

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



**TESIS**

**EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL  
CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DE  
POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS  
ALIGERADAS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERA CIVIL**

**Presentado por:**

**Bach. ROLDAN NAVARRO, CORALI CARMEN**

**Asesor:**

**MG. PAUTRATEGOAVIL, HENRY GUSTAVO**

**Línea de Investigación Institucional:**

**Nuevas tecnologías y procesos**

**Huancayo – Perú**

**2023**

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera  
Presidente

---

Ing. Christian Mallaupoma Reyes  
Jurado

---

Mg. Manuel Iván Maita Pérez  
Jurado

---

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza  
Jurado

---

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza  
Secretario Docente

## **DEDICATORIA**

A mis padres y hermanos, quienes han velado por mi bienestar y educación a lo largo de mi vida, siendo siempre mi apoyo incondicional.

A los ingenieros quienes me transmitieron su experiencia para el proceso de desarrollar y concluir la presente tesis.

*Bach. Roldan Navarro, Corali Carme*

## AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento:

Principalmente a mis padres y hermanos por brindarme la oportunidad y el apoyo incondicional para obtener el título de Ingeniero Civil.

A mi alma máter, Universidad Peruana los Andes, en específico a la Facultad de Ingeniería, que durante toda mi formación profesional me proporcionó los conocimientos para llegar ser un profesional competente con ética y moral impecable.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil que a lo largo de este trayecto me brindaron sus conocimientos y experiencias para mi crecimiento técnico y profesional.

Al Mg. Pautrat Egoavil, Henry Gustavo, por su comprometido apoyo, sus exigencias y su magna asesoría para la culminación de la investigación.

A todos ellos mi más sincero agradecimiento.

*Bach. Roldan Navarro, Corali Carmen*



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

*"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"*

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

**CONSTANCIA N° 367**

Que, el (la) bachiller: Bachilleres, Bachiller, **CORALI CARMEN, ROLDAN NAVARRO**, de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, presentó la tesis denominada **denominado: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"**, la misma que cuenta con **206 Páginas**, ha sido ingresada por el **SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO** obteniendo el **27%** de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 29 de Noviembre del 2022



Dr. Santiago Zevallos Salinas  
Director de la Unidad de Investigación

## CONTENIDO

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>iv</b>
<b>CONTENIDO.....</b>	<b>vi</b>
<b>CONTENIDO DE TABLAS .....</b>	<b>ix</b>
<b>CONTENIDO DE FIGURAS .....</b>	<b>xi</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xiv</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>xv</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>16</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>16</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	16
1.2. Delimitación del problema .....	17
1.2.1. Espacial .....	17
1.2.2. Temporal .....	18
1.2.3. Económica.....	18
1.3. Formulación del problema .....	18
1.3.1. Problema general.....	18
1.3.2. Problemas específicos .....	18
1.4. Justificación de la investigación.....	19
1.4.1. Justificación práctica.....	19
1.4.2. Justificación teórica.....	19
1.4.3. Justificación metodológica.....	19
1.5. Objetivos de la investigación .....	20
1.5.1. Objetivo general .....	20
1.5.2. Objetivos específicos .....	20
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>21</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>21</b>
2.1. Antecedentes de la investigación .....	21
2.1.1. Antecedentes nacionales .....	21
2.1.2. Antecedentes internacionales .....	23
2.2. Bases teóricas o científicas.....	26
2.2.1. Concreto simple .....	26

2.2.2. Poliestireno expandido.....	38
2.3. Marco conceptual .....	53
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>54</b>
<b>HIPÓTESIS .....</b>	<b>54</b>
3.1. Hipótesis.....	54
3.1.1. Hipótesis general.....	54
3.1.2. Hipótesis específica.....	54
3.2. Variables.....	54
3.2.1. Definición conceptual de las variables.....	54
3.2.2. Definición operacional de la variable .....	55
3.2.3. Operacionalización de variables .....	55
<b>CAPÍTULO IV.....</b>	<b>58</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>58</b>
4.1. Método de investigación .....	58
4.2. Tipo de investigación .....	58
4.3. Nivel de la investigación .....	59
4.4. Diseño de la investigación.....	59
4.5. Población y muestra .....	60
4.5.1. Población.....	60
4.5.2. Muestra.....	60
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	60
4.6.1. Técnicas .....	60
4.6.2. Instrumentos.....	61
4.7. Procesamiento de la información .....	62
4.7.1. Propiedades en estado fresco .....	63
4.7.2. Propiedades en estado endurecido .....	68
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>70</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>70</b>
5.1. Granulometría de agregados.....	70
5.2. Propiedades físico mecánicas de los agregados .....	72
5.3. Diseño de mezcla – método módulo de fineza.....	73
5.4. Propiedades físicas (objetivo específico 01) .....	76
5.4.1. Temperatura .....	76

5.4.2. Asentamiento .....	78
5.4.3. Contenido de aire .....	80
5.4.4. Exudación.....	83
5.4.5. Tiempo de fragua .....	85
5.5. Propiedades mecánicas (objetivo específico 02).....	89
5.5.1. Resistencia a la compresión .....	89
5.5.2. Módulo de elasticidad .....	98
5.6. Prueba de hipótesis.....	101
5.6.1. Hipótesis general.....	101
5.6.2. Hipótesis específica “1” .....	102
5.6.3. Hipótesis específica “2” .....	106
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>109</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>109</b>
6.1. Discusión de resultados con antecedentes.....	109
6.1.1. Objetivo general .....	109
6.1.2. Propiedades físicas (Hipótesis específica 1) .....	110
6.1.3. Propiedades mecánicas (hipótesis específica 2).....	110
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>112</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>113</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>114</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>121</b>
<b>Anexo N°01: Matriz de consistencia.....</b>	<b>122</b>
<b>Anexo N°02: Operacionalización de variables .....</b>	<b>124</b>
<b>Anexo N°03: Validación de instrumentos .....</b>	<b>126</b>
<b>Anexo N°04: Resumen de datos de la .....</b>	<b>133</b>
<b>Anexo N°05: Panel fotográfico.....</b>	<b>138</b>
<b>Anexo N°06: Certificado de los Ensayos .....</b>	<b>150</b>



## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1: Tipos de cemento y sus aplicaciones.	27
Tabla 2: Requisitos para el agua de mezcla.	28
Tabla 3: Requisitos para el agua de mezcla.	28
Tabla 4: Volumen de aire atrapado para el agregado fino.	29
Tabla 5: Sustancias perjudiciales para el agregado fino.	30
Tabla 6: Sustancias perjudiciales para el agregado grueso.	30
Tabla 7: Partículas dificultosas para el agregado grueso.	31
Tabla 8: Clases de mezclas según su consistencia.	34
Tabla 9: Aplicación de las perlas según su dimensión.	39
Tabla 10: Solidez del poliestireno expandido frente a sustancias rápidas.	40
Tabla 11: Clasificación del poliestireno expandido.	42
Tabla 12: Dimensión de las perlas de poliestireno expandido.	43
Tabla 13: Propiedades del poliestireno expandido para muchas densidades.	44
Tabla 14: Propiedades del poliestireno expandido para muchas densidades.	47
Tabla 15: Cualidades técnicas de los casetones de EPS.	48
Tabla 16. Valores del rango de validez	62
Tabla 17. Validez del contenido de los instrumentos relacionados a las variables	62
Tabla 18: Tolerancias de edad en ensayo de las muestras.	69
Tabla 19: Granulometría del agregado fino	71
Tabla 20: Granulometría del agregado grueso	72
Tabla 21: Propiedades de los agregados finos y gruesos	73
Tabla 22: Características del agregado fino	74
Tabla 23: Características del agregado grueso	74
Tabla 24: Dosificaciones de la mezcla mediante el método de módulo de fineza	75
Tabla 25: Temperatura del concreto convencional y con poliestireno expandido	76
Tabla 26: Asentamiento del concreto convencional y con poliestireno expandido.	79
Tabla 27: Contenido de aire del concreto convencional y con poliestireno expandido.	81
Tabla 28: Exudación del concreto convencional y con poliestireno expandido.	83
Tabla 29: Tiempo de fragua inicial del concreto.	85
Tabla 30: Tiempo de fragua final del concreto convencional y con poliestireno expandido.	87
Tabla 31: Resistencia a la compresión del concreto convencional	90
Tabla 32: Resistencia a la compresión del concreto + 0.025% de poliestireno expandido	91

Tabla 33: Resistencia a la compresión del concreto + 0.050% de poliestireno expandido	92
Tabla 34: Resistencia a la compresión del concreto + 0.075% de poliestireno expandido	93
Tabla 35: Resistencia a la compresión del concreto + 0.100% de poliestireno expandido	95
Tabla 36: Variación de la resistencia a la compresión de los concretos a los 28 días	96
Tabla 37: Módulo de elasticidad del concreto convencional y con poliestireno expandido	99
Tabla 38: Prueba de normalidad para propiedades físicas del concreto	103
Tabla 39: Hipótesis específica “1” mediante la prueba de Kruskal - Wallis	104
Tabla 40: Hipótesis específica “1” para el contenido de aire	105
Tabla 41: Comparación de grupos para la hipótesis específica “1” para la exudación	105
Tabla 42: Prueba de Normalidad de propiedades mecánicas del concreto	107
Tabla 43: Prueba de Homogeneidad de varianzas	107
Tabla 44: Prueba anova de un factor	108

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación del laboratorio	18
Figura 2: Ensayo de slump.	34
Figura 3: Curva de esfuerzo vs deformación del concreto.	36
Figura 4: El proceso de poliestireno expandido.	39
Figura 5: El proceso de poliestireno expandido.	42
Figura 6: El proceso de poliestireno expandido.	43
Figura 7: El comportamiento esfuerzo vs deformación del poliestireno expandido.	44
Figura 8: Constante de conductividad térmica del poliestireno expandido en relación con la densidad aparente.	45
Figura 9: Muestreo del material absorbente con superficies en forma de cuñas anecoicas.	46
Figura 10: Mecanismo de las cuñas anecoicas de gran absorción sonora.	46
Figura 11: Tipologías de casetones de poliestireno expandido.	48
Figura 12: Realización de los casetones de elevada densidad del poliestireno expandido.	49
Figura 13: Proceso de producción del poliestireno expandido.	52
Figura 14: Porcentaje de los materiales para el diseño de mezcla	75
Figura 15: Temperatura del concreto convencional y con poliestireno expandido	77
Figura 16: Comportamiento de la temperatura del concreto con poliestireno expandido respecto al convencional	78
Figura 17: Asentamiento del concreto convencional y con poliestireno expandido.	79
Figura 18: Comportamiento del asentamiento del concreto con poliestireno expandido respecto al convencional	80
Figura 19: Contenido de aire del concreto convencional y con poliestireno expandido.	81
Figura 20: Comportamiento del contenido de aire del concreto y con poliestireno expandido respecto al convencional	82
Figura 21: Exudación del concreto convencional y con poliestireno expandido.	84
Figura 22: Comportamiento de la exudación del concreto con poliestireno expandido respecto al convencional.	84
Figura 23: Tiempo de fragua inicial del concreto convencional y con poliestireno expandido.	86
Figura 24: Comportamiento del tiempo de fragua inicial del concreto con poliestireno expandido respecto al convencional	87
Figura 25: Tiempo de fragua final del concreto convencional y con poliestireno expandido.	88

Figura 26: Comportamiento del tiempo de fragua final del concreto con poliestireno expandido respecto al convencional	89
Figura 27: Resistencia a la compresión del concreto convencional	90
Figura 28: Resistencia a la compresión del concreto + 0.025% de poliestireno expandido	92
Figura 29: Resistencia a la compresión del concreto + 0.050% de poliestireno expandido	93
Figura 30: Resistencia a la compresión del concreto + 0.075% de poliestireno expandido	94
Figura 31: Resistencia a la compresión del concreto + 0.100% de poliestireno expandido	96
Figura 32: Resistencia a la compresión del concreto convencional y con poliestireno	97
Figura 33: Resistencia a la compresión del concreto convencional y con poliestireno	97
Figura 34: Comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto con poliestireno expandido respecto al convencional	98
Figura 35: Modulo de elasticidad del concreto convencional y con poliestireno expandido	100
Figura 36: Comportamiento del módulo de elasticidad del concreto con poliestireno expandido respecto al convencional	100

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general ¿Cómo varían las propiedades del concreto con adición de poliestireno expandido para su uso en losas aligeradas?, así mismo el objetivo general planteado fue Evaluar las propiedades del concreto con adición del poliestireno expandido para su uso en losas aligeradas. Y la hipótesis general fue: Las propiedades del concreto con adición de poliestireno expandido para losas aligeradas, no varían significativamente del concreto convencional, además la naturaleza del estudio demuestra que el tipo de investigación es aplicado de nivel explicativo, y de diseño de investigación es experimental. Mientras que las técnicas empleadas fueron, la observación y medición. Así mismo los instrumentos considerados son las fichas de registro de laboratorio y las libretas de campo. De esta forma, finalmente se concluyó que, las propiedades del concreto simple con adición de poliestireno expandido para la aplicación en losas aligeradas se modifican significativamente, puesto que los resultados de los ensayos muestran valores inferiores al diseño de mezcla convencional.

**PALABRAS CLAVES:** Propiedades físicas, propiedades mecánicas, poliestireno expandido.

## **ABSTRACT**

The present investigation had as a general problem: How do the properties of concrete with the addition of expanded polystyrene for its use in lightened slabs vary? Likewise, the general objective was to evaluate the properties of concrete with the addition of expanded polystyrene for its use in lightened slabs. . And the general hypothesis was: The properties of concrete with the addition of expanded polystyrene for lightened slabs do not vary significantly from conventional concrete, in addition the nature of the study shows that the type of research is applied at an explanatory level, and the research design is experimental. . While the techniques used were observation and measurement. Likewise, the instruments considered are the laboratory registration sheets and the field notebooks. In this way, it was finally concluded that the properties of simple concrete with the addition of expanded polystyrene for the application in lightened slabs are significantly modified, since the results of the tests show lower values than the conventional mix design.

**KEY WORDS:** Physical properties, mechanical properties, expanded polystyrene.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación: “Evaluación de las propiedades del concreto simple con adición del poliestireno expandido para losas aligeradas”, que plantea reducir la contaminación ambiental generada por los residuos del poliestireno expandido por medio de su adición en la mezcla de concreto para losas.

Se evaluó la situación actual de las propiedades del concreto simple añadiendo poliestireno expandido para losas aligeradas.

La investigación para su mejor entendimiento se distribuye en seis capítulos, que se presentan según el siguiente detalle:

**Capítulo I.**-En la sección se muestra la descripción del problema, problemas, justificación, delimitaciones, limitaciones y objetivos de la investigación.

**Capítulo II.**-En la presente investigación se presentó antecedentes internacionales y nacionales, las bases teóricas o científicas y el marco conceptual.

**Capítulo III.**-Se presenta la hipótesis general, las hipótesis específicas, la definición operacional y conceptual de las variables de la investigación.

**Capítulo IV.**-En este capítulo se presenta la metodología de la investigación, el tipo, nivel de investigación, diseño, población y muestra, así como las técnicas e instrumentos para la recolección de datos, las técnicas para el procesamiento y el análisis de datos y los aspectos éticos de la investigación.

**Capítulo V.**-Los resultados de la investigación se muestran en este capítulo iniciando con el diseño tecnológico, la descripción de los resultados, la contratación de hipótesis.

**Capítulo VI.** -En esta sección se muestra el análisis y la discusión de los resultados con los antecedentes encontrados, conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas, matriz de consistencia, y anexos en los que se muestra documentación importante para la investigación.

*Bach. Roldan Navarro, Corali Carmen*

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

En los últimos años, debido al crecimiento del sector industrial en la fabricación del poliestireno expandido, denominado EPS (tecnopor) está generando problemas en el medio ambiente, produciendo impactos negativos al generar residuos de poliestireno expandido, porque se viene fabricando de ello cosas descartables y su periodo de degradación es de hasta los 500 años, aumentando así la pérdida de la biodiversidad. Para reducir estos problemas se plantea reusar los residuos del poliestireno expandido adicionándolo en el concreto.

A nivel internacional según la revista (BBC MUNDO, 2015), las cantidades de poliestireno desechados en la basura generan más daño que los residuos de plástico cuando ingresan en los ecosistemas marinos, puesto que contaminan drásticamente las aguas. Según Douglas McCauley, docente de Biología Marina en la Universidad de California, EE.UU., “el poliestireno genera dos clases de problemas para los animales marinos: mecánicos y biológicos”.

Según la revista Ximetrika, (2019) menciona que “en 1960 se descubrió en Noruega que el poliestireno expandido es adecuado para el sector de ingeniería civil. Por lo que el efecto aislante evita que se congele el subsuelo eliminando así los



problemas subsiguientes del deshielo”. Por otro lado, las propiedades de resistencia mecánica y de cohesión hacen que sea material apto para la construcción de edificaciones, por su gran resistencia vertical y horizontal.

A nivel nacional según Peru, (2018), menciona que el poliestireno expandido está presente en nuestro día a día desde el recipiente de nuestras alimentos y productos en los supermercados. Y pese a ello el mercado global no permite el reciclaje de poliestireno expandido, por falta de conocimiento para ser reusado, especialmente como material de construcción y a la vez aprovechar su tiempo de degradación.

A nivel local según Lapa Ramos, (2020) menciona que los desechos de poliestireno expandido, son desechados en varios lugares (ríos, descampados, etc.) por lo que son identificados como basurales no autorizados, contaminando agresivamente el medio ambiente.

En ese sentido, como propuesta de solución para aminorar la contaminación al medio ambiente a causa de los desechos del poliestireno expandido, se busca investigar, implementar y aplicar nuevas tecnologías del concreto con el uso del poliestireno expandido, ya que se viene construyendo con este material en diferentes presentaciones como el uso en losas aligeradas tales como prelosas y bloques de poliestireno, etc. La propuesta de solución consiste en aprovechar estos materiales, adicionando en las mezclas de concreto para la construcción de losas aligeradas. Por lo que se plantea evaluar las propiedades físicas y las propiedades mecánicas del concreto tradicional de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> con adición de poliestireno expandido con porcentajes de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% para determinar si cumple con la resistencia requerida, puesto que el poliestireno expandido presenta propiedades térmicas y acústicas favorables además que su peso es muy liviano.

## **1.2. Delimitación del problema**

### **1.2.1. Espacial**

El desarrollo de la presente tesis fue a nivel de laboratorio el cual está ubicado en el distrito de Chilca, provincia de Huancayo del departamento de Junín.



Figura 1: Ubicación del laboratorio

Fuente: Google Earth (2020).

### 1.2.2. Temporal

El desarrollo de la presente investigación fue ejecutado entre los meses de enero a abril del 2021.

### 1.2.3. Económica

Los gastos para la ejecución de la presente investigación fueron asumidos en su totalidad por la investigadora.

## 1.3. Formulación del problema

### 1.3.1. Problema general

¿Cómo varían las propiedades del concreto con adición de poliestireno expandido para su uso en losas aligeradas?

### 1.3.2. Problemas específicos

- a) ¿De qué manera las propiedades físicas del concreto se modifican al adicionar poliestireno expandido para su uso en losas aligeradas?
- b) ¿En qué medida las propiedades mecánicas del concreto varían al utilizar poliestireno expandido para su uso en losas aligeradas?

## **1.4. Justificación de la investigación**

### **1.4.1. Justificación práctica**

Según Carrasco Díaz, (2005) “Se considera cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema o, por lo menos propone estrategias que al aplicarse que contribuirían a resolverlo.

Se justifica que, gracias al aporte de esta presente investigación se podrá reducir el problema de contaminación producido por los residuos del poliestireno expandido y así mejorar la calidad de vida de la población. Por lo que planteo dosificar un concreto simple con adición de poliestireno expandido, para evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto con adición de poliestireno expandido en un 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.10%, por lo que se realizó los ensayos en el laboratorio, según el manual de ensayo de materiales.

### **1.4.2. Justificación teórica**

La justificación teórica se da cuando el propósito del estudio genera reflexión y debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, contrastar resultados o hacer epistemología del conocimiento existente. Méndez Álvarez, (2020)

La justificación teórica de la presente investigación está basada en el análisis de los conocimientos adquiridos e información obtenida de revistas, libros, investigaciones, sitios web, entre otras, lo cual nos permite incrementar más información y obtener resultados claros y verídicos del aprovechamiento del poliestireno expandido en la adición al concreto para su uso en losas aligeradas.

### **1.4.3. Justificación metodológica**

El desarrollo de esta investigación presenta justificación metodológica, debido a que mediante su desarrollo se ha logrado establecer un concreto con óptimas características, lográndose así determinar el procedimiento o método adecuado para establecer este porcentaje, a fin de que pueda ser aplicado en futuras investigaciones.

## **1.5. Objetivos de la investigación**

### **1.5.1. Objetivo general**

Evaluar las propiedades del concreto con adición del poliestireno expandido para su uso en losas aligeradas.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar de qué manera las propiedades físicas del concreto se modifican al adicionar poliestireno expandido para su uso en losas aligeradas.
- b) Establecer en qué medida las propiedades mecánicas del concreto varían al utilizar poliestireno expandido para su uso en losas aligeradas.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes nacionales

Bustamante Medina, y otros, (2018) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado”, el cual fija como **objetivo general:** Evaluar las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado, empleando la **metodología:** En el presente trabajo de investigación es aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** El asentamiento en la muestra M1, M2, M3 y M4 es de 3 plg, 3 plg, 4 ¼ plg y 6plg, la cantidad de aire para el concreto convencional es de 5% a 7% y con la adición de poliestireno expandido la resistencia llega a un rango de 7-10.9 % el módulo de ruptura que varían desde los 41 kg/cm<sup>2</sup> (583 psi) hasta los 50 kg/cm<sup>2</sup> (711 psi) a 28 días dependiendo de la utilización en la que vayan a tener, en el caso de los concretos alivianados este valor es menor, y finalmente **concluyo:** La presencia de aditivos evita la segregación del poliestireno, el cual tiende a segregarse por ser un material menos denso.

Rodríguez Chico, (2018) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural-Cajamarca”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques de concreto liviano a base de poliestireno expandido, empleando la **metodología:** En el presente trabajo de investigación es aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** Se elaborará probetas estándar de concreto liviano a base de poliestireno expandido en moldes cúbicos obteniendo propiedades del concreto liviano en estado fresco y endurecido, para lograr medir la resistencia a la compresión a los 7, 14 y 28 días para las dosificaciones de: 1200 kg/m<sup>3</sup>, 1400 kg/m<sup>3</sup> y 1600 kg/m<sup>3</sup> en donde se variará la relación a/c para llegar a una dosificación óptima, y finalmente **concluyo:** Que la dosificación óptima para lograr las características deseadas del bloque de concreto, fue la denominada CLP-1600 para la densidad aparente de 1600 [kg/m<sup>3</sup>], con una resistencia a la compresión promedio de 62.75 kg/cm<sup>2</sup> y un porcentaje de absorción de 7.70.

Chuquilin García, (2018) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Influencia del porcentaje de perlas de poliestireno sobre peso unitario, resistencia a compresión y asentamiento en un concreto liviano estructural para losas aligeradas, Trujillo 2018”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar la influencia del porcentaje de perlas de poliestireno sobre el peso unitario, resistencia a la compresión y asentamiento en un concreto liviano estructural para losas aligeradas, empleando la **metodología:** En el presente trabajo de investigación es científica con un diseño de investigación cuasi-experimental, obteniendo como **resultado:** Para el concreto convencional, se obtuvo un asentamiento de 80 mm, un peso unitario de 2430 kg/m<sup>3</sup> y una resistencia a compresión de 283 kg/cm<sup>2</sup> . Por otro lado, el concreto con porcentajes de poliestireno, presentó reducciones en el peso unitario promedio y la resistencia a la compresión promedio, finalmente **concluyo:** Que se comprueba que, a mayores porcentajes de perlas de poliestireno, la resistencia a compresión y el peso unitario disminuyen, mientras que el asentamiento aumenta.

Chavez Valerio, (2019) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Influencia del poliestireno expandido reciclado y la fibra de polipropileno en la resistencia a

la compresión del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar la influencia del poliestireno expandido reciclado y la fibra polipropileno en la resistencia a compresión del concreto  $f'c$  de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , empleando la **metodología:** En el presente trabajo de investigación es de tipo no experimental – correlacional con un diseño de investigación correlacional, obteniendo como **resultado:** La resistencia a la compresión ( $f'c$ ) en un periodo de 7 días en el concreto convencional y el CC + 0.11% de poliestireno expandido llegan a un  $165.24 \text{ kg/cm}^2$  y  $153.18 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, en un periodo de 14 días,  $192.92 \text{ kg/cm}^2$  y  $182.51 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, en un período de 28 días,  $223.39 \text{ kg/cm}^2$  y  $204.99 \text{ kg/cm}^2$ , y finalmente **concluyo:** Adicionar poliestireno expandido y fibras de polipropileno al concreto este tubo pequeños incrementos en su resistencia a la compresión.

Lapa Ramos, (2020) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Efecto de poliestireno expandido en las propiedades físicas mecánicas de la unidad de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar el efecto que produce el poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo, empleando la **metodología:** En el presente trabajo de investigación es de tipo aplicado o tecnológico con un diseño de investigación correlacional, obteniendo como **resultado:** Que la resistencia a la compresión de las unidades; en la dosificación R 0.6 – EPS 20 se obtuvo un valor de  $77.77 \text{ kg/cm}^2$  clasificando a la unidad de concreto como tipo II y para la dosificación R 0.8 – EPS 40 se obtuvo un valor de  $31.24 \text{ kg/cm}^2$  lo que determinó su clasificación a unidades no estructurales, y finalmente **concluyo:** El uso de perlas de poliestireno expandido en una mezcla de concreto reacciona de manera estable y afecta favorablemente a las propiedades físicas como variación de las dimensiones de la unidad de concreto, alabeo, succión, absorción y densidad.

### 2.1.2. Antecedentes internacionales

Cofre Alvarado, (2018) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Bovedillas de EPS (Poliestireno expandido)”: Una alternativa para la construcción de losas prefabricadas”, el cual fija como **objetivo general:** Presentar un nuevo tipo de material para la construcción de losas prefabricadas llamado bovedilla,

fabricada con EPS (poliestireno expandido), de amplio uso en otros países, pero poco conocida en el nuestro, empleando la **metodología:** En el presente trabajo de investigación es de tipo experimental, obteniendo como **resultado:** Que en el estudio comparativo se tiene las dos opciones y se logra apreciar el menor costo en la fabricación de la losa en la cual incluyen los elementos prefabricados ya conocidos sin embargo también influye de gran manera el mayor rendimiento de la mano de obra en el caso de la losa con bovedillas , y finalmente **concluyo:** Que de acuerdo con lo analizado se logra ver que es poliestireno expandido (EPS) es un buen material para la construcción de las bovedillas.

Herrera Góngora, (2018) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de un mortero aligerado con partículas de poliestireno expandido (EPS) de reciclaje para recubrimientos en muros y techos”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar las propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de un mortero aligerado con partículas de EPS de reciclaje en diferentes granulometrías y proporciones, para identificar la mejor relación de propiedades físico-mecánicas, empleando la **metodología:** En el presente trabajo de investigación es de tipo experimental, obteniendo como **resultado:** Que los valores de resistencia mecánica a compresión son obtenidos y van desde 5 MPa a 13 MPa, lo cual satisface la resistencia requerida para los morteros de recubrimiento. Los valores de aislamiento térmico mostraron mejoras de hasta un 40% aproximadamente para las formulaciones con alto contenido de EPS, y finalmente **concluyo:** Que se debe utilizar correctamente los residuos del EPS como agregado en un mortero para obtener beneficios de aislamiento térmico y acústico.

Lituma Vicuña, y otros, (2018) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Influencia de las perlas de poliestireno expandido (EPS) en el peso y en la resistencia a compresión del hormigón”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar la influencia de la sustitución total y parcial del árido fino por perlas de poliestireno expandido (EPS) en la masa del hormigón para reducir su peso y evaluar el comportamiento de la resistencia a compresión, empleando la **metodología:** En el presente trabajo de investigación es de diseño experimental, obteniendo como **resultado:** La disminución en la resistencia a compresión del hormigón a medida que incrementa el porcentaje de sustitución de arena por



EPS. Para los porcentajes de sustitución de 30%, 45%, 60%, 75%, 90% y 100%, por lo que se observaron respectivamente disminuciones del 2.84%, 4.28%, 7.52%, 14.73%, 17.58% y 19.08% de la resistencia del hormigón del peso normal, finalmente **concluyo:** Que el poliestireno expandido se proyecta como una alternativa viable para la producción de hormigones ligeros no estructurales y estructurales.

Silvestre Gutierrez, (2019) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Análisis del concreto con poliestireno expandido como aditivo para aligerar elementos estructurales”, el cual fija como **objetivo general:** Determinar el comportamiento de mezclas de concretos con poliestireno expandido, con el fin de aplicarlas en la reducción de las cargas muertas en estructuras y obtener simultáneamente un ahorro en el costo de las mismas, empleando la **metodología:** En el presente trabajo de investigación es de tipo experimental, obteniendo como **resultado:** Que por lo general los cilindros estarán en el tanque durante un tiempo de 7, 14 y 28 días en los que cumplidos estos tiempos se someterán a pruebas de compresión; a los 28 días el concreto debió haber alcanzado su resistencia máxima, y finalmente **concluyo:** La hipótesis planteada no cumple los parámetros establecidos por medio de la investigación, debido a la disminución de la resistencia al aumentar la adición de porcentaje de poliestileno expandido.

Torres Chamba, y otros, (2019) presento la tesis de pregrado **Titulado:** “Comportamiento de losas alivianadas de hormigón tradicional y mezclado con poliestireno expandido”, el cual fija como **objetivo general:** Comparar el comportamiento del hormigón tradicional con el hormigón que tenga en su mezcla un porcentaje de poliestireno expandido para el establecimiento de una adecuada dosificación en el diseño de un concreto alivianado, empleando la **metodología:** En el presente trabajo de investigación es de tipo experimental, obteniendo como **resultado:** Que se realizó el comparativo de losas alivianadas de hormigón tradicional de 240 kg/cm<sup>2</sup>. Utilizando perlas de poliestireno expandido para el 2% sustituyendo la arena se llegó a una resistencia de 181.41 kg/cm<sup>2</sup>, teniendo una diferencia de 58.59 kg/cm<sup>2</sup> según el modelo de diseño de hormigón armado en el sistema tradicional, y finalmente **concluyo:** Que a mayor porcentaje de poliestireno expandido con arena se obtiene un hormigón muy

liviano por consiguiente con una resistencia baja siendo el modelo de diseño investigado de 240 kg/cm<sup>2</sup>.

## **2.2. Bases teóricas o científicas**

### **2.2.1. Concreto simple**

De acuerdo con las investigaciones del autor Paulino Fierro, y otros, (2017), al concreto se le define como aquel que es mejor que una mezcla donde presenta algunos compuestos que se logran dividir en grupos entre ellos tenemos a los áridos y la pasta; el primer grupo está compuesto por agregado fino que es la arena y el agregado grueso que es la piedra chancada, durante el proceso de la pasta que está preparada como el cemento portland y agua, por otro lado la mezcla de algunos componentes se ocasionan algunas reacciones químicas que existe en la relación del agua y el cemento por lo que al juntarse con los áridos se logran obtener una masa por lo que se llega a formar y endurecer adecuadamente, durante el tiempo y es por ello que se le conoce como fraguado, sin embargo se da algunas situaciones donde al concreto se le incrementan aditivos para añadir propiedades suplementarias a la mezcla, el manejo de estos depende de algunas intenciones del proyecto a realizarse.

#### **2.2.1.1. Componentes del concreto simple**

Para Paulino Fierro, y otros, (2017) los componentes se definen como aquellos materiales de mucha importancia en la que describe a cada uno para la elaboración del concreto, nos menciona a continuación.

##### **a) Cemento portland**

Es aquel material que se define como un tipo conglomerante, por lo que se logra tener a través de la realización del Clinker, teniendo la calcinación de algunos minerales calcáreos, por lo que entre los de máxima proporción se hallan la caliza, la alúmina y sílice, entre los cuales con anterioridad se logran chancar y mezclar para ser calentados con elevadas temperaturas incrementando el porcentaje de yeso para así lograr el mejoramiento de sus características. La elaboración

del cemento se logra añadir algún mineral con el fin de incrementar algunas propiedades al material resultado, las normas que se nombran algunos de los requisitos son del tipo I, II, III, IV Y V; por lo que algunas de sus indicaciones del funcionamiento y las incrementaciones del concreto por lo que son por la N.T.P 334.009, N.T.P 334.082, N.T.P 334.090 respectivamente. (pág. 21)

Tabla 1: Tipos de cemento y sus aplicaciones.

Tipo	Descripción
I	Es de aplicación general, donde no se necesitan propiedades especiales.
II	Se caracteriza por su resistencia media a los sulfatos y calor de hidratación, se usa en estructuras con ambientes agresivos y en vaciados masivos.
III	Es el desarrollo rápido de resistencia con elevada temperatura de hidratación, se utiliza en climas fríos
IV	Es de poco calor de hidratación, apto para concreto masivo
V	Elevada resistencia a los sulfatos, usado en ambientes muy agresivos.

Fuente: Según lo resaltado por Quiroz y Salamanca (2006).

#### **b) Agua**

Es aquel material fundamental para la realización del concreto debido a dos importantes funciones por lo cual presenta: Responder químicamente con el cemento para lograr hidratarlo y proceder como aquel lubricante para el mejoramiento de trabajabilidad, se logra obtener un control por encima de la cantidad de agua que llegará a ser fundamental para agregar a la mezcla para así tener aquel material que soporta que se realiza con los requisitos adecuados, por otra parte el control está obtenido por la relación que existe entre el agua y cemento; aquel parámetro que se logra tener con dominio respecto a la resistencia, retracción del concreto y durabilidad; de no lograrse

obtener el control correcto, se podría tener un concreto endurecido con poca resistencia. Por otra parte, es fundamental obtener algunos conocimientos que se refiere a la composición del agua a usar en la dicha mezcla, logrando que se contenga algunas sustancias dañinas para el concreto. (pág. 22)

Tabla 2: Requisitos para el agua de mezcla.

Sustancias disueltas	Valor máximo admisible (partes por millón)
Cloruros	300
Sulfatos	300
Sales de magnesio	150
Sales solubles	150
PH	Mayor a 7
Sólidos en suspensión	1500
Materia Orgánica	10

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 339.0887.

Tabla 3: Requisitos para el agua de mezcla.

Sustancias disueltas	Valor máximo admisible
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H.	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: Norma Técnica Peruana NTP 339.0887.

### c) Agregados

Son aquellos elementos que se encuentran compuestos por agregado fino entre ellas la arena y el agregado grueso que es la grava, llenan en un aproximado de 60%-75% del volumen total del concreto. Es fundamental conocer adecuadamente el material debido a que varios de los materiales se logran contener algunas sustancias perniciosas para el concreto, los áridos están compuestos por aquellos fragmentos que tengan una resistencia mecánica y algunas especificaciones de exposición correctamente, la clasificación de los áridos de acuerdo a la norma técnica peruana la N.T.P 400.011 son de tipo fino y grueso, algunos son de tipo fino y grueso, por lo que algunos están definidos de acuerdo con el ensayo de granulometría que es desarrollado al material con respecto a la N.T.P 400.037. Por lo las arenas se encuentran dentro de los agregados finos, ya sea de forma natural o artificial en la que pasan por el tamiz 3/8" y se retiene en el tamiz N°20, debido a que dentro de los agregados gruesos se encuentran las piedras chancadas que se retienen en el tamiz N°4, algunos de los porcentajes que pasan por cada tamiz de acuerdo con el ensayo de granulometría para el árido grueso. (pág. 22)

Tabla 4: Volumen de aire atrapado para el agregado fino.

Tamaño máximo nominal	Aire atrapado
3/8 "	3.0%
1/2 "	2.5%
3/4 "	2.0%
1 "	1.5%
1 1/2 "	1.0%
2 "	0.5%
3 "	0.3%
6 "	0.2%

Fuente: N.T.P 400.037 2014.

Tabla 5: Sustancias perjudiciales para el agregado fino.

Sustancias perjudiciales	%
Terrones de arcilla y partículas desmenuzables	3.0%
Material más fino (malla 75 $\mu$ m)	
Cuando es concreto sujeto a abrasión	3.0%
Otros concretos	5.0%
Carbón	
Cuando la apariencia del concreto (superficial) es importante	0.5%
Otros	1.0%

Fuente: N.T.P 400.037 2014.

Tabla 6: Sustancias perjudiciales para el agregado grueso.

Sustancias perjudiciales	%
Arcilla	0.25%
Partículas inconsistentes	5.0%
Material más fino (malla 75 $\mu$ m)	1.0%
Carbón	
Cuando la apariencia del concreto (superficial) es importante	0.5%
Otros	1.0%

Fuente: N.T.P 400.037 2014.

Tabla 7: Partículas dificultosas para el agregado grueso.

De acuerdo a su procedencia	Agregados naturales	Son aquellos que forman procesos geológicos.
	Agregados artificiales	Se refiere a productos secundarios que remplazan a los áridos naturales. Por ejemplo los áridos artificiales son: el concreto reciclado, piedra chancada, la arcilla horneada, escoria metalúrgica, entre otros.
	Piedra triturada	Producto de triturar rocas, o pedruscos (también piedras artificialmente boleadas), estas presentan aristas bien definidas, producto de la trituración.
	Escoria siderúrgica	Se refiere a restos minerales (no metálicos), son fundamentalmente aluminosilicatos de calcio, silicatos, etc., estos son generados con la obtención de hierro.
De acuerdo a la dimensión	Agregado grueso	Áridos que son retenidos en su mayoría por el tamiz N°4. La grava es considerada como el árido grueso, esta se genera a consecuencia de la trituración de las rocas o de la desintegración y/o abrasión de las mismas.
	Agregado fino	Hace referencia a la arena como agregado fino que es producto, del proceso de abrasión y/o desintegración de la roca de forma natural.

Fuente: Quiroz y Salamanca (2006).

#### d) Aditivos

Son aquellas sustancias químicas en la cual se incrementan a lo largo de la elaboración del mezclado del concreto, llegando a una conclusión de cambiar algunas propiedades del mismo. Se presentan algunas situaciones donde el colocado del vaciado del concreto no es favorable ya que es causado por el clima ya sea un lugar frío o cálido, es decir que es necesario alcanzar resistencias tempranas o cambiar la relación que existe entre al agua y el cemento, por lo que se considera el empleo de diversos aditivos por lo que llega a mejorar algunas propiedades tales como la trabajabilidad (consistencia), durabilidad, o resistencia mecánica del concreto. Por otra parte, las dosificaciones varían en relación al peso del cemento, en ese marco algunos de los aditivos los más usados, según Paulino Fierro, y otros, (2017 pág. 24) son los siguientes:

- **Juntas de aire**

Es aquel aditivo en la que incrementan durante el proceso del mezclado para realizar burbujas de aire preservando opuesta por los daños que son provocados por el deshielo o la congelación, también disminuye la segregación de las partículas y la exudación.

- **Acelerantes**

Es aquel agente que disminuye el comienzo del ciclo de fragua del concreto para lograr tempranamente una resistencia mecánica más elevada, usando en obras donde es necesario el rápido uso de los elementos estructurales ante las cargas o la eliminación de moldes.

- **Retardantes**

Es aquel aditivo en la que es considerable aplazar el tiempo de fragua inicial del concreto por tiempo considerable (1 hora a más), esta clase de aditivo es aplicable en zonas que presenta elevada temperatura ambiental o en superficies enormes para lograr un tiempo de vaciado mayor, además se logra reducir el agua.

- **Reductores de agua**

Es aquel aditivo que es utilizado con un fin de reducir la participación de agua en la mezcla de concreto para tener una máxima resistencia mecánica y de tal manera tener asentamientos más elevados con una cantidad igual de agua, tal sea el caso de obtener un concreto bombeado, también lograr obtener una máxima trabajabilidad en vaciados.

- **Reductor de agua de elevado rango**

Es un aditivo de tipo especial para reducir el agua, nombrado además superplastificantes, este material disminuye entre el 12 al 25% la participación del agua logrando tener un concreto con resistencia elevada, de tal manera que disminuye la permeabilidad en el mismo y así logra el mejoramiento del asentamiento en el concreto en la cual genera una mezcla en la que no es necesario incrementar el agua. (págs. 24-25)



### **2.2.1.2. Propiedades del concreto simple**

Según Bustamante Medina, y otros, (2014), se menciona las propiedades fundamentales del concreto durante el estado fresco y estas son:

#### **a) Trabajabilidad**

Es aquel que tiene el máximo o mínimo trabajo de llegar al concreto en un estado fresco por lo que, en algunos durante el transcurso de la elaboración del mezclado, del transporte, de la colocación y su compactación. Siendo la mejor manera y la más sencilla para la medición de la “trabajabilidad” es a través de “la prueba del slump”, por lo que algunos instrumentos que necesitan son la plancha base, el cono de Abrams y una varilla metálica, por lo que la prueba se encarga de la medición de la diferencia de altura de la muestra de concreto con la del molde que presenta forma de cono, mientras sea mayor la diferencia, el concreto será más fluido, por lo que de igual manera cuando la diferencia sea menor el concreto será menos trabajable, es decir con poca agua. El paso inicial para realizar la prueba trata en separar aquella muestra de concreto de forma representativa, la tanda adecuada de la mezcladora, de esta forma se llena el concreto en el cono a través de las tres (3) capas y se compacta con la varilla veinticinco repeticiones para cada una, seguidamente luego se nivela el cono y se alza en forma vertical y se ubica al lado del concreto, finalmente se logra medir la altura que existe entre el concreto y el cono llegando a ubicar la varilla de forma horizontal por encima del cono. (pág. 40).

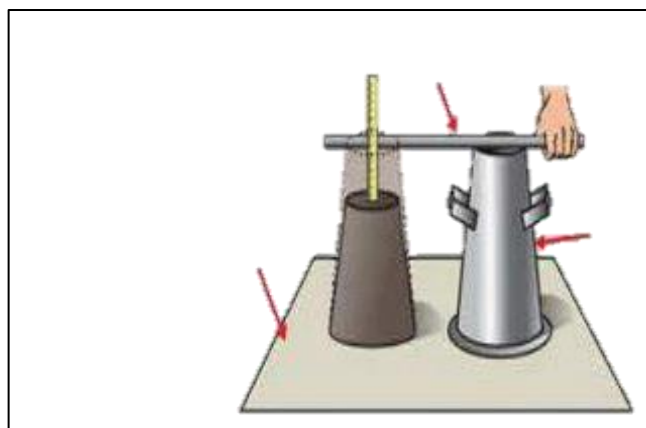


Figura 2: Ensayo de slump.

Fuente: "Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianoado con perlas de poliestireno expandido reciclado"-Bustamante Medina, Diego Martín y Díaz Salcedo, Clara Angélica - 2014.

Tabla 8: Clases de mezclas según su consistencia.

Trabajabilidad	Slump	Consistencia	Forma de compactación
Poco trabajable	0'' - 2''	Seca	Vibración estándar
Trabajable	3'' - 4''	Plástica	Chuseado, vibración leve
Muy trabajable	> 5''	Fluida	Chuseado

Fuente: Abanto Castillo (s.f.)

