



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, Cusco, 2020”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Enciso Carpio, Giancarlo Raul (ORCID: 0000-0002-2119-7610)

**ASESOR:**

Mg. Ing. Benites Zuñiga, Jose Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

2020

### **Dedicatoria**

La presente tesis está dedicada a Dios y la Virgen Asunción, ya que mediante ellos tengo a los padres que forjaron a la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros obtenidos se los debo a ustedes siendo este el principal. Me formaron con reglas y algunas libertades, pero al final de cuentas, me motivaron constantemente a conseguir mis sueños.

Gracias padre y madre.

## **Agradecimiento**

Mi agradecimiento principal es con la Universidad César Vallejo, debido a que me ayudo a concluir mi más anhelado sueño de ser un profesional, también agradecer a mi asesor el Mg. Ing. Benites Zúñiga, José Luis por su continua predisposición a la revisión y asesoramiento de la conclusión de manera exitosa de esta investigación. Al concluir esta etapa maravillosa de mi vida quiero realizar un profundo agradecimiento, a quienes hicieron posible la realización de este gran sueño, aquellos que junto a mi caminaron en todo momento siempre fueron inspiración, apoyo y fortaleza. Esta mención en especial para Dios, la Virgen Asunción, mis padres y personas que aparecieron voluntariamente a brindarme un apoyo incondicional. Muchas gracias a ustedes por demostrarme que “El verdadero amor no es otra cosa que el deseo inevitable de ayudar al otro para que este se supere”.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
RESUMÉN.....	viii
ABSTRACT .....	ix
I.INTRODUCCIÓN .....	1
II.MARCO TEÓRICO .....	7
III. METODOLOGÍA .....	39
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	39
3.2 Variables y operacionalización .....	41
3.3 Población, muestra y muestreo .....	42
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	43
3.5 Procedimientos .....	43
3.6 Método de análisis de datos.....	44
3.7 Aspectos éticos.....	44
IV. RESULTADOS.....	45
V.DISCUCIÓN .....	64
VI.CONCLUSIÓN .....	69
VII.RECOMENDACIÓN .....	72
REFERENCIAS .....	74



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Clasificación por su peso específico</i> .....	18
<b>Tabla 2.</b> <i>Los diferentes nombres del EPS</i> .....	18
<b>Tabla 3.</b> <i>Formula de Resistencia a compresión (kg/cm<sup>2</sup>)</i> .....	23
<b>Tabla 4.</b> <i>Evaluación del concreto según su resistencia a compresión (MPa)</i> .....	24
<b>Tabla 5.</b> <i>Formula de Resistencia a tensión (kg/cm<sup>2</sup>)</i> .....	27
<b>Tabla 6.</b> <i>Formula de Modulo de elasticidad</i> .....	27
<b>Tabla 7.</b> <i>Categorización del EPS de acuerdo a la norma ASTM C 578-92</i> .....	29
<b>Tabla 8.</b> <i>Niveles recomendados de ruido interior</i> .....	30
<b>Tabla 9.</b> <i>Propiedades químicas del EPS</i> .....	33
<b>Tabla 10.</b> <i>Proporción en volumen</i> .....	49
<b>Tabla 11.</b> <i>Proporción en Volumen por tandas de una bolsa de Cemento</i> .....	49
<b>Tabla 12.</b> <i>Proporción en Volumen por tandas de un metro cúbico de Concreto</i> .....	49
<b>Tabla 13.</b> <i>Resistencia a compresión (F'c)</i> .....	50
<b>Tabla 14.</b> <i>Módulo de elasticidad (E'c)</i> .....	53
<b>Tabla 15.</b> <i>Resistencia a flexión (F'r)</i> .....	57
<b>Tabla 16.</b> <i>Resistencia a Tensión indirecta (F't)</i> .....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Formula del EPS .....	19
Figura 2. Ensayo de Resistencia a compresión ( $f'c$ ) .....	24
Figura 3. Ensayo de Resistencia a flexión ( $f'r$ ).....	26
Figura 4. Ensayo de Resistencia a tensión indirecta ( $f't$ ).....	27
Figura 5. Ensayo de Modulo de Elasticidad ( $E'c$ ).....	28
Figura 6. Carga VS Deformación.....	30
Figura 7. Proceso de reciclaje Composición de los Residuos Sólidos en España .....	34
Figura 8. Proceso de reciclado mecánico del EPS .....	36
Figura 9. Proceso de fabricación del EPS.....	37
Figura 10. Representación gráfica del diseño de investigación.....	39
Figura 11. Mapa Departamental del cusco .....	45
Figura 12. Mapa provincial del Departamento del Cusco .....	46
Figura 13. Reporte climatologico de la ciudad del cusco. ....	48
Figura 14. Rotura de briqueta 30% .....	50
Figura 15. rotura de briqueta 5%.....	50
Figura 16. Ensayo de Resistencia a compresión ( $F'c$ ) con edad de 7 días .....	50
Figura 17. Ensayo de Resistencia a compresión ( $F'c$ ) con edad de 14 días .....	51
Figura 18. Ensayo de Resistencia a compresión ( $F'c$ ) con edad de 28 días .....	51
Figura 19. Ensayo de Resistencia a compresión ( $F'c$ ) con perlas de poliestireno.....	52
Figura 20. Módulo de elasticidad al 5% .....	53
Figura 21. Módulo de elasticidad al 15% .....	53
Figura 22. Ensayo de Modulo de Elasticidad ( $E'c$ ).....	53
Figura 23. Curva esfuerzo vs deformación del concreto patrón. ....	54
Figura 24. Curva esfuerzo vs deformación con una dosificación del 5%. ....	54
Figura 25. Curva esfuerzo vs deformación con una dosificación del 15%. ....	55
Figura 26. Curva esfuerzo vs deformación con una dosificación del 30%. ....	55
Figura 27. Estados de deformación del concreto.....	56
Figura 28. Módulo de elasticidad del concreto .....	56

