: M3

DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					\$/ 250.64
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	67.20	53.76
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	53.70	42.96
PEON	hh	8.0000	3.2000	48.10	153.92
MATERIALES					\$/ 346.79
ARENA GRUESA	m3		0.2915	25.00	7.29
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.3244	35.00	11.35
CEMENTO PORTALAND TIPO I	bol		9.6242	25.00	240.61
AGUA	m3		0.2116	5.68	1.20
ADITIVO SIKA 1 EN LIQUIDO	gal		4.3169	20.00	86.34
EQUIPOS					\$/ 37.52
MEZCLADOR DE CONCRETO TAMBOR 23 HP 11P3	hm	1.0000	0.4000	50.00	20.00
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	25.00	10.00
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000		7.52

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°27: ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS DEL CONCRETO CON ADITIVO SIKA WT-100

TESIS: "INFLUENCIA DE LOS ADITIVOS SIKA WT-100, SIKA 1 LIQUIDO Y SIKA 1 EN POLVO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y PERMEABILIDAD DEL CONCRETO, TRUJILLO 2018"

TESISTAS: BENITES BACILIO PERCY OLIVER
MORENO CARRANZA MIRKO JOSE

PARTIDA: CONCRETO $f' = 210 \text{ Kg/cm}^2 + \text{SIKA WT-100}$ RENDIMIENTO: M3/DIA PRECIO:
UNIDAD: M3

DESCRIPCION	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO	PARCIAL
MANO DE OBRA					\$/ 250.64
OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	67.20	53.76
OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	53.70	42.96
PEON	hh	8.0000	3.2000	48.10	153.92
MATERIALES					\$/ 297.32
ARENA GRUESA	m3		0.2915	25.00	7.29
PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.3244	35.00	11.35
CEMENTO PORTALAND TIPO I	bol		9.6242	25.00	240.61
AGUA	m3		0.2198	5.68	1.25
ADITIVO SIKA WT-100	gal		2.1584	17.06	36.82
EQUIPOS					\$/ 37.52
MEZCLADOR DE CONCRETO TAMBOR 23 HP 11P3	hm	1.0000	0.4000	50.00	20.00
VIBRADOR DE CONCRETO 4HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	25.00	10.00
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000		7.52

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°28: PANEL FOTOGRAFICO

Ilustración 23: En la Cantera H&S



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 24: Producción del Agregado Grueso de la Cantera H&S



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 25: Producción del Agregado Fino de Cantera H&S



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 26: Laboratorio de Concreto y Estructuras de la Universidad Privada del Norte



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 27: Laboratorio de Concreto y Estructuras de la Universidad Privada del Norte



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 28: Instalaciones del Laboratorio de Concreto y Estructuras de la Universidad Privada del Norte



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 29: Muestra de Agregado Grueso



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 30: Muestra de Agregado Fino



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 31: Cuarteo de Agregado Grueso



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 32: Cuarteo de Agregado Fino



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 33: Agregado Grueso para Contenido de Humedad



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 34: Muestra en el Horno del Agregado Grueso para Contenido de Humedad



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 35: Agregado Fino para Contenido de Humedad



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 36: Muestra en el Horno del Agregado Fino para Contenido de Humedad



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 37: Peso Sumergido del Agregado Grueso



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 38: Muestra para Granulometría del Agregado Grueso



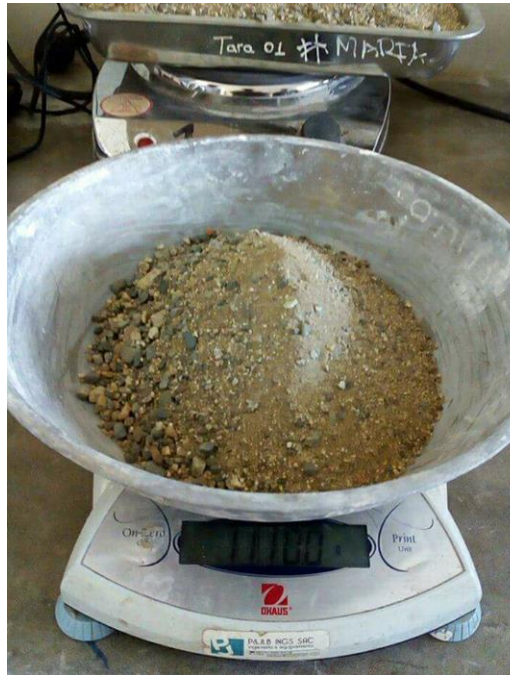
Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 39: Tamizado del Agregado Grueso



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 40: Muestra para Granulometría del Agregado Fino



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 41: Granulometría del Agregado Fino



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 42: *Peso Suelto del Agregado Grueso*



Fuente: *Elaboración Propia*

Ilustración 43: *Peso Suelto del Agregado Grueso*



Fuente: *Elaboración Propia*

Ilustración 44: *Peso Suelto del Agregado Fino*



Fuente: *Elaboración Propia*

Ilustración 45: *Peso Compactado del Agregado Fino*



Fuente: *Elaboración Propia*

Ilustración 46: Agregado Grueso y Fino Saturados



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 47: Secado Superficial del Agregado Grueso