### b) Segregación

Se presenta cuando los áridos gruesos son demasiado pesados por lo que el agregado grueso que es la piedra chancada se divide de algunos insumos del concreto, por lo que es fundamental examinar la excedencia de la separación para no producir pésimas mezclas, de calidad baja. Esto es un ejemplo de cuando el concreto se desplaza en carretilla por una vía que presenta accidentes y es de extenso trayecto, causando que la piedra se divida, situándose en la base de la carretilla. (pág. 41).

**c) Exudación**

Es aquella que es producida, cuando la sección del agua se establece en el plano superficial del concreto, por lo que es fundamental saber examinar la exudación, con el fin de no ocasionar que el plano superficial se agote debido a su sobre concentración del agua por lo que esto es causada cuando el periodo del vibrado supera logrando que la superficie se junte una cierta cantidad de agua que excede de lo normal y por lo que es necesario destilar. (págs. 41-42).

**d) Contracción**

Se realiza cuando se logra modificaciones de volumen en el concreto, que es causado por la evaporación del agua en desperdicio, debido a las diferencias de temperatura y de humedad en el medio ambiente, por lo que es fundamental examinar la contracción, con el fin de evitar llegar a tener inconvenientes de fisuración, una de las alternativas para disminuir el problema es realizar el curado de los elementos de concreto. (pág. 42).

Las propiedades fundamentales del concreto según (Bustamante Medina, y otros, 2014 pág. 42) en el estado endurecido se mencionan a continuación:

**a) Elasticidad**

Es definido como la capacidad que se acciona flexiblemente dentro de algunos límites, en pocas palabras explica que una vez que no se encuentra en forma logra regresar a su forma normal y original. (pág. 42).

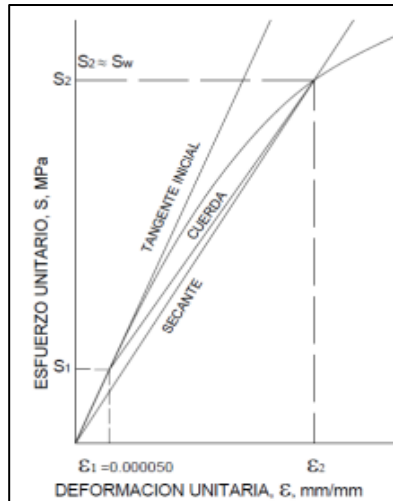


Figura 3: Curva de esfuerzo vs deformación del concreto.

Fuente: Quiroz Crespo et al. (2006)

### b) Resistencia

Es aquella propiedad donde la capacidad del concreto resiste algunas cargas en las que son aplicables, es por ello que cuando se desenvuelva la resistencia adecuada en los planos, tiene que elaborarse con un cemento y áridos de buenos atributos. También se logra teniendo un transporte rápido, un colocado, el curado y vibrado favorables. (pág. 42)

#### ▪ Parámetros de resistencia del concreto

De acuerdo con (Silvestre Gutiérrez, 2015) la resistencia mecánica a la compresión se diferencia con los parámetros mencionados a continuación:

#### - Relación agua-cemento

Es aquel parámetro en la que presenta un predominio de la resistencia, en la cual la durabilidad de tal manera que los índices de la retracción y de la fluencia. Además, se calcula las dosificaciones de la pasta endurecida por lo que la correlación que existe entre el agua y el cemento va creciendo cuando asciende la participación del agua y descende cuando asciende la participación de cemento por lo que en algunas situaciones cuanto más menor sea la relación de agua con respecto al cemento, son

demasiados favorables por lo que son las propiedades de la pasta endurecida. (pág. 21)

- **Tamaño máximo nominal del agregado**

El tamaño a escoger es aquel que para cuestiones de diseño de mezcla del concreto hace entender a la dimensión y aspecto del elemento del concreto. (pág. 21)

- **Condiciones ambientales, humedad en el proceso del curado**

El proceso de curado se define como aquel sustento del correcto de la humedad y de la temperatura a edades tempranas del concreto, por lo que de una manera se logre determinar algunas propiedades en la cual se diseña la mezcla de concreto, el curado empieza luego del colocado y del acabado, de forma que el concreto se logre determinar la resistencia mecánica adecuada, sin la provisión de humedad favorable, algunos de los materiales cementantes en el concreto, reaccionan de forma deficiente, desarrollando los elementos con baja calidad. (pág. 21)

- **Edades del concreto**

Durante el proceso del curado de los elementos de concreto, es importante asegurar que no se provoquen inconvenientes en la resistencia esperada del concreto, siendo el tiempo recomendable considerado a los 28 días. (pág. 21)

- **Cantidad aditivo**

Es aquel porcentaje de los aditivos al incrementar a la mezcla por lo que resultara referente. (pág. 21)

### 2.2.2. Poliestireno expandido

Según (Herrera Góngora, 2018), el poliestireno expandido es aquel termoplástico más inestable de la distribución tiesa, por lo que está compuesta por el 98% de aire restringido en la cual presenta como servicio un buen aislador térmico y acústico por lo que presenta una igual estructura química que el poliestireno cristal, pero está compuesta por una concentración que varía entre el 3 al 7 % de n - pentano como aquel agente neumatógeno o ensanchador por lo que varía fundamentalmente su volumen y aquella diafanidad. En la elaboración del poliestireno expandido se emplea el procedimiento de polimerización en estado de suspensión por lo que se mezcla el estireno con agua de una manera pequeña con algunas gotas interrumpidas en la fase acuosa, es por ello que al adelantar la polimerización se logran tener algunas de las perlas de poliestireno son inmersas en aquel agente neumatógeno. Durante el transcurso del ensanchamiento se usa pentano como aquel agente extensor, por lo que este agente se distribuye en la matriz PS y así se causa un ensanchamiento al modificar la fase por la incrementación de la temperatura, se encuentra el PS en el exterior de cada una de las micelas de pentano no llegan a irse con facilidad, por otro lado, sufren el incremento del volumen para así lograr equilibrar la presión que se encuentra dentro del gas en la que sufre cambios por lo que lo soporta en que se realicen en la matriz del PS específicamente en las celdas, por lo que el procedimiento se va elaborando una temperatura que acceda el proceso de expansión. En la filtración se dividen de la fase acuosa por lo que llegan a desecarse y mediante los tamices se eligen algunas de las perlas en distintos tamaños a través de su utilización final para así lograr prepararse con algunos lubricantes que se encuentran en el exterior antes de su procedimiento. El EPS se distribuirá de una manera en que las perlas de color blanco que pasan la luz que al utilizar calor esto ocasiona que se suavice el poliestireno y aumente su dimensión, y el grado de expansión de logra examinar para así tener de 2 a 60 veces más el volumen oficial de las perlas. Por lo que se logra dividirse en la utilización de las dimensiones de las perlas con fines específicos, como lo detalla la tabla siguiente.

Tabla 9: Aplicación de las perlas según su dimensión.

Dimensión de la perla	Aplicación
0.4mm - 0.7mm	Piezas fundidas de paredes delgadas.
0.7mm – 1.0mm	Piezas fundidas de pared ancha y placas con aislamiento térmico de densidad elevada.
1.0mm – 2.0mm	Piezas con aislamiento térmico y de amortización al ruido.
> de 2.0mm	Placas con aislamiento térmico.

Fuente: “Propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de un mortero aligerado con partículas de poliestireno expandido de reciclaje para recubrimientos en muros y techos” -Herrera Góngora, Marco Antonio-2015.

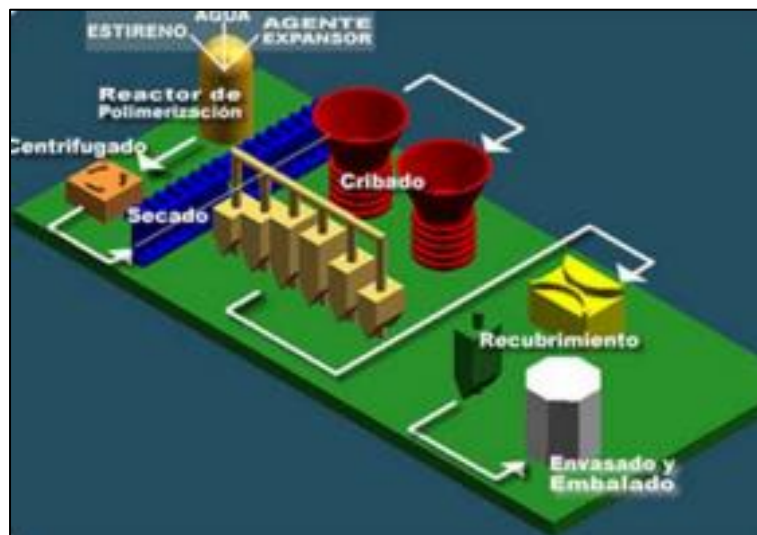


Figura 4: El proceso de poliestireno expandido.

**Fuente:** “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado”, por Bustamante Medina, y otros, (2014)

Tabla 10: Solidez del poliestireno expandido frente a sustancias rápidas.

Sustancia eficaz	Solidez
Solución de salina y agua de mar.	
Soluciones y jabones de surfactantes.	
Lejías.	
Ácidos disueltos.	Estable:
El 35% de ácido clorhídrico, el ácido nítrico al 50%.	No se rompe con una acción extensa.
Soluciones alcalinas.	
Aceites de parafina como por ejemplo la vaselina.	
Alcoholes como por ejemplo de metanol, etanol	
Ácidos masivos sin presencia de agua al 100%.	
Disolventes orgánicos tales como la acetona, esteres, entre otros.	
Hidrocarburos alifáticos cargados.	No estable: El EPS se reduce o disgrega.
Aceite de diésel.	
Carburantes.	
Aceites de silicona.	Aproximadamente estable: Es un acto prolongado que logra reducirse o ser afectada por el terreno.

Fuente: “Influencia de las perlas de poliestireno expandido (EPS) en el peso y en la resistencia a compresión del hormigón”-Lituma Vicuña, Mónica Cristina y Zhunio Cárdenas, Brígida Tatiana-2015.

### 2.2.2.1. Propiedades del poliestireno expandido

El poliestireno es aquel material aproximadamente blando y que soporta a temperatura en bajo cero sin embargo algunas de las temperaturas altas que se aproximan al 88°C que comienza a desperdiciar sus propiedades se la transición transparente, por lo que el poliestireno expandido succiona aquella energía que es causado por algunas vibraciones y golpes debido a que el agua escuadra y es mayormente inmóvil a los metales por lo que soporta a varios ácidos en la cual se dan soluciones alcalinas y salinas sin incumbir la



concentración por lo que además soporta al intemperie por lo que no se llega a podrir o no se desbarate pero al ser exhibido bajo la acción extensa de la luz ultra violetas, este es un material inflamable y de tal manera que no llegue a estar expuesto a la flama pero se presentan algunos grados importantes donde se usan retardantes a la flama por lo que soporta a los microorganismos, se presenta una densidad afectada que varía entre el 10 a 30 kg/m<sup>3</sup>. Herrera Góngora, (2018)

#### **a) Propiedades físicas**

##### **▪ Estructura**

La estructura microscópica del poliestireno expandido es demasiado extensa por lo que durante el proceso de la producción algunas de las perlas esféricas del poliestireno expandido al ser expandidas requieren aquella microestructura poliédrica en pocas palabras la perla expandida está compuesta por algunas microestructuras poliédricas donde la agrupación se asimila a los panales de las abejas, algunas estructuras poliédricas logran tener canales que se tengan en la transferencia de aire dentro de la micro estructura por lo que el tamaño de los canales depende del grado de unión ha sido necesitado durante el proceso de ampliación en los que se logra ser sujetadas las perlas, algunos de los canales desarrollan un sistema de interrelación dentro de la composición de la perla por lo que ayuda durante el procedimiento del moldeo si que las perlas logran transformarse en productos: para el contenedor, para el aislamiento y para diferentes fines. Lituma Vicuña, y otros, (2018)

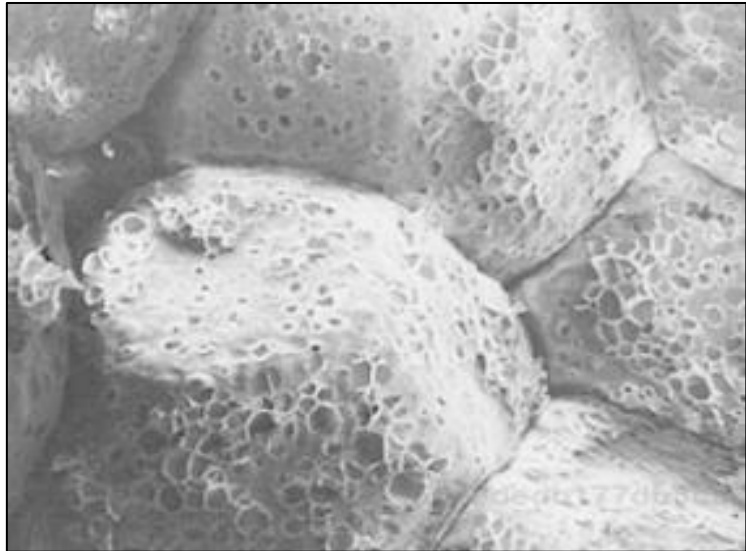


Figura 5: El proceso de poliestireno expandido.

Fuente: “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado”, por Bustamante Medina, y otros, (2014)

▪ **Densidad y dimensión**

Son unas de las características del poliestireno expandido en los que la convierte en aquella opción del agregado ultra – liviano para el concreto. (pág. 33)

Tabla 11: Clasificación del poliestireno expandido.

Clasificación	Densidad mínima	Densidad nominal
XI	12 kg/m <sup>3</sup>	12 kg/m <sup>3</sup>
I	15 kg/m <sup>3</sup>	16 kg/m <sup>3</sup>
VIII	18 kg/m <sup>3</sup>	20 kg/m <sup>3</sup>
II	22 kg/m <sup>3</sup>	24 kg/m <sup>3</sup>
IX	29 kg/m <sup>3</sup>	32 kg/m <sup>3</sup>

Fuente: “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado”, por Bustamante Medina, y otros, (2014)

Tabla 12: Dimensión de las perlas de poliestireno expandido.

Dimensión	Grado de expansión
0.8 mm a 2.5 mm	95%
0.8 mm a 1.6 mm	94%
0.4 mm a 1.0 mm	92%
0.4 mm a 0.8 mm	91%

Fuente: Baculima Bernal, (1985).

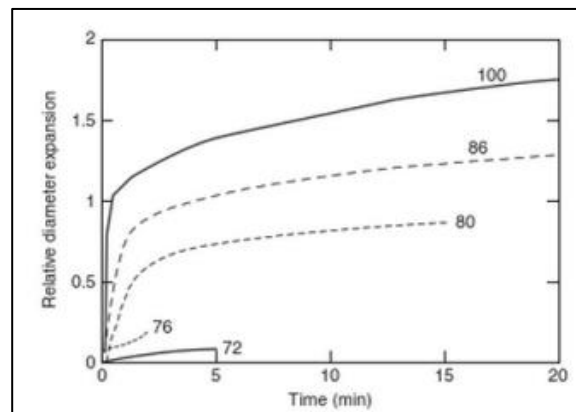


Figura 6: El proceso de poliestireno expandido.

Fuente: “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado “, por (Bustamante Medina, y otros,(2018)

#### ▪ Comportamiento mecánico

La cantidad de los productos se logran tener a base del moldeo del EPS, se convierte en el interés de comprender el soporte y comportamiento mecánico de los diferentes esfuerzos en los que se logran ser necesarios en los elementos elaborados con poliestireno expandido. Las resistencias mecánicas más analizadas del poliestireno expandido son los siguientes: (pág. 34)

- Resistencia al esfuerzo de compresión, con deformación del 10%.
- Resistencia al esfuerzo de tracción.
- Resistencia al esfuerzo de flexión.
- Resistencia al esfuerzo cortante.

Tabla 13: Propiedades del poliestireno expandido para muchas densidades.

Densidad	15 g/cm <sup>3</sup>	25 g/cm <sup>3</sup>	40 g/cm <sup>3</sup>	50 g/cm <sup>3</sup>
Resistencia al esfuerzo de tracción	200 kPa	350 kPa	600 kPa	750 kPa
Resistencia al esfuerzo de flexión	200 kPa	400 kPa	700 kPa	900 kPa
Resistencia al esfuerzo de compresión, deformación al 10%	90 kPa	180 kPa	320 kPa	400 kPa

Fuente: “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado “, por (Bustamante Medina, y otros,(2018)

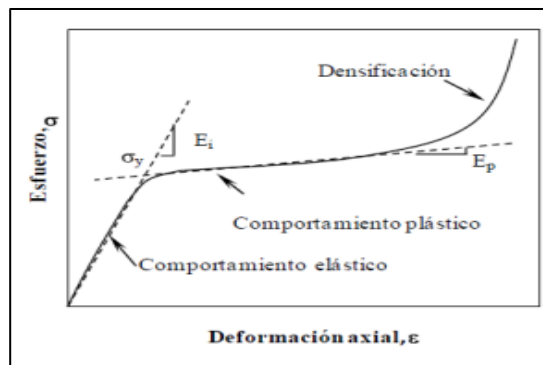


Figura 7: El comportamiento esfuerzo vs deformación del poliestireno expandido.

Fuente: “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado “, por (Bustamante Medina, y otros,(2018)

## b) Propiedades de aislamiento térmico del poliestireno expandido

El poliestireno expandido se realiza con varias esferas de poliestireno emperejiladas unas con otras y así lograr la formación de la estructura de geometría muy modificada por lo que las perlas están compuestas por aire dentro, de tal modo que dejen vacíos en el 97 al 98% de su volumen. El aire retenido en el interior de la estructura tiene como función un excelente

aislante térmico. También la densidad afectada del poliestireno expandido representa aquel parámetro fundamental que logra tener, debido a que algunas densidades aparentes bajas, la constante de conductividad térmica es aproximadamente elevada que es causada por el incremento que se realiza en la transmisión de calor a causa de la radiación que existe entre las paredes de las celdillas, pero este coeficiente de conductividad reduce adecuadamente lo que incrementa la densidad hasta 50 kg/m<sup>3</sup>, además la densidad afectada de una estructura de plástico halla la conductividad térmica del material adecuado por lo que la conducción del calor en el poliestireno expandido logra tenerse de varias maneras y estas son: (págs. 20-21)

- Transporte del aire retenido del poliestireno expandido.
- Convección por el desplazamiento de las partículas de aire.
- Radiación mediante las paredes de las celdillas.

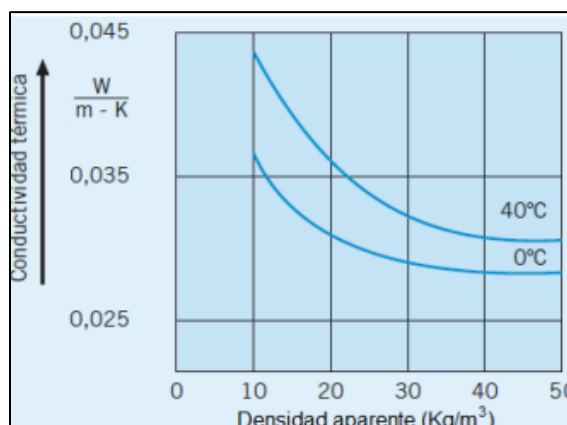


Figura 8: Constante de conductividad térmica del poliestireno expandido en relación con la densidad aparente.

Fuente: "Propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de un mortero aligerado con partículas de poliestireno expandido (EPS) de reciclaje para recubrimientos en muros y techos"- Herrera Góngora, Marco Antonio-2015.

### c) **Propiedades acústicas del poliestireno expandido**

En la utilización del poliestireno expandido como aquel aislante y absorbente acústico, es fundamental para detallar que es un material de naturaleza aislante y de naturaleza absorbente. Estos materiales con aislamiento acústico son aquellos materiales

acaparadores de buena masa e impermeables debido a que los materiales absorbentes son ligeros, permeables y con presencia de poros. Algunos de estos materiales de naturaleza aislantes, es fundamental que contengan un final superficialmente impermeable y lisa para dificultar la dispersión del ruido a través de las superficies permeables es demasiado ventajosa la terminación de cuñas con formas anecoicas como se detalla en la figura, por lo que esta estructura superficial se comporta como aquella trampa de sonido debido a que incurre por encima de la superficie de una cuña que refleja muchas veces en esa cuña. (pág. 22)

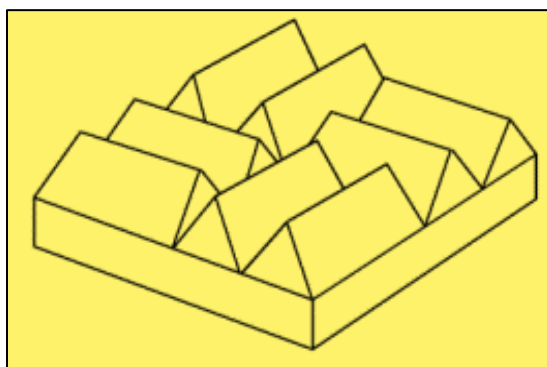


Figura 9: Muestreo del material absorbente con superficies en forma de cuñas anecoicas.

Fuente: "Propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de un mortero aligerado con partículas de poliestireno expandido (EPS) de reciclaje para recubrimientos en muros y techos" - Herrera Góngora, Marco Antonio-2015.

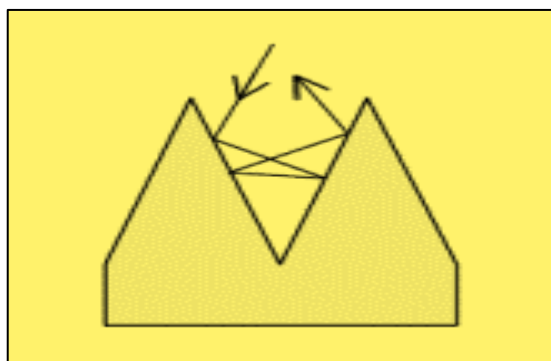


Figura 10: Mecanismo de las cuñas anecoicas de gran absorción sonora.

Fuente: "Propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de un mortero aligerado con partículas de poliestireno expandido (EPS) de reciclaje para recubrimientos en muros y techos" - Herrera Góngora, Marco Antonio-2015.

En lo general se usa como aquel material que absorbe la acústica como aislante, pero para aislar es necesario la “masa”, debido a que más pesado sea el material, se vuelve más difícil que las frecuencias sonoras tengan que hacer vibrar tal elemento. Entonces, el poliestireno expandido no es considerado como aislante acústico debido a que le falta masa y tampoco no se logra tener en cuenta como absorbente debido a que no existe permeabilidad, pero se tienen estudios donde el poliestireno expandido presenta un coeficiente de absorción acústica de 0.88. Se nombra que la capacidad de absorción acústica del poliestireno expandido depende esencialmente de su densidad fingida y que además se logra absorber sonidos con frecuencia que varía entre 3500 a 4500 Hz. (págs. 22-23)

Tabla 14: Propiedades del poliestireno expandido para muchas densidades.

Material	125	250	500	1000	2000	4000
Concreto sin pintar	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.04
Revoque de cal y arena	0.04	0.05	0.06	0.08	0.04	0.06
Madera de 5 cm de pared	0.30	0.25	0.50	0.5	0.58	0.63
Lana de vidrio de 25 mm	0.15	0.25	0.40	0.50	0.65	0.70
Lana de vidrio de 50 mm	0.25	0.45	0.70	0.80	0.85	0.85
Vidrio	0.03	0.02	0.02	0.01	0.07	0.04
Espuma de poliuretano de 50 mm	0.07	0.32	0.72	0.88	0.97	1.01

Fuente:” Propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de un mortero aligerado con partículas de poliestireno expandido (EPS) de reciclaje para recubrimientos en muros y techos” -Herrera Góngora, Marco Antonio-2015.

### 2.2.2.2. Casetón de poliestireno expandido

Para (Rivera Granados, 2017) el poliestireno expandido de elevada densidad es aquel material plástico espumado en la cual nace del poliestireno y es usado en la parte del envase y la construcción.

Tabla 15: Cualidades técnicas de los casetones de EPS.

Cualidades técnicas de los casetones de poliestireno expandido	
Dimensiones	Largo = 1.00 m Ancho = 0.75 m Espesor: 9cm, 12cm, 15cm, 20cm hasta 30cm
Peso máximo por unidad	1.01 kg (espesor = 0.09m) 1.35 kg (espesor = 0.12m) 1.68 kg (espesor = 0.15m) 2.25 kg (espesor = 0.20m)
Color	Blanco
Comportamiento físico químico	Material ignífugo y autoextinguible materia prima el poliestireno tipo F, inerte.

Fuente: Manual de instalación SENCICO

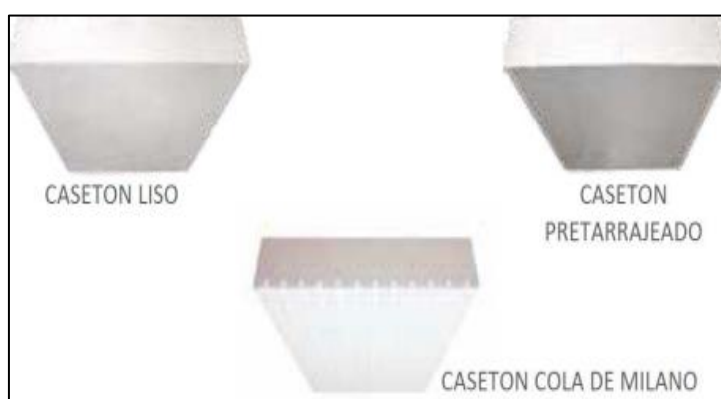


Figura 11: Tipologías de casetones de poliestireno expandido.

Fuente: Manual de instalación Vigacero

En la elaboración de estos elementos, se inicia desde compuestos de poliestireno expandido de forma de perlititas en las cuales están compuestas por un agente expansor, luego de una pre-expansión



algunas de las perlitas se logran sostener en silos de reposo y después son manejadas a las máquinas de moldeo por lo que algunas máquinas se usan energía térmica con el fin de que el agente expansor logre tener las perlitas y está se caliente y logren multiplicar su volumen de la misma manera que el polímero hace que se plastifique. En el proceso estos materiales se logran adaptar a la disposición de algunos moldes que lo incluyen. En el aspecto constructivo lo normal es la venta de las planchas en diferentes espesores y pesos por lo que los casetones son elaborados con poliestireno expandido de tipo F y que presenta una densidad igual a 15 kg/m<sup>3</sup>, además es normal la utilización de bovedillas de poliestireno expandido para la elaboración de forjados con máximo grado de aislamiento acústico. El casetón de EPS es reusable en su totalidad para así lograr formar bloques del material semejante, al igual de las materias primas de diferente clase de productos. En la obra el manejo es cómodo hasta su colocación y así no causa su aplastamiento o quiñado durante el almacenaje, desarrolla todas las instalaciones eléctricas y sanitarias de la misma con el fin de poder liberar algunas zonas donde se presenta concreto y acero. (pág. 30)



Figura 12: Realización de los casetones de elevada densidad del poliestireno expandido.

Fuente: Arco Techo Perú S.A.C.

### 2.2.2.3. Aplicaciones geotécnicas del poliestireno expandido

Una manera de catalogar algunas de las aplicaciones del poliestireno expandido en relación con el material, de acuerdo con (Horvath, 1995) el poliestireno expandido logra ser usado como aquel material de

relleno liviano, la inclusión concentrada, el control de las vibraciones y el aislante térmico como nos detalla a continuación:

**a) Material liviano para relleno**

El poliestireno expandido es aquella en la cual se le conoce principalmente como aquel material ligero, debido a que su peso es por metro cúbico a lo que se aproxima a 100 veces menor de la superficie, razón por la que es usado como aquel material de reemplazo en la construcción de terraplenes de las vías y los accesos a puentes es por ello que la capacidad de carga o de los asentamientos son considerables en la superficie de cimentación, por lo que son excedidos a causa del peso del terraplén. Algunos bloques del poliestireno expandido son usados como la sustitución secuaz o absoluta de los taludes y como aquel material de respaldar en estructuras que retienen algunos muros y estribos en donde su equilibrio está relacionada a causa del peso de la masa de la superficie terrestre. Bustamante Medina, y otros, (2014)

**b) Inclusión compresible**

En la compresibilidad de los bloques del poliestireno expandido logra diferenciarse de una forma adecuada en la que depende de la densidad del dicho material y de muchos aspectos en las que consideran el comportamiento, en los empujes laterales que son transportados a las estructurar logran disminuirse con la inclusión de bloques del poliestireno expandido que se encuentra entre la superficie terrestre y la estructura de la cimentación, es por ello que en algunas situaciones los bloques actúan como el colchón que no tiene forma va desvaneciéndose en el gran porcentaje del empuje transportado por el peso de la superficie terrestre, por lo que las sobrecargas se encuentran presentes y las fuerzas que son causadas por los sismos. Los bloques del poliestireno expandido son usados como inclusión compresible en algunas construcciones de cimentaciones superficiales que se apoyan por encima de las superficies terrestres que son expansivos y además como resguardo

de ductos de agua, combustible y gas. Bustamante Medina, y otros, (2014)

**c) Control de vibraciones**

Los bloques del poliestireno expandido llegan a ser considerables para el control de las vibraciones de elevadas frecuencias y poca amplitud de la alteración a causa de algunas características de ablandamiento debido a que el uso no logra ser estudiada de una manera descrita, los bloques del poliestireno expandido se colocan al costado de las vías o va debajo de la estructura del pavimento por lo que disminuye de manera significativa las vibraciones que son causadas por los vehículos debido a que el material actúa como la barrera reductora del desplazamiento. Bustamante Medina, y otros, (2014)

**d) Aislante térmico**

Es aquel uso más conocido en la que el EPS es aquel aislante térmico por lo que la colocación de los bloques del poliestireno expandido en la parte debajo de la estructura de un pavimento no causa el congelamiento de las capas, y todo ello es ocasionado debido a que el material está compuesto por aire, y a que presenta poca permeabilidad por lo que imposibilita al agua a nivel de la Subrasante migre hacia una forma superior de la estructura y luego se congele. (Horvath, 1995)

**2.2.2.4. Características del poliestireno expandido**

Se considera según Peña Quinchia, y otros, (2016) algunas de sus características como aquel material o elemento que representa que es fundamental dentro del campo de la Ingeniería Civil, por lo que encontramos lo siguiente:

- El poliestireno es liviano y sencillo a la hora de la realización.
- Logran resistir algunas cargas mecánicas debido a su fundamental estructura de celdas.
- Dentro del ámbito de la ingeniería civil es fundamental también que el poliestireno no se dañe por agua o la humedad

debido a la inmersión y que no se logre realizar o procesar la expansión en el material.

- Es aquel producto “monomaterial” en pocas palabras quiere decir que está compuesto por un solo material o elemento por lo que sería una gran ventaja a la hora del reciclaje.
- Presenta la capacidad de absorción de los impactos.
- Es aquel material que no causa daño para las aguas subterráneas debido a que no se desprende la sustancia.
- Es constante mecánicamente ya sea a largo o corto tiempo, por lo que el poliestireno expandido presenta un gran rango de resistencia a la compresión que va de 3.5 a 4.5 Mpa.
- Presenta baja inflamación luego de los 450°C por lo que el poliestireno produce llama,
- Presenta un elevado poder calorífico que se aproxima al 18.700 BTU8/kg y no presenta gases del grupo de los clorofluorocarbonos, lo que considera quemar de una manera constante en plantas de recuperación de energía. (pág. 27)

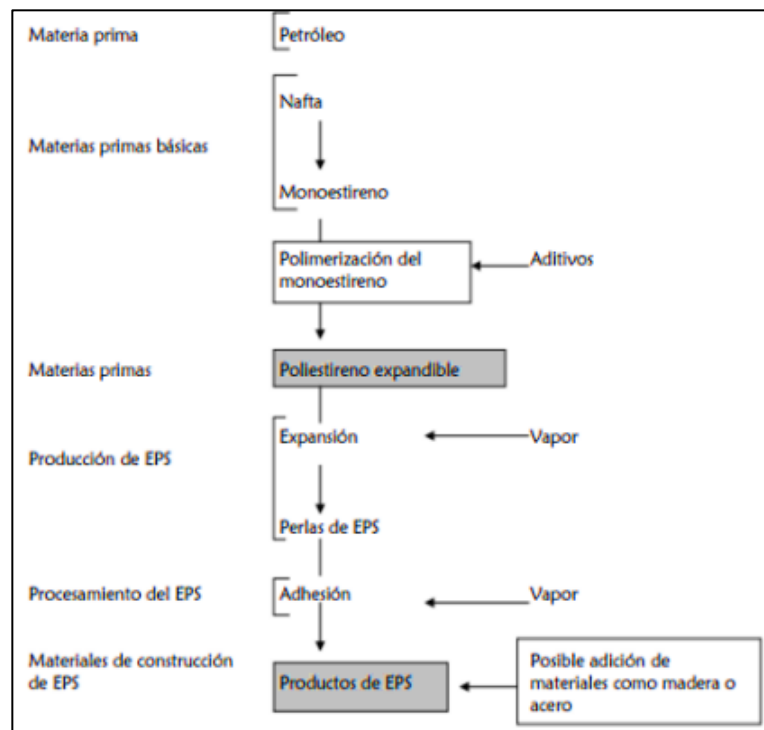


Figura 13: Proceso de producción del poliestireno expandido.

Fuente: Recopilada del documento “El EPS en la Ingeniería Civil” – ANAPE.

### 2.3. Marco conceptual

- a. **Aditivo:** Se define como agente que altera las propiedades físicas y mecánicas de cualquier insumo, además pueden ser de naturaleza química o mineral MTC (2018).
- b. **Agregado:** En conformidad al glosario de términos del MTC (2018), SE DEFINE al agregado como la composición de distintos minerales como lo son la grava o roca triturada, la arena, la escoria, etc. López Ampuero, y otros, (2017 pág. 50).
- a. **Agua:** Hace referencia al segundo elemento indispensable en la mezcla de concreto, tal importancia recae en que la precisión de su participación, con el fin no generar alteración en la hidratación requerida por el cemento, López Ampuero, y otros, (2017 pág. 46).
- b. **Análisis granulométrico:** Este tiene como finalidad, que el material constituido por partículas de distintos tamaños se mantenga dentro de un rango dado de dimensiones y que cada dimensión de las partículas esté presente en la mezcla de concreto o pavimentos requerida. Valdivia Sánchez, (2017 pág. 89)
- c. **Cemento portland:** Se precisa como el elemento de polvo mineral molido finamente con la característica de ser activo hidráulicamente, producido generalmente del calentamiento de una mixtura de elementos minerales de procedencia calcáreo o arcillosa. Apaza Hito, (2018)
- d. **Concreto simple:** Uno de los materiales usados en la construcción de forma muy frecuente, por su gran versatilidad, puesto que su aplicación va desde la construcción de edificaciones hasta proyectos ferrocarriles. Maya Parra, (2010)
- e. **Diseños de mezcla:** Es la proyección de las dosificaciones de los elementos pétreos y cementantes, componentes que son expresados por una unidad volumétrica de concreto. Absalon, y otros, (2008)
- f. **Poliestireno expandido:** Según su abreviatura en inglés se representa con “EPS” y en el ámbito nacional se le hace referencia como “Tecnopor”. Lapa Ramos, (2020)
- g. **Propiedades de las unidades de concreto:** Son aquellas características mecánicas al igual que las características físicas de las unidades de concreto por lo que se realizan procedimientos que son relacionados con la RNE E 070 para su establecer su clasificación. Lapa Ramos, (2020)
- h. **Resistencia:** Se refiere a la aptitud de un elemento o insumo de mostrar firmeza, en grado menor o mayor, ante las fuerzas o cargas a las que es sometido, sin presentar deformación alguna o en su defecto presentar rotura” MICROSÍLICE, (2016 pág. 23).

## **CAPÍTULO III**

### **HIPÓTESIS**

#### **3.1. Hipótesis**

##### **3.1.1. Hipótesis general**

Las propiedades del concreto con adición de poliestireno expandido no varían significativamente para losas aligeradas.

##### **3.1.2. Hipótesis específica**

- a) Las propiedades físicas del concreto para no se modifican de manera significativa al adicionar poliestireno expandido para losas aligeradas.
- b) Las propiedades mecánicas del concreto para losas aligeradas si varían de manera significativa al utilizar poliestireno expandido.

#### **3.2. Variables**

##### **3.2.1. Definición conceptual de las variables**

###### **a) Variable independiente (X)**

###### **Poliestireno expandido**

Según Herrera Góngora, (2018), el poliestireno expandido es aquel termoplástico más inestable de la distribución tiesa, por lo que está compuesta

por el 98% de aire restringido en la cual presenta como servicio un buen aislador térmico y acústico.

**b) Variable dependiente (Y)**

**Propiedades del concreto**

Según Bustamante Medina, y otros, (2014), dentro de las propiedades fundamentales del concreto nombra a la trabajabilidad, segregación, exudación, resistencia, consistencia entre otros, lográndose entender que para efectos de la investigación se da mayor énfasis a la trabajabilidad y consistencia.

**3.2.2. Definición operacional de la variable**

**a) Variable independiente (X)**

**Poliestireno expandido**

De acuerdo con Horvath, (1995) el poliestireno expandido logra ser usado como aquel material de relleno liviano, la inclusión concentrada, el control de las vibraciones y el aislante térmico.

**Variable Dependiente (Y)**

**Propiedades del concreto**

La propiedad del concreto se determinará en todo el proceso de endurecimiento del concreto, analizando la variabilidad de sus propiedades al transcurso del tiempo.

**3.2.3. Operacionalización de variables**

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidades	Escala				
						1	2	3	4	5
<b>Variable independiente</b> (X): Poliestireno expandido	Según Herrera Góngora (2018), el poliestireno expandido es aquel termoplástico más inestable de la distribución tiesa, por lo que está compuesta por el 98% de aire restringido en la cual presenta como servicio un buen aislador térmico y acústico.	De acuerdo con Horvath, (1995) el poliestireno expandido logra ser usado como aquel material de relleno liviano, la inclusión concentrada, el control de las vibraciones y el aislante térmico.	Gradación	Tamaño de partículas	mm		X			
			Densidad	Peso	kg		X			
				Volumen	m <sup>3</sup>		X			
			Porcentaje de adición	Adición respecto al peso del agregado fino	%				X	
<b>Variable dependiente</b> (Y): Propiedades del concreto	Según Bustamante Medina, y otros (2014), dentro de las propiedades fundamentales del concreto nombra a la trabajabilidad, segregación, exudación, resistencia, consistencia entre otros, lográndose entender que para efectos de la investigación se da mayor énfasis a la trabajabilidad y consistencia.	La propiedad del concreto se determinará en todo el proceso de endurecimiento del concreto, analizando la variabilidad de sus propiedades al transcurso del tiempo.	Propiedades físicas	Asentamiento	Pulgadas		X			
				Exudación	cm <sup>3</sup>			X		
				Contenido de aire	%			X		
				Temperatura	°C			X		
				Tiempo de fragua	minutos		X			
			Propiedades mecánicas	Resistencia a la compresión	Kg/cm <sup>2</sup>		X			
Resistencia a la tracción	mm			X						





## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA**

#### **4.1. Método de investigación**

Para el desarrollo de la investigación se utilizó el método científico, ya que según (Labajo González, 2015-2016) es aquel método no dogmático y se basa en las leyes interpretadas por el hombre y no en principios supuestamente relevados, es aquel que construye realizando relaciones entre observables y no a partir de certezas absolutas.

En la presente tesis, se iniciará la investigación con la observación de los procesos, en este caso se busca obtener información sobre la evaluación de las propiedades del concreto simple con adición de poliestireno expandido para losas aligeradas, y finalmente verificar las hipótesis planteadas y llegando finalmente a las conclusiones.

#### **4.2. Tipo de investigación**

Según Carrasco Díaz (2006), la investigación de tipo aplicada tiene la diferencia de tener como fines prácticos inmediatos perfectamente determinados, o sea, que se realiza la investigación a fin de proceder, convertir, cambiar o engendrar variaciones en un determinado aspecto del entorno real. Este tipo debe de llevarse a cabo cuidadosamente y de forma ordenada. Además, este tipo de investigación aplicada tiene como propósito fundamental, el solucionar conflictos (p.43).

Por lo tanto, la presente investigación aplicó el conocimiento establecido por las normas vigentes como la E0.60 del Reglamento Nacional de Edificaciones, el manual de ensayo de materiales (MTC, 2016), los antecedentes internacionales y nacionales, esto con la finalidad de establecer una relación o efecto entre las variables estudiadas.

#### 4.3. Nivel de la investigación

Según (Carrasco Díaz, 2005) este nivel conoce y da a conocer las causas o factores que han dado origen a la existencia y naturaleza del hecho o fenómeno en estudio.

Se llevará a cabo iniciando con los ensayos o pruebas necesarios para evaluar las propiedades del concreto con adición del poliestireno expandido para losas aligeradas, para luego al obtener los resultados y ser evaluado mediante una comparación de estos parámetros ya establecidos para que sean viables.

La investigación recae en un nivel de investigación explicativo.

#### 4.4. Diseño de la investigación

Conforme a lo sostenido por (Hernandez Sampieri, 2010), que manifiesta que la investigación con diseño experimental alcanza a comprender una, dos o más variables de naturaleza independiente y de la misma forma una, dos o más variables de naturaleza dependiente.

En la tesis se afectó la variable independiente, mediante situaciones simuladas y controladas, para determinar las consecuencias que produce la variable dependiente, en la cual evalúa las propiedades físicas y mecánicas del concreto con adición del poliestireno expandido mediante los ensayos normados realizados en laboratorio.

En ese sentido, el diseño metodológico de la investigación es, por naturaleza del estudio, un *diseño experimental*.

#### Modelo del diseño de la investigación:

$G_{exp} \times 03$

$G_{con} - 01$

#### Donde:

- ✓  $G_{exp}$  = grupo experimental
- ✓  $G_{con}$  = grupo de control

- ✓ **X** = Alteración
- ✓ - = No se aplica la alteración
- ✓ **01** = Pos prueba

## **4.5. Población y muestra**

### **4.5.1. Población**

(Valderrama Aparicio, 2013 pág. 182), define a la población como el “conjunto finito o infinito de elementos, seres o cosas, que tienen atributos o características comunes, susceptibles de ser observados”.

Se considera que la población es compuesta por un total de 250 especímenes cilíndricos de concreto.

### **4.5.2. Muestra**

(Ñaupas Paitán, 2013 pág. 246) detalla que la muestra se define como un subconjunto o fracción del universo o la población, el cual es determinado mediante diversas técnicas, no obstante siempre manteniendo en consideración de que debe conservar representatividad con respecto a la población. En otros términos, la muestra es representativa si mantiene las cualidades del universo.

La muestra se estableció, bajo el método no probabilístico, de naturaleza intencional, en la presente investigación corresponde a 36 especímenes cilíndricos de concreto con fines de ser empleada en losa aligerada en el cual se determinó el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas del concreto.

## **4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

De acuerdo Hernández Sampieri (2018) los instrumentos de medida adecuados son aquellos que logran registrar los valores perceptibles que representan de forma verdadera las variables o las conjeturas que se tiene en el sentido de la investigación.