Figura 31. Ensayo de Resistencia a flexión ( $F'r$ ) con edad de 7 días.....	58
Figura 32. Ensayo de Resistencia a flexión ( $F'r$ ) con edad de 14 días.....	58
Figura 33. Ensayo de Resistencia a flexión ( $F'r$ ) con edad de 28 días.....	59
Figura 34. Ensayo de Resistencia a flexión ( $F'r$ ) con perlas de poliestireno. ....	59
Figura 35. Rotura de briqueta a tensión indirecta 5%.....	60
Figura 36. Rotura de briqueta a tensión indirecta 30%.....	60
Figura 37. Ensayo de Tensión indirecta ( $F't$ ) con edad de 7 días .....	61
Figura 38. Ensayo de Tensión indirecta ( $F't$ ) con edad de 14 días .....	61
Figura 39. Ensayo de Tensión indirecta ( $F't$ ) con edad de 28 días .....	62
Figura 40. Ensayo de Tensión indirecta ( $F't$ ) con perlas de poliestireno .....	62
Figura 41. Comparación de Resisitencia a compresión a 28 días .....	64
Figura 42. Evolucion de la resistencia a compresión con reemplazo del 30% de perlas de poliestireno por agregado fino. ....	65
Figura 43. Comparación del Módulo de elasticidad a 28 días .....	66
Figura 44. Comparación de Resisitencia a flexion a 28 días .....	67
Figura 45. Comparación de Resisitencia a tension indirecta a 28 y 36 días .....	68

## RESUMÉN

Esta investigación tiene como objetivo general analizar las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno; para la construcción de viviendas socioeconómicas en Cusco con intención de estudiar el comportamiento mecánico del concreto ligero en edificaciones de viviendas. Esta investigación es un procedimiento experimental de categoría experimentos “puros”, porque existe una subordinación de causa - efecto entre las variables estudiadas, realizando ensayos en laboratorio para encontrar resultados respecto en resistencia a compresión, flexión, tensión indirecta y módulo de elasticidad. Los resultados del ensayo de resistencia a compresión es 200.92 kg/cm<sup>2</sup>, continuamente de resistencia a flexión se alcanzó una tenacidad máxima de 18.58 kg/cm<sup>2</sup>, también en la prueba de módulo de elasticidad obtuvimos un valor de 198632 kg/cm<sup>2</sup>, por último, la resistencia a tensión indirecta se obtuvo una resistencia de 31.74 kg/cm<sup>2</sup> mostrando que estos son los resultados más óptimos y que corresponden a un porcentaje del 5% de sustitución de partículas de poliestireno por agregado fino. En conclusión, nuestros ensayos realizados demostraron que las perlas de poliestireno expandido influyen de manera negativa en la resistencia a compresión del concreto, resistencia a flexión, y por ultimo de forma positiva en el módulo de elasticidad y resistencia a tensión indirecta.