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 48: *Peso Superficialmente seco del Agregado Grueso*



Fuente: *Elaboración Propia*

Ilustración 49: *Secado superficial del Agregado Fino*



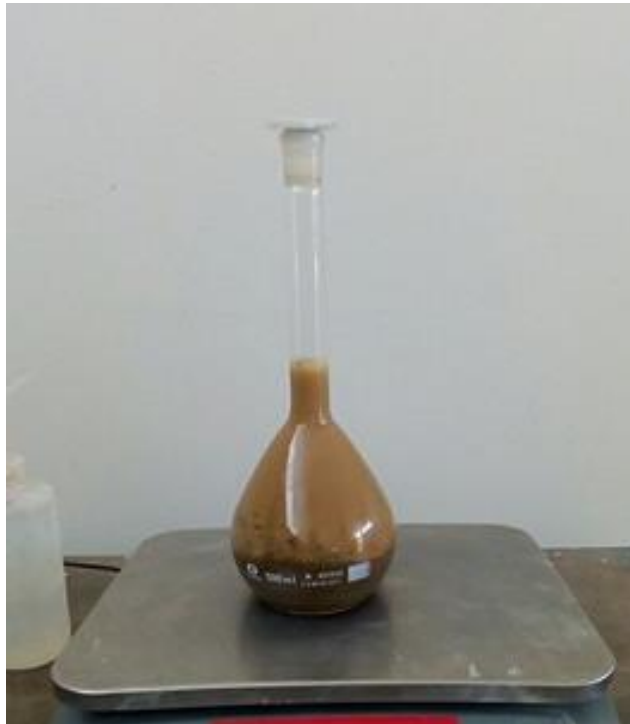
Fuente: *Elaboración Propia*

Ilustración 50: Pisonado del Agregado Fino



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 51: Peso Picnómetro con Agregado y Agua



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 52: Trompo para Mezcla de Concreto



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 53: Materiales y Moldes para las Probetas de Concreto



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 54: Aditivos Sika 1 en Polvo



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 55: Aditivos Sika 1 en Líquido



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 56: Aditivo Sika WT-100



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 57: Mezcla de Aditivo para el Concreto



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 58: Preparación del Concreto



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 59: Mezcla de Concreto



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 60: *Ensayo del Cono de Abrams*



Fuente: *Elaboración Propia*

Ilustración 61: *Asentamiento de Concreto Patrón*



Fuente: *Elaboración Propia*

Ilustración 62: Asentamiento de Concreto con Aditivo Sika WT-100



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 63: Asentamiento de Concreto con Aditivo Sika 1 en Polvo



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 64: Asentamiento de Concreto con Aditivo Sika 1 Líquido (2%)



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 65: Asentamiento de Concreto con Aditivo Sika 1 Líquido (3%)



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 66: Asentamiento de Concreto con Aditivo Sika 1 Líquido (4%)



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 67: Probetas de Concreto



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 68: Probetas de Concreto



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 69: Desencofrado de Probetas



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 70: Probetas Cilíndricas de Concreto



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 71: Curado de Probetas Cilíndricas de Concreto



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 72: Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto Patrón



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 73: Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika WT-100



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 74: Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika 1 líquido (2%)



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 75: Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika 1 líquido (3%)



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 76: Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika 1 líquido (4%)



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 77: Ensayo de Resistencia a la Compresión del Concreto con Aditivo Sika 1 en polvo



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 78: Llegada al centro Industrial Las Praderas de Lurín - Lima



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 79: Llegada al Laboratorio de Sika Lurín - Lima



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 80: Entrega de las probetas de concreto en el laboratorio Sika Lurín - Lima



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 81: *Probetas de Concreto sometidas a presión de agua*



Fuente: *Elaboración Propia*

Ilustración 82: *Ensayo de Permeabilidad del Concreto Patrón*



Fuente: *Elaboración Propia*

Ilustración 83: Ensayo de Permeabilidad del Concreto con Aditivo Sika WT-100



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 84: Ensayo de Permeabilidad del Concreto con 2% de Aditivo Sika 1 Líquido



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 85: Ensayo de Permeabilidad del Concreto con 3% de Aditivo Sika 1 Líquido



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 86: Ensayo de Permeabilidad del Concreto con 4% de Aditivo Sika 1 Líquido



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 87: Ensayo de Permeabilidad del Concreto con Aditivo Sika 1 en Polvo



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 88: Penetración de agua en el Concreto Patrón



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 89: Penetración de agua en el Concreto con Aditivo Sika WT-100



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 90: Penetración de agua en el Concreto con 2% de Aditivo Sika 1 Líquido



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 91: Penetración de agua en el Concreto con 3% de Aditivo Sika 1 Líquido



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 92: Penetración de agua en el Concreto con 4% de Aditivo Sika 1 Líquido



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 93: Penetración de agua en el Concreto con Aditivo Sika 1 en Polvo



Fuente: *Elaboración Propia*