### **4.6.1. Técnicas**

En conformidad a (Vásquez Vélez, 2011) las técnicas de recolección de datos se definen como el grupo de procedimientos o mecanismos de medios, de recursos, y de formas empleadas para acopiar, almacenar, organizar la información necesaria y desarrollada durante toda la investigación.

#### **a) Observación**

Definida como las técnicas mayormente empleadas con la capacidad de definir y establecer las propiedades físicas y mecánicas del concreto simple con adición del poliestireno expandido aplicado en losas aligeradas.

#### **b) Análisis de documentos**

El análisis de documentos empleados, son tales que, desde el comienzo del proceso investigador, tienen el fin proporcionar el sustento del mismo, con respecto al empleo de conceptos que preexisten, como ejemplo es dado lo siguiente:

- **Revisión de bibliografía**

Se empleó la revisión bibliográfica con el objeto de ahondar los conocimientos alcanzados como investigador, tal caso referente al problema de investigación y de tal manera lograr obtener el sustento ante dicho tema investigado.

#### **4.6.2. Instrumentos**

El autor (Vásquez Vélez, 2011) los define como un factor fundamental y esencial para la verificación, o sea, poseer la data con respecto de la propiedad a indagar, esta data es presentada por los medios y por los instrumentos previamente comprobados, emitiéndose que es un grupo organizado de estímulos que proporcionar resultados o pruebas sobre elemento u cualidad a evaluar.

En la presente investigación se consideró como instrumento fichas de validación (informe de opinión del juicio de experto). Ver en anexo N°03. Pág. 130 hasta 136.

#### **a) Cuestionarios**

Es aquel instrumento que involucra un grupo de interrogantes que tienen la intención de acumular, procesar y examinar la data sobre las variaciones estudiadas en la población (según la muestra), por lo que tales interrogantes pretenden alcanzar la información a través de las réplicas de los individuos de la muestra.

Tabla 16. Valores del rango de validez

De 0.53 a menos	Validez nula
De 0.54 a 0.59	Muestra una validez baja
De 0.60 a 0.65	Instrumento valido
De 0.66 a 0.71	Instrumento muy valido
<b>De 0.72 a 0.99</b>	<b>Excelente validez</b>
De 1.0	Validez perfecta

Fuente: Carrasco Díaz, (2005)

Tabla 17. Validez del contenido de los instrumentos relacionados a las variables

Nº	Grado	Nombre	Apellidos	DNI/CIP	Validez
1	Ing.	Luis	Gamarra Espinoza	42627012	<b>0.95</b>
2	Ing.	Jeannelle Sofia	Herrera Montes	20438124	<b>0.80</b>
3	Ing.	Rando	Porras Olarte	20119788	<b>0.95</b>

Fuente: Elaboración propia

La validación de los instrumentos fue realizada empleando los expertos de calificación de los expertos los que determinaron la adecuación muestra de los ítems e instrumentos. Los tres expertos llegaron a la conclusión que la ficha de validación de datos se clasifica dentro de un rango de excelente validez.

#### b) Escalas de actitudes

Es aquel tipo de instrumento en la que se cuantifica la intensidad de actitudes de manera imparcial. Para consecuentemente su edificación implicando los procesos por medio de la elección de juicios conforme a ciertas pautas, las cuales son responsables de los valores que cuantifican el nivel de rechazo o aceptación.

#### 4.7. Procesamiento de la información

El autor Giraldo Huertas (2016), ha manifestado que el procesamiento de la información mantiene la finalidad de formar agrupaciones de datos y ordenarlos de forma que proporcionen al investigador el análisis de esa información conforme a los problemas, objetivos e hipótesis de la investigación planteadas.

Posteriormente a la recolección de la información, se evaluó las propiedades físicas y mecánicas del concreto con adición del poliestireno expandido para su uso en losas aligeradas.

El paso siguiente al procesamiento de la información viene a ser el análisis de datos, proceso en el cual se establece como se examinan los resultados obtenidos y cuáles son las herramientas que serán empleadas. Esta clase de análisis de resultados es muy diversa, dependiendo de varios elementos.

#### **4.7.1. Propiedades en estado fresco**

##### **4.7.1.1. Temperatura: (ASTM C1064)**

###### **▪ Herramienta, Material y Equipo:**

- Carretilla.
- Cucharón.
- Lampa.
- Recipiente.
- Muestra de concreto.
- Dispositivo de temperatura.

###### **▪ Procedimiento:**

- Primero se verifican los instrumentos de medición de la temperatura ambiental, y se revisa el equipo de medición del concreto, comparando las lecturas tomadas con las lecturas referenciales.
- Se mide la temperatura de una mezcla de concreto en estado fresco ubicando el instrumento de medición asegurando que este embebido al menos 75 mm en la mezcla de concreto.
- Cerrando además el vacío generado al situar el instrumento, para tal sentido se hace presión de forma suave sobre el alrededor del instrumento en el plano superficial de la mezcla del concreto
- Se deja el instrumento por una duración 2min mínimamente, no obstante, no se puede sobrepasar el tiempo de 5min.
- Finalmente se distingue y se anota la lectura de la temperatura, con aproximación de 0.5 °C al valor más acercado.

#### 4.7.1.2. Asentamiento - SLUMP: (ASTM C143, NTP 339.035 y AASHTO T 119M)

##### ▪ Herramienta, Material y Equipo:

- Molde, el cual, debiendo de ser de metal, también es inexpugnable por la mezcla de concreto, la lámina debe mostrar un espesor mayor a 0.045".
- Cono de Abrams de 8" ( $\pm 1/8$ ") de diámetro en la base mayor, de 4" ( $\pm 1/8$ ") de diámetro en la base menor y de 12" ( $\pm 1/8$ " de altura.
- Varilla compactadora, de metal con acabado liso, de forma cilíndrica, de diámetro de 5/8" y con longitud de 24" aproximadamente; su extremo compactador tiene que ser de forma hemisférica con un radio de 5/16".
- Cucharón.
- Flexómetro.
- Lámina metálica plana.

##### ▪ Procedimiento:

- Primero se humedece el molde y se coloca una superficie horizontal rígida, plana, húmeda y no absorbente por lo que se sujeta con firmeza con los pies y se logra llenar con la muestra de concreto cada una de ellas de 1/3 del volumen del molde, aproximadamente 1/3 del volumen del molde que corresponde aproximadamente, a una altura de 67mm; 2/3 del volumen corresponder a una altura de 155mm.
- Segundo cada capada debe compactarse con 25 golpes de la varilla, y así distribuidos homogéneamente por encima de la sección transversal para que la capa del fondo sea fundamental inclinar livianamente la varilla dando aproximadamente la mitad de los golpes del rango establecido y así avanzar con golpes verticales en forma espiral, hacia el eje.
- Al lograr llenar la capa superior se debe apilar concreto por encima del molde antes de compactar, si al hacerlo se asienta por debajo del borde superior por lo que se debe agregar concreto adicional



para que en todo momento exista concreto por encima del molde, luego que la última capa ha sido compactada se debe alisar a ras de la superficie del concreto. El concreto del área rodea la base del cono por lo que debe ser removido para prevenir interferencia con el proceso de asentamiento, el molde debe realizarse de 2 a 5 segundos, desde que se empieza a llenar el molde hasta que se retira se debe realizar sin interrupción en un tiempo máximo de 2'30".

- Finalmente se mide con flexómetro el asentamiento de la mezcla de concreto, cuantificando la diferencia entre alturas del molde y del promedio del centro original de la base superior de la muestra.

#### **4.7.1.3. Contenido de aire: (NTP 339.083, ASTM C 231 Y AASHTO T 152)**

##### **▪ Herramienta, Material y Equipo:**

- Medidores de aire de tipo A y de tipo B.
- Recipiente con medidas.
- Cubierta.
- Vaso de calibración.
- Tubo de rociado.
- Varilla para apisonar con diámetro igual a 16 mm y con longitud aproximada de 400 mm, que cuente además con un extremo con forma redondeada.
- Plancha metálica de enrasado y palustre
- Embudo y medidor de agua
- Tamices.

##### **▪ Procedimiento**

- Colocación y compactación de la muestra, para ello se debe realizar el apisonado, el vibrado, el enrasado:
  - ✓ Para el apisonamiento se busca colocar una muestra característica del concreto, dentro del recipiente medidor, en tres capas con volumen igual aproximadamente. Siendo cada capa de concreto compactada con 25 golpes de la varilla, de forma homogéneamente distribuida por encima de la sección, luego del apisonamiento cada capa

se golpea de forma suave, en los lados una cantidad de 10-15 veces con el martillo hasta que se llenen los vacíos, manteniéndose el cuidado de no golpear la base del recipiente cuando se apisona la primera capa, mientras que al apisonar las dos capas restantes la varilla debe de penetrar 1" en la capa anteriormente de forma aproximada.

- ✓ Para la vibración, el método de compactación se aplica para el concreto de SLUMP menor a 13" y se busca colocar una muestra característica del concreto dentro del recipiente, distribuidas en dos capas de volumen similar, debiéndose de conservar el mismo transcurso de vibración, depende de la trabajabilidad de la mezcla de concreto y de la garantía de la vibración.
- ✓ Para el enrasado una vez culminada el proceso de compactación, es necesario el enrasado de la superficie del concreto, pasando la platina hasta que el plano de superficie sea completamente liso, por lo que se puede aumentar una minúscula cantidad de concreto, por último, se retira el exceso con el palustre o la cuchara para culminar el enrasado.

#### **4.7.1.4. Exudación del concreto: (NTP 339.077, ASTM C232 y AASHTO T 158)**

##### **▪ Herramienta, Material y Equipo:**

- Envase cilíndrico de 1/2 pie cúbico de capacidad aproximadamente con diámetro igual a 10" y altura de 11".
- Balanza con precisión de 0.1 lb.
- Una pipeta.
- Probeta graduada de 100 ml de capacidad.
- Varilla metálica con diámetro de 5/8" de diámetro, 24" de longitud y un extremo esférico con radio de cerca de 1/4".
- Envase metálico
- Estufa

## ▪ Procedimiento

- En el proceso de ensayo, se debe de mantener la temperatura en el rango de 18° y 24° C.
- Posteriormente al apisonado el plano superficial de la muestra, se debe anotar el tiempo y se cuantifica la masa del recipiente más la muestra.
- Colocándose el envase anterior con la muestra en un tablero o en su defecto en el piso, siempre y cuando sea exento de vibraciones, consecuentemente se cubre el envase con un elemento que no sea absorbente con el fin de mitigar la evaporación del agua de exudación.
- Manteniendo la muestra cubierta durante toda la ejecución del ensayo, exceptuando solo el momento de extracción de la exudación. Extrayendo el agua que se acumuló en la superficie, cada 10 minutos para los 40 primeros minutos que se cuentan desde el alisado de la muestra, posteriormente se extrae la exudación en intervalos de 30 minutos, hasta que se detenga la exudación.
- Con el fin de mejorar el acopio de agua exudada, se debe inclinar la muestra con 2 minutos de anticipación de cada extracción, Para esto se pone un bloque de espesor de 2” aprox. debajo de un lado del envase. Luego de la extracción del agua, debe regresarse el envase a la posición inicial sin sacudirlo.
- Posteriormente a cada extracción, se traslada el agua a una probeta con graduación de 100 mL y se toma nota del volumen acumulado del agua después de cada traslado. Únicamente puede ser obviado el procedimiento de extracción periódica, extrayéndose en una única maniobra la totalidad del agua exudada, cuando solo se busca cuantificar la exudación total.
- Con el fin de cuantificar el volumen del agua exudada, se moviliza esta (y sólidos recogidos) a un envase adecuado, donde se pesa la masa, para luego ser llevado a un horno para secar tal muestra, con el fin de pesar nuevamente el envase con muestra

seca. El volumen de la exudación se determina como la diferencia de pesos alcanzados.

#### **4.7.1.5. Tiempo de fragua: (NTP 334.006)**

##### **▪ Herramienta, Material y Equipo:**

- Penetrómetro.
- 6 agujas.
- 1 bowl.
- Varilla de 5/8”.
- Combo de goma.
- Tamiz N°4 normalizado.
- Termómetro.

##### **▪ Procedimiento:**

- Controlar la temperatura al momento del muestreo y también a temperatura ambiente.
- Tamizar la mezcla por el tamiz N°4
- Colocar mortero en el molde en una sola capa con 25 varillas y 15 golpes con el mazo de goma.
- Dejar reposar entre 3 a 4 horas en clima normal o entre 6 a 7 horas en clima frío.
- Después de pasado el tiempo prudente lecturar la primera aguja.
- De acuerdo a cómo se comporta la mezcla en cuanto a los esfuerzos podemos alternar de 30 min a 1 hora entre las lecturas.
- Finalmente terminar con la última lectura y controlar la temperatura ambiente.

#### **4.7.2. Propiedades en estado endurecido**

##### **4.7.2.1. Resistencia a la compresión: (NTP 339.034, ASTM C39 - 39M - 2005 y AASHTO T22 - 2005)**

##### **▪ Herramienta, Material y Equipo:**

- Máquina de ensayo.
- Indicador de carga.

## ▪ Procedimiento

- Este ensayo de compresión de especímenes curados en laboratorio, debe realizarse inmediatamente después de que tales especímenes hayan sido sacadas de la poza curado.
- Las muestras se deben mantener húmedas empleando el método que se considere adecuado, en el trayecto del período desde su movilización de la poza de curado hasta el momento que son sometidas a ensayo.
- Todos los especímenes de una edad determinada, se deben romper dentro de las tolerancias indicadas según el detalle de la siguiente tabla:

Tabla 18: Tolerancias de edad en ensayo de las muestras.

Edad del Ensayo	Edad del Ensayo (horas / %)
12 h	$\pm 0.25 / 2.10$
24 h	$\pm 0.5 / 2.10$
3 días	$\pm 2 / 2.28$
7 días	$\pm 6 / 3.60$
28 días	$\pm 20 / 3.00$
56 días	$\pm 40 / 3.00$
90 días	$\pm 48 / 2.20$

Fuente: MTC - "Manual de Ensayo de Materiales"- 2016

- Colocándose el dispositivo de carga en la base sobre la plataforma del equipo de rotura, exactamente debajo del dispositivo superior, tales dispositivos deben de ser limpiados con la ayuda de un paño, para colocar la muestra sobre el centro dispositivo en la base.
- Se aplica la carga continuamente sin golpes bruscos.
- Si la resistencia determinada es considerablemente menor a la esperada, se debe inspeccionar la muestra roturada en búsqueda de zonas de vacíos o que evidencien segregación. O en su defecto, si la grieta está atravesando las partículas de agregado grueso, verificando además las condiciones del refrentado.

## **CAPÍTULO V**

### **RESULTADOS**

Este capítulo tiene como objetivo presentar los resultados alcanzados, en relación a las propiedades físico-mecánicas del concreto con la adición de poliestireno expandido en las participaciones de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% para concreto simple, en estado fresco (trabajabilidad, temperatura, contenido de aire, tiempo de fragua y exudación) y en estado endurecido (resistencia al esfuerzo de compresión y módulo de elasticidad del concreto). De los concreto convencional y con adicción de poliestireno expandido.

#### **5.1. Granulometría de agregados**

Para los materiales que han sido utilizados en la mezcla de concreto han tenido origen en la cantera de Pilcomayo en la provincia de Huancayo en el departamento de Junín y han cumplido con ciertos aspectos tanto en sus propiedades como en la calidad de los materiales, para lo cual se realizó el análisis granulométrico de los agregados dándonos así el módulo de fineza del agregado fino y grueso y el tamaño nominal del agregado grueso. De esta manera se obtuvo los siguientes datos mediante el método de análisis granulométrico por tamizado tanto para los agregados finos como para los gruesos que se ha realizado según la NTP 400.012.

De tal forma se realizó la tabla N°19, donde se especifican los resultados que se han obtenido después de haber realizado el análisis granulométrico por tamizado que corresponde al agregado fino, en el cual se analizó la curva granulométrica, como también demarcaciones en los que el material debe mantenerse, correspondiente a tal gradación que se observa desde la malla N°100 hasta el tamiz de 3/8” que en conformidad a la NTP 400.037. Obteniéndose como resultado el módulo de fineza igual a 2.67.

Tabla 19: Granulometría del agregado fino

<b>Granulometría del agregado fino</b>		
<b>Tamiz</b>	<b>Pasante</b>	<b>Gradación (NTP 400.037)</b>
½”	100.00%	
3/8”	100.00%	100%
N°4	100.00%	95% a 100%
N°8	87.26%	80% a 100%
N°16	76.82%	50% a 85%
N°30	51.43%	25% a 60%
N°50	14.07%	5% a 30%
N°100	3.02%	0% a 10%
N°200	3.02%	
Pasante	0.00%	
<b>Módulo de fineza</b>		<b>2.67</b>

Fuente: Elaboración propia

De igual manera, también se ha realizado la tabla N°20, que ha permitido analizar el análisis granulométrico del agregado grueso, el cual nos ha indicado que corresponde al huso 56, donde se muestra el pasante de la malla N°4 hasta el tamiz 1 ½” como nos indica la norma NTP 400.037, la curva granulométrica yace adentro de las limitaciones que se establecen, el material presento un módulo de fineza igual a 7.47, y finalmente un tamaño máximo nominal que corresponde a ¾”.

Tabla 20: Granulometría del agregado grueso

<b>Granulometría del agregado grueso</b>		
<b>Tamiz</b>	<b>Pasante</b>	<b>Huso 56 (NTP 400.037)</b>
2"	100.00%	
1 ½"	100.00%	100%
1"	100.00%	90% a 100%
¾"	50.12%	40% a 85%
½"	23.68%	10% a 40%
3/8"	3.32%	0% a 15%
N°4	0.55%	0% a 5%
N°8	0.52%	
N°16	0.52%	
Pasante	0.00%	
<b>Módulo de fineza</b>		<b>7.47</b>
<b>Tamaño máximo nominal</b>		<b>¾"</b>

Fuente: Elaboración propia

Después de haberse realizado el análisis granulométrico se pudo afirmar que los materiales propuestos de la cantera de Pilcomayo han sido óptimos para el uso como agregado en el diseño de mezcla, según indica la NTP 400.037.

## 5.2. Propiedades físico mecánicas de los agregados

Luego de haberse ejecutados los ensayos para el análisis de las propiedades de los agregados tanto gruesos y finos, se elaboró la tabla N°21, donde se indicó los valores alcanzados y con qué normativa se ha trabajado cada ensayo.

Obteniéndose como resultados un 18.10% para el ensayo de abrasión los Ángeles, para el material más fino que la malla #200 un 1.40% en agregado grueso, en las partículas chatas y alargadas un 1.37% para agregado grueso y en el material más fino que la malla #200 un 6.14% en agregado fino, para el equivalente de arena un 65.07% y dentro de las sales solubles un 8.76% para el agregado fino.



Tabla 21: Propiedades de los agregados finos y gruesos

<b>Propiedades de los agregados</b>	<b>Resultados</b>	<b>Ensayo</b>
Abrasión los ángeles (grueso)	18.10%	NTP 400.019
Material más fino que la malla #200 (grueso)	1.40%	NTP 400.018
Partículas chatas y alargadas (grueso)	1.37%	NTP 400.040
Material más fino que la malla #200 (fino)	6.14%	NTP 400.018
Equivalente de arena (fino)	65.07%	NTP 339.146
Sales solubles (fino)	8.76%	NTP 339.152

Fuente: Elaboración propia

Según lo que se ha expuesto y de acuerdo a las normas que tiene cada ensayo los resultados que se han obtenido si califican para su uso como agregados finos y gruesos, los que se obtuvieron de la cantera de Pilcomayo ubicada en la provincia de Huancayo departamento de Junín.

### **5.3. Diseño de mezcla – método módulo de fineza**

El diseño de mezcla que se ha realizado ha sido mediante el método de módulo de fineza para el cual se ha podido determinar las proporciones que se han utilizado dentro de la mezcla.

Las normas que se han tomado en cuenta son: NTP 400.017 “Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado”, NTP 400.021 “Peso específico y absorción del agregado” y la NTP 339.185 “Contenido de humedad de agregados”.

Para este método se realizó ha realizado la tabla N°22, donde se ha indicado las diferentes características que presenta el agregado fino, del cual se han obtenido los siguientes datos: el PUS fue de 1443.78 kg/m<sup>3</sup>, el PUC de 1585.02 kg/m<sup>3</sup>, el peso específico de 2.39 g/cm<sup>3</sup>, la absorción de 2.73% y la humedad con un total de 4.50%.

Tabla 22: Características del agregado fino

<b>Características</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidad</b>
Peso unitario compactado	1585.02	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario suelto	1433.78	Kg/m <sup>3</sup>
Absorción	2.73	%
Peso especifico	2.39	g/cm <sup>3</sup>
Humedad	4.50	%

Fuente: Elaboración propia

Para ver las características del agregado grueso se realizó la tabla N°23, donde se ha indicado los resultados que se han obtenido para el PUS que fue de 1446.61 kg/m<sup>3</sup>, el PUC de 1598.16 kg/m<sup>3</sup>, el peso específico de 2.61 g/cm<sup>3</sup>, la absorción de 1.04 % y la humedad fue de 0.22%.

Tabla 23: Características del agregado grueso

<b>Características</b>	<b>Resultados</b>	<b>Unidad</b>
Peso unitario compactado	1598.16	Kg/m <sup>3</sup>
Peso unitario suelto	1446.61	Kg/m <sup>3</sup>
Absorción	1.04	%
Peso especifico	2.61	g/cm <sup>3</sup>
Humedad	0.22	%

Fuente: Elaboración propia

De forma consecuente también se realizó la tabla N°24 donde nos ha indicado las cantidades de cada material que se va a utilizar, dentro de los cuales tenemos: para el cemento que obtuvo un peso de 367.12 kg/m<sup>3</sup> equivalente a 0.115 m<sup>3</sup> de la mezcla, para el agua se consideró 198.84 lts/m<sup>3</sup> equivalente a 0.195 m<sup>3</sup> de la mezcla, asimismo el agregado grueso presenta peso de 894.35 kg/m<sup>3</sup> equivalente a 0.340 m<sup>3</sup> de la mezcla, el agregado fino presentó peso de 792.73 kg/m<sup>3</sup> equivalente a 0.330 m<sup>3</sup> de la mezcla y para el aire incorporado se calculó un 2.00%, este porcentaje ha sido usado debido a que el tamaño máximo nominal del agregado grueso es igual a ¾”.

Tabla 24: Dosificaciones de la mezcla mediante el método de módulo de fineza

<b>Dosificaciones de la mezcla</b>			
<b>Material</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Cemento	367.12	0.115	11.50
Agua	198.84	0.195	19.50
Ag. Grueso	894.35	0.340	34.00
Ag. Fino	792.73	0.330	33.00
Aire incorporado	-	0.020	2.00
<b>Total</b>		<b>1.000</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaboración propia

De tal manera se ha realizado un gráfico para poder apreciar las distintas participaciones de cada material que se utilizaron en la mezcla de diseño para el concreto convencional teniendo al aire incorporado en 2.00%, el cemento en un 11.50%, el agua en un 19.50%, el agregado grueso en un 34.00% y el agregado fino en un 33.00% como muestra la figura N°14.

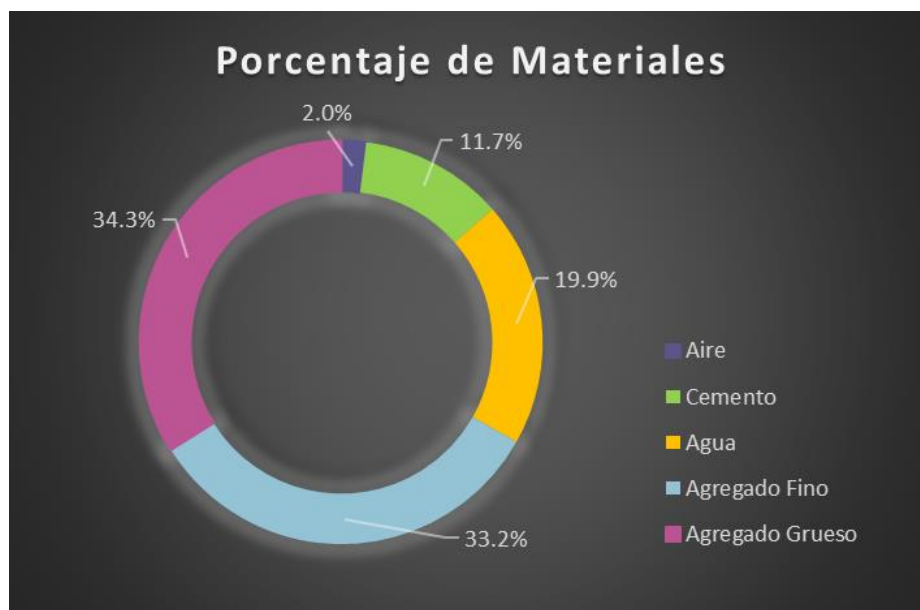


Figura 14: Porcentaje de los materiales para el diseño de mezcla

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al gráfico que se ha realizado se muestra el diseño de mezcla convencional, esta muestra ha sido modificada haciéndose el uso de poliestireno expandido en las

dosificaciones de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% que estará en relación al peso de la mezcla.

#### 5.4. Propiedades físicas (objetivo específico 01)

Determinar de qué manera las propiedades físicas del concreto para losas aligeradas se modifican al adicionar poliestireno expandido.

##### 5.4.1. Temperatura

Propiedad en estado fresco del concreto, que es fundamental en el control de calidad, la temperatura la cual se trabaja con la NTP 339.184 “Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura de mezclas de concreto”, para esta propiedad se realizaron 3 muestras para el concreto convencional y los modificados con poliestireno expandido en los porcentajes de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100%, luego de haberse realizado el ensayo se obtuvo los siguientes datos ordenados en la tabla N.º 25.

Tabla 25: Temperatura del concreto convencional y con poliestireno expandido

Muestras	Temperatura (°C)				Variación
	M01	M02	M03	Promedio	
Concreto convencional	23.0	22.5	22.8	22.8	0.00%
Concreto con 0.025% de poliestireno	20.0	20.1	19.9	20.0	-12.09%
Concreto con 0.050% de poliestireno	20.0	20.1	20.1	20.1	-11.87%
Concreto con 0.075% de poliestireno	21.2	21.0	21.4	21.2	-6.81%
Concreto con 0.100% de poliestireno	18.9	18.8	19.0	18.9	-16.92%

Fuente: Elaboración propia

De tal manera, la temperatura que se ha presentado en el concreto convencional fue de 22.8°C. Así mismo se obtuvieron las temperaturas para la modificación con 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% de poliestireno extendido que son de 20.0°C, 20.1°C, 21.2°C y 18.9°C respectivamente.

Como se ha podido apreciar la temperatura es mayor en el concreto convencional en cuanto a las demás modificaciones que ha sufrido el concreto

con 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% de poliestireno extendido, como nos indica la figura N°15.

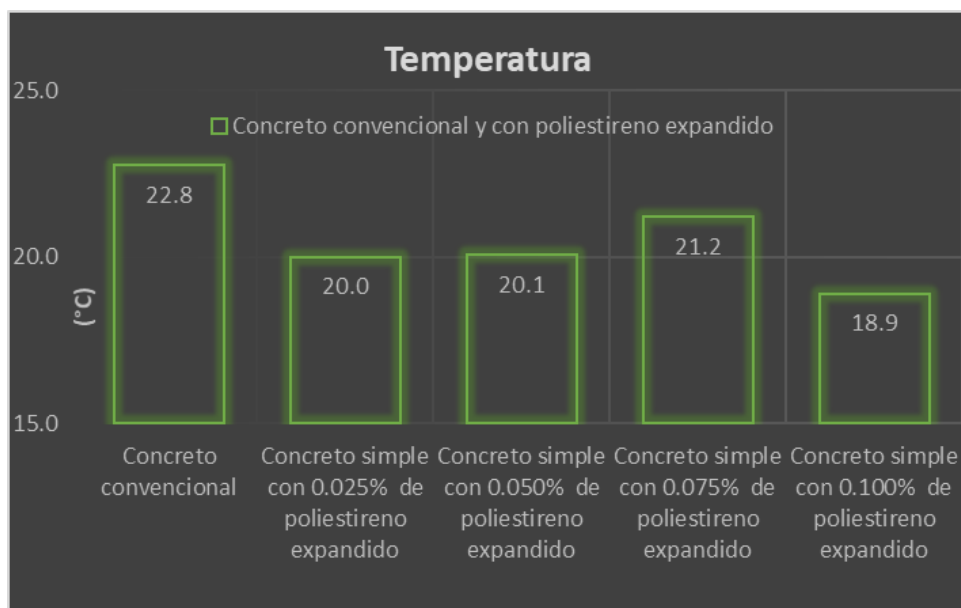


Figura 15: Temperatura del concreto convencional y con poliestireno expandido

Fuente: Elaboración propia

Para la siguiente figura N.º 16 se ha graficado el comportamiento que se han obtenido de los concretos modificados respecto al concreto convencional, donde se puede apreciar el comportamiento del concreto frente a la temperatura en la cual ha variado en -12.09%, -11.87%, -6.81% y -16.92% al añadirse el poliestireno extendido en las dosificaciones de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% respectivamente.

En esta figura se ha podido apreciar que la variación de la temperatura del concreto modificado con poliestireno expandido en las dosificaciones de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% es menor con referencia al concreto convencional, siendo la dosificación de 0.100% la variación más crítica de las demás temperaturas.

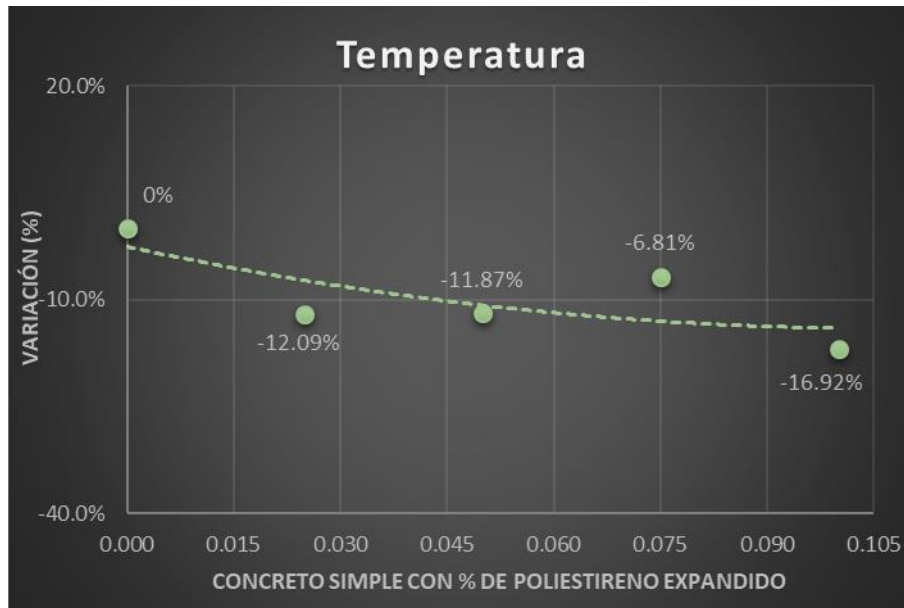


Figura 16: Comportamiento de la temperatura del concreto con poliestireno expandido respecto al convencional

Fuente: Elaboración propia

#### 5.4.2. Asentamiento

Dentro de las propiedades en estado fresco tenemos el asentamiento que es una de las propiedades más importantes que se van a requerir para ver si la mezcla es aceptable o no, esta propiedad va de la mano con la NTP 339.035 “Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland”, para esta propiedad se realizaron 3 muestras para el concreto con poliestireno extendido en los porcentajes de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100%, se obtuvieron los datos que se muestran en la tabla N°26.

De tal forma, el asentamiento que se ha presentado para el concreto convencional fue de 3.75 plg. Así mismo se obtuvieron los asentamientos para la modificación con 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% de poliestireno extendido que son de 3.92 plg, 4.00 plg, 3.92 plg y 3.83 plg respectivamente.

Tabla 26: Asentamiento del concreto convencional y con poliestireno expandido.

Muestras	Asentamiento (plg)				Variación
	M01	M02	M03	Promedio	
Concreto convencional	3.50	4.00	3.75	3.75	0.00%
Concreto con 0.025% de poliestireno	4.00	3.75	4.00	3.92	4.53%
Concreto con 0.050% de poliestireno	4.00	4.00	4.00	4.00	6.67%
Concreto con 0.075% de poliestireno	3.75	4.00	4.00	3.92	4.53%
Concreto con 0.100% de poliestireno	4.00	3.75	3.75	3.83	2.13%

Fuente: Elaboración propia

Se ha podido apreciar que el asentamiento es menor en el concreto convencional con 3.75 plg y en la modificación con 0.050% de poliestireno extendido se obtuvo un asentamiento de 4.00 plg siendo el mayor, en cuanto a las demás modificaciones en los porcentajes de 0.025%, 0.075% y 0.100% que ha sufrido el concreto son mayores al concreto convencional.

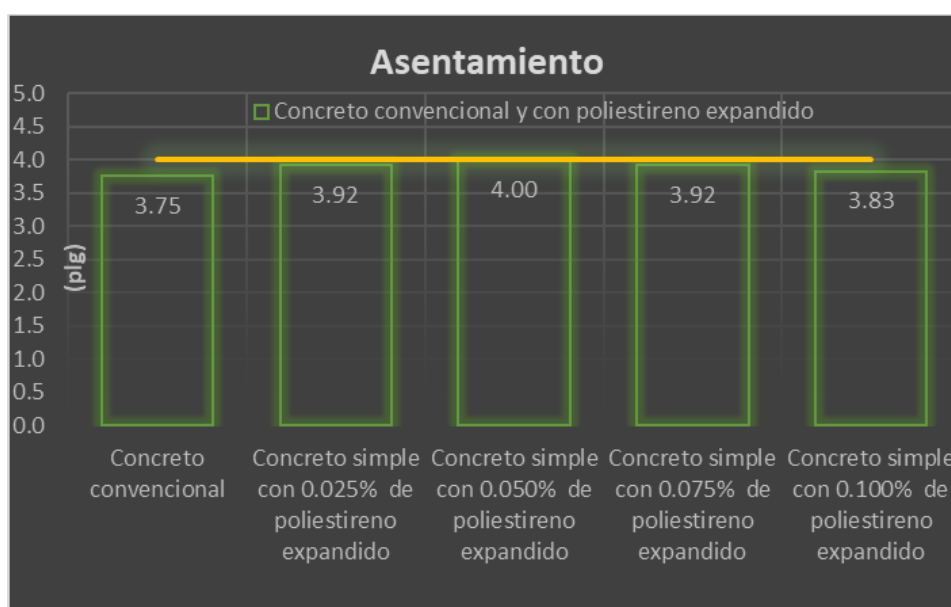


Figura 17: Asentamiento del concreto convencional y con poliestireno expandido.

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura N°18 se ha graficado las variaciones que se han obtenido de los concretos modificados respecto al concreto convencional, donde se puede

apreciar el comportamiento del concreto frente al asentamiento en el cual ha variado en 4.53%, 6.67%, 4.53% y 2.13% al añadirse el poliestireno extendido en las dosificaciones de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% respectivamente.



Figura 18: Comportamiento del asentamiento del concreto con poliestireno expandido respecto al convencional

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se ha podido apreciar que el asentamiento del concreto modificado con 0.050% de poliestireno expandido es igual a 6.67%, teniendo así la variación más significativa con respecto al concreto convencional y en la dosificación de 0.100% de poliestireno expandido no es tan crítico.

#### 5.4.3. Contenido de aire

Otra de las propiedades en estado fresco del concreto es el contenido de aire el cual se trabaja con la NTP 339.083 “Método de ensayo normalizado para contenido de aire de mezcla de concreto fresco, por el método de presión”, para esta propiedad se realizaron 3 muestras para el concreto convencional y los modificados con poliestireno extendido en los porcentajes de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100%, luego de haberse realizado el ensayo se obtuvo los siguientes datos resumidos en la tabla N.º 27.



Tabla 27: Contenido de aire del concreto convencional y con poliestireno expandido.

Muestras	Contenido de aire (%)				Variación
	M01	M02	M03	Promedio	
Concreto convencional	2.10	1.95	2.05	2.03	0.00%
Concreto con 0.025% de poliestireno	2.45	2.50	2.45	2.47	21.81%
Concreto con 0.050% de poliestireno	2.35	2.28	2.35	2.33	15.23%
Concreto con 0.075% de poliestireno	2.60	2.80	2.70	2.70	33.33%
Concreto con 0.100% de poliestireno	3.30	3.40	3.5	3.40	67.90%

Fuente: Elaboración propia

De esta forma, el contenido de aire que se ha presentado en el concreto convencional fue de 2.03%. Así mismo se obtuvieron los contenidos de aire para la modificación con 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% de poliestireno extendido que son de 2.47%, 2.33%, 2.70% y 3.40% respectivamente.

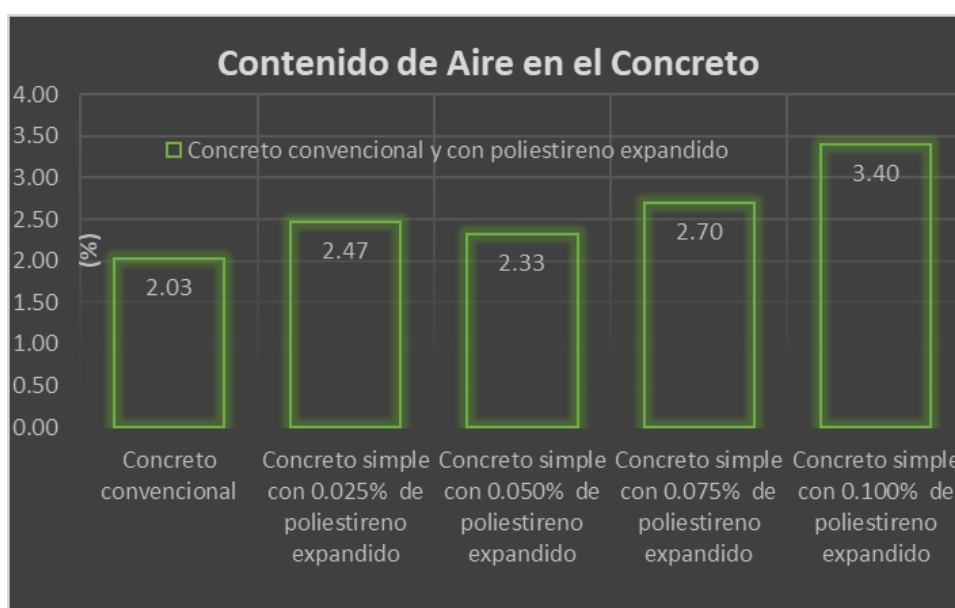


Figura 19: Contenido de aire del concreto convencional y con poliestireno expandido.

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar el contenido de aire varía en decimales en lo que respecta al concreto convencional y en las modificaciones de 0.025%, 0.050%

y 0.075% de poliestireno expandido mientras que para la adición de 0.100% tiene una variación significativa.

En el concreto modificado con 0.100% de poliestireno expandido nos da un valor de 3.40% a comparación de las demás mezclas que son el concreto convencional y la modificación con 0.025%, 0.050% y 0.075% de poliestireno extendido que nos da 2.03%, 2.47%, 2.33% y 2.70% respectivamente, como nos indica la figura N°19.

En la figura N°20 se ha graficado el comportamiento respecto a la variación que se han obtenido de los concretos modificados respecto al concreto convencional, donde se puede apreciar el comportamiento del concreto frente a la temperatura en la cual ha variado en 21.81%, 15.23%, 33.33% y 67.90% al añadirse el poliestireno extendido en las dosificaciones de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% respectivamente.

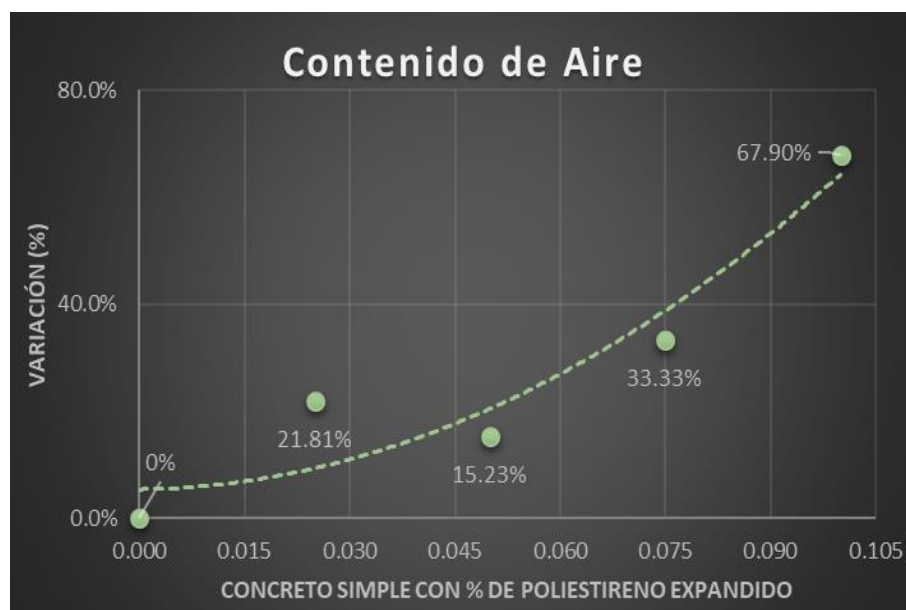


Figura 20: Comportamiento del contenido de aire del concreto y con poliestireno expandido respecto al convencional

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a esta figura se ha podido apreciar que la variación del contenido de aire del concreto modificado con poliestireno expandido en la dosificación de 0.100% es la más significativa con respecto al concreto convencional a

diferencia de las dosificaciones de 0.025%, 0.050% y 0.075% donde las variaciones no son tan críticas.

#### 5.4.4. Exudación

Una de las propiedades en estado fresco del concreto es la exudación el cual se trabaja con la NTP 339.082 “Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración”, para esta propiedad se realizó 1 muestra para el concreto convencional y los modificados con poliestireno extendido en los porcentajes de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100%, luego de haberse realizado el ensayo se obtuvo los siguientes datos resumidos en la tabla N.º 28.

Tabla 28: Exudación del concreto convencional y con poliestireno expandido.

<b>Muestras</b>	<b>Exudación (%)</b>	<b>Variación</b>
Concreto convencional	1.529	0.00%
Concreto con 0.025% de poliestireno	1.165	-23.81%
Concreto con 0.050% de poliestireno	0.782	-48.86%
Concreto con 0.075% de poliestireno	0.540	-64.68%
Concreto con 0.100% de poliestireno	0.115	-92.48%

Fuente: Elaboración propia

Obteniéndose de esta manera, la exudación en el concreto convencional fue de 1.529%. Así mismo se obtuvieron las exudaciones para la modificación con 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% de poliestireno extendido que son de 1.165%, 0.782%, 0.540% y 0.115% respectivamente.

Pudiendo apreciar de esta forma que la exudación es mayor en el concreto convencional en cuanto a las demás modificaciones que ha sufrido el concreto con 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% de poliestireno extendido, como nos indica la figura N°21.