**Palabras Clave:** Perlas de poliestireno, compresión, módulo de elasticidad, flexión, tensión.

## ABSTRACT

This research is generally aimed at analyzing the mechanical properties of light concrete with polystyrene beads; for the construction of socioeconomic homes in Cusco with the intention of studying the mechanical behavior of light concrete in residential buildings. This research is an experimental procedure of category "pure" experiments, because there is a subordination of cause - effect between the variables studied, performing laboratory tests to find results regarding resistance to compression, bending, indirect tension and module of elasticity. The results of the compression resistance test are 200.92 kg/cm<sup>2</sup>, Continuously bending resistance was achieved a maximum tenacity of 18.58 kg/cm<sup>2</sup>, also in the elasticity module test we obtained a value of 198632 kg/cm<sup>2</sup>, finally, indirect stress resistance was obtained a resistance of 31.74 kg/cm<sup>2</sup> showing that these are the most optimal results and correspond to a percentage of 5% replacement of polystyrene particles with fine aggregate. In conclusion, our tests showed that expanded polystyrene beads negatively influence concrete compression resistance, bending resistance, and finally positively in the module of elasticity and indirect stress resistance.

**Keywords:** Polystyrene beads, compression, elasticity module, bending, tension.

## I.INTRODUCCIÓN

El principal uso del concreto ligero tiene como función disminuir las cargas muertas que soportan las estructuras. En edificaciones, el concreto ligero tiene características como mayor resistencia al fuego y propiedades termo acústicas. Así mismo, su porosidad genera una fuente de agua para proceso de curado interno y que genera un aumento gradual de la resistencia a compresión ( $f'c$ ) y durabilidad. Además, Este tipo de concreto ha sido utilizado para revestimientos de cubierta, puentes, vigas, losas aligeradas y elementos de muros portantes en edificaciones.

En los últimos años, en países con poblaciones demográficas elevadas como México, Perú, Chile, Argentina y Brasil; se ha iniciado proyectos sociales de vivienda con dos niveles como máximo y con costos reducidos. Por ello, la intención de obtener una salida a la progresiva demanda de vivienda, en países como México se proyecta edificar alrededor de 500,000 viviendas por año. El proceso habitual de construcción de albañilería, se obstaculiza al cumplir la meta anual, ya que principalmente la mano de obra no es calificada y proceso de construcción es un sistema lento. Por lo tanto, la construcción de vivienda industrializada de concreto es un método económicamente factible y técnicamente posible. Actualmente, en las viviendas se maneja la construcción industrializada con muros de concreto, como mejoramiento a la construcción convencional. Debido a que, estos muros de hormigón no son gruesos, además mantienen cuantías mínimas de acero y se instalan in situ en el lugar de ejecución. Las mejorías que se conciben con la construcción de tipo industrializado son las siguientes: la rapidez en la ejecución de las viviendas, el bajo costo económico en la contratación del recurso de la mano de obra, la calidad en la ejecución, una arquitectura más responsable con el medio ambiente, es decir se obtendrá un costo de vivienda económicamente accesible. La arquitectura de este tipo de viviendas ha generado un nuevo impulso en la investigación para generar nuevas tecnologías en los materiales de construcción. El ingreso de este nuevo material y uso de esta técnica; es una sin duda un cambio rotundo en la construcción tradicional de viviendas. Es síntesis, el hormigón ligero brinda características de

tipo térmicas, acústicas y resistencia al fuego, que generan la conservación de energía, también la disminución del peso muerto en las estructuras de concreto de las viviendas. En general, cabe resaltar que la construcción de viviendas de bajo costo utilizando concreto ligero estructural brinda condiciones sismo resistente, busca reducir el impacto al medio ambiente que genera la construcción tradicional, ya que por este método se procede a reciclar el poliestireno para utilizar como materia prima y añadirlo en nuestro diseño de mezcla de concreto ligero y causar el descenso del costo de construcción, operación y mantenimiento de una vivienda.

En la ciudad del Cusco, actualmente se registra un déficit de viviendas de 88,718 aproximadamente, sin embargo alrededor de 1,053 familias han adquirido viviendas mediante el Nuevo Crédito Mi vivienda; y 604 familias a través del programa social de vivienda "TECHO PROPIO" con una inversión total próxima a los S/.627 millones; estas viviendas están compuestas de concreto armado el techo está compuesto por tejas de fibrocemento, piso de cemento, y además incluye servicios básicos como: energía eléctrica, agua y desagüe. Por otro lado; buscando optimizar el proceso de construcción de estas viviendas de programas sociales como TECHO PROPIO; se propone mediante esta investigación buscar una mejora en la calidad del concreto que cumpla las características mecánicas propias del concreto en estado endurecido; así mismo que funcione a sus habitantes a combatir las condiciones climatológicas como el frío, este tipo de concreto ligero estructural que se propone en esta investigación es una nueva tecnología que adiciona en un porcentaje de reemplazo al agregado fino con perlas poliestireno y que busca cumplir todas las propiedades mecánicas que solicita el reglamento para una construcción de vivienda de uno o dos niveles, además esta clase de concreto ligero reduce el costo de vivienda aproximadamente en un 5%; ya que optimiza los recursos de materia prima que son los agregados, también genera el reciclaje del poliestireno. Así mismo, este material posee propiedades termo acústicas y sismo resistentes siendo un método de construcción sostenible y económica.