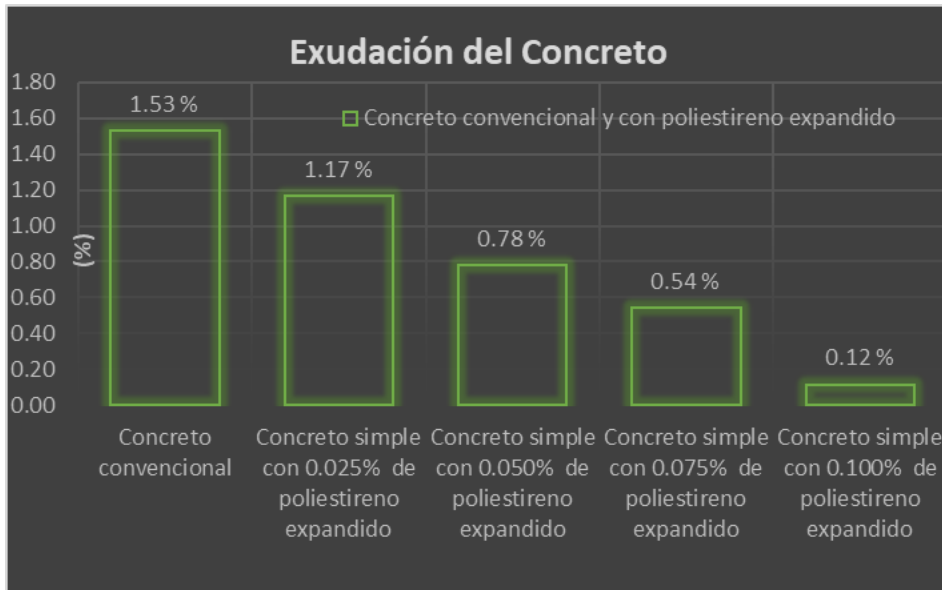


Figura 21: Exudación del concreto convencional y con poliestireno expandido.

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la figura N°22 al graficarse las variaciones que se han obtenido de los concretos modificados respecto al concreto convencional se puede apreciar el comportamiento del concreto frente a la temperatura en la cual ha variado en -23.81%, -48.86%, -64.68% y -92.48% con las distintas dosificaciones de poliestireno.

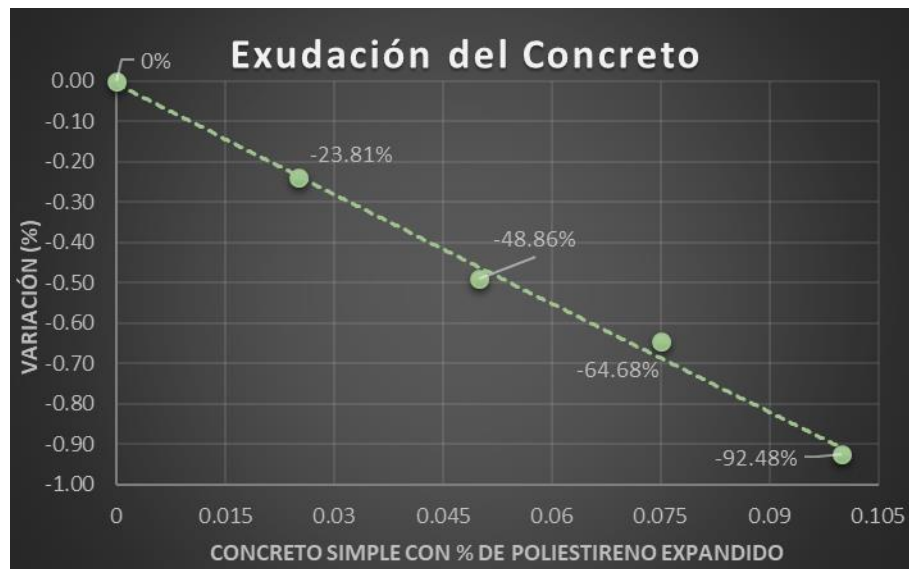


Figura 22: Comportamiento de la exudación del concreto con poliestireno expandido respecto al convencional.

Fuente: Elaboración propia

De esta forma en esta figura se ha podido apreciar que la variación de la exudación del concreto modificado con poliestireno expandido en las dosificaciones de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% es menor con referencia al concreto convencional.

#### 5.4.5. Tiempo de fragua

Tomándose en cuenta las propiedades en estado fresco del concreto tenemos el tiempo de fragua el cual se trabaja con la NTP 339.082 “Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración”, para esta propiedad se realizaron 2 muestras para el concreto convencional y los modificados con poliestireno extendido en los porcentajes de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100%, luego de haberse realizado el ensayo se obtuvo los siguientes datos resumidos en la tabla N.º 29.

Tabla 29: Tiempo de fragua inicial del concreto.

Muestras	Fragua inicial (min)			Variación
	M01	M02	Promedio	
Concreto convencional	297.68	299.08	298.38	0.00%
Concreto con 0.025% de poliestireno	324.83	324.48	324.66	8.81%
Concreto con 0.050% de poliestireno	338.96	334.36	336.66	12.83%
Concreto con 0.075% de poliestireno	336.99	339.58	338.29	13.37%
Concreto con 0.100% de poliestireno	435.26	434.00	434.63	45.66%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a esto, el tiempo de fragua inicial que se ha presentado en el concreto convencional fue de 298.38 min. Así mismo se obtuvieron los tiempos de fragua para la modificación con 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% de poliestireno extendido que son de 324.66 min, 336.66 min, 338.29 min y 434.63 min respectivamente.

Como se ha podido apreciar el tiempo de fragua inicial tiene una variación significativa en el concreto con modificación de 0.100% de poliestireno extendido en cuanto al concreto convencional, respecto a las demás modificaciones que ha sufrido el concreto con 0.025%, 0.050% y 0.075% de

poliestireno extendido no se ha visto una variación crítica respecto al concreto convencional como nos indica la figura N°23.

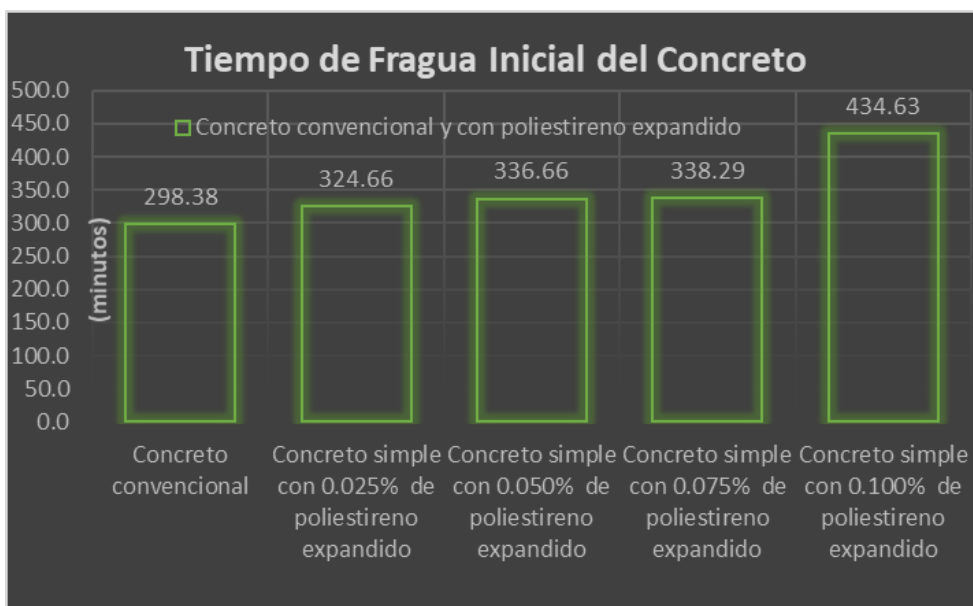


Figura 23: Tiempo de fragua inicial del concreto convencional y con poliestireno expandido.

Fuente: Elaboración propia

Dentro de la siguiente figura N°24 se ha graficado las variaciones que se han obtenido de los concretos modificados respecto al concreto convencional, donde se puede apreciar el comportamiento del concreto frente al tiempo de fragua inicial en la cual ha variado en 8.81%, 12.83%, 13.37% y 45.66% al añadirse el poliestireno extendido en las dosificaciones de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% respectivamente.

Para esta figura se ha podido apreciar que la variación del tiempo de fragua inicial del concreto modificado con poliestireno expandido en las dosificaciones de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% tiene una significancia mayor con referencia al concreto convencional.

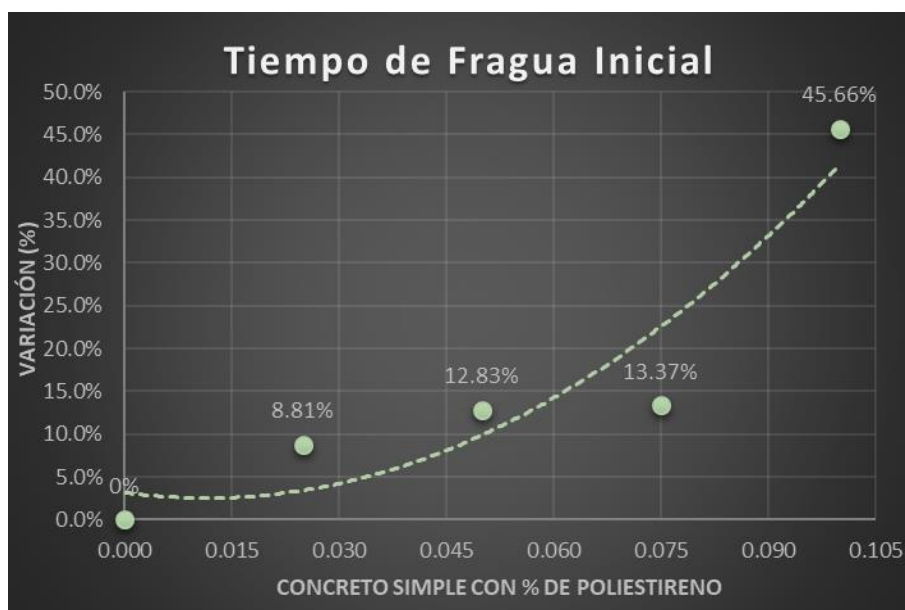


Figura 24: Comportamiento del tiempo de fragua inicial del concreto con poliestireno expandido respecto al convencional

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a esto, el tiempo de fragua final que se ha presentado en el concreto convencional fue de 379.95 min. Así mismo se obtuvieron los tiempos de fragua para la modificación con 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% de poliestireno extendido que son de 409.70 min, 404.95 min, 447.19 min y 565.01 min respectivamente.

Tabla 30: Tiempo de fragua final del concreto convencional y con poliestireno expandido.

Muestras	Fragua final (min)			Variación
	M01	M02	Promedio	
Concreto convencional	380.52	379.37	379.95	0.00%
Concreto con 0.025% de poliestireno	410.05	409.35	409.70	7.83%
Concreto con 0.050% de poliestireno	406.91	402.98	404.95	6.58%
Concreto con 0.075% de poliestireno	447.6	446.77	447.19	17.70%
Concreto con 0.100% de poliestireno	566.05	563.97	565.01	48.71%

Fuente: Elaboración propia

Respecto a ello se ha podido apreciar que el tiempo de fragua final es mayor en el concreto con 0.100% de poliestireno extendido en cuanto al concreto

convencional y las demás modificaciones que ha sufrido el concreto con 0.025%, 0.050% y 0.075% de poliestireno extendido y también se ha podido apreciar que el tiempo inicial de fragua es directamente proporcional al tiempo final de fragua, como nos indica la figura N°25.

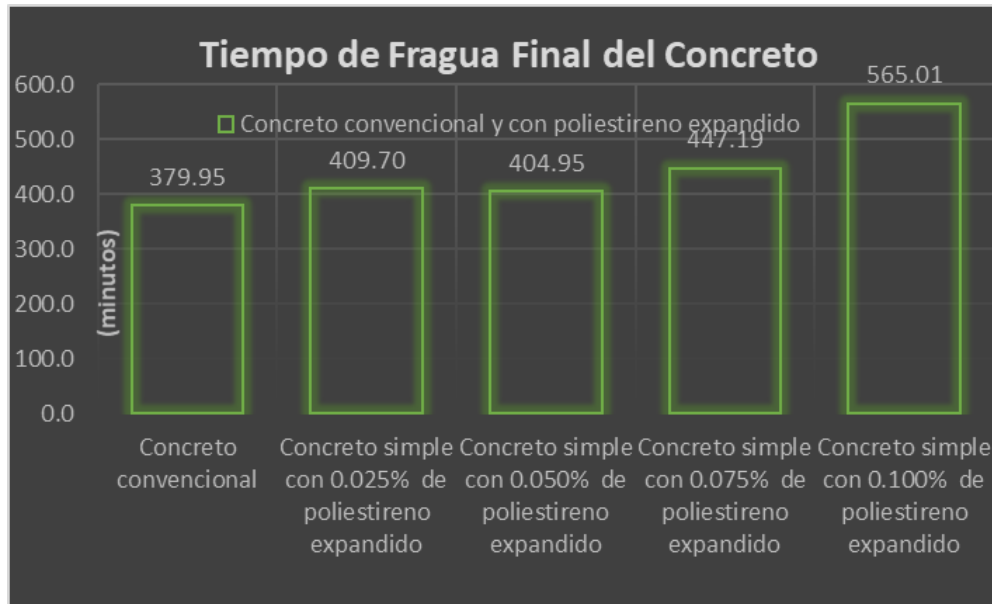


Figura 25: Tiempo de fragua final del concreto convencional y con poliestireno extendido.

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la figura N°26 se ha graficado las variaciones que se han obtenido de los concretos modificados respecto al concreto convencional, donde se puede apreciar el comportamiento del concreto frente al tiempo de fragua final en la cual ha variado en 7.83%, 6.58%, 17.70% y 48.71% al añadirse el poliestireno extendido en las dosificaciones de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% respectivamente.

En esta figura se ha podido apreciar que la variación del tiempo de fragua final del concreto modificado con poliestireno extendido en las dosificaciones de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% tiene una variación significativa con referencia al concreto convencional.





Figura 26: Comportamiento del tiempo de fragua final del concreto con poliestireno expandido respecto al convencional

Fuente: Elaboración propia

## 5.5. Propiedades mecánicas (objetivo específico 02)

Establecer en qué medida las propiedades mecánicas del concreto para losas aligeradas varían al utilizar poliestireno expandido

### 5.5.1. Resistencia a la compresión

Una de las propiedades en estado endurecido del concreto es la resistencia a la compresión la cual se trabaja con la NTP 339.034 “Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas”, para esta propiedad se realizaron 3 muestras para el concreto convencional y 3 para los modificados con 0.025%, 0.50%, 0.075% y 0.100% de poliestireno extendido, cada muestra se tomó a los 7 días, 14 días y 28 días, luego de haberse realizado el ensayo se obtuvo los siguientes datos compendiados en la tabla N.º 31. De esta manera, la resistencia a compresión del concreto patrón a los 7 días es de 167.45 kg/cm<sup>2</sup> y estando con una desviación estándar de 4.65, un coeficiente de desviación estándar de 2.78% y un rango de 8, a los 14 días es de 197.47 kg/cm<sup>2</sup> y muestra una desviación estándar de 4.17, un coeficiente de desviación estándar de 2.11% y un rango de 8 y para los 28 días fue de 212.48 kg/cm<sup>2</sup> y muestra una desviación estándar de 8.41, un coeficiente de desviación estándar de 3.96% y un rango de 17.

Tabla 31: Resistencia a la compresión del concreto convencional

17 convencional	Edad del concreto		
	7 días	14 días	28 días
M01 (kg/cm <sup>2</sup> )	172.82	199.36	214.07
M02 (kg/cm <sup>2</sup> )	164.77	192.69	203.38
M03 (kg/cm <sup>2</sup> )	164.77	200.36	219.98
<b>Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	167.45	197.47	212.48
<b>Desviación estándar</b>	4.65	4.17	8.41
<b>Coefficiente de variación</b>	2.78%	2.11%	3.96%
<b>Rango</b>	8	8	17

Fuente: Elaboración propia

Como se ha podido apreciar el comportamiento de la resistencia a la compresión es mayor a los 28 días en cuanto a los demás días ya que es donde el concreto alcanza la mayor resistencia, como nos indica la figura N°27.

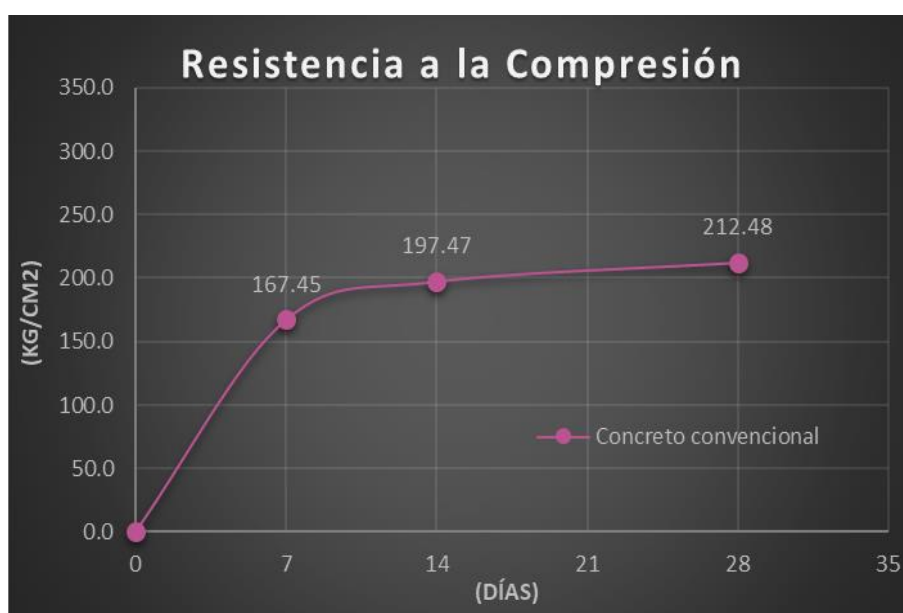


Figura 27: Resistencia a la compresión del concreto convencional

Fuente: Elaboración propia

En la figura que se muestra se puede apreciar como la resistencia del concreto aumenta a medida que va llegando al día 28 donde el concreto convencional agarra la mayor resistencia.

Tabla 32: Resistencia a la compresión del concreto + 0.025% de poliestireno expandido

<b>Concreto con 0.025% de poliestireno</b>	<b>Edad del concreto</b>		
	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
M01 (kg/cm <sup>2</sup> )	158.35	183.89	206.53
M02 (kg/cm <sup>2</sup> )	151.81	186.15	199.61
M03 (kg/cm <sup>2</sup> )	154.83	188.79	201.37
<b>Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	155.00	186.28	202.50
<b>Desviación estándar</b>	3.27	2.45	3.60
<b>Coefficiente de variación</b>	2.11%	1.32%	1.78%
<b>Rango</b>	7	5	7

Fuente: Elaboración propia

De tal forma, la resistencia a compresión del concreto con 0.025% de poliestireno expandido a los 7 días es de 155.00 kg/cm<sup>2</sup> y muestra una desviación estándar de 3.27, un coeficiente de desviación estándar de 2.11% y un rango de 7, a los 14 días es de 186.28 kg/cm<sup>2</sup> y muestra una desviación estándar de 2.45, un coeficiente de desviación estándar de 1.32% y un rango de 5 y para los 28 días fue de 202.50 kg/cm<sup>2</sup> y muestra una desviación estándar de 3.60, un coeficiente de desviación estándar de 1.78% y un rango de 7.

Como se ha podido apreciar el comportamiento de la resistencia a la compresión es mayor a los 28 días en cuanto a los demás días ya que es donde el concreto alcanza la mayor resistencia, como nos indica la figura N°27.

En esta figura se puede apreciar como la resistencia del concreto aumenta a medida que va llegando al día 28 donde el concreto con adición de 0.025% de poliestireno expandido agarra la mayor resistencia.

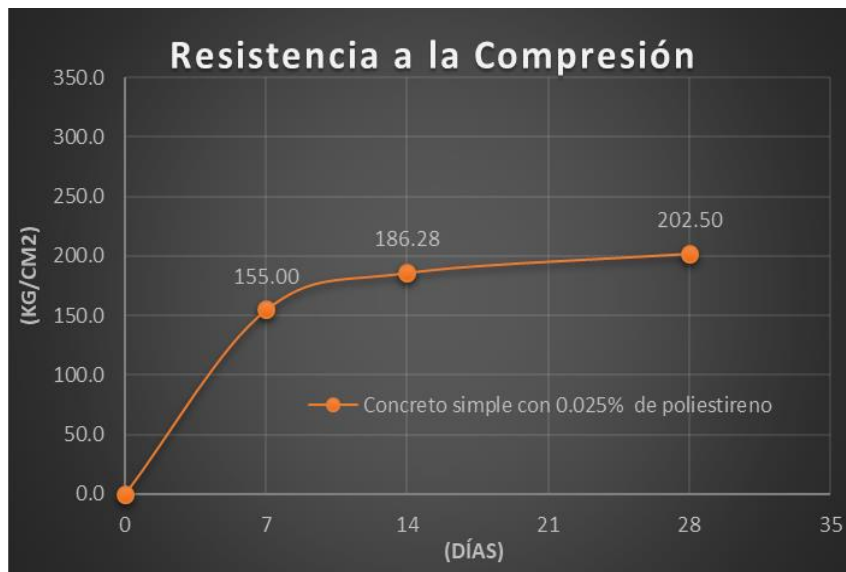


Figura 28: Resistencia a la compresión del concreto + 0.025% de poliestireno expandido

Fuente: Elaboración propia

Para la resistencia del concreto con 0.050% de poliestireno expandido a los 7 días es de 142.46 kg/cm<sup>2</sup> con una desviación estándar de 5.53, un coeficiente de desviación estándar de 3.88% y un rango de 11, a los 14 días es de 172.52 kg/cm<sup>2</sup> con una desviación estándar de 7.54, un coeficiente de desviación estándar de 4.37% y un rango de 14 y para los 28 días fue de 186.27 kg/cm<sup>2</sup> con una desviación estándar de 12.60, un coeficiente de desviación estándar de 6.76% y un rango de 24.

Tabla 33: Resistencia a la compresión del concreto + 0.050% de poliestireno expandido

Concreto con 0.050% de poliestireno	Edad del concreto		
	7 días	14 días	28 días
M01 (kg/cm <sup>2</sup> )	141.12	170.05	181.24
M02 (kg/cm <sup>2</sup> )	137.73	180.99	200.61
M03 (kg/cm <sup>2</sup> )	148.54	166.53	176.97
<b>Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	142.46	172.52	186.27
<b>Desviación estándar</b>	5.53	7.54	12.60
<b>Coefficiente de variación</b>	3.88%	4.37%	6.76%
<b>Rango</b>	11	14	24

Fuente: Elaboración propia

Como se ha podido apreciar el comportamiento de la resistencia a la compresión es mayor a los 28 días alcanza la mayor resistencia, como nos indica la figura N°29.

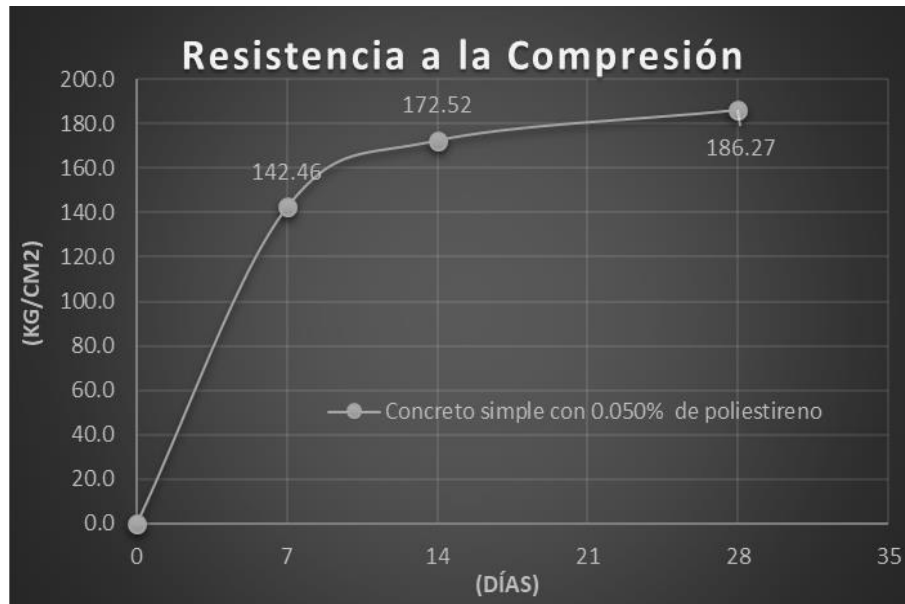


Figura 29: Resistencia a la compresión del concreto + 0.050% de poliestireno expandido

Fuente: Elaboración propia

Respecto a la figura se puede apreciar como la resistencia del concreto aumenta a medida que va llegando al día 28 donde el concreto con adición de 0.050% de poliestireno expandido agarra mayor resistencia.

Tabla 34: Resistencia a la compresión del concreto + 0.075% de poliestireno expandido

Concreto con 0.075% de poliestireno	Edad del concreto		
	7 días	14 días	28 días
Muestra 01 (kg/cm <sup>2</sup> )	130.18	168.04	169.04
Muestra 02 (kg/cm <sup>2</sup> )	133.95	159.11	178.48
Muestra 03 (kg/cm <sup>2</sup> )	137.22	152.69	170.05
<b>Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	133.78	159.95	172.52
<b>Desviación estándar</b>	3.52	7.71	5.18
<b>Coefficiente de variación</b>	2.63%	4.82%	3.00%
<b>Rango</b>	7	15	9

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a esto, la resistencia a compresión del concreto con 0.075% de poliestireno expandido a los 7 días es de 133.78 kg/cm<sup>2</sup> y muestra una desviación estándar de 3.52, un coeficiente de desviación estándar de 2.63% y un rango de 7, a los 14 días es de 159.95 kg/cm<sup>2</sup> y muestra una desviación estándar de 7.71, un coeficiente de desviación estándar de 4.82% y un rango de 15 y para los 28 días fue de 172.52 kg/cm<sup>2</sup> y muestra una desviación estándar de 5.18, un coeficiente de desviación estándar de 3.00% y un rango de 9.

Como se ha podido apreciar el comportamiento de la resistencia a la compresión es mayor a los 28 días en cuanto a los demás días ya que es donde el concreto alcanza la mayor resistencia, como nos indica la figura N°30.

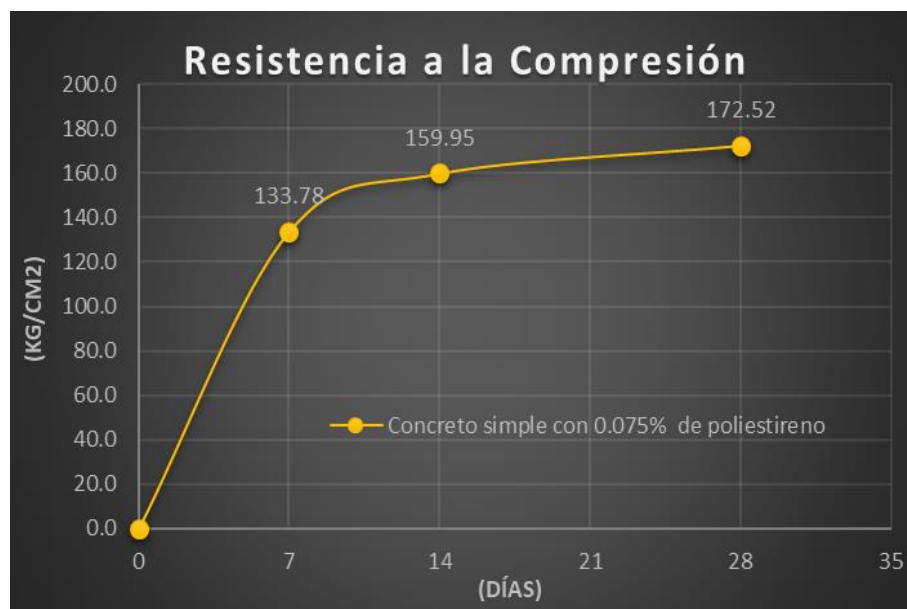


Figura 30: Resistencia a la compresión del concreto + 0.075% de poliestireno expandido

Fuente: Elaboración propia

En la figura que se muestra se puede apreciar como la resistencia del concreto aumenta a medida que va llegando al día 28 donde el concreto con adición de 0.075% de poliestireno expandido agarra la mayor resistencia.

Referente a la resistencia a compresión del concreto con 0.100% de poliestireno expandido se ha podido observar que a los 7 días es de 113.79 kg/cm<sup>2</sup> y nos muestra una desviación estándar de 6.32, con un coeficiente de desviación estándar de 5.56% y un rango de 12, a los 14 días se obtuvo una resistencia de 147.45 kg/cm<sup>2</sup> y se pudo observar una desviación estándar de 8.12, con un

coeficiente de desviación estándar de 5.50% y un rango de 15 y para los 28 días se obtuvo una resistencia a la compresión de 155.00 kg/cm<sup>2</sup> y se observó una desviación estándar de 5.42, con un coeficiente de desviación estándar de 3.50% y un rango de 11.

Tabla 35: Resistencia a la compresión del concreto + 0.100% de poliestireno expandido

<b>Concreto con 0.100% de poliestireno</b>	<b>Edad del concreto</b>		
	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
Muestra 01 (kg/cm <sup>2</sup> )	106.66	152.69	160.62
Muestra 02 (kg/cm <sup>2</sup> )	118.73	138.10	154.58
Muestra 03 (kg/cm <sup>2</sup> )	115.97	151.56	149.8
<b>Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	113.79	147.45	155.00
<b>Desviación estándar</b>	6.32	8.12	5.42
<b>Coefficiente de variación</b>	5.56%	5.50%	3.50%
<b>Rango</b>	12	15	11

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto con adición de 0.100% de poliestireno expandido es mayor a los 28 días en cuanto a los demás días ya que es donde el concreto alcanza la mayor resistencia, como nos indica la figura N°31.

En esta figura se puede apreciar como la resistencia del concreto aumenta a medida que va llegando al día 28 donde el concreto con adición de 0.100% de poliestireno expandido agarra la mayor resistencia que viene a ser de 155 kg/cm<sup>2</sup>.

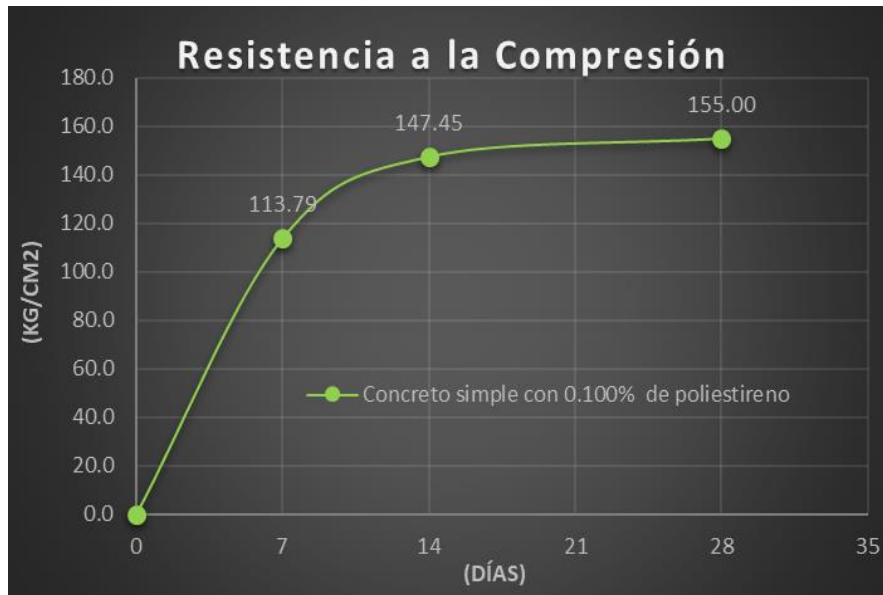


Figura 31: Resistencia a la compresión del concreto + 0.100% de poliestireno expandido

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a esto, se realizó la tabla N°36 donde se ha realizado un resumen de las resistencias a compresión a los 28 días del concreto convencional y con modificaciones de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% de poliestireno expandido teniendo como resultados 212.48 kg/cm<sup>2</sup>, 202.50 kg/cm<sup>2</sup>, 186.27 kg/cm<sup>2</sup>, 172.52 kg/cm<sup>2</sup> y 155.00 kg/cm<sup>2</sup>. De acuerdo a esto se ha podido observar en la tabla la resistencia del concreto disminuye a medida que se le va aumentando los porcentajes de poliestireno expandido.

Tabla 36: Variación de la resistencia a la compresión de los concretos a los 28 días

Concretos	Resistencia a 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )				Variación
	M01	M02	M03	Promedio	
Concreto convencional	214.07	203.38	219.98	212.48	0.00%
Concreto con 0.025% de poliestireno	206.53	199.61	201.37	202.50	-4.69%
Concreto con 0.050% de poliestireno	181.24	200.61	176.97	186.27	-12.33%
Concreto con 0.075% de poliestireno	169.04	178.48	170.05	172.52	-18.80%
Concreto con 0.100% de poliestireno	160.62	154.58	149.80	155.00	-27.05%

Fuente: Elaboración propia





Figura 32: Resistencia a la compresión del concreto convencional y con poliestireno

Fuente: Elaboración propia

El concreto convencional es el que pasa sobre la resistencia de diseño que es de 210 kg/cm<sup>2</sup> y los demás concretos con las modificaciones de poliestireno expandido no llegan a esta resistencia.

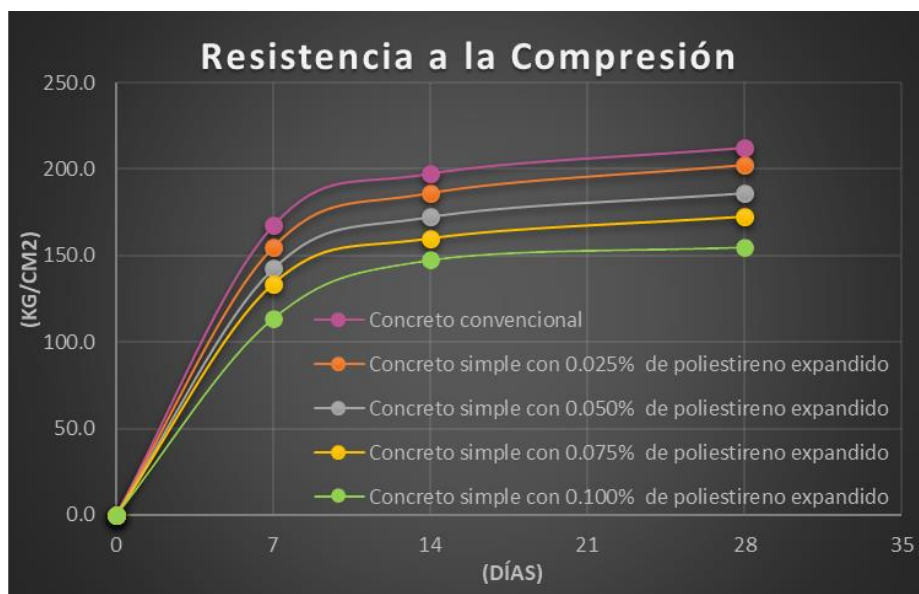


Figura 33: Resistencia a la compresión del concreto convencional y con poliestireno

Fuente: Elaboración propia

En la figura N°33 se ha graficado las resistencias de los concretos a los 28 días y se han obtenido variaciones de los concretos modificados respecto al concreto convencional, donde se puede apreciar el comportamiento del concreto frente a la resistencia a la compresión.

Para la figura N.º 34 se puede observar las variaciones de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días al adicionar las diferentes dosificaciones de poliestireno expandido en los porcentajes de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100%, su variación va de forma decreciente, -4.69%, -12.33%, -18.80% y -27.05% con respecto a las dosificaciones.

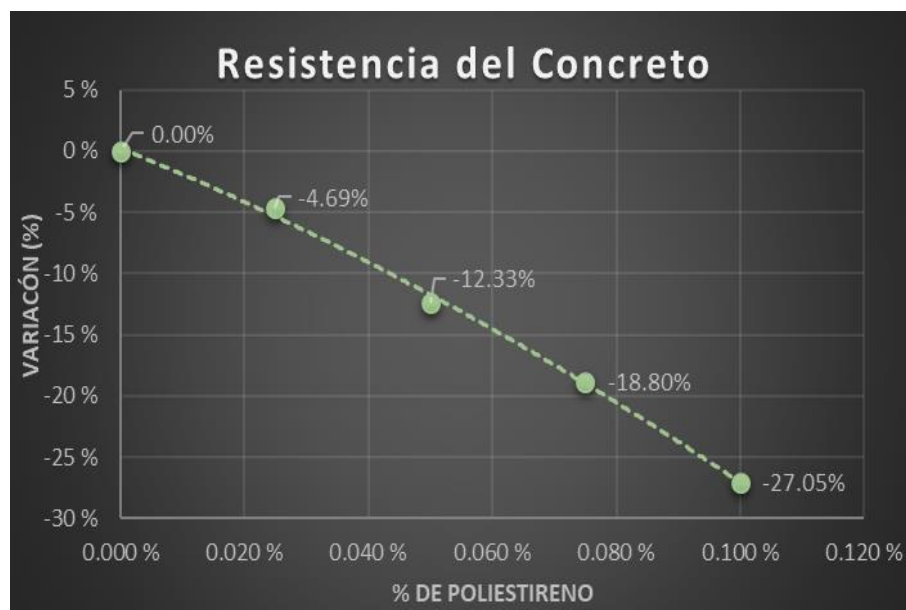


Figura 34: Comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto con poliestireno expandido respecto al convencional

Fuente: Elaboración propia

### 5.5.2. Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad es uno de los parámetros con los que debe cumplir el diseño de mezcla, los resultados para este ensayo son los siguientes: para el concreto convencional 3 muestras de 219466.97 kg/cm<sup>2</sup>, 213917.04 kg/cm<sup>2</sup> y 222475.84 kg/cm<sup>2</sup> con un promedio de 218619.9 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto con 0.025% de poliestireno expandido se obtuvieron 3 muestras de 215567.27 kg/cm<sup>2</sup>, 211925.1 kg/cm<sup>2</sup> y 212857.35 kg/cm<sup>2</sup> con un promedio de 213449.9 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto con 0.050% de poliestireno expandido 3 muestras de 201938.11 kg/cm<sup>2</sup>, 212455.29 kg/cm<sup>2</sup>, 199545.11 kg/cm<sup>2</sup> con un promedio de

204646.2 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto con 0.075% de poliestireno expandido tiene 3 muestras de 195023.08 kg/cm<sup>2</sup>, 200394.61 kg/cm<sup>2</sup> y 195604.83 kg/cm<sup>2</sup> con un promedio de 197007.5 kg/cm<sup>2</sup> y para el concreto con 0.100% de poliestireno expandido se obtuvo 3 muestras de 190103.92 kg/cm<sup>2</sup>, 186495.31 kg/cm<sup>2</sup>, 183589.22 kg/cm<sup>2</sup> con un promedio de 186729.5 kg/cm<sup>2</sup> como se muestra en la tabla N°37.

Tabla 37: Módulo de elasticidad del concreto convencional y con poliestireno expandido

<b>Tipo de concreto</b>	<b>f'c (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Módulo de elasticidad (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Promedio (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Variación (%)</b>
Concreto convencional	214.07	219466.97	218619.9	0.00%
	203.38	213917.04		
	219.98	222475.84		
Concreto con 0.025% de poliestireno	206.53	215567.27	213449.9	-2.36%
	199.61	211925.1		
	201.37	212857.35		
Concreto con 0.050% de poliestireno	181.24	201938.11	204646.2	-6.39%
	200.61	212455.29		
	176.97	199545.11		
Concreto con 0.075% de poliestireno	169.04	195023.08	197007.5	-9.89%
	178.48	200394.61		
	170.05	195604.83		
Concreto con 0.100% de poliestireno	160.62	190103.92	186729.5	-14.59%
	154.58	186495.31		
	149.80	183589.22		

Fuente: Elaboración propia

Para la figura N.º 35 se ha graficado los datos de la tabla, donde se puede observar que el módulo de elasticidad a los 28 días para el concreto convencional que es mayor a las modificaciones de concreto con poliestireno expandido en los porcentajes de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% que va de forma decreciente.

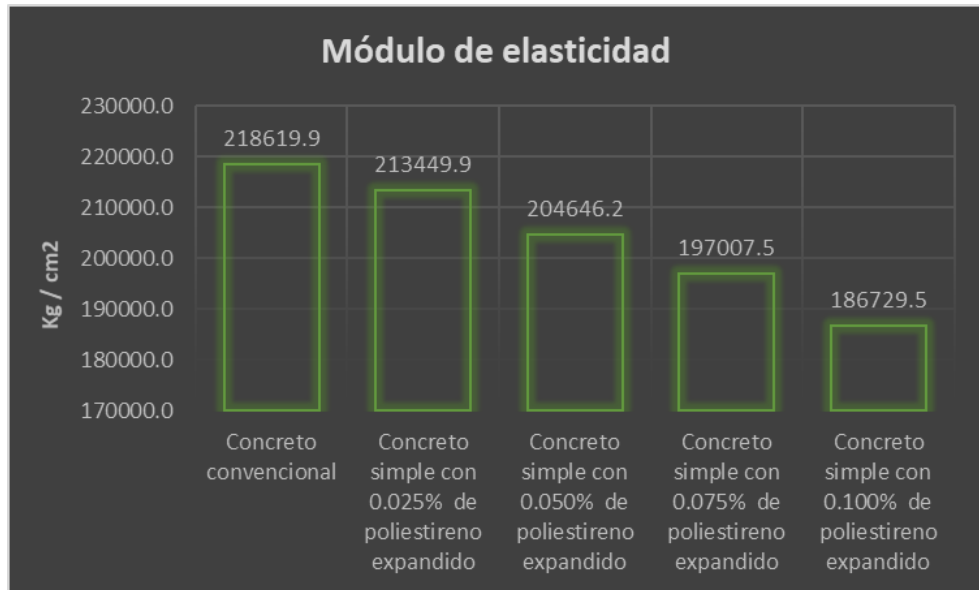


Figura 35: Modulo de elasticidad del concreto convencional y con poliestireno expandido

Fuente: Elaboración propia

Para la siguiente figura N.º 36 se puede observar las variaciones del módulo de elasticidad del concreto a los 28 días al adicionar las diferentes dosificaciones de poliestireno expandido en los porcentajes de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100%, su variación va de forma decreciente, -2.36%, -6.39%, -9.89% y -14.59% con respecto a las dosificaciones.

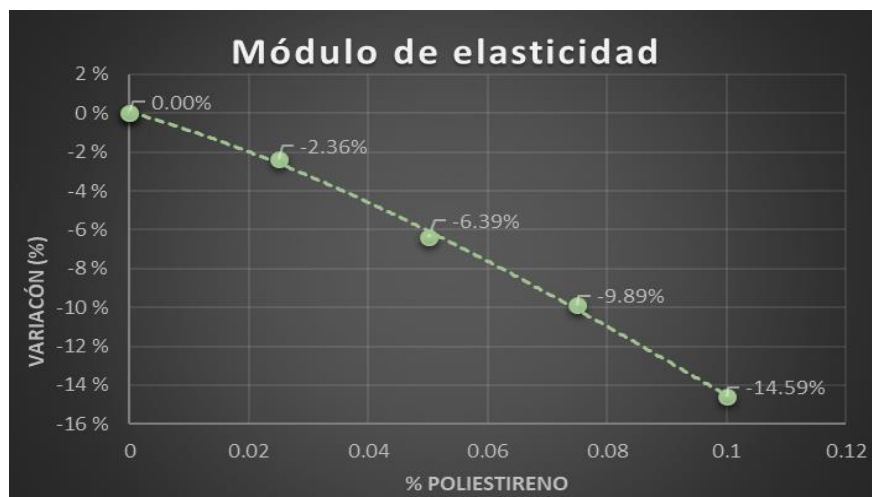


Figura 36: Comportamiento del módulo de elasticidad del concreto con poliestireno expandido respecto al convencional

Fuente: Elaboración propia

## **5.6. Prueba de hipótesis**

### **5.6.1. Hipótesis general**

Para la contratación de la hipótesis general se hizo el análisis inferencial para analizar de acuerdo a las hipótesis específicas planteados para lo cual a continuación se especifica.

#### **Prueba estadística**

Como la variable respuesta de las propiedades físicas del concreto es cuantitativa y hay un variable independiente llamado factores de tipo categórica ordinal y lo que se quiere probar es si hay alguna modificación significativo de los factores en la variable respuesta, entonces estamos hablando de un diseño factorial para lo cual se hizo una agrupación de 5 grupos, que en este caso son los resultados de las propiedades físicas del concreto con diseño convencional y diseños experimentales, para probar las hipótesis se utilizará el análisis de varianza Anova de un factor

#### **Requisitos para el ANOVA**

Probar los supuestos de Normalidad mediante la Prueba de Shapiro Wilk y de Homogeneidad (igualdad de varianzas) mediante la Prueba de Levene.

Los resultados de los supuestos y de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa estadístico SPSS v.25.

En caso no se cumpla el supuesto de normalidad, se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

#### **Consideraciones de las pruebas:**

- La prueba de hipótesis se realiza por cada ensayo independientemente.
- Para todas las pruebas se asumirá un valor de significancia de 0.05 y se aceptara la hipótesis nula si el valor de significancia de la prueba realizada es mayor al valor de significancia asumido

### 5.6.2. Hipótesis específica “1”

Teniendo en cuenta nuestro problema específico: ¿De qué manera las propiedades físicas del concreto se modifican al adicionar poliestireno expandido para losas aligeradas?

#### **Hipótesis planteada**

Las propiedades físicas del concreto no se modifican de manera significativa al adicionar poliestireno expandido.

#### **Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis**

Para la contratación de esta hipótesis se realiza una prueba estadística de todos los valores obtenidos en los ensayos del concreto simple, para lo cual se realiza un análisis comparativo para y así evaluar los efectos al adicionar poliestireno expandido.

#### **Se han planteado las siguientes hipótesis:**

- **Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>):** Las propiedades físicas del concreto no se modifican de manera significativa al adicionar poliestireno expandido.

$$\mu_{PF1} = \mu_{PF2} = \mu_{PF3} = \mu_{PF4} = \mu_{PFp} \text{ concreto convencional}$$

- **Hipótesis Alternativa (H<sub>a</sub>):** Las propiedades físicas del concreto se modifican de manera significativa al adicionar poliestireno expandido.

Existe al menos uno/  $\mu_{PFi} \neq \mu_{PF}$ , concreto convencional

Donde  $\mu_{PFc}$ , es Propiedades Físicas.

#### **Prueba de supuesto de normalidad para las propiedades físicas del concreto:**

Planteamiento de la hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los datos provienen de una distribución normal.

H<sub>a</sub>: Los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 38: Prueba de normalidad para propiedades físicas del concreto

		<b>Pruebas de normalidad</b>					
		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Tipo de concreto	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Temperatura	Concreto convencional	,219	3	.	,987	3	,780
	Concreto con 0.025%	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Concreto con 0.050%	,385	3	.	,750	3	,000
	Concreto con 0.075%	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Concreto con 0.10%	,175	3	.	1,000	3	1,000
Asentamiento	Concreto convencional	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Concreto con 0.025%	,385	3	.	,750	3	,000
	Concreto con 0.050%	.	3	.	,750	3	,000
	Concreto con 0.075%	,385	3	.	,750	3	,000
	Concreto con 0.10%	,385	3	.	,750	3	,000
Contenido de aire	Concreto convencional	,253	3	.	,964	3	,637
	Concreto con 0.025%	,385	3	.	,750	3	,000
	Concreto con 0.050%	,385	3	.	,750	3	,000
	Concreto con 0.075%	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Concreto con 0.10%	,175	3	.	1,000	3	1,000
Exudación	Concreto convencional	.	3	.	,750	3	,000
	Concreto con 0.025%	.	3	.	,750	3	,000
	Concreto con 0.050%	.	3	.	,750	3	,000
	Concreto con 0.075%	.	3	.	,750	3	,000
	Concreto con 0.10%	.	3	.	,750	3	,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Elaboración propia

Mediante los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, algunos de los valores son menores al nivel de significancia de 0.05, por lo tanto, Rechazamos la hipótesis nula y concluimos que los datos del concreto convencional y concreto experimental no provienen de una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

Realizada la prueba de normalidad al no cumplir el supuesto de normalidad, se aplicará la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

Tabla 39: Hipótesis específica “1” mediante la prueba de Kruskal - Wallis

Hipótesis nula	Prueba	Significancia	Decisión
La distribución del asentamiento es la misma entre las categorías del concreto convencional y sus modificaciones.	Prueba de Kruskal – Wallis para muestras independientes	0.412	Retener la hipótesis nula
La distribución del contenido de aire es la misma entre las categorías del concreto convencional y sus modificaciones.	Prueba de Kruskal – Wallis para muestras independientes	0.009	Rechazar la hipótesis nula
La distribución de la exudación es la misma entre las categorías del concreto convencional y sus modificaciones.	Prueba de Kruskal – Wallis para muestras independientes	0.007	Rechazar la hipótesis nula

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la tabla N°39 la prueba de hipótesis estadística para el asentamiento se tuvo una significancia de 0.412 la cual nos indica que se va a considerar la hipótesis nula, la prueba de hipótesis para el contenido de aire nos dio una significancia de 0.009 la cual nos indica que se va a rechazar la hipótesis nula y se va a aceptar la hipótesis alterna, en el caso de la prueba de hipótesis para le exudación se obtuvo una significancia de 0.007 lo que nos indica que la hipótesis nula va a ser rechazada y se va a aceptar la hipótesis alterna.

De tal manera se realizó la comparación entre el concreto convencional y los concretos modificados para el contenido de aire donde nos indica que la comparación con el 0.025% de poliestireno expandido tiene una significancia de 0.100 y se ajustó a un 0.997, en la comparación con el 0.050% de poliestireno expandido tiene una significancia de 0.410 y se ajustó a 1.000, en la comparación con el 0.075% de poliestireno expandido se tiene una significancia de 0.014 y se ajustó a 0.135 y para la comparación con el 0.10% de poliestireno expandido se obtuvo una significancia de 0.001 y se ajustó a 0.010, el cual tuvo la significancia más relevante como se muestra en la tabla N°40.



Tabla 40: Hipótesis específica “1” para el contenido de aire

Grupos	Estadística de contraste	Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. Ajustada
Concreto convencional – Concreto con 0.025% de poliestireno expandido	-6.000	3.645	-1.646	0.100	0.997
Concreto convencional – Concreto con 0.050% de poliestireno expandido	-3.000	3.645	-0.823	0.410	1.000
Concreto convencional – Concreto con 0.075% de poliestireno expandido	-9.000	3.645	-2.469	0.014	0.135
Concreto convencional – Concreto con 0.100% de poliestireno expandido	-12.000	3.645	-3.292	0.001	0.010

Fuente: Elaboración propia

De igual forma también se realizó la comparación entre el concreto convencional y los concretos modificados para la exudación donde nos indica que la comparación con el 0.025% de poliestireno expandido tiene una significancia de 0.403 y se ajustó a un 1.000, en la comparación con el 0.050% de poliestireno expandido tiene una significancia de 0.094 y se ajustó a 0.943, en la comparación con el 0.075% de poliestireno expandido se tiene una significancia de 0.012 y se ajustó a 0.121 y para la comparación con el 0.100% de poliestireno expandido se obtuvo una significancia de 0.001 y se ajustó a 0.008, el cual tuvo la significancia más relevante como se muestra en la tabla N°41.

Tabla 41: Comparación de grupos para la hipótesis específica “1” para la exudación

Grupos	Estadística de contraste	Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. Ajustada
Concreto convencional – Concreto con 0.025% de poliestireno expandido	3.000	3.586	0.837	0.403	1.000
Concreto convencional – Concreto con 0.050% de poliestireno expandido	6.000	3.586	1.673	0.094	0.943
Concreto convencional – Concreto con 0.075% de poliestireno expandido	9.000	3.586	2.510	0.012	0.121
Concreto convencional – Concreto con 0.100% de poliestireno expandido	12.000	3.586	3.347	0.001	0.008

Fuente: Elaboración propia

### 5.6.3. Hipótesis específica “2”

De acuerdo a nuestro problema específico: ¿En qué medida las propiedades mecánicas del concreto varían al utilizar poliestireno expandido para losas aligeradas?

#### **Hipótesis planteada**

Las propiedades mecánicas del concreto simple varían de manera significativa al utilizar poliestireno expandido.

#### **Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis**

Para la contrastación de esta hipótesis se realiza una prueba estadística de todos los valores obtenidos en los ensayos de resistencia a compresión del concreto simple, para lo cual se realiza un análisis comparativo para y así evaluar los efectos al adicionar poliestireno expandido.

#### **Se han planteado las siguientes hipótesis:**

- **Hipótesis Nula (H<sub>0</sub>):** Las propiedades mecánicas del concreto no varían de manera significativa al utilizar poliestireno expandido.

$$\mu_{PM1} = \mu_{PM2} = \mu_{PM3} = \mu_{PM4} = \mu_{PMp} \text{ concreto convencional}$$

- **Hipótesis Alterna (H<sub>a</sub>):** H<sub>0</sub>: Las propiedades mecánicas del concreto varían de manera significativa al utilizar poliestireno expandido.

$$\text{Existe al menos uni/ } \mu_{PMi} \neq \mu_{PM}, \text{ concreto convencional}$$

Donde  $\mu_{PMc}$ , es Propiedades Físicas.

#### **Prueba de supuesto de normalidad para las propiedades físicas del concreto:**

Planteamiento de la hipótesis:

H<sub>0</sub>: Los datos provienen de una distribución normal.

H<sub>a</sub>: Los datos no provienen de una distribución normal.

Tabla 42: Prueba de Normalidad de propiedades mecánicas del concreto

Tipo de concreto		Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a la compresión	Concreto convencional	,242	3	.	,973	3	,685
	Concreto con 0.025%	,290	3	.	,926	3	,472
	Concreto con 0.050%	,322	3	.	,880	3	,325
	Concreto con 0.075%	,350	3	.	,829	3	,186
	Concreto con 0.10%	,198	3	.	,996	3	,872

a. Corrección de significación de Lilliefors

Mediante los resultados de la prueba de Normalidad de Shapiro Wilk, todos los valores de significancia son mayores a 0.05, por lo tanto, aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna, por ende, concluimos que los datos del concreto convencional y concreto experimental siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

#### **Prueba de supuesto de homogeneidad para las propiedades mecánicas del concreto:**

Planteamiento de la hipótesis:

Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos

Ha: No existe igualdad de varianzas entre los grupos

Tabla 43: Prueba de Homogeneidad de varianzas

		Estadístico de			
		Levene	gl1	gl2	Sig.
Resistencia a la compresión	Se basa en la media	2,183	4	10	,144
	Se basa en la mediana	,438	4	10	,778
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,438	4	4,784	,778
	Se basa en la media recortada	1,977	4	10	,174

Mediante los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, lo cual se basa en la media indica que el valor de significancia es mayor a 0.05, por lo tanto, aceptamos la hipótesis nula y concluimos que existe igualdad de varianzas entre los diseños, con un nivel de significancia del 5%.

Una vez probado los supuestos de normalidad y homogeneidad de las varianzas procedemos a probar la hipótesis del investigador a través del Anova de un factor

Ho es (hipótesis nula) y Ha (hipótesis alterna)

- Si la probabilidad obtenida  $P\text{-Valor} \leq \alpha$  se rechaza Ho se acepta la Ha
- Si la probabilidad obtenida  $P\text{-Valor} > \alpha$  no se rechaza Ho se acepta la Ho

Tabla 44: Prueba anova de un factor

<b>ANOVA</b>					
Resistencia a la compresión					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	6347,310	4	1586,827	26,561	,000
Dentro de grupos	597,418	10	59,742		
Total	6944,728	14			

Mediante los resultados de la prueba de Anova indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador, lo cual en la comparación entre grupos se obtuvo resultado con nivel de significancia de 0.000 y es menor a 0.05 por ende se concluye que si varían de manera significativa al utilizar poliestireno expandido en las propiedades mecánicas del concreto y asimismo también se rechaza la Ho y se acepta la Ha.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **6.1. Discusión de resultados con antecedentes**

##### **6.1.1. Objetivo general**

Las propiedades del concreto simple con adición de poliestireno expandido para la aplicación en losas aligeradas se modifican significativamente, mostrando una reducción leve del  $f'c$  pero dentro de los parámetros, se mostró un aumento en el contenido de aire de 67.90% por lo que el concreto en consecuencia es más ligero y puede ser empleado en muros reduciendo el peso (cargas) en la estructura.

Así mismo Herrera Góngora, (2018), citada como antecedente internacional con su investigación “Propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de un mortero aligerado con partículas de poliestireno expandido (EPS) de reciclaje para recubrimientos en muros y techos”, identifico que la resistencia mecánica a compresión obtenidos y van desde 5 MPa a 13 MPa, lo cual satisface la resistencia requerida para los morteros de recubrimiento. Los valores de aislamiento térmico mostraron mejoras de hasta un 40% aproximadamente para las formulaciones con alto contenido de EPS, es así que se debe utilizar correctamente los residuos del EPS como agregado en un mortero para obtener beneficios de aislamiento térmico y acústico.

### **6.1.2. Propiedades físicas (Hipótesis específica 1)**

Las propiedades físicas del concreto para losas aligeradas se modifican de manera significativa al adicionar poliestireno expandido. Mediante los ensayos de laboratorio se identificó una variación en la temperatura del concreto con 0.00%, 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% de poliestireno extendido que son de 22.8°C, 20.0°C, 20.1°C, 21.2°C y 18.9°C respectivamente, el asentamiento mostro, de 3.75plg, 3.92 plg, 4.00 plg, 3.92 plg y 3.83 plg respectivamente, los valores de contenido de aire son 2.03%, 2.47%, 2.33%, 2.70% y 3.40% respectivamente, la exudación en el concreto convencional fue de 1.529%, 1.165%, 0.782%, 0.540% y 0.115% respectivamente y el tiempo de fragua inicial del concreto convencional fue de 298.38 min, 324.66 min, 336.66 min, 338.29 min y 434.63 min respectivamente de acuerdo a adición.

Así mismo Bustamante Medina, y otros, (2018), en su investigación titulada “Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado”, identifico un asentamiento en la muestra M1, M2, M3 y M4 es de 3 plg, 3 plg, 4 ¼ plg y 6plg, la cantidad de aire para el concreto convencional es de 5% a 7% y con la adición de poliestireno expandido la resistencia llega a un rango de 7-10.9 % el módulo de ruptura que varían desde los 41 kg/cm<sup>2</sup> (583 psi) hasta los 50 kg/cm<sup>2</sup> (711 psi) a 28 días dependiendo de la utilización en la que vayan a tener, en el caso de los concretos alivianados este valor es menor.

### **6.1.3. Propiedades mecánicas (hipótesis específica 2)**

Con respecto al esfuerzo de compresión se obtuvieron los resultados de la tabla N°31, teniendo así para el concreto convencional una resistencia de 212.48 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto con 0.025% de poliestireno extendido es de 202.50 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto con 0.050% de poliestireno extendido es de 186.27 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto con 0.075% de poliestireno extendido es de 172.52 kg/cm<sup>2</sup> y para el concreto con 0.100% de poliestireno expandido se obtuvo una resistencia de 155.00 kg/cm<sup>2</sup>, esto nos indica que a medida que se aumenta el porcentaje de poliestireno expandido la resistencia del concreto disminuye. Debido a que la temperatura de los concretos modificados con poliestireno

expandido en estado fresco han sido menores al concreto convencional, se ha debido notar una mejora en la resistencia ya que la disminución de calor disminuye la demanda de agua por lo contrario con respecto a los resultados que se ha obtenido pese a la disminución de calor, también se ha notado una disminución respecto a la resistencia a la compresión.

Con respecto a los resultados de la resistencia a compresión se ha podido observar que el concreto con la adición de poliestireno expandido en las dosificaciones de 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% son menores y no cumplen con la resistencia de diseño que es de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Así mismo Chavez Valerio, (2019), mencionada como antecedentes nacional con su investigación “Influencia del poliestireno expandido reciclado y la fibra de polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ ”, identifico que la resistencia a la compresión ( $f'_c$ ) en un periodo de 7 días en el concreto convencional y el CC + 0.11% de poliestireno expandido llegan a un 165.24 kg/cm<sup>2</sup> y 153.18 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, en un periodo de 14 días, 192.92 kg/cm<sup>2</sup> y 182.51 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, en un período de 28 días, 223.39 kg/cm<sup>2</sup> y 204.99 kg/cm<sup>2</sup>, mostrando así una reducción en la resistencia del concreto al adicionar poliestireno expandido.

## CONCLUSIONES

1. Se concluye que las propiedades del concreto simple con adición de poliestireno expandido para la aplicación en losas aligeradas se modifican significativamente, mostrando una reducción leve del  $f'c$  pero dentro de los parámetros, se mostró un aumento en el contenido de aire de 67.90% por lo que el concreto en consecuencia es mas ligero y puede ser empleado en muros reduciendo el peso (cargas) en la estructura y por sus propiedades térmicas generara mayor confort en los habitantes.
2. Las propiedades físicas del concreto para losas aligeradas se modifican de manera significativa al adicionar poliestireno expandido. Sustentado en la prueba estadística Kruskal - Wallis se tuvo una significancia de 0.412, 0.009 y 0.007 donde dos presentan un valor de significancia menor al 5% aceptando así la hipótesis alterna, se identificó una variación en la temperatura del concreto con 0.00%, 0.025%, 0.050%, 0.075% y 0.100% de poliestireno extendido con 22.8°C, 20.0°C, 20.1°C, 21.2°C y 18.9°C respectivamente, el asentamiento fue de 3.75plg, 3.92 plg, 4.00 plg, 3.92 plg y 3.83 plg respectivamente, los valores de contenido de aire fue de 2.03%, 2.47%, 2.33%, 2.70% y 3.40% respectivamente, la exudación en el concreto convencional fue de 1.529%, 1.165%, 0.782%, 0.540% y 0.115% respectivamente y el tiempo de fragua inicial del concreto convencional fue de 298.38 min, 324.66 min, 336.66 min, 338.29 min y 434.63 min respectivamente de acuerdo a adición, el contenido de aire se incrementa al adicionar poliestireno expandido alcanzando como variación más alta un +67.9%, y la exudación muestra que adicionar poliestireno expandido reduce la exudación en un -92.48%.



3. Las propiedades mecánicas del concreto para losas aligeradas varían de manera significativa al utilizar poliestireno expandido, esto sustentado en la prueba de hipótesis Anova indican que, en la que se obtuvo un valor de significancia de 0.00 menor al 5% de significancia de análisis aceptando la hipótesis alterna, el comportamiento de la resistencia a la compresión ( $f'c$ ) del concreto convencional, CC+0.025%, CC+0.050%, CC+0.075% y CC+0.100%, a los 28 días es de 212.48 kg/cm<sup>2</sup>, 202.50 kg/cm<sup>2</sup>, 186.27 kg/cm<sup>2</sup>, 172.52 kg/cm<sup>2</sup> y 155.00 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, identificando una disminución de la resistencia a la compresión y para el módulo de elasticidad, presentando una disminución de hasta -27.1 y -14.6% respectivamente.

### **RECOMENDACIONES**

1. Reciclar el poliestireno expandido para reducir la contaminación, reusando como adición en la mezcla del concreto usado en elementos no estructurales, cuando se pretende aminorar el peso unitario del concreto, puesto que no se modifican de forma drástica las propiedades del concreto en estado fresco, lo que genera que este sea un agente viable en la búsqueda de aligerar el concreto
2. Usar el poliestireno expandido cuando se desea retrasar el tiempo de fragua inicial y tiempo de fragua final y lograr aminorar la exudación del concreto en estado fresco.
3. Para futuras investigaciones si se busca evaluar las propiedades físicas y mecánicas del concreto, adicionar el poliestireno expandido en menor porcentaje al 0.025%.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**Absalon y Salas. 2008.** 2008.

ADITIVO MODIFICADOR DE VISCOSIDAD PARA APLICACIONES DE concreto bajo agua-EUCO AWA. **S.A., QSI Perú. 2019.** 2019, pág. 2.

**Aliaga Quispe, Johnny. 2017.** Influencia del agua tratada sobre las propiedades físicas del concreto para las provincias de Concepción, Chupaca y Jauja. Facultad de Ingeniera, Universidad Peruana Los Andes. Huancayo : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.

**Apaza Hito, Danny Samir. 2018.** “DURABILIDAD DEL CONCRETO ELABORADO EN BASE A LA CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR (CBCA) CON CEMENTO PORTLAND, ANTE AGENTES AGRESIVOS”. Facultad de ingeniería civil, Universidad Nacional Federico Villareal. Lima : s.n., 2018. Pregrado.

**Arrieta Zapata, Ronald Kenyo y Medina Cordova, Daniel Eduardo. 2019.** Optimización del diseño de mezclas de concreto de alto desempeño utilizando materiales de Procedencia Nacional". Facultad d ciencias e Ingeniería , Universidad Católica del Perú. Lima : s.n., 2019. Pregrado.

**Bachiller Villanueva Flores, Silvia Mónica. 2017.** PROPUESTA DE ESTABILIZACIÓN DE CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO EN LA SIERRA, SOBRE LOS 2000 m.s.n.m, UTILIZANDO POLIACRILAMIDA ANIÓNICA, ORGANOSILANO Y UN SULFONATADO. Escuela de Posgrado, Universidad Ricardo Palma . Lima : s.n., 2017. Posgrado.

**Bustamante Medina, Diego Martín y Díaz Salcedo, Clara Angélica. 2018.** Evaluación de la spropiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado. Escuela Profesional de Ingeniería de Materiales, Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa : s.n., 2018. Tesis de pregrado.

—. **2014.** Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado. Escuela Profesional de Ingeniería de Materiales, Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa : s.n., 2014. Tesis de pregrado.

**Cabanillas Huachua, Emma Rocío. 2017.** Comportamiento físico mecánico del concreto hidráulico adicionado con caucho reciclado. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Cajamarca . Cajamarca : s.n., 2017. Pregrado.

**Cardenas Saavedra, Fernando. 2018.** Sustitución del recurso agua potable en la fabricación del concreto por agua residual tratada en Lima Norte. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Federico Villareal. Lima : s.n., 2018. Tesis de Posgrado.

- Carrasco Díaz, Sergio. 2006.** Metodología de la investigación científica. Lima : San Marcos, 2006.
- . **2005.** Metodología de la Investigación Científica. Lima : Primera edición, 2005.
- Castañeda Muñoz, Raúl Exardo. 2018.** Influencia de la adición de fibra de acero y plastificante en la resistencia a compresión del concreto convencional. Trujillo : Universidad Privada del norte , 2018.
- Chavez Valerio, Len Adlai. 2019.** “Influencia del poliestireno expandido reciclado y la fibra de polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .”. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo. Chiclayo : s.n., 2019. Tesis de pregrado.
- Chuquillin García, Jorge Alex. 2018.** Influencia del porcentaje de perlas de poliestireno sobre peso unitario, resistencia a compresión y asentamiento en un concreto liviano estructural para losas aligeradas, Trujillo 2018. Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Privada del Norte. Trujillo : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
- Chuquizapon Suárez, Kevin David y Ibañez Moreno, Christian Ayrton Max. 2020.** "Influencia de la densidad de las perlas de poliestireno sobre el costo, peso unitario, asentamiento, resistencia a compresión y flexión en un concreto ligero estructural para losas aligeradas, Trujillo 2020". Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Privada del Norte. Trujillo : s.n., 2020. Tesis de pregrado.
- Cofre Alvarado, Alex Enrique. 2018.** "Bovedillas de EPS (Poliestireno expandido): Una alternativa para la construcción de losas prefabricadas". Escuela de Construcción Civil, Universidad Austral de Chile. Los Ríos : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
- CONCRETO ANTIDESLAVE. **CEMEX. 2015.** 2015.
- Cosinga Pérez, Anthony Bryan y Gómez Del Águila, Rodolfo Andrés. 2017.** Análisis comparativo del costo estructural de un edificio empleando losas aligeradas con poliestireno expandido versus ladrillo de arcilla. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, USMP. Lima : s.n., 2017. Tesis de pregrado.
- De la Cruz Mercado, Wilmer Rolando. 2014.** "Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleado para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de Huamanga-Ayacucho". Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica : s.n., 2014. Pregrado.
- Del Canto, Ero y Silva Silva, Alicia. 2013.** Metodología cuantitativa: abordaje desde la complementariedad en ciencias sociales. Costa Rica : Ciencias, 2013.

- Díaz Rodríguez, Breitner. 2017.** Influencia del agua potable, río y mar en la resistencia a compresión de un concreto convencional no estructurado, para la construcción de aceras en la ciudad de Trujillo. Facultad de Ingeniería, Universidad Privada del Norte. Trujillo : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.
- Dieguez Perales, Veronica. 2018.** Propiedades físicas del concreto elaborado con agua residual tratada. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Central de Venezuela. Caracas : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
- Eraso Valencia, Herwin Felipe y Ramos Rojas, Natali. 2016.** Comportamiento del concreto sustituyendo parcialmente el agregado fino por caucho molido recubierto parcialmente el agregado fino por caucho molido recubierto con polvo calcáreo. Facultad de Ingeniería , Pontificia Universidad Javeriana. Santiago de Cali : s.n., 2016. Tesis de Pregrado.
- Fernandez Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 2014.** Metodología de la Investigación. 2014.
- Giraldo Huertas, Juan José. 2016.** Manual para los seminarios de Investigación en Psicología. 2016.
- Gonzales Orsini, Mariano Sebastian. 2016.** Sporosarcina Pasteurii, una alternativa sustentable para estabilizar suelos arenosos no cohesivos de Chile. Facultad de Ingeniería, Universidad Adrés Bello . Santiago : s.n., 2016. Tesis de Pregrado.
- Hernandez Sampieri, C. Roberto. 2010.** Metodología de la investigación. 2010.
- Hernández, Roberto, Fernández, Carlos y Lucio, Baptista. 2006.** Metodología de la Investigación. México : McGraw-Hill, 2006.
- Herrera Góngora, Marco Antonio. 2018.** Propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de un mortero aligerado con partículas de poliestireno expandido de reciclaje para recubrimientos en muros y techos. Posgrado en materiales poliméricos, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C. Mérida, Yucatán : s.n., 2018. Maestría en Ciencias.
- Horvath, J. S. 1995.** Geofom Geosynthetic. Scarsdale, New York : s.n., 1995.
- Labajo González, Elena. 2015-2016.** [En línea] 2015-2016.  
<https://www.ucm.es/data/cont/docs/107-2016-02-17-El%20M%C3%A9todo%20Cient%C3%ADfico.pdf>.
- Labán De la Cruz, Félix Gerson. 2017.** Uso de aditivo súper plastificante disminuirá el costo del concreto en la construcción del conjunto habitacional Catalina, Puente Piedra -

2017. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.

**Lapa Ramos, Jordy Sleyter. 2020.** Efecto del poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Continental. Huancayo : s.n., 2020. Tesis de pregrado.

—. **2020.** Efecto del poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo. Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Continental. Huancayo : s.n., 2020. Tesis de pregrado.

—. Efecto del poliestireno expandido en las propiedades físicas y mecánicas de la unidad de albañilería de concreto en la ciudad de Huancayo.

**Lituma Vicuña, Mónica Cristina y Zhunio Cárdenas, Brígida Tatiana. 2018.** Influencia de las perlas de poliestireno expandido (EPS) en el peso y en la resistencia a compresión del hormigón. Escuela de Ingeniería Civil, Universidad de Cuenca. Cuenca : s.n., 2018. Tesis de pregrado.

**Llana Córdova, Jonatan Ivan. 2021.** Desempeño sísmico de un sistema aporticado utilizando concreto con poliestireno expandido triturado en el distrito de Huancayo, 2020. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Peruana Los Andes. Huancayo : s.n., 2021. Tesis de Pregrado.

**López Ampuero, Elisman y Mamani Copari, Juan José. 2017.** "Influencia del nanosílice y superplastificante en la durabilidad del concreto sometidos a ciclos de conglomeramiento de deshielo de la ciudad de Puno". Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, "Universidad Nacional del Altiplano". Puno : s.n., 2017. Pregrado.

**Luyo Mejía, Jesus Eduardo y Torres Pérez, Yefri Stiven. 2019.** Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas PET. Facultad de Ingeniería, Universidad Católica de Colombia. Bogotá : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.

**Macedo Benavente, Edson Jesús y Miranda Chávez, Juan. 2016.** "Diseño de concreto antideslave, para vaciados en zonas con presencia de nivel freático alto con uso de aditivos, en la ciudad de Arequipa". Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil, Universidad Católica de Santa María . Arequipa : s.n., 2016. Pregrado.

- Maya Parra, Milena Katty. 2010.** Diseño de una mezcla de concreto utilizando residuos industriales y escombros. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga. Bucaramanga : s.n., 2010. Pregrado.
- Mayta Rojas, Jhonatan Wilson. 2014.** "Influencia del aditivo superplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de huancayo". Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo : s.n., 2014. Pregrado.
- Méndez Álvarez, Carlos Eduardo. 2020.** Metodología de la Investigación quinta edición. s.l. : ALPHAEDITORIAL, 2020.
- Metodología de la Investigación. **Hernández Sampieri, Roberto. 2018.** 2018.
- MICROSÍLICE. **Toxement, Euclid Group. 2016.** 2016.
- 2018.** Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2018.
- Montejo Fonseca, Alfonso. 2018.** Ingeniería de Pavimentos. Bogota : Universidad Católica de Colombia, 2018.
- Ñaupas Paitán, Humberto. 2013.** Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis. 2013.
- Paulino Fierro, Jean Carlo y Espino Almeyda, Ronald Andres. 2017.** "Análisis comparativo de la utilización del concreto simple y el concreto liviano con perlitas de poliestireno como aislante térmico y acústico aplicado a unidades de albañilería en el Perú". Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : s.n., 2017. Tesis de pregrado.
- Peña Quinchia, Juan David y Moncaleano Sanchez, Leidy Stefanny. 2016.** Concreto Hidráulico modificado con poliestireno expandido (ICOPOR). Ingeniería Civil, Universidad Piloto de Colombia. Girardot-Cundinamarca : s.n., 2016. Tesis de pregrado.
- Rivera Granados, Diego Percy. 2017.** "Análisis comparativo del sistema pre-fabricado de losa aligerada vigacero vs el sistema convencional de una edificación de 6 pisos en huancayo, 2016". Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Peruana Los Andes. Huancayo : s.n., 2017. Tesis de pregrado.
- Rodríguez Chico, Hugo Emmanuel. 2018.** "Concreto liviano a base de poliestireno expandido para la prefabricación de unidades de albañilería no estructural-Cajamarca". Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca : s.n., 2018. Tesis de pregrado.

- Salcedo, B y Saldaña, I. 2017.** Investigación del diseño de concreto antideslave para. Facultad de ingeniería, Universidad Ricardo Palma. Lima : s.n., 2017. Informe de Laboratorio.
- Samaniego Orellana, Luis Jesús Mijaél. 2018.** "Influencia de la composición química de arenas y cementos peruanos en el desempeño de aditivos plastificantes para concreto". Escuela de Posgrado, Pontificia Universidad Católica del Perú. San Miguel : s.n., 2018. Posgrado.
- Samaniego Orellana, Luis Jesus Mijaíl. 2018.** Influencia de la composición química de arenas y cementos peruanos en el desempeño de aditivos plastificantes para concreto. Escuela de Posgrado, Pontificia Universidad Católica del Perú. San Miguel : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
- Silvestre Gutierrez, Adan. 2019.** Análisis del concreto con poliestireno expandido como aditivo para aligerar elementos estructurales. Escuela Académico de Ingeniería Civil, Universidad Libre Seccional Pereira. Pereira : s.n., 2019. Tesis de pregrado.
- . **2018.** Análisis del concreto con poliestireno expandido como aditivo para aligerar elementos estructurales. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Libre Seccional Pereira. Pereira : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
- Silvestre Gutiérrez, Adán. 2015.** Análisis del concreto con poliestireno expandido como aditivo para aligerar elementos estructurales. Ingeniería Civil, Universidad Libre Seccional Pereira. Pereira : s.n., 2015. Tesis de pregrado.
- Solis Trujillo, Wiliam Miguel. 2019.** "Comportamiento estructural del entrepiso de una vivienda de 3 niveles con el sistema prefabricado losa aligerada VIGACERO, Lima 2018". Escuela Profesional de Ingeniería Civil , Universidad César Vallejo . Lima : s.n., 2019. Tesis de pregrado.
- Torres Chamba, Klever Alexander y Arias Tavarez, Jadison Geovanny. 2019.** "Comportamiento de losas aligeradas de hormigón tradicional y mezclado con poliestireno expandido". Carrera de Ingeniería Civil, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. Guayaquil : s.n., 2019. Tesis de pregrado.
- Uso de poliestireno en losas . **Ximetrika. 2019.** 2019, Ximetrika.
- Valderrama Aparicio, Pedro Fernandez. 2013.** MODELO PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO ASOCIADO A LOS COSTES GLOBALES EN FASE DE POSTCONSTRUCCIÓN EN EDIFICIOS PLURIFAMILIARES DESTINADOS A ARRENDAMIENTO. 2013.

**Valdivia Sánchez, Vítmer Lubel. 2017.** Análisis del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente incorporando polímeros SBS en la Av. Universitaria cuadra 53 al 57- Comas, Lima 2017. Lima, Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.

**Vásquez Vélez, Luz América. 2011.** "Incidencia de los instrumentos de evaluación en el desarrollo de las competencias metacognitivas de los estudiantes del primer año de la facultad de pedagogía, psicología y educación de la universidad católica de cuenca". FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y DE LA, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Ambato : s.n., 2011. Tesis Pregrado.

**Vergara Polo, Brayan David. 2016.** Influencia de los aditivos plastificantes tipo a sobre la compresión, peso unitario y asentamiento en el concreto. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo : s.n., 2016. Tesis de Pregrado.



## **ANEXOS**

**Anexo N°01: Matriz de consistencia**

**Matriz de consistencia**

**Tesis: “Evaluación de las propiedades del concreto simple con adición del poliestireno expandido para losas aligeradas”**

<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metodología</b>
<p><b>Problema general:</b> ¿Cómo varían las propiedades del concreto con adición de poliestireno expandido para su uso losas aligeradas?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Evaluar las propiedades del concreto con adición del poliestireno expandido para losas aligeradas</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> Las propiedades del concreto con adición de poliestireno expandido para losas aligeradas, no varían significativamente el concreto.</p>	<p><b>Variable independiente (X):</b> Poliestireno expandido</p>	<p>- Gradación. - Densidad. - Porcentaje de adición</p>	<p>- Tamaño - Peso - Volumen</p>	<p><b>Método de investigación:</b> Científico.</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada.</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> Explicativo.</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> Experimental.</p>
<p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>a) ¿De qué manera las propiedades físicas del concreto para losas aligeradas se modifican al adicionar poliestireno expandido?</p> <p>b) ¿En qué medida las propiedades mecánicas del concreto para losas aligeradas varían al utilizar poliestireno expandido?</p>	<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>a) Determinar de qué manera las propiedades físicas del concreto para losas aligeradas se modifican al adicionar poliestireno expandido.</p> <p>b) Establecer en qué medida las propiedades mecánicas del concreto para losas aligeradas varían al utilizar poliestireno expandido</p>	<p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p>a) Las propiedades físicas del concreto para losas aligeradas se modifican de manera significativa al adicionar poliestireno expandido.</p> <p>b) Las propiedades mecánicas del concreto para losas aligeradas varían de manera significativa al utilizar poliestireno expandido .</p>	<p><b>Variable dependiente (Y):</b> propiedades del concreto.</p>	<p>-Propiedades físicas</p> <p>-Propiedades mecánicas</p>	<p>- Asentamiento. - Exudación - Contenido de aire - Temperatura. -Tiempo de fragua.</p> <p>- Resistencia a la compresión.</p>	<p><b>Población:</b> La población está constituida por 250 probetas de concreto con un tramo de prueba.</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra es de acuerdo al método no probabilístico intencional, en este caso corresponde a 36 probetas con el mejor comportamiento y el cálculo del comportamiento físico mecánico en el tramo de prueba.</p>

## **Anexo N°02: Operacionalización de variables**

Variables	Dimensiones	Indicadores	Unidades	Escala					
				1	2	3	4	5	
<b>Variable independiente (X):</b> Poliestireno expandido	Gradación	Tamaño de partículas	mm		X				
		Densidad	Peso	kg		X			
	Volumen		m <sup>3</sup>		X				
	Porcentaje de adición	Adición respecto al peso del agregado fino		%		X			
		Propiedades físicas	Asentamiento	Pulgadas		X			
	Exudación		cm <sup>3</sup>		X				
	<b>Variable dependiente (Y):</b> Propiedades del concreto	Propiedades físicas	Contenido de aire	%		X			
Temperatura			°C		X				
Propiedades mecánicas		Tiempo de fragua	minutos		X				
		Resistencia a la compresión	Kg/cm <sup>2</sup>		X				
		Resistencia a la tracción	mm		X				

### **Anexo N°03: Validación de instrumentos**

**FICHA DE VALIDACIÓN  
INFORME DEL JUICIO DE EXPERTO**

**DATOS GENERALES:**

1.1. Título de la investigación : **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS**

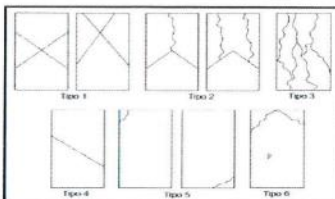
1.2. Nombre de los instrumentos motivo de evaluación : **Ficha de observación**

**A. PARAMETROS DE DISEÑO:**

Concreto:  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  / peso específico =  $2400 \text{ kg/m}^3$

**RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS**

CONCRETO	EDAD - 7 DIAS $\text{kg/cm}^2$				
	MIN ( $\text{kg/cm}^2$ )	IDEAL ( $\text{kg/cm}^2$ )	RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN	CUMPLE	NO CUMPLE
CC+0.025% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	115.5	147	155.00	✓	
CC+0.050% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	115.5	147	142.46	✓	
CC+0.075% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	115.5	147	133.78	✓	
CC+0.100% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	115.5	147	113.79	✓	



Resistencia Promedio del Concreto en Funcion del día: (Valores Referenciales)

Edad (días)	Resistencia (%)	
	Minimo	Ideal
7	55	70
14	70	85
21	80	95
28	100	115

Valor Ideal con Formula del ACI-209 (A-17):

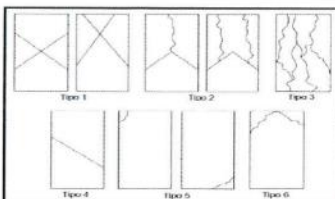
$$f_{cmi} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] f_{cm28}$$

Para Cemento Tipo I:  
a = 4.0  
b = 0.85

Valor Minimo con Criterio del ACI:

Ninguna muestra debe tener menos de 3.5 MPa del valor característico de  $f_c$ .

CONCRETO	EDAD - 14 DIAS $\text{kg/cm}^2$				
	MIN ( $\text{kg/cm}^2$ )	IDEAL ( $\text{kg/cm}^2$ )	RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN	CUMPLE	NO CUMPLE
CC+0.025% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	147	178.5	186.28	✓	
CC+0.050% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	147	178.5	172.52	✓	
CC+0.075% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	147	178.5	159.95	✓	
CC+0.100% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	147	178.5	147.45	✓	



Resistencia Promedio del Concreto en Funcion del día: (Valores Referenciales)

Edad (días)	Resistencia (%)	
	Minimo	Ideal
7	55	70
14	70	85
21	80	95
28	100	115

Valor Ideal con Formula del ACI-209 (A-17):

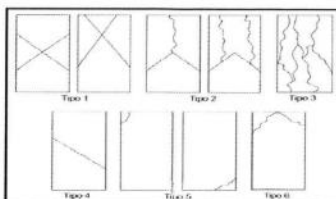
$$f_{cmi} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] f_{cm28}$$

Para Cemento Tipo I:  
a = 4.0  
b = 0.85

Valor Minimo con Criterio del ACI:

Ninguna muestra debe tener menos de 3.5 MPa del valor característico de  $f_c$ .

CONCRETO	EDAD - 28 DIAS $\text{kg/cm}^2$				
	MIN ( $\text{kg/cm}^2$ )	IDEAL ( $\text{kg/cm}^2$ )	RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN	CUMPLE	NO CUMPLE
CC+0.025% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	210	241.5	202.5		✗
CC+0.050% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	210	241.5	186.27		✗
CC+0.075% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	210	241.5	172.52		✗
CC+0.100% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	210	241.5	155		✗



Resistencia Promedio del Concreto en Funcion del día: (Valores Referenciales)

Edad (días)	Resistencia (%)	
	Minimo	Ideal
7	55	70
14	70	85
21	80	95
28	100	115

Valor Ideal con Formula del ACI-209 (A-17):

$$f_{cmi} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] f_{cm28}$$

Para Cemento Tipo I:  
a = 4.0  
b = 0.85

Valor Minimo con Criterio del ACI:

Ninguna muestra debe tener menos de 3.5 MPa del valor característico de  $f_c$ .

  
**Luis Gamarrá Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

**FICHA DE VALIDACIÓN  
INFORME DEL JUICIO DE EXPERTO**

**DATOS GENERALES:**

1.1. Título de la investigación : **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS**

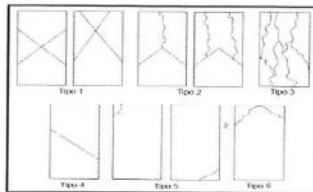
1.2. Nombre de los instrumentos motivo de evaluación : **Ficha de observación**

**A. PARAMETROS DE DISEÑO:**

Concreto:  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  / peso específico =  $2400 \text{ kg/m}^3$

**RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS**

CONCRETO	EDAD - 7 DIAS $\text{kg/cm}^2$			
	MIN ( $\text{kg/cm}^2$ )	IDEAL ( $\text{kg/cm}^2$ )	RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN	CUMPLE / NO CUMPLE
CC+0.025% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	115.5	147	155.00	CUMPLE
CC+0.050% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	115.5	147	142.46	CUMPLE
CC+0.075% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	115.5	147	133.78	CUMPLE
CC+0.100% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	115.5	147	113.79	NO CUMPLE



Resistencia Promedio del Concreto en Funcion del dia: (Valores Referenciales)

Edad (dias)	Resistencia (%)	
	Minimo	Ideal
7	55	70
14	70	85
21	80	95
28	100	115

Valor Ideal con Formula del ACI-209 (A-17):

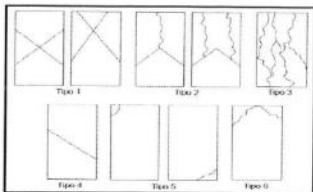
$$f_{cmi} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] f_{cm28}$$

Para Cemento Tipo I:  
a = 4.0  
b = 0.85

Valor Minimo con Criterio del ACI:

Ninguna muestra debe tener menos de 3.5 MPa del valor caracteristico de  $f_c$ .