## Formulación del problema

### Problema general

¿Cuál será el análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, ¿cusco 2020?

### Problemas específicos

¿Cuál será el análisis de la resistencia a compresión ( $f'c$ ) del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, ¿cusco 2020?

¿Cuál será el análisis del módulo de elasticidad ( $E'c$ ) del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, ¿cusco 2020?

¿Cuál será el análisis de la resistencia a flexión ( $f'r$ ) del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, ¿cusco 2020?

¿Cuál será el análisis de la resistencia a tensión indirecta ( $f't$ ) del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, ¿cusco 2020?

La presente investigación titulada “**Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo**”, corresponde al área de edificaciones; en la especialidad de tecnología del concreto de los materiales.

**La justificación social** de esta investigación busca innovar en nuevos diseños de mezclas de concreto que impliquen el uso de materiales no tradicionales como es las perlas de poliestireno expandido. Existen varios sectores de la construcción beneficiados con el desarrollo de esta investigación, dado que será de utilidad para la edificación de viviendas con muros de concreto en todos los sectores sociales, pero en esta indagación nos enfocaremos en el sector más necesitado, por que busca mejorar la calidad de las viviendas a través de implementar una nueva tecnología del concreto ligero estructural.



**La justificación práctica** de este proyecto es investigar cómo obtener un concreto que cumpla todas las propiedades mecánicas para la construcción de viviendas de bajo nivel (uno o dos pisos) y reducir el costo mediante una innovación en el hormigón ligero implementando con partículas de poliestireno (EPS), así este material en la actualidad es un origen de contaminación ambiental muy trascendental. Por otro lado, otro origen de contaminación es la explotación de los recursos minerales como los agregados que son materia prima indispensable para la elaboración del concreto. Así mismo, este nuevo tipo de concreto ligero promoverá la actividad económica que consiste en el reutilizamiento del poliestireno expandido, el cual viene a ser el material más trascendental en el proceso de esta investigación. Así mismo, este estudio fomenta la construcción sostenible que busca disminuir problemas prácticos como la contaminación que produce el poliestireno, y la disminución de los pesos muertos en las estructuras de las edificaciones y promover la disminución de los costos en las construcciones de viviendas.

**La justificación Teórica** de esta investigación busca ampliar el conocimiento de las nuevas tecnologías del concreto con materiales no convencionales, además que se analiza el comportamiento del poliestireno expandido en el concreto ligero en estado endurecido, respetando las normas técnicas respecto a las propiedades mecánicas para la construcción de viviendas, así mismo se estudia el impacto que genera en una edificación. Es decir, el hormigón ligero posee un bajo factor de conductividad térmica en paralelo con el concreto convencional, por ejemplo, produce una disminución del consumo de energía, porque la construcción se aísla de una forma eficaz hacia los cambios bruscos de temperatura.

**La justificación metodológica** de esta tesis es analizar de manera significativa las propiedades de cada material que integra este nuevo tipo de concreto adicionado con perlas de poliestireno por separado, es por ellos que resulta la necesidad de investigar lo que sucedería y cómo afectaría respecto a las cualidades mecánicas de un concreto al unir estos materiales en el diseño de mezcla, como sabemos las perlas EPS tienen la peculiaridad de tener densidades muy bajas y por lo tanto se obtendría un concreto de tipo ligero al momento de

unir estos materiales. El concreto ligero estructural en el Perú no está siendo aprovechado como debería debido a su poca difusión y escaso conocimiento que se difunde. Por lo que, con esta investigación se puede conseguir una mejor noción sobre este tipo de hormigón y reducir nuestros gastos de obra, ya que en todo proyecto lo primordial es adquirir una mejora en la calidad y disminuir su costo.

### **Objetivo general**

Analizar las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco 2020.

### **Objetivos específicos**

Analizar la resistencia a compresión ( $f'c$ ) del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco 2020.

Analizar el módulo de elasticidad ( $E'c$ ) del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco 2020.

Analizar la resistencia a flexión ( $f'r$ ) del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco 2020.

Analizar la resistencia a tensión indirecta ( $f't$ ) del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco 2020.

### **Hipótesis general**

El uso de las perlas de poliestireno expandido en diferentes porcentajes en el diseño de mezcla del concreto ligero no afecta a sus propiedades mecánicas; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco -2020.

### **Hipótesis específicas**

El uso de las perlas de poliestireno expandido en diferentes porcentajes en el diseño de mezcla del concreto ligero no afecta a la resistencia a compresión ( $f'c$ ); para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco -2020.

El uso de las perlas de poliestireno expandido en diferentes porcentajes en el diseño de mezcla del concreto ligero no afecta al módulo de elasticidad ( $E'c$ ); para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco -2020.

El uso de las perlas de poliestireno expandido en diferentes porcentajes en el diseño de mezcla del concreto ligero no afecta a la resistencia a flexión ( $f'r$ ); para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco -2020.

El uso de las perlas de poliestireno expandido en diferentes porcentajes en el diseño de mezcla del concreto ligero no afecta a la resistencia a tensión indirecta ( $f't$ ); para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco -2020.

## II.MARCO TEÓRICO

### Antecedentes

Actualmente, el sector construcción ha avanzado de manera notable y trascendental en el Perú, del mismo modo surge la necesidad de innovar en ciencias como la tecnología del concreto, porque es la materia prima y matriz necesaria en toda ejecución de proyecto. Debido a esto, se han realizado muchas indagaciones científicas con resultados satisfactorios correspondientes al concreto tratando de mejorar y optimizar este material. Así mismo, es relevante mencionar que a continuación se mencionara algunas investigaciones importantes relacionadas al tema de investigación que se citan a continuación:

**Chuquilín** (2018), en su tesis de ingeniero civil titulada ***“Influencia del porcentaje de perlas de poliestireno sobre peso unitario; resistencia a compresión y asentamiento en un concreto liviano estructural para losas aligeradas”*** de la universidad Privada del Norte; tiene como **objetivo** general de investigación determinar la influencia porcentual de las partículas de poliestireno (EPS) sobre el peso unitario, resistencia a compresión ( $f'c$ ) y revenimiento en un concreto alivianado de tipo estructural para la ejecución de losas aligeradas. Fue un estudio de tipo cuasi-experimental, debido a que se maneja una variable, para poder determinar cómo interviene en la otra variable. La **población** para la presente investigación fueron todas las probetas de concreto elaborado con diferentes porcentajes de poliestireno en reemplazo del agregado fino, además fue una **muestra** total de 11 especímenes de hormigón liviano estructural con moléculas de poliestireno expandido que se diseñaron siguiendo las normas de un concreto patrón en su elaboración y análisis, cuyo **muestreo** de investigación es probabilística y por conveniencia, los **instrumentos** empleados fueron guías de observación de uso individual para cada ensayo, los cuales ayudaron a formar observaciones de alguna conducta producida respecto a los resultados. Los principales **resultados** concurren cuando se reemplazó el 40% de perlas de poliestireno en el diseño de mezcla, donde se obtuvo un slump de 10 cm, peso específico de  $2160 \text{ kg/m}^3$  y una resistencia a compresión ( $f'c$ ) de  $242 \text{ kg/cm}^2$ . En **conclusión**, se interpreta que es un asentamiento óptimo, porque cumple las condiciones básicas según los reglamentos para la construcción de losas

aligeradas, ya que el asentamiento aceptable en losas aligeradas está en una escala de 50-100 mm, y su peso unitario está muy por debajo del promedio del concreto tradicional, entonces se admite como concreto liviano cuando su densidad es menor que el concreto patrón, en esta presente investigación los valores que obtuvieron respecto al peso específico se encuentran en un rango de 2200 - 2400 kg/m<sup>3</sup>, además según la norma E.060 Concreto Armado (2009) donde hace referencia que un concreto con propiedades estructurales debe obtener una resistencia a compresión no menor de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Bustamante y Díaz** (2014), en su tesis de ingeniero de materiales titulada "***evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado***" de la universidad Nacional de San Agustín; tiene como **objetivo** transcendental de esta investigación es analizar las características mecánicas del hormigón ligero con influjo de las moléculas de poliestireno. Fue un artículo de **tipo** investigación cuantitativa y diseño experimental, por que analiza cómo influye la variable Partícula de Poliestireno Expandido (EPS) en las cualidades mecánicas del concreto convencional. La **población** en esta investigación fueron los moldes de hormigón aligerado elaborado con partículas de tecnopor (EPS) expandido y una **muestra** donde se elaboró 10 de diseños de mezcla de concreto ligero, además el **muestreo** de investigación es probabilístico y por conveniencia, los instrumentos usados fueron modelos de observación de uso individualizado para cada ensayo, esto ayudo analizar cualquier comportamiento generado por los resultados. El principal **resultado** obtenido fue correspondiente a un valor de 32 kg/cm<sup>2</sup> del Módulo de Rotura a una edad de 28 días, lo cual es un resultado muy conveniente teniendo en cuenta que es un concreto ligero y disminuye su resistencia a flexión a medida que se aumenta el agregado ligero ya que este es un material menos denso y con mayor resistencia, porque la presencia de las moléculas de poliestireno expandido disminuye la resistencia a flexión, así La resistencia a compresión (f'c) muestra una reducción con el incremento porcentual de EPS, resultando menor al hormigón tradicional, debido a que la disminución del peso específico y la trabajabilidad del concreto en estado fresco, esto involucra la elaboración de morteros heterogéneos y más sueltos, el resultado del ensayo a compresión se