CONCRETO	EDAD - 14 DIAS $\text{kg/cm}^2$			
	MIN ( $\text{kg/cm}^2$ )	IDEAL ( $\text{kg/cm}^2$ )	RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN	CUMPLE / NO CUMPLE
CC+0.025% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	147	178.5	186.28	CUMPLE
CC+0.050% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	147	178.5	172.52	NO CUMPLE
CC+0.075% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	147	178.5	159.95	NO CUMPLE
CC+0.100% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	147	178.5	147.45	NO CUMPLE



Resistencia Promedio del Concreto en Funcion del dia: (Valores Referenciales)

Edad (dias)	Resistencia (%)	
	Minimo	Ideal
7	55	70
14	70	85
21	80	95
28	100	115

Valor Ideal con Formula del ACI-209 (A-17):

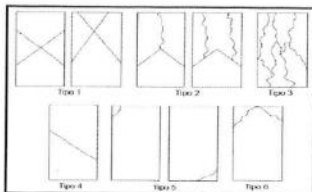
$$f_{cmi} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] f_{cm28}$$

Para Cemento Tipo I:  
a = 4.0  
b = 0.85

Valor Minimo con Criterio del ACI:

Ninguna muestra debe tener menos de 3.5 MPa del valor caracteristico de  $f_c$ .

CONCRETO	EDAD - 28 DIAS $\text{kg/cm}^2$			
	MIN ( $\text{kg/cm}^2$ )	IDEAL ( $\text{kg/cm}^2$ )	RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN	CUMPLE / NO CUMPLE
CC+0.025% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	210	241.5	202.5	CUMPLE
CC+0.050% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	210	241.5	186.27	NO CUMPLE
CC+0.075% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	210	241.5	172.52	NO CUMPLE
CC+0.100% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	210	241.5	155	NO CUMPLE



Resistencia Promedio del Concreto en Funcion del dia: (Valores Referenciales)

Edad (dias)	Resistencia (%)	
	Minimo	Ideal
7	55	70
14	70	85
21	80	95
28	100	115

Valor Ideal con Formula del ACI-209 (A-17):

$$f_{cmi} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] f_{cm28}$$

Para Cemento Tipo I:  
a = 4.0  
b = 0.85

Valor Minimo con Criterio del ACI:

Ninguna muestra debe tener menos de 3.5 MPa del valor caracteristico de  $f_c$ .

**RANDO PORRAS OLARTE**  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP. N° 87979**



**FICHA DE VALIDACIÓN  
INFORME DEL JUICIO DE EXPERTO**

**DATOS GENERALES:**

1.1. Título de la investigación : **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS**

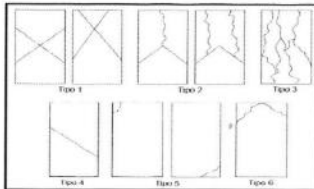
1.2. Nombre de los instrumentos motivo de evaluación : **Ficha de observación**

**A. PARAMETROS DE DISEÑO:**

Concreto:  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$  / peso específico =  $2400 \text{ kg/m}^3$

**RESISTENCIA DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS**

CONCRETO	EDAD - 7 DIAS $\text{kg/cm}^2$				
	MIN ( $\text{kg/cm}^2$ )	IDEAL ( $\text{kg/cm}^2$ )	RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN	CUMPLE	NO CUMPLE
CC+0.025% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	115.5	147	155.00	✓	
CC+0.050% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	115.5	147	142.46	✓	
CC+0.075% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	115.5	147	133.78	✓	
CC+0.100% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	115.5	147	113.79		✗



Resistencia Promedio del Concreto en Funcion del dia: (Valores Referenciales)

Edad (dias)	Resistencia (%)	
	Minimo	Ideal
7	55	70
14	70	85
21	80	95
28	100	115

Valor Ideal con Formula del ACI-209 (A-17):

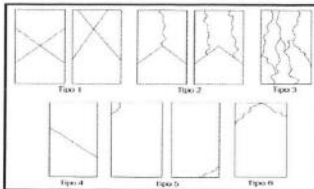
$$f_{cmi} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] f_{cm,28}$$

Para Cemento Tipo I:  
a = 4.0  
b = 0.85

Valor Minimo con Criterio del ACI:

Ninguna muestra debe tener menos de 3.5 MPa del valor caracteristico de  $f_c$ .

CONCRETO	EDAD - 14 DIAS $\text{kg/cm}^2$				
	MIN ( $\text{kg/cm}^2$ )	IDEAL ( $\text{kg/cm}^2$ )	RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN	CUMPLE	NO CUMPLE
CC+0.025% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	147	178.5	186.28	✓	
CC+0.050% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	147	178.5	172.52		✗
CC+0.075% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	147	178.5	159.95		✗
CC+0.100% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	147	178.5	147.45		✗



Resistencia Promedio del Concreto en Funcion del dia: (Valores Referenciales)

Edad (dias)	Resistencia (%)	
	Minimo	Ideal
7	55	70
14	70	85
21	80	95
28	100	115

Valor Ideal con Formula del ACI-209 (A-17):

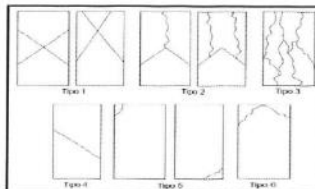
$$f_{cmi} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] f_{cm,28}$$

Para Cemento Tipo I:  
a = 4.0  
b = 0.85

Valor Minimo con Criterio del ACI:

Ninguna muestra debe tener menos de 3.5 MPa del valor caracteristico de  $f_c$ .

CONCRETO	EDAD - 28 DIAS $\text{kg/cm}^2$				
	MIN ( $\text{kg/cm}^2$ )	IDEAL ( $\text{kg/cm}^2$ )	RESULTADO DE LA INVESTIGACIÓN	CUMPLE	NO CUMPLE
CC+0.025% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	210	241.5	202.5		✗
CC+0.050% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	210	241.5	186.27		✗
CC+0.075% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	210	241.5	172.52		✗
CC+0.100% DE POLIESTIRENO EXPANDIDO	210	241.5	155		✗



Resistencia Promedio del Concreto en Funcion del dia: (Valores Referenciales)

Edad (dias)	Resistencia (%)	
	Minimo	Ideal
7	55	70
14	70	85
21	80	95
28	100	115

Valor Ideal con Formula del ACI-209 (A-17):

$$f_{cmi} = \left[ \frac{t}{a + bt} \right] f_{cm,28}$$

Para Cemento Tipo I:  
a = 4.0  
b = 0.85

Valor Minimo con Criterio del ACI:

Ninguna muestra debe tener menos de 3.5 MPa del valor caracteristico de  $f_c$ .

Ing. Vladimir Ordóñez Camposano

**FICHA DE VALIDACIÓN  
INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO**

**DATOS GENERALES:**

1.1 Título de la investigación: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS.**

1.2 Nombre de los instrumentos motivo de evaluación: Ficha de observación

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

Indicadores	Criterios	Muy deficiente				Deficiente				Regular				Buena				Muy buena			
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado.																				✓
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																				✓
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																				✓
4. Organización	Existe una organización lógica																				✓
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.																				✓
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																				✓
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos																				✓
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores.																				✓
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																				✓
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación.																				✓

Promedio de valoración: 95%



OPINIÓN DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente b) Deficiente c) Regular d) Buena e) Muy buena

Nombres y apellidos:	<i>Luis Gamarra Espinoza</i>	DNI N°	<i>42627012</i>
Dirección domiciliaria:	_____	Teléfono/Celular:	<i>964 46 2 484</i>
Grado académico:	<i>Ing. Civil</i>		
Mención:	_____		

**Firma**





**Anexo N°04: Resumen de datos de la**



*propiedades del concreto en estado fresco y endurecido*

MUESTRAS	TEMPERATURA				ASENTAMIENTO				CONTENIDO DE AIRE				EXUDACIÓN	TIEMPO DE FRAGUA		
	M01	M02	M03	PROMEDIO	M01	M02	M03	PROMEDIO	M01	M02	M03	PROMEDIO		M01	M02	PROMEDIO
Concreto convencional	23.0	22.5	22.8	22.8	3.5	4.00	3.75	3.75	2.10	1.95	2.05	2.03	1.529	297.68	299.08	298.38
Concreto con 0.025% de poliestireno	20.0	20.1	19.9	20.0	4.00	3.75	4.00	3.92	2.45	2.50	2.45	2.47	1.165	324.83	324.48	324.66
Concreto con 0.050% de poliestireno	20.0	20.1	20.1	20.1	4.00	4.00	4.00	4.00	2.35	2.28	2.35	2.33	0.782	338.96	334.36	336.66
Concreto con 0.075% de poliestireno	21.2	21.0	21.4	21.2	3.75	4.00	4.00	3.92	2.60	2.80	2.7	2.70	0.54	340.0	339.58	338.29
Concreto con 0.100% de poliestireno	18.9	18.8	19.0	18.9	4.00	3.75	3.75	3.83	3.30	3.40	3.50	3.40	0.115	435.26	434.00	434.63

MUESTRAS	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN						
	M01	M02	M03	PROMEDIO	$\sigma$	C.V.	R
Concreto convencional con 7 días	172.82	164.77	164.8	167.45	4.65	2.78%	8
Concreto convencional con 14 días	199.36	192.69	200.4	197.47	4.17	2.11%	8
Concreto convencional con 28 días	214.07	203.38	219.9	212.48	8.41	3.96%	17
Concreto con 0.025% de poliestireno a los 7 días	158.35	151.81	154.8	155.00	3.27	2.11%	7
Concreto con 0.025% de poliestireno a los 14 días	183.69	186.15	188.8	186.28	2.45	1.32%	5
Concreto con 0.025% de poliestireno a los 28 días	203.53	199.61	201.4	202.50	3.60	1.78%	7

Concreto con 0.050% de poliestireno a los 7 días	141.12	137.73	148.5	142.46	5.53	3.88%	11
Concreto con 0.050% de poliestireno a los 14 días	170.05	181.0	166.5	172.52	7.54	4.37%	14
Concreto con 0.050% de poliestireno a los 28 días	181.24	200.61	177.0	186.27	12.30	6.76%	24
Concreto con 0.075% de poliestireno a los 7 días	130.18	133.95	137.22	133.78	3.52	2.63%	7
Concreto con 0.075% de poliestireno a los 14 días	168.04	159.11	<b>152.69</b>	<b>159.95</b>	<b>7.71</b>	4.82%	15
Concreto con 0.075% de poliestireno a los 28 días	169.04	178.48	<b>170.05</b>	<b>172.52</b>	<b>5.18</b>	3.00%	9
Concreto con 0.100% de poliestireno a los 7 días	106.66	118.73	<b>115.97</b>	<b>113.79</b>	<b>6.32</b>	5.56%	12
Concreto con 0.100% de poliestireno a los 14 días	152.69	138.1	<b>151.56</b>	<b>147.45</b>	<b>8.12</b>	5.50%	15
Concreto con 0.100% de poliestireno a los 28 días	160.62	154.58	<b>149.8</b>	<b>155.00</b>	<b>5.42</b>	3.50%	11



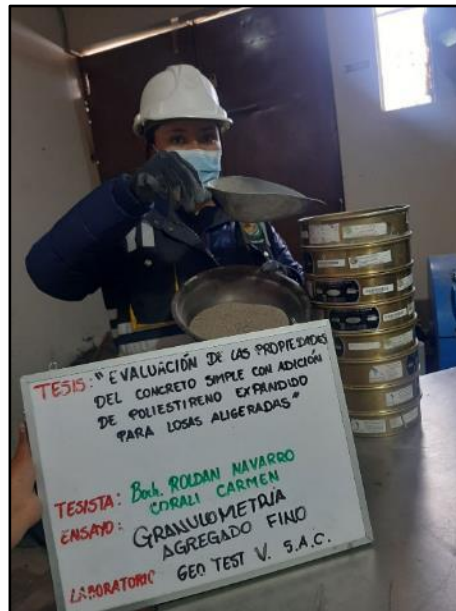
*Módulo de elasticidad del concreto convencional y con poliestireno*

Tipo de concreto	f <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Variación (%)
Concreto convencional	214.07	219466.97	218619.9	0.00%
	203.38	213917.04		
	219.98	222475.84		
Concreto con 0.025% de poliestireno	206.53	215567.27	213449.9	-2.36%
	199.61	211925.1		
	201.37	212857.35		
Concreto con 0.050% de poliestireno	181.24	201938.11	204646.2	-6.39%
	200.61	212455.29		
	176.97	199545.11		
Concreto con 0.075% de poliestireno	169.04	195023.08	197007.5	-9.89%
	178.48	200394.61		
	170.05	195604.83		
Concreto con 0.100% de poliestireno	160.62	190103.92	186729.5	-14.59%
	154.58	186495.31		
	149.80	183589.22		

**Anexo N°05: Panel fotográfico**

## 1. GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO

*Fotografía N° 1: Ensayo de análisis granulométrico del agregado fino, según referencia de la norma NTP 400.012.*



FUENTE: Elaboración Propia

## 2. GRANULOMETRIA DEL AGREGADO GRUESO

*Fotografía N° 2: Ensayo de granulometría del agregado grueso, según referencia de la norma NTP 400.012.*



FUENTE: Elaboración Propia

### 3. PESO ESPECÍFICO AGREGADO FINO Y ABSORCION DEL AGREGADO FINO

*Fotografía N° 3: Ensayo con el molde cónico, metálico de  $40\pm 3$ mm de diámetro, y la varilla de apisonamiento de  $340\pm 15$ g, normalizado peso específico y absorción del agregado fino, según referencia de la norma NTP 400.022.*



FUENTE: Elaboración Propia

### 4. PESO ESPECÍFICO AGREGADO GRUESO Y ABSORCION DEL AGREGADO GRUESO

*Fotografía N° 4: Realización del ensayo para determinar el Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso, según referencia de la norma NTP 400.022.*



FUENTE: Elaboración Propia

## 5. CONTENIDO DE HUMEDAD

*Fotografía N° 5: La humedad de un suelo es la relación, expresada en porcentajes, del peso de agua en una masa del suelo, según referencia de la norma NTP 339.127.*



FUENTE: Elaboración Propia

## 6. ABRASION LOS ANGELES

*Fotografía N° 6: Realización del ensayo para determinar el Método de ensayo normalizado para sacar el desgaste del agregado según la NTP 400 019.*



FUENTE: Elaboración Propia

## 7. PESO UNITARIO Y VACIOS (PUC-PUS) DEL AGREGADO GRUESO

*Fotografía N° 7: Determinación del Peso unitario compactado y el porcentaje de los vacíos del agregado grueso, según referencia de la norma NTP 400.017.*



**FUENTE:** Elaboración Propia

*Fotografía N° 8: Determinación del Peso unitario suelto y el porcentaje de los vacíos del agregado fino, según referencia de la norma NTP 400.017.*



**FUENTE:** Elaboración Propia

## 8. EQUIVALENTE DE ARENA

*Fotografía N° 9: Ensayo de equivalente de arena o proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo en los suelos o agregados finos, según referencia de la norma 339.146*



FUENTE: Elaboración Propia

*Fotografía N° 10: Vista del material poliestireno expandido en proporción del 0.025% para la elaboración del concreto y todos los porcentajes que se evaluarán en la tesis, según referencia de la norma NTP 339.183.*



FUENTE: Elaboración Propia

## 9. TEMPERATURA

*Fotografía N° 11: Medición de la temperatura del concreto saliendo de la mezcladora convencional y todos los porcentajes de poliestireno expandido que se evaluarán en la tesis. Según referencia de la norma NTP 339.184.*



FUENTE: Elaboración Propia

## 10. ASENTAMIENTO

*Fotografía N° 12: Medición del asentamiento del concreto fresco convencional y todos los porcentajes de poliestireno expandido que se evaluarán en la tesis. Según NTP 339.035.*



FUENTE: Elaboración Propia



## 11. CONTENIDO DE AIRE

*Fotografía N° 13: Control del contenido de aire del concreto fresco y todos los porcentajes de poliestireno expandido que se evaluarán en la tesis por el método de presión. Según NTP 339.083.*



FUENTE: Elaboración Propia

## 12. EXUDACION

*Fotografía N° 14: Uso del ensayo de exudación Método A, compactada por apisonado, con la preparación y curado del concreto convencional y los porcentajes de poliestireno expandido que se evaluarán en la tesis. Según NTP 339.077.*



FUENTE: Elaboración Propia

### 13. TIEMPO DE FRAGUA

*Fotografía N° 15: Control de penetración de diferentes diámetros de agujas para la verificación de tiempo para el fraguado convencional y todos los porcentajes de poliestireno expandido que se evaluarán en la tesis, según referencia de la norma NTP 400.037.*



FUENTE: Elaboración Propia

### 14. ELABORACIÓN DE TESTIGOS

*Fotografía N° 16: Elaboración de testigos cilíndricos convencional y todos los porcentajes de poliestireno expandido que se evaluarán en la tesis, para sus respectivos tipos de ensayos, según referencia de la norma NTP 339.034 / ASTM C39.*



FUENTE: Elaboración Propia

## 15. RESISTENCIA A LA COMPRESION DE LAS PROBETAS CONVENCIONALES

### 17.1. RESISTENCIA A LA COMPRESION A LOS 28 DIAS DE EDAD

*Fotografía N° 17: Testigos cilíndricos convencionales para la resistencia a la compresión de los 28 días de edad, según referencia de la norma NTP 339.034 / ASTM C39.*



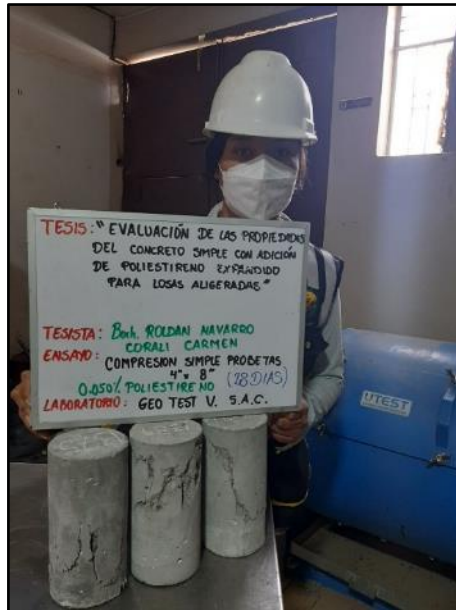
FUENTE: Elaboración Propia

*Fotografía N° 18: Testigos cilíndricos incorporados el 0.025% de poliestireno expandido para la resistencia a la compresión de los 28 días de edad, según referencia de la norma NTP 339.034 / ASTM C39.*



FUENTE: Elaboración Propia

**Fotografía N° 19:** Testigos cilíndricos incorporados el 0.050% de poliestireno expandido para la resistencia a la compresión de los 28 días de edad, según referencia de la norma NTP 339.034/ ASTM C39.



FUENTE: Elaboración Propia

**Fotografía N° 20:** Testigos cilíndricos incorporados el 0.075% de poliestireno expandido para la resistencia a la compresión de los 28 días de edad, según referencia de la norma NTP 339.034/ ASTM C39.



FUENTE: Elaboración Propia

**Fotografía N° 21:** Testigos cilíndricos incorporados el 0.1% de poliestireno expandido para la resistencia a la compresión de los 28 días de edad, según referencia de la norma NTP 339.034/ ASTM C39.



**FUENTE:** Elaboración Propia

**Anexo N°06: Certificado de los Ensayos**

2021

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PRESENTADO POR:

BACH.ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO



**“EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL  
CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL  
POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS  
ALIGERADAS”**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE  
SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E  
HIDRÁULICA

GeoTEST S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN : JR. BRAU N°213 - CHILCA  
 E-MAIL : LABGEOTESTV@GMAIL.COM  
 TEL : A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUEBLO  
 AV. FERRELLARI, 1400 Y AV. LONDRO PUEBLO  
 FÁBRIK : GEO TEST V.S.A.C.  
 CELULAR : 98225153 - 972031911 - 991375093  
 RUC : 20606529239

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TERRA: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
 Expediente N° : EXP-2016-01-TESTV-SAC-2021  
 Particular : BACHUNG, CORALI CARMEN HOLIDAN NAVARRO  
 Ubicación : HUANCAYO-JUNIN  
 Estructura : LOSAS ALIGERADAS  
 Código de formato : DMMF-EX-01-REV.01(F)O-2021-02-11  
 Fecha de recepción : Mar-21  
 Centro : CANTERA DE PILCOMAYO  
 N° de muestra : M-01  
 Clase de material : PIEDRA CHANCADA Y ARENA  
 Norma : NTP/ASTM  
 Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de ensayo : May-21

PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS  
AGREGADO GRUESO

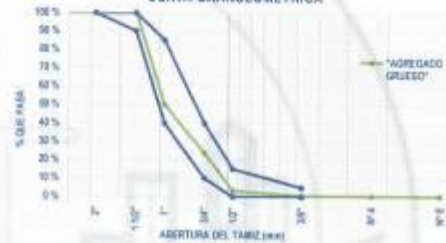
1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO - NTP 400.012

Tamaño Máximo Nominal (TMN) : 3/4"  
 Módulo de Finura (MF) : 7.47

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PERCENTE (%)
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.05	1585.00	49.66	49.66	50.34
1/2"	12.70	1000.00	30.44	79.32	23.68
3/8"	9.53	770.10	23.36	96.64	3.33
N° 4	4.75	105.90	3.23	99.45	0.55
N° 8	2.36	1.23	0.03	99.48	0.02
N° 16	1.18	0.00	0.00	99.48	0.02
FONDO		19.50	0.52	100.00	0.00
TOTAL		3782.46	100.00		

Fiso Correspondiente : HUBO 96

CURVA GRANULOMÉTRICA



2. PESO UNITARIO - NTP 400.017

Peso Unitario Suelto : 1446.61 kg/m³  
 Peso Unitario Compactado : 1588.16 kg/m³

ITEM	M-1	M-2
Peso de recipiente	(gr) 8349.30	8348.00
Volumen de recipiente	(cm³) 3157.38	3157.30
Muestra Suelta + recipiente	(gr) 12906.00	12922.00
Muestra Compactada + recipiente	(gr) 13384.00	13404.00
Peso Unitario Suelto	(kg/m³) 1.44	1.46
Peso Unitario Compactado	(kg/m³) 1.59	1.60

3. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - NTP 400.021

Peso específico de masa : 2.61 g/cm³  
 Peso específico SSS : 2.64 g/cm³  
 Peso específico aparente : 2.69 g/cm³  
 Absorción : 1.04 %

ITEM	P-1
Peso de agregado en estado SSS	(gr) 3435.0
Peso de agregado sumergido	(gr) 2118.0
Peso del agregado seco en horno	(gr) 3774.0
Peso Específico de Masa	(g/cm³) 2.61
Peso Específico SSS	(g/cm³) 2.64
Peso Específico Aparente	(g/cm³) 2.69
Absorción	(%) 1.04

3. CONTENIDO DE HUMEDAD - NTP 319.183

Contenido de Humedad : 0.22 %

ITEM	M-1
Peso de recipiente	(gr) 99.06
Peso de recipiente + Agreg. Humedo	(gr) 1091.80
Peso de recipiente + Agreg. Seco	(gr) 998.00
Peso de agregado húmedo	(gr) 992.70
Peso de agregado seco	(gr) 903.80
Contenido de Humedad	(%) 0.22

PROPIEDADES DEL AGREGADO GRUESO

RESUMEN	
Tamaño Máximo Nominal	3/4" (19.05)
Módulo de Finura	7.47
Contenido de Humedad	0.22 (%)
Peso unitario suelto (PUS)	1446.61 (kg/m³)
Peso unitario compactado (PUC)	1588.16 (kg/m³)
Peso Específico de masa	2.61 (g/cm³)
Absorción	1.04 (%)

OBSERVACIONES

- \*Las muestras proporcionadas por el peticionario con las etiquetas en la parte superior de cada muestra.
- \*El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, siendo su reproducción en su totalidad.
- \*Los resultados realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto.
- \*Los ensayos fueron realizados respetando las Normas Técnicas Peruanas referenciadas anteriormente.

GEO TEST V SAC  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 247512  
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. SAC**



DIRECCIÓN : JR. SMAL N° 211 - CHILCA

REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. FERROV. PRADO

TELULAR : 922225151 - 972831911 - 991375093

E-MAIL : LABORTESTV@GMAIL.COM

GEO TEST V@GMAIL.COM

FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C

RUC : 30800529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALGERADAS"	Cantera	CANTERA DE PILCOMAYO
Expediente N°	EXP-25GEO-TESTV-SAC-2021	N° de muestra	M-01
Peticionario	BACH. ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material	PIEDRA CHANCADA Y ARENA
Ubicación	HUANCAYO JUNIN	Norma	MPIASTM
Estructura	LOSAS ALGERADAS	Ensayado por	A.Y.G
Código de formato	DM-MF-EX-01 REV.01 FECHA 2021-02-11	Fecha de emisión	mayo-21
Fecha de recepción	marzo-21		

PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS  
 AGREGADO FINO

1. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - NTP 403.012

Módulo de Finura (MF) 2.67

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.53	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 8	2.35	367.70	12.74	12.74	87.26
N° 16	1.18	319.30	10.44	23.18	76.82
N° 30	0.60	333.40	25.39	48.57	51.43
N° 50	0.30	785.00	37.38	85.95	14.05
N° 100	0.15	834.10	11.09	96.96	3.02
N° 200	0.08	0.00	0.00	96.96	3.02
FONDO		63.90	3.02	100.00	0.00
TOTAL		2101	100 %		



1. PESO UNITARIO - NTP 406.017

Peso Unitario Suelto: 1433.78 kg/m<sup>3</sup>  
 Peso Unitario Compactado: 1585.02 kg/m<sup>3</sup>

ITEM	M-1	M-2	
Peso de Módelo	(g)	3346.00	3340.00
Volumen de Módelo	(cm <sup>3</sup> )	3157.38	3157.38
Muestra Suelta + Módelo	(g)	4297.00	4287.00
Muestra Compactada + Módelo	(g)	4297.00	4338.00
Peso Unitario Suelto	(g/cm <sup>3</sup> )	1.43	1.43
Peso Unitario Compactado	(g/cm <sup>3</sup> )	1.58	1.59

4. PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN - NTP 406.022

Peso específico de Masa: 2.38 g/cm<sup>3</sup>  
 Peso específico SSS: 2.46 g/cm<sup>3</sup>  
 Peso específico Aparente: 2.56 g/cm<sup>3</sup>  
 Absorción: 2.73 %

ITEM	P-1	P-1	
Peso de Tara	(g)	0	0
Peso de Fide	(g)	154	154
Peso del agregado en estado SSS	(g)	500	500
Peso de Fide + Arena + Agua	(g)	949.3	951.9
Peso del agregado seco	(g)	490.1	483.4
Volumen de fide	(cm <sup>3</sup> )	500	500
Peso Especifico de Masa	(g/cm <sup>3</sup> )	2.39	2.39
Peso Especifico SSS	(g/cm <sup>3</sup> )	2.44	2.47
Peso Especifico Aparente	(g/cm <sup>3</sup> )	2.52	2.61
Absorción	(%)	2.02	3.43

3. CONTENIDO DE HUMEDAD - NTP 338.025

Contenido de Humedad: 4.50 %

ITEM	M-1	
Peso de Tara	(gr)	86.8
Tara + Agregado Humedo	(gr)	257.9
Tara + Agregado Seco	(gr)	738.6
Peso de agregado humedo	(gr)	981.1
Peso de agregado seco	(gr)	851.8
Contenido de Humedad	(%)	4.5

PROPIEDADES DEL AGREGADO FINO

RESUMEN	
Módulo de Finura	2.67
Contenido de Humedad	4.5 (%)
Peso unitario suelto (PUS)	1433.78 (kg/m <sup>3</sup> )
Peso unitario compactado (PUC)	1585.02 (kg/m <sup>3</sup> )
Peso Especifico de masa	2.38 (g/cm <sup>3</sup> )
Absorción	2.73 (%)

OBSERVACIONES

- \* Las probas proporcionadas por el peticionario son las referidas en la parte superior de este informe.
- \* El presente documento no debe reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, siendo su reproducción de su totalidad.
- \* Los resultados realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto.
- \* Los ensayos fueron realizados respetando las Normas Técnicas Peruanas referenciadas anteriormente.



GEO TEST V S.A.C.  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : JR. ORAZO N°211-DHISLA E-MAIL : LABR0003@GEOTESTV.COM  
 TRF. A UNA QUINCE PIES AL PARQUE PUEBLO AL FUNDACIONAL MOJETA, LUGO, PERU  
 CRUCE CON AV. LEONIDAS PRADO FACEBOOK : GEO TEST V. S.A.C.  
 TELULAR : 980001011-981370000 RUC : 30600529239



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LÓAS ALIGERADAS"  
 Expediente N° : EXP-25/GEO-TESTV-SAC-2021  
 Código de formato : PMDC-EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : BACH. ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO  
 Ubicación : HUANCAYO-JUNÍN  
 Estructura : LOSAS ALIGERADAS  
 Fecha de recepción : MARZO-2021  
 Cantera : CANTERA PILCOMAYO  
 N° de muestra : M-01  
 Clase de material : AGREGADO PARA CONCRETO  
 Norma : NTP 400.018/ASTM C 117/MTC E-202  
 Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de emisión : MAYO-2021  
 Hoja : 01 de 01

CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N°200 POR LAVADO  
NTP 400.018-ASTM C 117-MTC E-202

AGREGADO GRUESO

Muestra	M-01
Tamaño máximo nominal	3/4"
Masa seca de la muestra original	1000.00 g
Masa seca de la muestra después del lavado	986.00 g
Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N° 200	1.40 %

AGREGADO FINO

Muestra	M-01
Masa seca de la muestra original	500.00 g
Masa seca de la muestra después del lavado	469.30 g
Porcentaje del material fino que pasa el tamiz N° 200	6.14 %

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-08-INDECOPI-GRU-ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

GEO TEST V. SAC  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
 ING. MAX JERRY VELIZ SILESCAZA  
 CIP N° 287012  
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN : JR. DRAL N° 511 - CHILCA  
 (REP. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUEBLO FERROVIARIO, CRUCE CON AV. LEONARDO PRADO)  
 CELULAR : 952221151 - 972231811 - 991335093  
 E-MAIL : LABGEOTESTV2009@GMAIL.COM  
 WEB : GEO TEST V. SAC  
 FACEBOOK : GEO TEST V. S.A.C  
 RUC : 20606529299

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
 Expediente N° : EXP-29/GEO-TESTV-SAC-2021  
 Código de formato : AA-EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : BACH. ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO  
 Ubicación : HUANCAYO-JUNÍN  
 Estructura : LOSAS ALIGERADAS  
 Fecha de recepción : MARZO-2021  
 Cantera : CANTERA PILCOMAYO  
 N° de muestra : M-01  
 Clase de material : GRAVA PARA CONCRETO  
 Norma : NTP 400.019-MTC E 207-ASTM C131  
 Ensayado por : A. Y. G.  
 Fecha de emisión : MAYO-2021  
 Hoja : 01 de 01

ABRASIÓN LOS ANGELES AL DESGASTE DE LOS AGREGADOS  
NTP 400.019-MTC E 207-ASTM C131

TAMIZ		GRADACIÓN			
Porcentaje	Retenido	A	B	C	D
2 1/2"	3"				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"	1250.00 g			
1"	3/4"	1250.00 g			
3/4"	1/2"	1250.00 g			
1/2"	3/8"	1250.00 g			
3/8"	1/4"				
1/4"	N° 4				
N° 4	N° 8				
N° de esferas		12			
Gradación		A			
Peso Inicial (g)		5000.0			
Numero de revoluciones		500			
Peso Mat. Ret. en la N° 12 (g)		4095			
Peso Mat. pasa Malla N° 12 (g)		905			
Porcentaje Desgaste		18.10 %			

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT ART 6 - Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

GEO TEST V. SAC  
 INGENIEROS DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
 ING. TATY JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 247312  
 JEFE DEL LABORATORIO



DIRECCIÓN : JR. URUBI N° 211 - CHILCA  
 IRECA UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZOS AV.  
 FERROVARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO  
 E-MAIL : BEJERRY.V@GMAIL.COM  
 F. TELÉFONO : GEO TEST V. S.A.S  
 K :  
 RUC : 20606529929  
 CELULAR : 995291151 - 972931911 - 991375092

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
 Expediente N° : EXP-25GEO-TESTV-SAC-2021  
 Código de formato : PCA-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : BACH. ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO  
 Ubicación : HUANCAYO - JUNIN  
 Estructura : LOSAS ALIGERADAS  
 Fecha de recepción : MARZO-2021  
 Cantera : CANTERA PILCOMAYO  
 N° de muestra : M-01  
 Clase de material : GRAVA 3/4" PARA CONCRETO  
 Norma : NTP 400.040-ASTM D 4791-MTC E-223  
 Ensayado por : A.Y.G  
 Fecha de emisión : MAYO-2021  
 Hoja : 01 de 01

PARTÍCULAS CHATAS O ALARGADAS EN EL AGREGADO GRUESO  
 NTP 400.040-ASTM D 4791-MTC E-223

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS

Tamaño Agregado		Peso Resaca de la Muestra	Grados Original	Peso de la Fracción de Ensayo	Masa Partículas Chatas	Partículas Chatas	Partículas Chatas corregidas	
Pasa Tamiz	Retiene Tamiz							
3"	2 1/2"		0.00 %			-	-	
2 1/2"	2"		0.00 %			-	-	
2"	1 1/2"		0.00 %			-	-	
1 1/2"	1"		0.00 %			-	-	
1"	3/4"	1255.50 g	51.75 %	1213.90 g	26.60 g	0.46 %	0.24 %	
3/4"	1/2"	1050.00 g	77.25 %	969.00 g	81.00 g	1.05 %	0.27 %	
1/2"	3/8"	510.00 g	20.99 %	507.10 g	2.90 g	4.10 %	0.86 %	
TOTAL		2415.50 g	100.00 %	2489.90 g	110.50 g			
Porcentaje de partículas Chatas y Alargadas								1.37 %

PESO TOTAL DE LA MUESTRA	1668.7 g
PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS	1.37 %

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-89-INDECOPI-CRT, ART 8.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



GEO TEST V. SAC  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**



DIRECCIÓN	UR. DRAL N° 211 - CHILCA 1RA. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZZO AV. FERROCARRIL BRUCE 808 AV. LEONARDO PRADO	E-MAIL	L.LABORTESTV@GMAIL.COM BGETESTV@GMAIL.COM
CELULAR	922521151 - 922821911 - 991373093	FAX/TEL	: GEO TEST V. S.A.S : 226662999

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALGERADAS"	Cantera	: CANTERA PILCOMAYO
Expediente N°	: EXP-28/GEO-TESTV-SAC-2021	N° de muestra	: M-01
Código de formato	: EA-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	Clase de material	: AGREGADO FINO
Peticionario	: BACH. ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Norma	: NTP 339.146/ASTM D 2419-14/MTC E-114
Ubicación	: HUANCAYO JUNÍN	Ensayado por	: A.Y.G
Estructura	: LOSAS ALGERADAS	Fecha de emisión	: MAYO-2021
Fecha de recepción	: MARZO-2021	Hoja	: 01 de 01

**METODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA EL VALOR EQUIVALENTE DE ARENA DE SUELOS Y AGREGADO FINO**

NTP 339.146/ASTM D 2419-14/MTC E-114

DETALLE	IDENTIFICACION		
	I	II	J
Tamaño máximo (pasa tamiz N°4) (mm)	4.75	4.75	4.75
Hora de entrada a saturación	12:27	12:29	12:31
Hora de salida de saturación (mas 10')	12:37	12:39	12:41
Hora de entrada a decantación	12:39	12:41	12:43
Hora de salida de decantación (mas 20')	12:59	13:01	13:03
Altura máxima de material fino (pulg.)	4.20	4.90	4.80
Altura máxima de la arena (pulg.)	3.00	2.90	3.10
Equivalente de Arena (%)	71.43 %	59.18 %	64.58 %
Equivalente de Arena promedio	65.07 %		

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-68-INDECOPI-CRT. ART. 6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.


**GEO TEST V. SAC**  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAI**  
 CIP N° 247312  
 INGENIERO DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN	: JR. BRAU N° 211 - CHILCA	E-MAIL	: LAB@GEO-TESTV.COM
	: TRES A OTRA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUEBLO AV. FERROCARRIL		: GEO@GEO-TESTV.COM
	: CRUCE CON AV. LEONARDO PEZOSI	FABRICA	: GEO TEST V S.A.C
TELULAR	: 955555151 - 952831511 - 951378093	RUC	: 3040629929

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
Expediente N°	: EXP 26/050-TESTV-SAC-2021	Cantera	: CANTERA PILCOMAYO
Código de formato	: SSA-EX-01 REV. 01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-01
Peticionario	: BACHUNG, CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material	: GRAVA 3/4" PARA CONCRETO
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Norma	: NTP 339.152
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de recepción	: MARZO 2021	Fecha de emisión	: MAYO 2021
		Hoja	: 01 de 01

SALES SOLUBLES EN AGREGADOS  
NTP 339.152

AGREGADO

ENSAYO N°	1
Relación de mezcla de suelo-agua destilada	1 a 3
Masa del recipiente (g)	176.14
Masa del recipiente + residuos de sales (g)	177.6
Masa del residuo de sales (g)	1.460
Volumen de solución tomada (ml)	50
Total de sales solubles, en ppm (mg/kg)	87600
Total de sales solubles, en %	8.76 %

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOP-CRT-ART 6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

GEO TEST V SAC  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA



ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
CIP. N° 247312  
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN: J. BRAGA N° 211 - CHILGA  
 PROF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE BUZO AV. FERROVIARIA, CALLE CON AV. JERÓNIMO PRADO  
 CELULAR: 982555151 - 978841111 - 991375099  
 E-MAIL: LABMEDI@GEOTESTV.COM, GEO TEST V@GMAIL.COM  
 FACEBOOK: GEO TEST V S.A.C.  
 RUC: 20604699309



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto: TEST: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
 Expediente N°: EXP-29/GEOTESTV-SAC-2021  
 Peticionario: BACHUNG, CORALI CÁSMEN ROLDAN NAVARRO  
 Ubicación: HUANCAYO-JUMN  
 Estructura: LOSAS ALIGERADAS  
 Código de formato: DM-MF-EX-01 REV. 05/FECHA 2021-02-11  
 Fecha de recepción: marzo-21  
 Cantera: CANTERA DE PILCOMAYO  
 N° de muestra: M-21  
 Clase de material: PIEDRA CHANCADA Y ARENA  
 Norma: NTRASTM  
 Ensayado por: A.Y.G.  
 Fecha de emisión: mayo-21

DISEÑO DE MEZCLA  
 MÉTODO MÓDULO DE FINEZA

Rev: 10/2021

1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

AGREGADO FINO		AGREGADO GRUESO		ADITIVOS	
Tamaño máximo nominal (Pulg.)	—	Tamaño máximo nominal (Pulg.)	3/4"	Aditivo N°01	
Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1585,02	Peso Unitario Compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1598,16	Tipo	—
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1633,78	Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1446,61	Marca	—
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2,39	Peso específico	2,63	Densidad	— Kg/Lt
Absorción (%)	2,73	Absorción (%)	1,04	Dosis	— ml/kg
Contenido de Humedad (%)	4,50	Contenido de Humedad (%)	0,22	Reducción de Agua	— %
Modulo de Finura	2,67	Modulo de Finura	7,47	Aditivo N°02	
CEMENTO		AGUA		Tipo	
Tipo de Cemento Portland	Tipo 1	Tipo de agua	Potable	Marca	—
Peso Especifico (gr/cm <sup>3</sup> )	3,15	Peso Especifico (gr/cm <sup>3</sup> )	1,00	Densidad	— Kg/Lt
Marca de cemento proporcionado	Azcino			Dosis	— ml/kg
				Reducción de Agua	— %

2. DISEÑO REQUERIDO

CUENTA CON DESVIACION ESTANDAR	( )	NO CUENTA CON DESVIACION ESTANDAR	(X)
Resistencia a la compresión (f'c)	— kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia a la compresión (f'c)	210 kg/cm <sup>2</sup>
Desviación estándar (s)	—	Factor de Seguridad (s) (Por tabla 7.A.3)	84
Resistencia promedio (f'cr)	— kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia promedio (f'cr)	294 kg/cm <sup>2</sup>
Consistencia	—	Consistencia	Máxima

3. CÁLCULO DE VOLUMEN DE PASTA

TMN	3/4"
Asentamiento	3" ± 4"
Volumen unitario de Agua (Por Tabla 10.2.1)	205 lt
Contenido de aire total (Por Tabla 11.2.1)	2,00 %
Relación Agua / Cemento (Por Tabla 12.2.2)	0,36
Factor cemento (kg)	367,12 kg
Bolsas de Cemento	8,64 bolsa
Volumen de Pasta	0,342 m <sup>3</sup>
Volumen de Agregados	0,658 m <sup>3</sup>

4. CÁLCULO DE M.F. POR COMBINACIÓN DE AGREGADOS

M.F. por combinación de agregados (Por Tabla 16.2.10)	5,10
Factor cemento en sacos	8,64
Tamaño Máximo Nominal	3/4"

5. CÁLCULO DE PORCENTAJE DE AGREGADO FINO

rf = (mg - m) / (ng - m)		
m	5,16	m <sup>f</sup> 2,67
ng	7,67	rf 48,14
Porcentaje de Agregado Fino	=	##### %
Porcentaje de Agregado Grueso	=	##### %

6. VOLUMEN DE AGREGADOS EN LA MEZCLA

Volumen absoluto del agregado fino	0,317 m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del agregado grueso	0,341 m <sup>3</sup>

7. PESO DE AGREGADOS EN LA MEZCLA

Peso absoluto del agregado fino	= 750,60 Kg
Peso absoluto del agregado grueso	= 892,39 Kg

8. DISEÑO DE MEZCLA EN ESTADO SECO (POR M<sup>3</sup>)

Cemento	367,120 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	205,000 lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	758,597 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	892,385 kg/m <sup>3</sup>
TOTAL	2223,103 kg/m <sup>3</sup>

9. CORRECCIÓN POR HUMEDAD DEL AGREGADO

Peso Húmedo	
Agregado	792,73 kg/m <sup>3</sup>
Agregado	894,35 kg/m <sup>3</sup>

III. DISEÑO DE MEZCLA EN ESTADO HÚMEDO (POR M<sup>3</sup>)

Cemento	367,12 kg/m <sup>3</sup>
Agua de diseño	198,84 lt/m <sup>3</sup>
Agregado Fino	792,73 kg/m <sup>3</sup>
Agregado Grueso	894,35 kg/m <sup>3</sup>
TOTAL	2253,05 kg/m <sup>3</sup>