acrecienta al aumentar el peso específico del concreto. Por otro lado, las temperaturas obtenidas se hallan en los límites mínimos aceptables, porque en ambientes normales se conseguirá una mejor tenacidad a temporal, mediano y largo plazo, ya que la temperatura del mortero establece la prontitud de la robustez preliminar, una alta resistencia a un pequeño plazo, y un menor calor de hidratación a largo plazo, sabiendo que la temperatura se mantiene en el rango mínimo admisible, es decir se esperaba un desarrollo idóneo de las resistencias mecánicas, aunque se obtuvo un resultado menor debido a la presencia del agregado ligero. Se **concluyó**, el concreto ligero estructural influenciado con poliestireno expandido pueda ser usado efectivamente en estructuras, además se indica agrandar la granulometría del poliestireno, se debe suponer el uso de aditivos que consientan una apropiada repartición proporcional del tecnopor expandido en la composición, así como la instalación de una técnica de compactación mejor supervisada. Más aun, puede ser posible optimizar la trabajabilidad, la resistencia a compresión.

**Poma** (2020), en su tesis de ingeniero civil titulada “*Evaluación de la influencia de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en la obtención de concreto ligero en los laboratorios de la E.F.P. de Ingeniería Civil de la UNDAC, Pasco-2019*” de la universidad Nacional Daniel Alcides Carrión; tiene como **objetivo** de exploración analizar el predominio de las partículas de tecnopor expandido en la fabricación y producción de mortero alivianado para poder ser aplicado en los distintos tipos de construcción de la región de Pasco. Fue una investigación de **tipo** aplicada, por que busca contribuir con un nuevo conocimiento referente a la tecnología del concreto en la ciudad de Pasco. La **población** utilizada para el presente estudio fue las briquetas de hormigón con diferentes diseños de mezcla que se ejecutaron en los laboratorios de la facultad profesional de Ingeniería Civil de la UNDAC. Además, se hizo una **muestra** de 30 especímenes de concreto aligerado con moléculas de tecnopor expandido que se diseñan según las normas y reglamentos de un concreto común para realizar el análisis y los **instrumentos** usados fueron guías de observación para cada ensayo. Los principales **resultados** fueron la igualdad en los valores de la resistencia entre ambos concretos en edades de 7, 14 y 28 días. Además, se

verifica que el grupo de briquetas de concreto con 100% de EPS obtuvo una resistencia de 177.85 kg/cm<sup>2</sup> a una edad de 28 días, es decir pertenece al rango estructural el cual podría ser utilizados en lugares donde se requiere concretos con una resistencia a compresión ( $f'c$ ) como cimentación y sobre cimientos reforzados el cual sería provechoso a nivel de costo. Así mismo, se analizó que la totalidad de las briquetas de concretos lograron resistencias a compresión aceptables a una edad de 28 días, para ser usados en algunos elementos estructurales que soportan cargas. Se **concluyó**, que las probetas ensayadas son de una calidad buena y aceptable, porque la resistencia a compresión obtenida fue muy cercana al de un hormigón armado de  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, por otro lado, los moldes cilíndricos de concreto ligero conservaban su resistencia a compresión ( $f'c$ ) en el centro de su estructura, porque sostenían su forma sin ningún tipo de fisura, obteniendo como conclusión que el concreto ligero puede aguantar y absorber las cargas en los puntos más críticos. Se recomienda que el clima donde se aplicara los ensayo, el curado y procedimientos que tienen que ver con la humedad pueden verse afectados, porque la mayoría de las investigaciones de la N.T.P son realizados en lugares con climas cálidos, caso por lo contrario sucede con esta investigación ya que se ejecutó en la sierra del Perú en época de frío.

**Silvestre** (2015), en su tesis de Maestría titulada “**Análisis del concreto con poliestireno expandido como aditivo para aligerar elementos estructurales**” de la casa de estudios superior Libre Seccional Pereira. Tuvo como **objetivo** de investigación analizar el uso del Icopor expandible utilizado como materia prima aligerante introducido en el diseño de mezclas del mortero, buscando obtener estructuras ligeras y mejorar sus características físico mecánicas, y que cumplan con las cuantificaciones establecidas en la Norma Colombiana NSR-10 de sismo-resistencia. Fue una investigación de **tipo** experimental y descriptiva, debido a que se elaboró ensayos a compresión del diseño de mezcla destinado a estudiar, y a su vez descriptiva por la semejanza de las deducciones obtenidas con la norma actual, la **población** de estudio fueron los tubos de ensayos de concreto ligero con EPS, y la **muestra** se utilizó 9 probetas de concreto, **muestreo** a través de la prueba de resistencia a compresión del hormigón aligerado, la cual se mide en kg/cm<sup>2</sup> o Psi. Los **principales** resultados fueron que a mayor presencia de

partículas de poliestireno expandido (ICOPOR) en el mortero de concreto se obtiene como consecuencia una disminución en los valores del ensayo a compresión ( $f'c$ ). Se **concluyó** de los ensayos una modificación considerable en los valores de los ensayos del módulo de elasticidad con relación a las diferentes cantidades porcentuales de EPS, es decir que al aumentar la cuantía de poliestireno expandido a la mezcla de concreto se generará una deformación elástica de forma creciente proporcionalmente mínimo que los esfuerzos de deformación, es decir el valor de modulo ruptura crece.

**Quesada** (2014), en su plan de investigación para escoger el grado de licenciatura en ingeniería de construcción titulado "**Estudio exploratorio en diseños de mezclas de concreto liviano para Holcim (Costa Rica) S.A**" del Instituto tecnológico de Costa Rica. Tuvo como **objetivo** principal de investigación analizar el predominio de las moléculas de poliestireno expandido (EPS) en el concreto ligero en los estados frescos y endurecidos. Fue un estudio de **tipo experimental**, por que realizo ensayos a las briquetas de concreto en los diferentes estados para analizar sus propiedades físicas y mecánicas adquiridas después de esta inclusión del EPS en su diseño de mezcla, y también se nombra como descriptiva porque hace una comparación de los resultados obtenidos con la norma vigente del país de Costa Rica, la población de estudio fue las briquetas de concreto ligero con complemento de partículas de Esteorofón expandible, la **población** de estudio fue las probetas de concreto con tres tipos de diseño de mezcla, como **muestra** se utilizó un total de 126 briquetas con tres diseños de mezcla; es de tipo no probabilística y **muestro** las evaluaciones realizadas de resistencia a compresión , densidad y asentamiento del concreto. El principal **resultado** fue la obtención de un concreto ligero con perlas de poliestireno expandido de categoría no estructural, ya que se obtuvo un peso específico de  $1581 \text{ Kg/m}^3$  y ensayos a compresión con una resistencia de  $16,1 \text{ MPa}$  realizados a los 30 días, pero no se hizo uso del aditivo inclusor de aire, y por ultimo un concreto estructural con una densidad de  $2041 \text{ Kg/m}^3$  y con una edad de 28 días obtuvo una resistencia de  $35,2 \text{ MP}$ , cabe resaltar que en este diseño se utilizó agregados de la localidad de Guacalillo e inclusor de aire, se hace mención que en este diseño estructural si se utiliza piedra y no poliestireno expandido. Se



**concluyó**, que altos niveles de aire en el diseño del concreto ligero afecta de manera directa la resistencia a compresión; por esto, el método más idóneo de disminuir el peso específico del concreto, sin afligir la resistencia, es añadiendo materiales con una densidad de niveles muy bajos, como es el caso de poliestireno expandido (EPS) en reemplazo del agregado grueso. Sin embargo, en nuestros ensayos como como resultado obtenido no se podría denominar concreto estructural, debido a la resistencia a compresión obtenida las propiedades físicas y mecánicas que exige un concreto estructural.