Humedad Superficial	
Agregado	1,77 %
Agregado	-0,82 %

Aporte de agua por humedad de Agregados	
Agregado	13,45 lt/m <sup>3</sup>
Agregado	-7,29 lt/m <sup>3</sup>
Aporte de humedad del agregado =	6,16 lt/m <sup>3</sup>
Agua efectiva	198,84 lt/m <sup>3</sup>

OBSERVACIONES

- \* Los datos proporcionados por el peticionario son los reflejados en la parte superior de este informe
- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, siendo su reproducción en su totalidad
- \* Los resultados realizados fueron sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto
- \* La dosis del aditivo son referenciales en base a su ficha técnica



GEO TEST V SAC  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 24731-2  
 JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA CED TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : URUGUAY N°21 I-CHILEA  
 E-MAIL : LABORATORIO@CEDTESTV.COM  
 LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
 PASEO A UNA QUADRA FRENTE AL PARQUE BUZO AV. FERROLARRA, DHADE CON ALFONSO PRADO  
 FACEDRO : SAC TEST V. S.A. S.C.  
 OK :  
 CELULAR : 952225191 - 970031011-991374004  
 RUC : 20004929000



Proyecto : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
 Expediente N° : EXP-25420-TESTV-SAC-021  
 Peticionario : BACHUNGO, CONRALI CARMEN ROSALBA NAVARRO  
 Ubicación : HUANCAYO, JUNIN  
 Estructura : LOSAS ALIGERADAS  
 Código de formato : DM-MF-EX-011 REV.31(FECHA 2021-02-11)  
 Fecha de recepción : marzo-21  
 Cantera : CANTERA DE PILCOMAYO  
 N° de muestra : M-01  
 Clase de material : PIEDRA CHANCADA Y ARENA  
 Norma : NTP-8281  
 Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de emisión : mayo-21

Hoja : 02 DE 09

11. RELACION EN PESO				12. RELACION EN VOLUMEN			
<b>MATERIALES SIN CORREGIR POR HUMEDAD</b>				<b>MATERIALES SIN CORREGIR POR HUMEDAD</b>			
CEMENTO	A FINO	A GRUESO	AGUA	CEMENTO	A FINO	A GRUESO	AGUA
367	759	892	205	8.64	18	22	205
367	367	367	367	8.64	8.64	8.64	8.64
1.00	2.07	2.43	0.56	1.00	2.07	2.52	23.73 Lt/bolsa
<b>MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD</b>				<b>MATERIALES CORREGIDOS POR HUMEDAD</b>			
CEMENTO	A FINO	A GRUESO	AGUA	CEMENTO	A.F.	A.G.	AGUA
367	793	894	199	8.64	19	22	198.04
367	367	367	367	8.64	8.64	8.64	8.6
1.00	2.16	2.44	0.54	1.00	2.16	2.52	23.02 Lt/bolsa
<b>RESULTADOS SIN ADITIVOS</b>				<b>RESULTADOS CON ADITIVOS</b>			
<b>13. PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA DE CEMENTO</b>				<b>13. PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA DE CEMENTO</b>			
CEMENTO	42.50	Kg/bolsa		CEMENTO	---	Kg/bolsa	
AGUA	23.02	Lt/bolsa		AGUA	---	Lt/bolsa	
AGREGADO FINO HUMEDO	91.77	Kg/bolsa		AGREGADO FINO HUMEDO	---	Kg/bolsa	
AGREGADO GRUESO HUMEDO	103.54	Kg/bolsa		AGREGADO GRUESO HUMEDO	---	Kg/bolsa	
<b>14. PESOS POR TANDA POR METRO CÚBICO</b>				<b>14. PESOS POR TANDA POR METRO CÚBICO</b>			
CEMENTO	367.12	kg/m3		CEMENTO	---	kg/m3	
AGUA	198.04	lt/m3		AGUA	---	lt/m3	
AGREGADO FINO HUMEDO	792.73	kg/m3		AGREGADO FINO HUMEDO	---	kg/m3	
AGREGADO GRUESO HUMEDO	894.35	kg/m3		AGREGADO GRUESO HUMEDO	---	kg/m3	
PESO UNITARIO DEL CONCRETO (kg/m3) =	2253.85	kg/m3		P.U.C (kg/m3) =	---		
RELACION A/C REAL EFECTIVA =	0.54			RELACION A/C REAL EFECTIVA =	---		
<b>15. VOLUMEN POR TANDA POR BOLSA DE CEMENTO</b>				<b>15. PESOS POR TANDA DE UNA BOLSA DE CEMENTO</b>			
CEMENTO	1.00	pie3/bolsa		CEMENTO	---	pie3/bol	
AGUA	23.02	Lt/bolsa		AGUA	---	Lt/bolsa	
AGREGADO FINO HUMEDO	2.16	pie3/bolsa		AGREGADO FINO HUMEDO	---	pie3/bol	
AGREGADO GRUESO HUMEDO	2.52	pie3/bolsa		AGREGADO GRUESO HUMEDO	---	pie3/bol	
<b>16. VOLUMEN POR TANDA POR METRO CÚBICO</b>				<b>16. VOLUMEN POR TANDA POR METRO CÚBICO</b>			
CEMENTO	8.64	pie3/m3		CEMENTO	---	pie3/m3	
AGUA	198.04	lt/m3		AGUA	---	lt/m3	
AGREGADO FINO HUMEDO	18.68	pie3/m3		AGREGADO FINO HUMEDO	---	pie3/m3	
AGREGADO GRUESO HUMEDO	21.78	pie3/m3		AGREGADO GRUESO HUMEDO	---	pie3/m3	
				ADITIVO N°01			
				ADITIVO N°02			

**OBSERVACIONES**

- \* Los datos proporcionados por el peticionario son los referidos en la parte superior de este informe
- \* El presente documento no deberá reproducirse sin autorización escrita del laboratorio, siendo su reproducción en su totalidad
- \* Los resultados realizados fueron sobre las muestras preparadas por el cliente al laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfalto

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
 CIP N° 241312  
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN : JR. DRAU N°211 - DILCA  
 TRF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.  
 PERROSARILL BRUCE BDN AV LEONORO PRADO  
 CELULAR : 992525161 - 992691911-991275093  
 E-MAIL : LABORTESTVQ2@GMAIL.COM  
 TESTVQ2@GMAIL.COM  
 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C  
 RUC : 20408929229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
 Expediente N° : EXP-25/GEO-TESTV-SAC-2021  
 Código de formato : TMC-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : BACH.ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO  
 Ubicación : HUANCAYO-JUNÍN  
 Estructura : LOSAS ALIGERADAS  
 Fecha de recepción : MARZO-2021  
 Cantera : CANTERA PILCOMAYO  
 N° de muestra : MUESTRA PATRON  
 Clase de material : GRAVA PARA CONCRETO  
 Norma : NTP 339.184-2013  
 Ensayado por : A.Y.G  
 Fecha de emisión : MAYO-2021  
 Hoja : 01 de 01

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA DE MEZCLA DE CONCRETO  
 NTP 339.184-2013

N° de ensayos	M-01	M-02	M-03
Hora de mezclado	9:48 a. m.	9:48 a. m.	1:11 p. m.
T° de ambiente	17 °C	17 °C	18 °C
T° del concreto	23.0 °C	22.5 °C	22.8 °C
T° del concreto promedio	22.8 °C		
Humedad relativa en %	26.30 %	24.4 %	26.6 %
Humedad relativa en % promedio	25.43 %		

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.8.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

GEO TEST V. SAC  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO TEST V. S.A.S

DIRECCIÓN : JH. BRALI N° 81 TIEMBLA  
 WEG. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AY  
 PUNTA CANAL GRANDE CON ANTONIO PRADO  
 E-MAIL : LABORATORIO@GEO-TEST.COM  
 LABORATORIO@GEO-TEST.COM  
 FACEBOOK : GEO-TEST V. S.A.S  
 WEG. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AY  
 PUNTA CANAL GRANDE CON ANTONIO PRADO  
 TELULAR : 95225151 - 95225191 - 95225092  
 RUC : 2050622029



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"	
Expediente N°	: EXP-28GEO-TESTV-SAC-2021	Cantera
Código de formato	: TFCF-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra
Peticionario	: BACHING, CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material
Ubicación	: HUANCAYO-JUMIN	Norma
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por
Fecha de recepción	: MARZO 2021	Fecha de emisión
		Hoja
		: CANTERA PILCOMAYO
		: MUESTRA PATRON
		: GRAVA PARA CONCRETO
		: NTP 309.062-ASTM C 403
		: A.Y.G
		: MAYO 2021
		: 01 de 01

HOJA: 03 DE 03

Especimen:	: Promedio	T° Ambiente al inicio del ensayo	: 11°C
Hora de mezclado:	: 09:30 a.m	T° Ambiente al final del ensayo	: 13°C
Hoja	: 03 de 03	Temperatura del concreto	: 24.5°C

Resumen del tiempo de fragua del concreto fresco en los tres especimenes:

Molde 1

Fragua inicial (500 PSI)	=	297.68 min	=	4.96 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	380.52 min	=	6.34 horas

Molde 2

Fragua inicial (500 PSI)	=	299.08 min	=	4.98 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	379.37 min	=	6.32 horas

Promedio

Fragua inicial (500 PSI)	=	298.36 min	=	4.97 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	379.95 min	=	6.33 horas

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT.ART 6 -Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



ING. MAX JERRY VELIZ SUCCURINI  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"	
Expediente N°	: EXP-28/GEOTESTV-SAC-2021	Cantera
Código de formato	: TFCF-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra
Peticionario	: BACHING, CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material
Ubicación	: HUANCAYO-JUNIN	Norma
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por
Fecha de recepción	: MARZO-2021	Fecha de emisión
		Hoja

HOJA: 02 DE 03

Especimen:	Módulo 09	T° Ambiente al inicio del ensayo	: 11°C
Hora de muestreo:	08:30 a.m	T° Ambiente al final del ensayo	: 13°C
Hoja	02 de 03	Temperatura del concreto	: 24.5°C

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido (horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pul)	Área (pul <sup>2</sup> )	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )
8:30	0:00	0	0	0.00	0.0	0.00	0.00
13:15	3:45	225	1.1/8	1.00	56.0	56	4.08
13:45	4:15	255	4/5	0.50	79.0	158	11.11
14:15	4:45	285	4/7	0.25	102.0	408	28.88
15:05	5:35	335	1/3	0.10	158.0	1580	111.08
15:40	6:15	375	1/4	0.05	180.0	3600	253.10
16:25	6:55	415	1/6	0.03	200.0	8000	562.44



Fragua inicial (500 PSI)	=	299.08 min	=	4.98 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	379.37 min	=	6.32 horas


  
 GEO TEST V. S.A.S  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
 ING. MAX JERRY VELIZ  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA GED TEST V. S.A.S

DIRECCIÓN : VIALBA N° 21 SICHUZA E-MAIL : LABMEDIOTEST@cedera.edu.ec  
 : RCP A 50M CUADRA PUNTE N. RAÍFOY PUZO AV. SECCIONALES@cedera.edu.ec  
 F1 HUANCAJO, DISTRITO COM. AV. LEONARDO PRADO) FACEBOOK : GED TEST V. S.A.S  
 CELULAR : 952525151 - 978831811 - 991375093 WHATSAPP : 50806534228



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
 Expediente N° : EXP-25GEO-TESTV-SAC-2021  
 Código de formato : TFCF-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : BACHING, CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO  
 Ubicación : HUANCAJO-JUNIN  
 Estructura : LOSAS ALIGERADAS  
 Fecha de recepción : MARZO 2021  
 Cantera : CANTERA PILCOMAYO  
 N° de muestra : MUESTRA PATRON  
 Clase de material : GRAVA PARA CONCRETO  
 Norma : NTP 339.082-ASTM C 403  
 Ensayado por : A.T.G.  
 Fecha de emisión : MAYO 2021  
 Hoja : 01 de 01

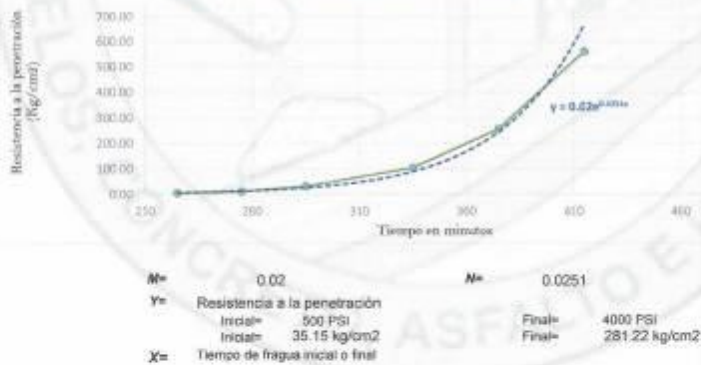
HOJA: 01 DE 01

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE SU RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN  
 NTP 339.082-ASTM C 403

Especimen : Molde 01  
 Hora de mezclado : 09:30 a.m  
 Hoja : 01 de 01  
 T° Ambiente al inicio del ensayo : 11°C  
 T° Ambiente al final del ensayo : 13°C  
 Temperatura del concreto : 24.5°C

Hora de ensayo	Tiempo transcurido (horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pul)	Área (pul <sup>2</sup> )	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )
9:30	0:00	0	0	0.00	0.0	0.00	0.00
13:15	3:45	225	1/8	1.00	70.0	70	4.92
13:45	4:15	255	4/5	0.50	78.0	156	10.97
14:15	4:45	285	4/7	0.25	114.0	456	32.05
15:05	5:35	335	1/3	0.10	149.0	1490	104.75
15:45	6:15	375	1/4	0.05	183.0	3660	257.31
16:25	6:55	415	1/6	0.03	200.0	8000	562.44

TIEMPO VS RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN



Fragua inicial (500 PSI)	=	297.68 min	=	4.96 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	380.52 min	=	6.34 horas



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
Expediente N°	: EXP-25/GEO-TESTV-SAC-2021	Cantera	: CANTERA PILCOMAYO
Código de formato	: EC-EX-01/ REV 01/ FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: MUESTRA PATRON
Peticionario	: BACH. ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material	: GRAVA PARA CONCRETO
Ubicación	: HUANCAYO-JUNIN	Norma	: NTP 339-077/ASTM C232
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de recepción	: MARZO-2021	Fecha de emisión	: MAYO-2021
		Hoja	: 01 de 01

a. Exudación por unidad de áreas

$$\text{Exudación} = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Área expuesta al concreto}}$$

Molde N°	H
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	4789
Capas N°	3
N° de golpes	25
Masa del molde (kg)	0.44
Masa del molde + la muestra (kg)	12.1
Masa de la muestra (kg)	11.66
Diámetro promedio (cm)	21.8
Área expuesta del concreto (cm <sup>2</sup> )	373.25
Volumen de agua exudado por unidad de superficie-V (ml/cm <sup>2</sup> )	0.05

Exudación = 0.05 ml/cm<sup>2</sup>

b. Exudación en porcentajes

$$\text{Exudación (\%)} = \left( \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Volumen de agua de la mezcla en el molde}} \right) \times 100$$

$$\text{Vol. agua en molde} = \left( \frac{\text{Peso del concreto en el molde}}{\text{Peso total en la tanda}} \right) \times \text{Vol. de agua en la tanda}$$

Vol. Total exudado = 17.50 ml  
 Vol. Agua en molde = 1.14 Lts = 1144.81 ml

Exudación = 1.529%

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N° 002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

GEO TEST V SAC  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARARI  
 CIP 117241712  
 INGENIERO EN LABORATORIO



DIRECCIÓN : JIR. GRAL. N° 911 - CHILCA  
 REV. A UNA DIGNIDAD FRENTE AL RANQUE RUZO AV.  
 FERRUCARILL BRIDGE 004 AV. LEONIDO PRADO  
 CELULAR : 952525151 - 972831711-951375093  
 E-MAIL : LABR02TESTV0123@MAIL.GOB  
 BEBESTESTV@MAIL.GOB  
 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C  
 RUC : 20606929229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
 Expediente N° : EXP-25/GEO-TESTV-SAC-2021  
 Código de formato : EC-EX-01/REV 01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : BACH. ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO  
 Ubicación : HUANCAYO-JUNÍN  
 Estructura : LOSAS ALIGERADAS  
 Fecha de recepción : MARZO-2021  
 Cantera : CANTERA PILCOMAYO  
 N° de muestra : MUESTRA PATRON  
 Clase de material : GRAVA PARA CONCRETO  
 Norma : NTP 339.077/ASTM C232  
 Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de emisión : MAYO-2021  
 Hoja : 01 de 01

EXUDACIÓN DEL CONCRETO  
 NTP 339.077/ASTM C232

Medición	ΔT (min)	ΔT acum.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acum.	Velocidad de exudación (ml/min)
01	10 min	10 min	0.0	0.0	0.00
02	10 min	20 min	0.2	0.2	0.02
03	10 min	30 min	0.8	1.0	0.08
04	10 min	40 min	1.2	2.2	0.12
05	10 min	50 min	5.4	7.6	0.54
06	30 min	80 min	4.4	12.0	0.15
07	30 min	110 min	3.2	15.2	0.11
08	30 min	140 min	1.8	17.0	0.06
09	30 min	170 min	0.5	17.5	0.02
10	30 min	200 min	0.0	17.5	0.00



Dosificación del diseño de mezcla por tanda:

Componentes	Tanda
Cemento	8.07 kg
Ag. Fino	9.49 kg
Ag. Grueso	18.83 kg
Água	3.72 Lt

GEO TEST V. SAC  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 241312  
 JEFE IIE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN : JR. GRAD N° 211 - CHILCA C-MAIL : LABGEOTESTV@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERNANDINI CRUCE CON AV. LEONARDO PRADO) WEBGEO.V@GMAIL.COM  
 CELULAR : 995525181 - 970021911-991378085 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C. RUC : 30606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
 Expediente N° : EXP-26/GEO-TESTV-SAC-2021  
 Código de formato : CACF-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : BACH.LING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO  
 Ubicación : HUANCAYO-JUNIÍN  
 Estructura : LOSAS ALIGERADAS  
 Fecha de recepción : MARZO-2021  
 Cantera : CANTERA PILCOMAYO  
 N° de muestra : MUESTRA PATRÓN  
 Clase de material : GRAVA PARA CONCRETO  
 Norma : NTP 339.083-ASTM C 231-AASHTO T 152  
 Ensayado por : A.Y.G  
 Fecha de emisión : MAYO-2021  
 Hoja : 01 de 01

CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO METODO DE PRESIÓN  
NTP 339.083-ASTM C 231-AASHTO T 152

Muestra	M-01	M-02	M-03
Volumen O.W	6864.0 cm <sup>3</sup>	6864.0 cm <sup>3</sup>	6864.0 cm <sup>3</sup>
Masa de la O.W	3510.0 g	3510.0 g	3510.0 g
Medidor	Tipo B	Tipo B	Tipo B
Contenido de aire %	2.10%	1.95%	2.05
Promedio de contenido de aire %	2.03%		

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART 6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



GEO TEST V S.A.C.  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ING. MAX JENNY FELIZ SULCARAY  
CIP N° 247312  
I.P.F.E. DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

<p><b>Proyecto</b> : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"</p> <p><b>Expediente N°</b> : EXP-25/GEO-TESTV-SAC-2021</p> <p><b>Código de formato</b> : AC-EX-01/REV 01/FECHA 2021-02-11</p> <p><b>Peticionario</b> : BACH. ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO</p> <p><b>Ubicación</b> : HUANCAYO-JUNIN</p> <p><b>Estructura</b> : LOSAS ALIGERADAS</p> <p><b>Fecha de recepción</b> : MARZO-2021</p>	<p><b>Cantera</b> : CANTERA PILCOMAYO</p> <p><b>N° de muestra</b> : MUESTRA PATRON</p> <p><b>Clase de material</b> : GRAVA PARA CONCRETO</p> <p><b>Norma</b> : NTP 339.035-2015</p> <p><b>Ensayado por</b> : A.Y.G</p> <p><b>Fecha de emisión</b> : MAYO-2021</p> <p><b>Hoja</b> : 01 de 01</p>
---	---

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND  
NTP 339.035-2015**

N° de ensayos	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
Consistencia	Plástica	Plástica	Plástica	Plástica
Asentamiento (pulg)	3 1/2	4	3 3/4	3 3/4
Asentamiento	88.9 mm	101.6 mm	95.3 mm	95.3 mm

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**GEO TEST V. SAC**  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA



ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
CIP N° 247312  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN	: JR. GRAU N° 11 CHILCA	E-MAIL	: L.LABGTESTV02@GMAIL.COM
	: TREC.A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERRODARRIL CRUCE CON AV. LEONOID PRADDT		: GTESTV02@GMAIL.COM
CELULAR	: 952525161 - 972523191 / 991276092	FACEBOOK	: GEO TEST V S.A.S
		RUC	: 20506529229



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

Proyecto	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
Expediente N°	: EXP-25/GEO-TESTV-SAC-2021	Cantera	: CANTERA PILCOMAYO
Código de formato	: TMC-EX-01/ REV 01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-04
Peticionario	: BACH.ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material	: GRAVA PARA CONCRETO
Ubicación	: HUANCAYO-JUNIN	Norma	: NTP 338.184-2013
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de recepción	: MARZO-2021	Fecha de emisión	: MAYO-2021
		Hoja	: 01 de 01

CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.025 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA DE MEZCLA DE CONCRETO

NTP 338.184-2013

N° de ensayos	M-01	M-02	M-03
Hora de mezclado	10:20 a. m.	11:30 a. m.	2:10 p. m.
T° de ambiente	13 °C	13 °C	12 °C
T° del concreto	20.0 °C	20.1 °C	18.9 °C
T° del concreto promedio	20.0 °C		
Humedad relativa en %	16.05 %	16.41 %	15.69 %
Humedad relativa en % promedio	16.05 %		

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.8 - Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



GEO TEST V S.A.S.  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

ING. PAUL JERRY VELIZ SULCARAY  
CIP N° 247312  
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO  
TEST V. SAC

DIRECCIÓN	LINEA BRAN N° 111 - CHILCA	E-MAIL	LABOR@GEOVIVO2000.COM
	INICIA UNA MANERA FRENTE AL PARQUE PUEBLO AV. FERRECARRELL		TESTV@GMAIL.COM
	BRANQUEO SAN ALONSO DE PRADO	FACEBOOK	Geo Test V S.A.C
CELULAR	922221011 - 922221011 - 981376093	RUC	20609929222



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
Expediente N°	: EXP-26/GEO-TESTV-SAC-2021	Cantera	: CANTERA PILCOMAYO
Código de formato	: EC-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-04
Peticionario	: BACH.ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material	: GRAVA PARA CONCRETO
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Norma	: NTP 339.077/ASTM C232
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de recepción	: MARZO-2021	Fecha de emisión	: MAYO-2021
		Hoja	: 01 de 01

CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.025 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

EXUDACIÓN DEL CONCRETO  
NTP 339.077/ASTM C232

Medición	ΔT (min)	ΔT acum.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acum.	Velocidad de exudación (ml/min)
01	10 min	10 min	0.0	0.0	0.00
02	10 min	20 min	0.1	0.1	0.01
03	10 min	30 min	0.5	0.6	0.05
04	10 min	40 min	2.6	3.2	0.26
05	30 min	70 min	5.3	8.5	0.18
06	30 min	100 min	2.2	10.7	0.07
07	30 min	130 min	1.5	12.2	0.05
08	30 min	160 min	0.0	12.2	0.00



Dosificación del diseño de mezcla por tanda:

Componentes	Tanda
Cemento	6.07 kg
Ag Fino	9.49 kg
Ag Grueso	18.63 kg
Agua	3.72 Lts

GEO TEST V S.A.C.  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
C.P. N° 247312  
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E  
HIDRAULICA GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN : JN. GRAL N°211 - CHILCA E-MAIL : LABRTESTV@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERRUCARRE BRIG 500 AV LEONCIO PRADO) GEOTESTV@GMAIL.COM  
 CELULAR : 982521151 - 972931511 - 991295099 FACEBOOK : GEO TEST V. S.A.C RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
 Expediente N° : EXP-25/GEO-TESTV-SAC-2021  
 Código de formato : CACF-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : BACH.ING. CORALI GARMEN ROLDAN NAVARRO  
 Ubicación : HUANCAYO-JUNÍN  
 Estructura : LOSAS ALIGERADAS  
 Fecha de recepción : MARZO-2021  
 Cantera : CANTERA PILCOMAYO  
 N° de muestra : M-04  
 Clase de material : GRAVA PARA CONCRETO  
 Norma : NTP 339.083-ASTM C 231-AASHTO T 152  
 Ensayado por : A.Y.G  
 Fecha de emisión : MAYO-2021  
 Hoja : 01 de 01

CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.025 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO METODO DE PRESIÓN  
NTP 339.083-ASTM C 231-AASHTO T 152

Muestra	M-01	M-02	M-03
Volumen O.W	6864.0 cm <sup>3</sup>	6864.0 cm <sup>3</sup>	6864.0 cm <sup>3</sup>
Masa de la O.W	3510.0 g	3510.0 g	3510.0 g
Medidor	Tipo B	Tipo B	Tipo B
Contenido de aire %	2.45%	2.50%	2.45%
Promedio de contenido de aire %	2.47%		

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT:ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

GEO TEST V. SAC  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 247312  
 GEO TEST V. SAC LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN	JR. BRASÚ N° 511 - CHILCA [REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE DUCO AV. FERROCARRIL BRUCE CON AV. LEONCIO PRADO]	E-MAIL	LABORTESTV@GMAIL.COM GEOTEST.V@GMAIL.COM
CELULAR	: 98222151 - 972231911-991270093	FACEBOOK	GEO TEST V S.A.C
		RUC	2060829229



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
Expediente N°	: EXP-28/GEO-TESTV-SAC-2021	Cantera	: CANTERA PILCOMAYO
Código de formato	: AC-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-04
Peticionario	: BACH. ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material	: GRAVA PARA CONCRETO
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Norma	: NTP 339.035-2015
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de ensayo	: MARZO-2021	Fecha de emisión	: MAYO-2021
		Hoja	: 01 de 01

CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.025 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND  
NTP 339.035-2015

N° de ensayos	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
Consistencia	Plástica	Plástica	Plástica	Plástica
Asentamiento (pulg)	4	3 3/4	4	4
Asentamiento	101.6 mm	95.3 mm	101.6 mm	99.5 mm

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



GEO TEST V. SAC  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
CIP N° 247312  
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
Expediente N°	: EXP-26/GEO-TESTV-SAC-2021	Cantera	: CANTERA PILCOMAYO
Código de formato	: EC-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-04
Peticionario	: BACH.LING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material	: GRAVA PARA CONCRETO
Ubicación	: HUANCAYO-JUNIN	Norma	: NTP 339.077/ASTM C232
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de recepción	: MARZO-2021	Fecha de emisión	: MAYO-2021
		Hoja	: 01 de 01

CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.025 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

a. Exudación por unidad de áreas

$$\text{Exudación} = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Área expuesta el concreto}}$$

Molde N°	D
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	4847
Capas N°	3
N° de golpes	25
Masa del molde (kg)	0.44
Masa del molde + la muestra (kg)	11.11
Masa de la muestra (kg)	10.67
Diámetro promedio (cm)	21.9
Área expuesta del concreto (cm <sup>2</sup> )	373.253
Volumen de agua exudada por unidad de superficie-V (ml/cm <sup>2</sup> )	0.033

Exudación = 0.033 ml/cm<sup>2</sup>

b. Exudación en porcentaje

$$\text{Exudación (\%)} = \left( \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Volumen de agua de la mezcla en el molde}} \right) \times 100$$

$$\text{Vol. agua en molde} = \left( \frac{\text{Peso del concreto en el molde}}{\text{Peso total en la tanda}} \right) \times \text{Vol. de agua en la tanda}$$

Vol. Total exudado = 12.20 ml  
 Vol. Agua en molde = 1.05 Lts = 1047.61 ml

Exudación = 1.165%

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART 6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

GEO TEST V S.A.C.  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
 DR. JUAN JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 241312  
 C.E. DE LABORATORIO



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
Expediente N°	: EXP-28620-TESTV-SAC-2021	Cantera	: CANTERA PILCOMAYO
Código de formato	: TFCP-EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-04
Peticionario	: BACH. ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material	: GRAVA PARA CONCRETO
Ubicación	: HUANCAYO, JUNIN	Norma	: NTP 338.082-ASTM C 403
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de recepción	: MARZO-2021	Fecha de emisión	: MAYO-2021

CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.025 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

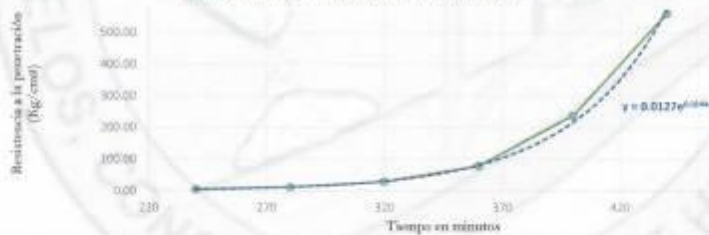
HOJA: 01 DE 03

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE SU RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN  
NTP 338.082-ASTM C 403

Experimento	: Molde 01	T° Ambiente al inicio del ensayo	: 13°C
Hora de mezcla	: 10:20 a.m	T° Ambiente al final del ensayo	: 13°C
Hoja	: 01 de 03	Temperatura del concreto	: 20°C

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido (horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pul)	Área (pul <sup>2</sup> )	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )
10:20	0:00	0	0	0.00	0.0	0.00	0.00
14:20	4:00	240	1 5/8	1.00	67.0	67	4.71
15:00	4:40	280	4/5	0.50	79.0	158	11.11
15:40	5:20	320	4/7	0.25	103.0	412	28.97
16:20	6:00	360	1/3	0.10	113.0	1130	79.44
17:00	6:40	400	1/4	0.06	989.0	3380	237.63
17:40	7:20	440	1/6	0.03	200.0	6000	562.44

TIEMPO VS RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN



M= 0.0127      N= 0.0244  
 Y= Resistencia a la penetración  
 Inicial= 500 PSI      Final= 4000 PSI  
 Inicial= 35.15 kg/cm<sup>2</sup>      Final= 281.22 kg/cm<sup>2</sup>  
 X= Tiempo de fragua inicial o final

Fragua inicial (500 PSI)	=	324.83 min	=	5.41 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	410.05 min	=	6.83 horas



GEO TEST V. SAC  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
CIP N° 247312  
JEFE DE LABORATORIO



DIRECCIÓN: JERÓNIMO BUSTOZ TORO  
 DIFUSIÓN: A UNA CÁMARA PERUANA DE COMERCIO EXTERNO S.A. (PERUAMERICA)  
 DIFUSIÓN: A UNA CÁMARA PERUANA DE COMERCIO EXTERNO S.A. (PERUAMERICA)  
 DIFUSIÓN: A UNA CÁMARA PERUANA DE COMERCIO EXTERNO S.A. (PERUAMERICA)  
 DIFUSIÓN: A UNA CÁMARA PERUANA DE COMERCIO EXTERNO S.A. (PERUAMERICA)

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"	
Expediente N°	: EXP-29GEO-TESTV-SAC-2021	Cantera
Código de formato	: TFCF-EX-01 REV 01 FECHA 2021-02-11	N° de muestra
Peticionario	: BACH. ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Norma
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por
Fecha de recepción	: MARZO-2021	Fecha de emisión
		: CANTERA PILCOMAYO
		: M-64
		: GRAVA PARA CONCRETO
		: NTP 339.002-AS1M C 403
		: A.Y.B
		: MAYO-2021

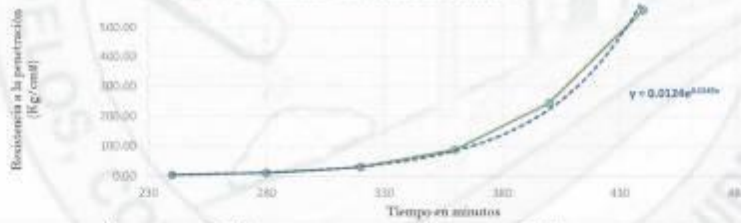
CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.025 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

HOJA: 02 DE 03

Expecimen:	: Módulo 02	T° Ambiente al inicio del ensayo	: 13°C
Hora de mezclado:	: 10:20 a.m	T° Ambiente al final del ensayo	: 13°C
Hoja	: 02 de 03	Temperatura del concreto	: 20°C

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido (horas)	Tiempo (minutos)	Diámetro de la aguja (pu)	Área (pu <sup>2</sup> )	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )
10:20	0:00	0	0	0.00	0.0	0.00	0.00
14:20	4:00	240	1.18	1.00	96.0	96	4.64
15:00	4:40	280	4/5	0.50	80.0	160	11.25
15:40	5:20	320	4/7	0.25	107.0	428	30.09
16:20	6:00	360	1/3	0.10	125.0	1250	87.88
17:00	6:40	400	1/4	0.05	175.0	3500	246.07
17:40	7:20	440	1/6	0.03	200.0	8000	562.44

TIEMPO VS RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN



$M = 0.0124$        $N = 0.0245$   
 $Y =$  Resistencia a la penetración  
 Inicial = 500 PSI      Final = 4000 PSI  
 Inicial = 35.15 kg/cm<sup>2</sup>      Final = 281.22 kg/cm<sup>2</sup>  
 $X =$  Tiempo de fragua inicial o final

Fragua inicial (500 PSI)	=	324.48 min	=	5.41 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	409.35 min	=	6.82 horas

GEO TEST V SAC  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
 ING. PABLO JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 24732  
 JEFE DE LABORATORIO

UBICACIÓN	UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS Y LETTERAS INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL CALLE 1001 DEL LINDERO (MIRAFLORES)	D. PUNO	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GED TEST V. SAC
TELÉFONO	051 051 422 2211 - 051 051 422 2209	FAX	051 051 422 2209



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
Expediente N°	: EXP-25960-TESTV-SAC-2021	Cantera	: CANTERA PILCOMAYO
Código de formato	: TFCF-EX-01/ REV 01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: B-04
Peticionario	: BACHLING, CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material	: GRAVA PARA CONCRETO
Ubicación	: HUANCAYO-JUNIN	Norma	: NTP 399.032-ASTM C 403
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de recepción	: MARZO-2021	Fecha de emisión	: MAYO-2021

CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.825 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

HOJA: 03 DE 83

Especimen	: Promedio	T° Ambiente al inicio del ensayo	: 13°C
Hora de mezcla	: 10:20 a.m	T° Ambiente al final del ensayo	: 13°C
Hoja	: 03 de 03	Temperatura del concreto	: 20°C

Resumen del tiempo de fragua del concreto fresco en los tres especimenes:

**Molde 1**

Fragua inicial (500 PSI)	=	324.83 min	=	5.41 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	410.05 min	=	6.83 horas

**Molde 2**

Fragua inicial (500 PSI)	=	324.48 min	=	5.41 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	409.35 min	=	6.82 horas

**Promedio**

Fragua inicial (500 PSI)	=	324.65 min	=	5.41 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	409.70 min	=	6.83 horas

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6 -Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

GED TEST V S.A.C.  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
CP N° 247312  
JEFE DE LABORATORIO





LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
Expediente N°	: EXP-25/GEO-TESTV-SAC-2021	Cantera	: CANTERA PILCOMAYO
Código de formato	: EC-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-03
Peticionario	: BACH.LING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material	: GRAVA PARA CONCRETO
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Norma	: NTP 339.077/ASTM C232
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de recepción	: MARZO-2021	Fecha de emisión	: MAYO-2021
		Hoja	: 01 de 01

CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.050 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

a. Exudación por unidad de áreas

$$\text{Exudación} = \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Área expuesta el concreto}}$$

Molde N°	A
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	4847
Capas N°	3
N° de golpes	25
Masa del molde (kg)	0.044
Masa del molde + la muestra (kg)	11.11
Masa de la muestra (kg)	11.066
Diámetro promedio (cm)	21.8
Área expuesta del concreto (cm <sup>2</sup> )	373.253
Volumen de agua exudada por unidad de superficie V (ml/cm <sup>2</sup> )	0.023

Exudación = 0.023 ml/cm<sup>2</sup>

b. Exudación en porcentaje

$$\text{Exudación (\%)} = \left( \frac{\text{Volumen total exudado}}{\text{Volumen de agua de la mezcla en el molde}} \right) \times 100$$

$$\text{Vol. agua en molde} = \left( \frac{\text{Peso del concreto en el molde}}{\text{Peso total en la tanda}} \right) \times \text{Vol. de agua en la tanda}$$

Vol. Total exudado = 08.50 ml  
 Vol. Agua en molde = 1.09 Lts = 1086.49 ml

Exudación = 0.782%

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-88-INDECOPI-CRT-ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

GEO TEST V SAC  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO  
TEST V. SAC

DIRECCIÓN : JR. BRAD N° 511 - CHILCA  
 E-MAIL : LLABR00331002@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PASADÉ PUZO AV. FERROCARRIL  
 BOCA DE LA LAGUNA) : BOCA DE LA LAGUNA, PERU  
 TELÉFONO : 950935151 - 972821911-991379099  
 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.S.  
 CELULAR : 950935151 - 972821911-991379099  
 RUC : 202004639329



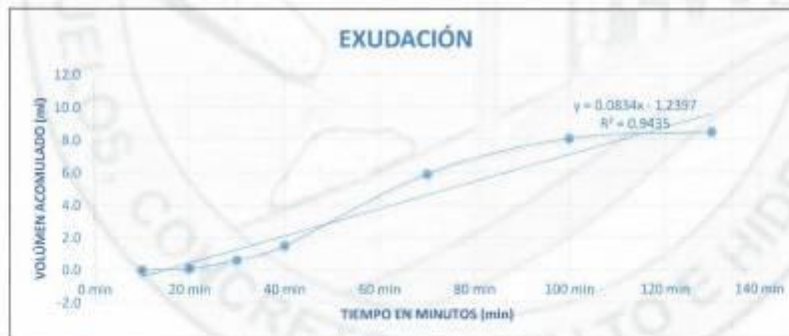
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
 Expediente N° : EXP-26/GEO-TESTV-SAC-2021  
 Código de formato : EC-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : BACH.ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO  
 Ubicación : HUANCAYO-JUNIN  
 Estructura : LOSAS ALIGERADAS  
 Fecha de recepción : MARZO-2021  
 Cantera : CANTERA PILCOMAYO  
 N° de muestra : M-03  
 Clase de material : GRAVA PARA CONCRETO  
 Norma : NTP 339.077/ASTM C232  
 Ensayado por : A.Y.G  
 Fecha de emisión : MAYO-2021  
 Hoja : 01 de 01

CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.050 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

EXUDACIÓN DEL CONCRETO  
 NTP 339.077/ASTM C232

Medición	ΔT (min)	ΔT acum.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acum.	Velocidad de exudación (ml/min)
01	10 min	10 min	0.0	0.0	0.00
02	10 min	20 min	0.1	0.1	0.01
03	10 min	30 min	0.5	0.6	0.06
04	10 min	40 min	0.9	1.5	0.09
05	30 min	70 min	4.4	5.9	0.15
06	30 min	100 min	2.2	8.1	0.07
07	30 min	130 min	0.4	8.5	0.01
08	30 min	160 min	0.0	8.5	0.00



Dosificación del diseño de mezcla por tanda:

Componentes	Tanda
Cemento	6.07 kg
Ag Fino	9.49 kg
Ag Grueso	18.63 kg
Agua	3.72 Lts



GEO TEST V SAC  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E  
HIDRAULICA GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN : JK 9RAO N°211-CHILCA E-MAIL : LABORATORIO@GEO-TEST.COM  
 TREF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. WEBTEST@GEO-TEST.COM  
 FERROCARRIL GRUPO 800 AV. LEONCIO PRADOT FACEBOOK : GEO TEST V. S.A.C.  
 CELULAR : 99282151 - 97282181 - 991278099 RUC : 2046552929

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
 Expediente N° : EXP-25/GEO-TESTV-SAC-2021 Cantera : CANTERA PILCOMAYO  
 Código de formato : CACF-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11 N° de muestra : M-02  
 Peticionario : BACH.JING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO Clase de material : GRAVA PARA CONCRETO  
 Ubicación : HUANCAYO-JUNIN Norma : NTP 339.083-ASTM C 231-AASHTO T 152  
 Estructura : LOSAS ALIGERADAS Ensayado por : A.Y.G  
 Fecha de recepción : MARZO-2021 Fecha de emisión : MAYO-2021  
 Hoja : 01 de 01

CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.056 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO METODO DE PRESIÓN  
NTP 339.083-ASTM C 231-AASHTO T 152

Muestra	M-01	M-02	M-03
Volumen O.W	6864.0 cm <sup>3</sup>	6864.0 cm <sup>3</sup>	6864.0 cm <sup>3</sup>
Masa de la O.W	3510.0 g	3510.0 g	3510.0 g
Medidor	Tipo B	Tipo B	Tipo B
Contenido de aire %	2.35%	2.28%	2.35%
Promedio de contenido de aire %	2.33%		

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

GEO TEST V. SAC  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 347312  
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN : JR. BRAS N° 11 CHILCA  
 REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE RIZO AV.  
 FERROVIA DEL SURESTE CON AV. LEONDO PRADO  
 CELULAR : 982231131 - 972231111-991275099  
 E-MAIL : LABGTESTV02@GMAIL.COM  
 LABTEST.V@GMAIL.COM  
 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C  
 RUC : 20606329229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"

Expediente N°	: EXP-28/GEO-TESTV-SAC-2021	Cantera	: CANTERA PILCOMAYO
Código de formato	: AC-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-03
Peticionario	: BACH.ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material	: GRAVA PARA CONCRETO
Ubicación	: HUANCAYO-JUNIN	Norma	: NTP 339.035-2015
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de ensayo	: MARZO-2021	Fecha de emisión	: MAYO-2021
		Hoja	: 01 de 01

CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.050 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND  
NTP 339.035-2015

N° de ensayos	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
Consistencia	Plástica	Plástica	Plástica	Plástica
Asentamiento (pulg)	4	4	4	4
Asentamiento	101.6 mm	101.6 mm	101.6 mm	101.6 mm


NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT:ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

GEO TEST V S.A.C.  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCAR  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

SERVICIOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO, INVESTIGACIONES Y CAMPO DE ACUERDO A NORMATIVAS Y EXIGENCIAS TÉCNICAS EN LAS ESPECIALIDADES DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA APLICADO EN OBRAS CIVILES

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO TEST V. S.A.C**

<b>DIRECCIÓN</b> : JN. GRAU N°211-CHILCA	<b>E-MAIL</b> : LABGEOTESTV2009@GMAIL.COM	
(REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONIDO PRADO)	GEOTEST.V@GMAIL.COM	
<b>CELULAR</b> : 992526151 - 992831911-991375093	<b>FACEBOOK</b> : Geo Test V S.A.C	
	<b>RUC</b> : 20606529329	

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

<b>Proyecto</b>	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
<b>Expediente N°</b>	: EXP-28/GEO-TESTV-SAC-2021	<b>Cantera</b>	: CANTERA PILCOMAYO
<b>Código de formato</b>	: TMC-EX-01/ REV 01/ FECHA 2021-02-11	<b>N° de muestra</b>	: M-03
<b>Peticionario</b>	: BACHING, CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	<b>Clase de material</b>	: GRAVA PARA CONCRETO
<b>Ubicación</b>	: HUANCAYO-JUNIN	<b>Norma</b>	: NTP 339.184.2013
<b>Estructura</b>	: LOSAS ALIGERADAS	<b>Ensayado por</b>	: A.Y.G
<b>Fecha de recepción</b>	: MARZO-2021	<b>Fecha de emisión</b>	: MAYO-2021
		<b>Hoja</b>	: 01 de 01

**CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.050 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO**

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA DE MEZCLA DE CONCRETO  
NTP 339.184-2013**

N° de ensayos	M-01	M-02	M-03
Hora de mezclado	10:28 a. m.	10:28 a. m.	12:35 p. m.
T° de ambiente	8 °C	8 °C	9 °C
T° del concreto	20.0 °C	20.1 °C	20.1 °C
T° del concreto promedio	20.1 °C		
Humedad relativa en %	16.05 %	16.41 %	16.41 %
Humedad relativa en % promedio	16.29 %		

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART 6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.


**GEO TEST V S.A.C.**  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
  
 A.Y.G. SULCARAY  
 CIP N° 247312  
 JEFE CC LABORATORIO





LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "EVALUACION DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALICERADAS"		
Expediente N°	: EXP-25GEO-TESTV-SAC-2021	Cantera	: CANTERA PILCOMAYO
Código de formato	: TFCR-EX-01 REV.01 FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: B-03
Peticionario	: BACH.LING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material	: ORAVA PARA CONCRETO
Ubicación	: HUANCAYO-JUNIN	Norma	: NTP 339.002-ASTM C 403
Estructura	: LOSAS ALICERADAS	Ensayado por	: A.Y.S
Fecha de recepción	: MARZO-2021	Fecha de emisión	: MAYO-2021

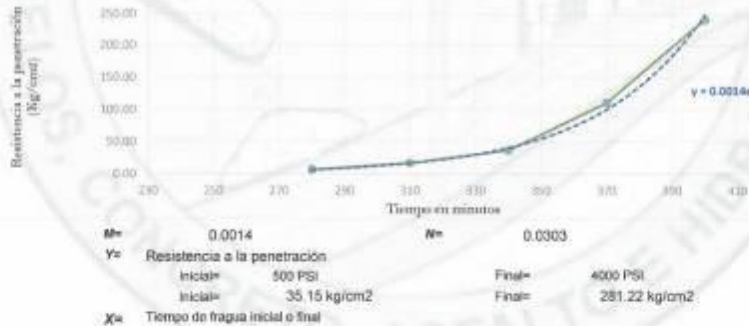
CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.050 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

HOJA: 02 DE 03

Especimen	: M01c 02	T° Ambiente al inicio del ensayo	: 8°C
Hora de mezclado	: 10:20 a.m	T° Ambiente al final del ensayo	: 12°C
Hoja	: 02 de 03	Temperatura del concreto	: 20°C

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido (horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pu)	Área (pu <sup>2</sup> )	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )
10:20	0:00	0	0	0.00	0.0	0.00	0.00
15:00	4:40	280	1.18	1.00	94.0	94	6.61
15:30	5:10	310	4/5	0.50	120.0	240	16.67
16:00	5:40	340	4/7	0.25	130.0	520	36.56
16:30	6:10	370	1/3	0.10	158.0	1580	111.08
17:00	6:40	400	1/4	0.05	172.0	3440	241.80

TIEMPO VS RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN



Fragua inicial (500 PSI)	=	334.36 min	=	5.57 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	402.98 min	=	6.72 horas

GEO TEST V. SAC  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

ING. YACK JERIN PELIZ SULCARAY  
 CIP N° 347312  
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
Expediente N°	: EXP-26/GEO-TESTV-SAC-2021	Cantera	: CANTERA PILCOMAYO
Código de formato	: TFCF-EX-011 REV 21/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-03
Peticionario	: BACH ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material	: GRAVA PARA CONCRETO
Ubicación	: HUANCAYO-JUNIN	Norma	: NTP 519 062-A21M C 403
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de recepción	: MARZO-2021	Fecha de emisión	: MAYO-2021

CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.050 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

HOJA: 02 DE 03

Especimen	: Promedio	T° Ambiente al inicio del ensayo	: 8°C
Hora de mezcla	: 10:20 a.m	T° Ambiente al final del ensayo	: 12°C
Hoja	: 03 de 03	Temperatura del concreto	: 20°C

Resumen del tiempo de fragua del concreto fresco en los tres especimenes:

Molde 1

Fragua inicial (500 PSI)	=	338.96 min	=	5.65 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	405.91 min	=	6.76 horas

Molde 2

Fragua inicial (500 PSI)	=	334.36 min	=	5.57 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	402.98 min	=	6.72 horas

Promedio

Fragua inicial (500 PSI)	=	336.66 min	=	5.61 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	404.95 min	=	6.75 horas

NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.5.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

<b>Proyecto</b>	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"	
<b>Expediente N°</b>	: EXP-28/GEO-TESTV-SAC-2021	<b>Cantera</b>
<b>Código de formato</b>	: TPOF-EX-01/ REV 01/ FECHA 2021-02-11	<b>N° de muestra</b>
<b>Peticionario</b>	: BACHINO, CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	<b>Clase de material</b>
<b>Ubicación</b>	: HUANCAYO-JUNIN	<b>Norma</b>
<b>Estructura</b>	: LOSAS ALIGERADAS	<b>Ensayado por</b>
<b>Fecha de recepción</b>	: MARZO-2021	<b>Fecha de emisión</b>

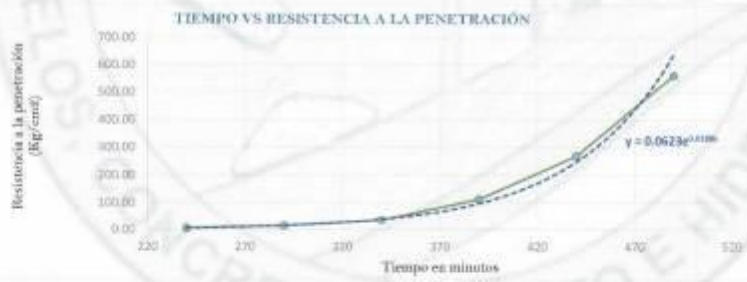
**CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.075 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO**

HOJA: 01 DE 03

**MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE SU RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN  
NTP 339.082-ASTM C 403**

Especimen:	: Molde 01	T° Ambiente al inicio del ensayo	: 8°C
Hora de mezclador	: 10:20 a.m	T° Ambiente al final del ensayo	: 8°C
Hoja	: 01 de 03	Temperatura del concreto	: 21.2°C

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido (horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pu)	Área (pu <sup>2</sup> )	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )
10:20	0:00	0	0	0.00	0.0	0.00	0.00
14:20	4:00	240	1 1/8	1.00	80.0	80	5.62
15:10	4:50	290	4/5	0.90	102.0	204	14.34
16:00	5:40	340	4/7	0.25	127.0	508	35.71
16:50	6:30	390	1/3	0.10	160.0	1600	112.49
17:40	7:20	440	1/4	0.05	192.0	3840	269.97
18:30	8:10	490	1/8	0.03	200.0	8000	562.44



$N = 0.0623$        $N = 0.0188$   
 $Y =$  Resistencia a la penetración  
 Inicial = 500 PSI      Final = 4000 PSI  
 Inicial = 35.15 kg/cm<sup>2</sup>      Final = 281.22 kg/cm<sup>2</sup>  
 $X =$  Tiempo de fragua inicial o final

Fragua inicial (500 PSI)	= 338.99 min	= 5.62 horas
Fragua final (4000 PSI)	= 447.50 min	= 7.46 horas

  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCAR**  
 CIP 117 247312  
 JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

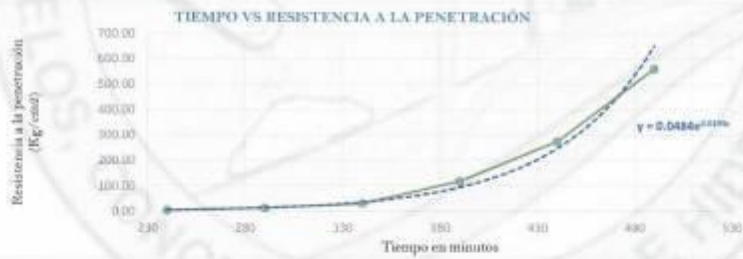
<b>Proyecto</b>	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
<b>Expediente N°</b>	: EXP-25/GEO-TESTV-SAC-2021	<b>Cantera</b>	: CAMTERA PILCOMAYO
<b>Código de formato</b>	: LTF-EX-01/ REV 01/FECHA 2021-02-11	<b>N° de muestra</b>	: M-02
<b>Peticionario</b>	: BACHING, CORALJ CARMEN ROLDAN NAVARRO	<b>Clase de material</b>	: GRAVA PARA CONCRETO
<b>Ubicación</b>	: HUANCAYO-JUNIN	<b>Norma</b>	: NTP 399.082-ASTM C 403
<b>Estructura</b>	: LOSAS ALIGERADAS	<b>Ensayado por</b>	: A.Y.G
<b>Fecha de recepción</b>	: MARZO-2021	<b>Fecha de emisión</b>	: MAYO-2021

**CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.075 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO**

HOJA: 02 DE 03

<b>Especimen:</b>	: Mide 02	<b>T° Ambiente al inicio del ensayo</b>	: 8°C
<b>Hora de mezclado:</b>	: 10:20 a.m	<b>T° Ambiente al final del ensayo</b>	: 8°C
<b>Hoja</b>	: 02 de 03	<b>Temperatura del concreto</b>	: 21.2°C

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido (horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pu)	Área (pu <sup>2</sup> )	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )
10:20	0:00	0	0	0.00	0.0	0.00	0.00
14:20	4:00	240	1.18	1.00	73.0	73	5.13
15:10	4:50	290	4/5	0.50	93.0	186	13.08
18:00	5:40	340	4/7	0.25	108.0	432	30.37
18:50	6:30	390	1/3	0.10	167.0	1670	117.41
17:40	7:20	440	1/4	0.05	195.0	3900	274.19
18:30	8:10	490	1/6	0.03	200.0	8000	562.44



**M=** 0.0484      **N=** 0.0194  
**Y=** Resistencia a la penetración  
 Inicial= 500 PSI      Final= 4000 PSI  
 Inicial= 35.15 kg/cm<sup>2</sup>      Final= 281.22 kg/cm<sup>2</sup>  
**X=** Tiempo de fragua inicial o final

<b>Fragua inicial (500 PSI)</b>	=	<b>339.58 min</b>	=	<b>5.66 horas</b>
<b>Fragua final (4000 PSI)</b>	=	<b>446.77 min</b>	=	<b>7.45 horas</b>

**ING. MAX JERRY VELT**  
 CIP N° 24733  
 JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

<b>Proyecto</b>	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"	
<b>Expediente N°</b>	: EXP-28/GEO-TESTV-SAC-2021	<b>Cantera</b>
<b>Código de formato</b>	: TFCF-EX-011 REV.011/FECHA 2021-02-11	<b>N° de muestra</b>
<b>Peticionario</b>	: BACHLING, CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	<b>Clase de material</b>
<b>Ubicación</b>	: HUANCAYO-JUNIÓ	<b>Norma</b>
<b>Estructura</b>	: LOSAS ALIGERADAS	<b>Ensayado por</b>
<b>Fecha de recepción</b>	: MARZO-2021	<b>Fecha de emisión</b>

**CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.07% DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO**

HOJA: 03 DE 03

Especimen	: Promedio	T° Ambiente al inicio del ensayo	: 8°C
Hora de mezclado:	: 10:20 a.m	T° Ambiente al final del ensayo	: 8°C
Hoja	: 03 de 03	Temperatura del concreto	: 21.2°C

**Resumen del tiempo de fragua del concreto fresco en los tres especimenes:**

**Molde 1**

Fragua inicial (500 PSI)	=	336.99 min	= 5.62 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	447.60 min	= 7.46 horas

**Molde 2**

Fragua inicial (500 PSI)	=	339.58 min	= 5.66 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	446.77 min	= 7.45 horas

**Promedio**

Fragua inicial (500 PSI)	=	338.29 min	= 5.64 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	447.19 min	= 7.45 horas

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizadas por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT.ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce

  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO



DIRECCIÓN	JR. BRAGA N° 211 - CHILDA 1000 A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUEBLO AV. FERROCARRIL EDIFICIO 100 AV. LEONIDAS PRADO	E-MAIL	LABOR@GEOTESTV.COM GEOTESTV@GMAIL.COM
CELULAR	953226191 972821911-901378099	FACEBOOK	GEO TEST V S.A.C
		RUC	20000529999

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
Expediente N°	: EXP-25/GEO-TESTV-SAC-2021	Cantera	: CANTERA PILCOMAYO
Código de formato	: EC-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-02
Peticionario	: BACH.ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material	: GRAVA PARA CONCRETO
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Norma	: NTP 339.077/ASTM C232
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de recepción	: MARZO-2021	Fecha de emisión	: MAYO-2021
		Hoja	: 01 de 01

CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.075 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

a. Exudación por unidad de áreas

$$Exudación = \frac{Volumen\ total\ exudado}{Área\ expuesta\ al\ concreto}$$

Molde N°	A
Volumen del molde (cm3)	5065
Capas N°	3
N° de golpes	25
Masa del molde (kg)	0.435
Masa del molde + la muestra (kg)	11.557
Masa de la muestra (kg)	11.122
Dámetro promedio (cm)	21.8
Área expuesta del concreto (cm2)	373.253
Volumen de agua exudada por unidad de superficie-V (ml/cm2)	0.016

Exudación	=	0.016 ml/cm2
-----------	---	--------------

b. Exudación en porcentaje

$$Exudación\ (\%) = \left( \frac{Volumen\ total\ exudado}{Volumen\ de\ agua\ de\ la\ mezcla\ en\ el\ molde} \right) \times 100$$

$$Vol.\ agua\ en\ molde = \left( \frac{Peso\ del\ concreto\ en\ el\ molde}{Peso\ total\ en\ la\ tanda} \right) \times Vol.\ de\ agua\ en\ la\ tanda$$

Vol. Total exudado =	05.90 ml	
Vol. Agua en molde =	1.09 Lts	= 1091.99 ml

Exudación	=	0.540%
-----------	---	--------

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART 6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

GEO TEST V. SAC  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCO  
CIP N° 247312  
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN	: JR. BRAU N° 11 - OMBÚCA	E-MAIL	: LABORTESTV@GMAIL.COM
	: DREY. A. UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZZO AV. FERROCARRIL		: GERTESTV@GMAIL.COM
	: CRUCE CON AV. LEONIDO PRADO	FACEBOOK	: GEO TEST V. S.A.C.
CELULAR	: 98888181 - 975031011-991275094	RUC	: 300048928W

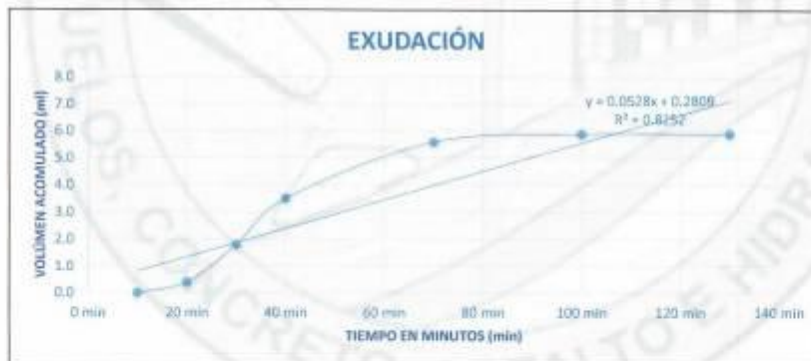
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
Expediente N°	: EXP-25/GEO-TESTV-SAC-2021	Cantora	: CANTERA PILCOMAYO
Código de formato	: EC-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-02
Peticionario	: BACH.ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material	: GRAVA PARA CONCRETO
Ubicación	: HUANCAYO-JUNIN	Norma	: NTP 339.077/ASTM C232
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de recepción	: MARZO-2021	Fecha de emisión	: MAYO-2021
		Hoja	: 01 de 01

CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.075 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

EXUDACIÓN DEL CONCRETO  
NTP 339.077/ASTM C232

Medición	ΔT (min)	ΔT acum.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acum.	Velocidad de exudación (ml/min)
01	10 min	10 min	0.0	0.0	0.00
02	10 min	20 min	0.4	0.4	0.04
03	10 min	30 min	1.4	1.8	0.14
04	10 min	40 min	1.7	3.5	0.17
05	30 min	70 min	2.1	5.6	0.07
06	30 min	100 min	0.3	5.9	0.01
07	30 min	130 min	0.0	5.9	0.00



Dosificación del diseño de mezcla por tanda:

Componentes	Tanda
Cemento	6.07 kg
Ag.Fino	9.49 kg
Ag.Grueso	18.63 kg
Agua	3.72 Lts

GEO TEST V SAC  
LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

*[Signature]*  
ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
CIP N° 247312  
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN	JW. DRAU N°211 - CHILCA	E-MAIL	LABORATORIO@GTHAL.COM
	REF. A UNA MANERA FRENTE AL PARQUE PUEB. AV. FERROVIARIA CRUCE CON AV. LEONARDO PRADO	FACEBOOK	GEOTEST.V@GTHAL.COM
CELULAR	93225151 - 972831911 - 991375093	RUC	3066529229



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
Expediente N°	: EXP-25/GEO-TESTV-SAC-2021	Cantera	: CANTERA PILCOMAYO
Código de formato	: AC-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-02
Peticionario	: BACH.ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material	: GRAVA PARA CONCRETO
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Norma	: NTP 339.035-2015
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de ensayo	: MARZO-2021	Fecha de emisión	: MAYO-2021
		Hoja	: 01 de 01

CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.075 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND  
NTP 339.035-2015

N° de ensayos	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
Consistencia	Plástica	Plástica	Plástica	Plástica
Asentamiento (pulg)	3 1/2	4	4	3 5/8
Asentamiento	88.9 mm	101.6 mm	101.6 mm	97.4 mm

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT:ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

GEO TEST V. SAC  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
CIP N° 247312  
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E  
HIDRAULICA GEO TEST V. SAC



DIRECCION : JN BRAU N°211 DUILCA  
 E-MAIL : LABGEOTESTV@GMAIL.COM  
 052525151 - 978831911-991375093  
 RUC : 20406429229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
Expediente N°	: EXP-25/GEO-TESTV-SAC-2021	Cantera	: CANTERA PILCOMAYO
Codigo de formato	: CACF-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-02
Peticionario	: BACH.JING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material	: GRAVA PARA CONCRETO
Ubicación	: HUANCAYO-JUNIN	Norma	: NTP 339.083-ASTM C 231-AASHTO T 152
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de recepción	: MARZO-2021	Fecha de emisión	: MAYO-2021
		Hoja	: 01 de 01

CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.075 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO METODO DE PRESIÓN  
NTP 339.083-ASTM C 231-AASHTO T 152

Muestra	M-01	M-02	M-03
Volumen O.W	6864.0 cm <sup>3</sup>	6864.0 cm <sup>3</sup>	6864.0 cm <sup>3</sup>
Masa de la O.W	3510.0 g	3510.0 g	3511.0 g
Medidor	Tipo B	Tipo B	Tipo B
Contenido de aire %	2.60%	2.80%	2.70%
Promedio de contenido de aire %	2.70%		

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART 6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

GEO TEST V. SAC  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 24732  
 JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO TEST V. S.A.C**

DIRECCIÓN : JR. BRAU N° 211- CHILCA E-MAIL : LABORTESTV2R@GMAIL.COM  
 REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL ORUDE CON AV. LEONIDO PRADO GEOTEST.V@GMAIL.COM  
 CELULAR : 982625131 - 978831911-991375093 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C RUC : 2062692929



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
 Expediente N° : EXP-25/GEO-TESTV-SAC-2021 Cantera : CANTERA PILCOMAYO  
 Código de formato : TMC-EX-01/ REV 01/FECHA 2021-02-11 N° de muestra : M-02  
 Peticionario : BACH. ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO Clase de material : GRAVA PARA CONCRETO  
 Ubicación : HUANCAYO-JUNIN Norma : NTP 338.184-2013  
 Estructura : LOSAS ALIGERADAS Ensayado por : A.Y.G  
 Fecha de recepción : MARZO-2021 Fecha de emisión : MAYO-2021  
 Hoja : 01 de 01

**CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.075 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO**

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA DE MEZCLA DE CONCRETO**

NTP 338.184-2013

N° de ensayos	M-01	M-02	M-03
Hora de mezclado	10:20 a. m.	10:20 a. m.	1:15 p. m.
T° de ambiente	8 °C	9 °C	10 °C
T° del concreto	21.2 °C	21.0 °C	21.4 °C
T° del concreto promedio	21.2 °C		
Humedad relativa en %	20.36 %	19.64 %	21.08 %
Humedad relativa en % promedio	20.36 %		

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6 - Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.


**GEO TEST V S.A.C**  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY**  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : J. GARCÍA VELIZ SANCHEZ TEL. Y FAX : 051 984 520000 FAX : 051 984 520000 WWW.GEOTESTV.COM	E-MAIL : LABORATORIO@GEOTESTV.COM TELEFONO : 051 984 520000 FAX : 051 984 520000	LABORATORIO 
---	--	--

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"	
Expediente N°	: EXP-25/GEO-TESTV-SAC-2021	Cantera
Código de formato	: TFCP-EX-01/ REV. 01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra
Peticionario	: BACHING, CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material
Ubicación	: HUANCAYO JUNÍN	Norma
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por
Fecha de recepción	: MARZO-2021	Fecha de emisión

CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.100 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

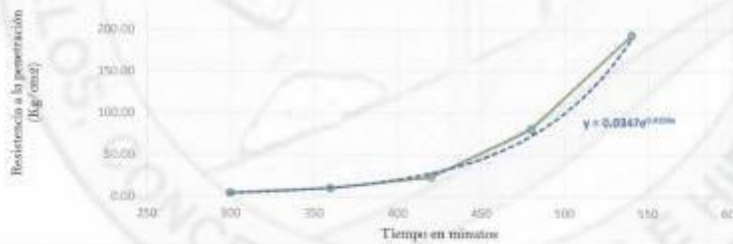
HOJA: 01 DE 03

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL TIEMPO DE FRAGUADO DE MEZCLAS POR MEDIO DE SU RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN  
NTP 339.082-ASTM C 403

Experimento	: Molde 01	T° Ambiente al inicio del ensayo	: 8°C
Hora de muestreo	: 10:17 a.m	T° Ambiente al final del ensayo	: 9°C
Hoja	: 01 de 03	Temperatura del concreto	: 18.90°C

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido (horas)	Tiempo (minutos)	Diámetro de la aguja (pul)	Área (pul <sup>2</sup> )	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )
10:17	0:00	0	0	0.00	0.0	0.00	0.00
15:17	5:00	300	1 1/8	1.00	65.0	65	4.57
16:17	6:00	360	4/8	0.50	73.0	146	10.26
17:17	7:00	420	4/7	0.25	83.0	332	23.34
18:17	8:00	480	1/3	0.10	115.0	1150	80.89
19:17	9:00	540	1/4	0.05	138.0	2760	194.04

TIEMPO VS RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN



M= 0.0347      N= 0.0159  
 Y= Resistencia a la penetración  
 Inicial= 500 PSI      Final= 4000 PSI  
 Inicial= 35.15 kg/cm<sup>2</sup>      Final= 281.22 kg/cm<sup>2</sup>  
 X= Tiempo de fragua inicial o final

Fragua inicial (500 PSI)	=	435.25 min	=	7.25 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	566.05 min	=	9.43 horas

GEO TEST V SAC  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO TEST V.  
SAC

DIRECCION	AV. CORAL 1001 JUNIN	E-MAIL	LABORATORIO@GEOTESTV.COM
TEL/FAX	TEL: 051 985 222 222 FAX: 051 985 222 222	FACEBOOK	GEO TEST V S.A.C.
CELULAR	985222111 985222111 985222111	WUC	985222111



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
Expediente N°	: EXP-26/GEO-TESTV-SAC-2021	Cantera	: CARTERA HILCOMAYO
Código de formato	: TPOF-EX-01/ REV 01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-01
Peticionario	: BACH ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material	: GRAVA PARA CONCRETO
Ubicación	: HUANCAYO-JUNIN	Norma	: NTP 339.062-ASTM C 403
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de recepción	: MARZO-2021	Fecha de emisión	: MAYO-2021

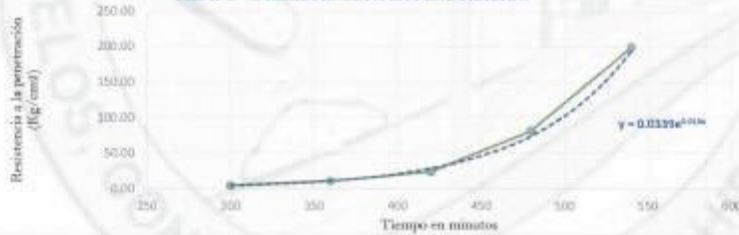
CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.100 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

HOJA: 02 DE 03

Especimen:	Molde 04	T° Ambiente al inicio del ensayo	: 8°C
Hora de iniciada:	10:17 a.m	T° Ambiente al final del ensayo	: 9°C
Hoja	02 de 03	Temperatura del concreto	: 18,00°C

Hora de ensayo	Tiempo transcurrido (horas)	Tiempo (minutos)	Diametro de la aguja (pu)	Area (pu <sup>2</sup> )	Fuerza (libras)	Resistencia a la penetración (PSI)	Resistencia a la penetración (kg/cm <sup>2</sup> )
10:17	0:00	0	0	0.00	0.0	0.00	0.00
15:17	5:00	300	1 1/8	1.00	64.0	64	4.50
16:17	6:00	360	4/5	0.50	76.0	152	10.08
17:17	7:00	420	4/7	0.25	84.0	336	23.62
18:17	8:00	480	1/3	0.10	116.0	1160	81.55
19:17	9:00	540	1/4	0.05	142.0	2840	199.06

TIEMPO VS RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN



M= 0.0339      N= 0.016  
 Y= Resistencia a la penetración  
 Inicial= 500 PSI      Final= 4000 PSI  
 Inicial= 35.15 kg/cm<sup>2</sup>      Final= 281.22 kg/cm<sup>2</sup>  
 X= Tiempo de fragua inicial o final

Fragua inicial (500 PSI)	=	434.00 min	=	7.23 horas
Fragua final (4000 PSI)	=	563.97 min	=	9.40 horas



GEO TEST V S.A.C.  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
CIP N° 247312  
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : AV. DE LA UNIÓN N° 2111 - DISTRITO DE LA VILLA ELIZABETH, DISTRITO DE LA VILLA ELIZABETH, PROVINCIA DE LOS RIOS, CANTÓN DE LA VILLA ELIZABETH, PUEBLO DE LA VILLA ELIZABETH, GUAYAS, ECUADOR  
 TELÉFONO : +593 04 25220161 - 04 25220162 - 04 25220163  
 E-MAIL : LABORATORIO@GEO-TEST.COM.ec  
 GEO-TEST@GMAIL.COM  
 FACEBOOK : Geo Test V. S.A.S.C  
 WWW : WWW.GEO-TEST.COM.ec



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
 Expediente N° : EXP-28GEO-TESTV-SAC-2021  
 Código de formato : TPCF-EX-01/ REV 01/ FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : BACHING CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO  
 Ubicación : HUANCAYO JUNÍN  
 Estructura : LOSAS ALIGERADAS  
 Fecha de recepción : MARZO-2021  
 Cantera : CANTERA PILCOMAYO  
 N° de muestra : M-01  
 Clase de material : GRAVA PARA CONCRETO  
 Norma : NTP 330.082-ASTM C 405  
 Ensayado por : A.Y.G  
 Fecha de emisión : MAYO-2021

CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.100 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

HOJA: 03 DE 03

Especimen : Promedio  
 Hora de mezclado : 10:17 a.m  
 Hoja : 03 de 03  
 T° Ambiente al inicio del ensayo : 8°C  
 T° Ambiente al final del ensayo : 9°C  
 Temperatura del concreto : 18.90°C

Resumen del tiempo de fragua del concreto fresco en los tres especimenes:

**Molde 1**

Fragua inicial (500 PSI) = 435.26 min = 7.25 horas  
 Fragua final (4000 PSI) = 566.05 min = 9.43 horas

**Molde 2**

Fragua inicial (500 PSI) = 434.00 min = 7.23 horas  
 Fragua final (4000 PSI) = 563.97 min = 9.40 horas

**Promedio**

Fragua inicial (500 PSI) = 434.63 min = 7.24 horas  
 Fragua final (4000 PSI) = 565.01 min = 9.42 horas

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



GEO TEST V LLC  
 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ING. PABLO JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO



DIRECCIÓN	: JN. GRAU N° 211 (D.H.I.C.A.) DEPT. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL CRUCE CON AV. LERDOZ (FINANCI)	E-MAIL	: LABR020187030@GMAIL.COM RECIEXE.V@GMAIL.COM
CELULAR	: 99222181 - 972831911 - 991275098	FACEBOOK	: GEO TEST V S.A.C
		RUC	: 30905599229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
Expediente N°	: EXP.25/GEO-TESTV-SAC-2021	Cantera	: CANTERA PILCOMAYO
Código de formato	: EC-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-01
Peticionario	: BACH.ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material	: GRAVA PARA CONCRETO
Ubicación	: HUANCAYO-JUNIN	Norma	: NTP 339.077/ASTM C232
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de recepción	: MARZO-2021	Fecha de emisión	: MAYO-2021
		Hoja	: 01 de 01

CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.100 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

a. Exudación por unidad de áreas

$$Exudación = \frac{Volumen\ total\ exudado}{Área\ expuesta\ al\ concreto}$$

Molde N°	E
Volumen del molde (cm3)	5337
Capas N°	3
N° de golpes	25
Masa del molde (kg)	0.401
Masa del molde + la muestra (kg)	11.428
Masa de la muestra (kg)	11.027
Diámetro promedio (cm)	21.8
Área expuesta del concreto (cm2)	373.253
Volumen de agua exudada por unidad de superficie-V (ml/cm2)	0.003

$$Exudación = 0.003\ ml/cm^2$$

b. Exudación en porcentaje

$$Exudación\ (\%) = \left( \frac{Volumen\ total\ exudado}{Volumen\ de\ agua\ de\ la\ mezcla\ en\ el\ molde} \right) \times 100$$

$$Vol.\ agua\ en\ molde = \left( \frac{Peso\ del\ concreto\ en\ el\ molde}{Peso\ total\ en\ la\ tanda} \right) \times Vol.\ de\ agua\ en\ la\ tanda$$

$$\begin{aligned} Vol.\ Total\ exudado &= 01.25\ ml \\ Vol.\ Agua\ en\ molde &= 1.08\ Lts \quad * \quad 1082.66\ ml \end{aligned}$$

$$Exudación = 0.115\%$$

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvó que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT.ART 6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

GEO TEST V S.A.C  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
CIP N° 247312  
JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN	: UN BRAN N° 11 / SHILEA	E-MAIL	: LABMESTESTV@GMAIL.COM
INICIA UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE RUCO AV. FERROCARRIL		FACEBOOK	: GEO TEST V S.A.C
TRUCCO 208 AV. LEONIDAS PEZO		RUC	: 20805530229
CELULAR	: 98288151 - 978821911 - 991278083		

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
Expediente N°	: EXP-25/GEO-TESTV-SAC-2021	Cantera	: CANTERA PILCOMAYO
Código de formato	: EC-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-01
Peticionario	: BACH.ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material	: GRAVA PARA CONCRETO
Ubicación	: HUANCAYO-JUNÍN	Norma	: NTP 339.077/ASTM C232
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de recepción	: MARZO-2021	Fecha de emisión	: MAYO-2021
		Hoja	: 01 de 01

CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0,100 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

EXUDACIÓN DEL CONCRETO  
NTP 339.077/ASTM C232

Medición	ΔT (min)	ΔT acum.	Δ Vol. (ml)	Δ Vol. Acum.	Velocidad de exudación (ml/min)
01	10 min	10 min	0.0	0.0	0.00
02	10 min	20 min	0.0	0.0	0.00
03	10 min	30 min	0.0	0.0	0.00
04	10 min	40 min	0.1	0.1	0.01
05	30 min	70 min	0.7	0.8	0.02
06	30 min	100 min	0.4	1.2	0.01
07	30 min	130 min	0.1	1.3	0.00
08	30 min	160 min	0.0	1.3	0.00



Dosificación del diseño de mezcla por tanda:

Componentes	Tanda
Cemento	6.07 kg
Ag.Fino	9.49 kg
Ag.Grueso	18.63 kg
Agua	3.72 Lts

GEO TEST V S.A.C.  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
CIP N° 247312  
JEFE DE LABORATORIO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E  
HIDRAULICA GEO TEST V. SAC**



DIRECCIÓN : J.W. BRAU N° 11 - CHILCA E-MAIL : LA@GEOTESTV2020@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUJO AV. FERRUCARRIL GRANDE EN AV. LEONDO PRADO) WEB: TEST.V@GMAIL.COM  
 CELULAR : 982829151 - 972031911-961994099 FACEBOOK : GEO TEST V. S.A.C.  
 RUC : 20005529229

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

<b>Proyecto</b>	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
<b>Expediente N°</b>	: EXP-25/GEO-TESTV-SAC-2021	<b>Cantera</b>	: CANTERA PILCOMAYO
<b>Codigo de formato</b>	: CACF-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	<b>N° de muestra</b>	: M-01
<b>Peticionario</b>	: BACH. ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	<b>Clase de material</b>	: GRAVA PARA CONCRETO
<b>Ubicación</b>	: HUANCAYO-JUNIN	<b>Norma</b>	: NTP 339.083-ASTM C 231-AASHTO T 152
<b>Estructura</b>	: LOSAS ALIGERADAS	<b>Ensayado por</b>	: A.Y.G
<b>Fecha de recepción</b>	: MARZO-2021	<b>Fecha de emisión</b>	: MAYO-2021
		<b>Hoja</b>	: 01 de 01

**CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.100 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO**

**CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO METODO DE PRESIÓN  
NTP 339.083-ASTM C 231-AASHTO T 152**

Muestra	M-01	M-02	M-03
Volumen O.W	6864.0 cm3	6864.0 cm3	6864.0 cm3
Masa de la O.W	3510.0 g	3510.0 g	3510.0 g
Medidor	Tipo B	Tipo B	Tipo B
Contenido de aire %	3.30%	3.40%	3.50%
Promedio de contenido de aire %	3.40%		

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



GEO TEST V. SAC  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
  
 ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAY  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC



DIRECCION : KM. GRUPO N° 311 CHILCA  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE RUIZ AV.  
 FERROVARIAS CRUCE CON AV. LEONIDO PRADO)  
 CELULAR : 98828191 / 97882191 / 981375093  
 E-MAIL : LABGTESTV2@GMAIL.COM  
 REPTEST.V2@GMAIL.COM  
 FACEBOOK : GEO TEST V. S.A.C  
 RUC : 20604529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"

Expediente N°	: EXP-28/GEO-TESTV-SAC-2021	Cantera	: CANTERA PILCOMAYO
Codigo de formato	: AC-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	N° de muestra	: M-01
Peticionario	: BACH. ING. CORALY CARMEN ROLDAN NAVARRO	Clase de material	: GRAVA PARA CONCRETO
Ubicación	: HUANCAYO-JUNIN	Norma	: NTP 339.035-2015
Estructura	: LOSAS ALIGERADAS	Ensayado por	: A.Y.G
Fecha de ensayo	: MARZO-2021	Fecha de emisión	: MAYO-2021
		Hoja	: 01 de 01

CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.100 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO

MÉTODO DE ENSAYO PARA LA MEDICIÓN DEL ASENTAMIENTO DEL CONCRETO DE CEMENTO PORTLAND  
 NTP 339.035-2015

N° de ensayos	M-01	M-02	M-03	PROMEDIO
Consistencia	Plástica	Plástica	Plástica	Plástica
Asentamiento (pulg)	4	3 3/4	3 3/4	3 5/8
Asentamiento	101.6 mm	95.3 mm	95.3 mm	97.4 mm

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

  
 ING. MAX JERRY VELASCO  
 CIP N° 24775  
 JEFE DE LABO

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO TEST V, SAC**

<b>DIRECCIÓN</b>	: JR. BRAU N° 211 - CHILCA (REP. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROVIARIA CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO)	<b>E-MAIL</b>	: LABGEOESTV20@GMAIL.COM GEOESTV@GMAIL.COM	
<b>CELULAR</b>	: 992929191 - 972831211 - 991375093	<b>FACEBOOK</b>	: Geo Test V S.A.C	
		<b>RUC</b>	: 20604629339	

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

<b>Proyecto</b>	: TESIS: "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"		
<b>Expediente N°</b>	: EXP-25IGEO-TESTV-SAC-2021	<b>Cantera</b>	: CANTERA PILCOMAYO
<b>Código de formato</b>	: TMC-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	<b>N° de muestra</b>	: M-01
<b>Peticionario</b>	: BACH. ING. CORALI CARMEN ROLDAN NAVARRO	<b>Clase de material</b>	: GRAVA PARA CONCRETO
<b>Ubicación</b>	: HUANCAYO - JUNIN	<b>Norma</b>	: NTP 339.184-2013
<b>Estructura</b>	: LOSAS ALIGERADAS	<b>Ensayado por</b>	: A.V.C
<b>Fecha de recepción</b>	: MARZO-2021	<b>Fecha de emisión</b>	: MAYO-2021
		<b>Hoja</b>	: 01 de 01

**CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN 0.100 % DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO**

**MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA DETERMINAR LA TEMPERATURA DE MEZCLA DE CONCRETO**

NTP 339.184-2013

N° de ensayos	M-01	M-02	M-03
Hora de muestreo	10:17 a. m.	11:30 a. m.	1:20 p. m.
T° de ambiente	8 °C	8 °C	9 °C
T° del concreto	18.9 °C	18.8 °C	19.0 °C
T° del concreto promedio	18.9 °C		
Humedad relativa en %	12.09 %	11.73 %	12.45 %
Humedad relativa en % promedio	12.09 %		

**NOTAS:**

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-99-INDECOPI-CRT/ART.6 - Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**ING. MAX JERRY VELIZ SULCARAI**  
 CIP N° 247312  
 JEFE DE LABORATORIO



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**  
**GEOTEST V. SAC**

DIRECCIÓN : JIRIBRAU N° 311 - CHILDA E-MAIL : LABORTESTV@GMAIL.COM  
 (RE-C) UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL REDIRECT@GMAIL.COM  
 CHUMBE BOMB AV. LEONARDO PRADO TEL : GEO.TEST.V.S.A.C  
 CELULAR : 952225151 / 972031911 / 991378093 FACEBOOK : GEOTESTV.S.A.C  
 RUC : 2060659299



Proyecto : TESIS "EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO SIMPLE CON ADICIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
 Expediente N° : EPE-25/060-TESTV-SAC-2021 F. - RN :  
 Peticionario : EUGENIO CORRALI CARMEN BOLDAN NAVARRO Clase de material : TESTIGOS DE CONCRETO  
 Norma : NTP 339.034 Ensayado por : A.Y.G.  
 Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN Fecha de emisión : Jul-21  
 Estructura : LOSAS ALIGERADAS Fecha de recepción : Abr-21

**METODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS**  
 NTP 339.034-2018

Generar de Muestras: Muestra de concreto con la adición de Poliestireno Expandido (%: 0,25%, 0,5%, 0,75% y 0,1%)

Nota 01 de 02

Codigo de Muestra	Dimensiones de Muestra	Identificación de Elemento	F% de Retención (kg/cm²)	Fecha de Muestreo	Fecha de Rotura	Edad (días)	Diámetro (cm)	Área (cm²)	Tipo de fractura	Carga		Módulo de Rotura		Pierresido (kg/cm²)	Tipo de Fractura
										(KN)	(kg)	(kg/cm²)	(%)		
P-RN-01	4" x 8"		0%	04/03/2021	05/03/2021	7	10.16	81.07	7ap-0	137.40	14703.00	172.87	87.29%	187.48	
P-RN-02	4" x 8"		0%	05/03/2021	22/03/2021	7	10.16	81.07	7ap-0	137.00	14268.78	164.27	78.80%		
P-RN-03	4" x 8"		0%	04/03/2021	23/03/2021	7	10.16	81.07	7ap-4	151.00	15385.59	164.77	78.80%		
P-RN-04	4" x 8"		0%	04/03/2021	24/03/2021	14	10.16	81.07	7ap-0	168.00	17180.00	169.36	84.32%		
P-RN-05	4" x 8"		0%	05/03/2021	29/03/2021	14	10.16	81.07	7ap-4	157.00	16232.26	178.08	81.18%		
P-RN-06	4" x 8"		0%	04/03/2021	29/03/2021	14	10.16	81.07	7ap-5	183.00	19244.59	202.36	84.61%		
P-RN-07	4" x 8"		0%	05/03/2021	05/04/2021	28	10.16	81.07	7ap-0	170.00	17326.67	218.07	107.94%		
P-RN-08	4" x 8"		0%	05/03/2021	05/04/2021	28	10.16	81.07	7ap-4	191.70	19688.81	202.08	95.68%		
P-RN-09	4" x 8"		0%	05/03/2021	05/04/2021	28	10.16	81.07	7ap-4	178.00	18324.84	210.98	104.19%		
P-RN-10	4" x 8"		0%	05/03/2021	06/04/2021	7	10.16	81.07	7ap-8	155.00	16268.00	186.38	76.67%		
P-RN-11	4" x 8"		0%	05/03/2021	06/04/2021	7	10.16	81.07	7ap-8	130.00	13607.50	151.87	72.29%		
P-RN-12	4" x 8"		0%	05/03/2021	06/04/2021	7	10.16	81.07	7ap-2	162.00	16862.71	194.61	73.27%		
P-RN-13	4" x 8"		0%	05/03/2021	11/05/2021	14	10.16	81.07	7ap-2	146.00	15068.00	163.80	80.69%		
P-RN-14	4" x 8"		0%	05/03/2021	11/05/2021	14	10.16	81.07	7ap-2	142.00	14611.00	162.00	80.69%		
P-RN-15	4" x 8"		0%	05/03/2021	11/05/2021	14	10.16	81.07	7ap-8	165.00	17035.94	188.78	85.96%		
P-RN-16	4" x 8"		0%	05/03/2021	26/05/2021	28	10.16	81.07	7ap-8	168.00	17414.14	208.00	88.20%		
P-RN-17	4" x 8"		0%	05/03/2021	26/05/2021	28	10.16	81.07	7ap-2	158.00	16323.00	199.01	94.00%		
P-RN-18	4" x 8"		0%	05/03/2021	26/05/2021	28	10.16	81.07	7ap-8	160.00	16526.56	201.20	85.96%		

**NOTAS:**  
 1) Muestra y identificación, validadas por el laboratorio.  
 2) Elemento de concreto rotado a la altura del laboratorio, para la aplicación de la norma, se usó la totalidad.  
 3) Dimensiones de la muestra de concreto, se usó la totalidad de la muestra con un coeficiente de variación menor de 5% y como aplicación de la norma se usó la totalidad de la muestra.