**Mata y Sosa** (2013), en su proyecto de investigación para el título de ingeniería civil "***Determinación Experimental del Comportamiento Mecánico de Especímenes de Concreto Ligero Reforzado con Componentes de Fibras Poliméricas***" del Instituto tecnológico de Durango, México. Tuvo como **objetivo principal** determinar la conducta mecánica de las briquetas de concreto convencional y concreto aligerado con diferentes refuerzos, entre ellos, materiales de poliestireno. Fue un estudio de **tipo experimental**, **la población** destinada fueron las briquetas de concreto ligero y convencional, **una muestra** de 35 probetas de concreto conformado por diferentes grupos de diseños de mezcla (A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K y K3) y se realizó **un muestreo** de ensayos de resistencia a compresión, flexión en concreto simple, reforzado y granulometría en los agregados utilizando diferentes porcentajes de perlas de poliestireno; los **instrumentos** empleados fueron guías de control a los ensayos realizados para observar cada conducta distinta que tenga el concreto convencional y ligero con este nuevo aditivo. Los principales **resultados** fueron; correspondiente a la viga simplemente armada se observa una proporcionalidad en el cálculo del esfuerzo cortante y resistencia a flexión, por otro lado, la viga doblemente armada en su sección de prueba su resultado fue mayor a la carga última y su falla fue por esfuerzo cortante. **Se concluyó** que las briquetas de forma cilíndrica de concreto con moléculas de tecnopor expandible tuvieron un buen desempeño en los ensayos realizados correspondientes a las propiedades mecánicas y se puede clasificar como un concreto con condiciones estructurales, aunque se necesita generar diseños de mezclas con diferentes combinaciones de agregados para obtener porcentajes de materiales adecuados en el diseño de mezcla.

**Cantero y Chávez (2015)**, en su ensayo de investigación titulado “**Concreto Ligero**”, publicado en la Revista de Divulgación Científica. Tiene como **objetivo** analizar el resultado de adicionar perlas de poliestireno pre-expandido con respecto a usar una cantidad fija de cemento en la producción de concreto hidráulico liviano, haciendo uso del método ACI para un concreto hidráulico convencional con una resistencia a compresión ( $f'c$ ) de 150 kg/cm<sup>2</sup>. Fue un estudio de **tipo experimental**, porque mediante la elaboración de briquetas cilíndricas de concreto y ensayos se busca llegar a resistencia de 150 kg/cm<sup>2</sup>, **la población** fueron los moldes de forma cilíndrica de concreto, **una muestra** de 11 especímenes y **muestro** de ensayos a compresión cálculo del ( $f'c$ ), **los instrumentos** usados son las guías de observación de campo para el ensayo a compresión. **El principal resultado** fue una resistencia máxima a una edad de 28 días 138.51 kg/cm<sup>2</sup> y peso específico final promedio de 2.22 ton/m<sup>3</sup>. **En conclusión**, se obtuvo la disminución del peso específico y resistencia a compresión simple muy por debajo de los valores esperados según el diseño de mezcla del Método ACI.

**Carrillo, Alcocer y Aperador (2013)**, en su artículo de investigación titulado “**Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo**”, publicado en la revista Ingeniería, investigación y tecnología. Tuvo como **objetivo** principal especificar las características mecánicas de los hormigones de peso específico normal, ligero y autocompactable. Fue un estudio experimental, la **población** de estudio son los bloques de concreto, **muestra** de 603 modelos de forma cilíndrica y tipo viguetas; y **muestreo** de ensayos a esfuerzo compresión, tensión y flexión; los instrumentos empleados fueron guías de seguimientos individualizados para cada ensayo. Los principales **resultados** obtenidos fueron según el presente artículo científico fueron una resistencia a compresión de 16.3 MPa, resistencia a tensión indirecta de 1.27 MPa, módulo de rotura de 1.78 y un módulo de elasticidad de 10785 MPa, además expusieron que una de las trascendentales fuentes de sobre resistencia que se presentan en las viviendas edificadas con este tipo de concreto, está vinculado al aumento de la resistencia a compresión en paralelo a la nominal, porque en ocasiones de este proceso experimental, la resistencia a compresión del concreto fue mayor en 1.5 a la

nominal. Se **concluyó**, que el uso de este concreto ligero cumple con las condiciones para realizar edificaciones de viviendas de bajo nivel (uno o dos pisos), pero simultáneamente se debe realizar un reglamento fundamentado en los resultados obtenidos respecto a las propiedades mecánicas.

**Gonzales, oscanoa y Quispe (2017)**, en su investigación titulada “**Concreto ligero con la adición de tecknopor**”, publicado I feria de innovación y tecnología de la Universidad Peruana los Andes. Tuvo como **objetivo** de investigación obtener el diseño óptimo para que el concreto pueda alcanzar la máxima resistencia a compresión ( $f'c$ ). Fue una investigación de **tipo** experimental, ya que se realizó distintos ensayos hasta conseguir el diseño de mezcla más óptimo posible, la **población** de estudio fue la briquetas cilíndricas de concreto con tecknopor, una **muestra** de 5 especímenes de concreto ligero con influencia de tecknopor; y un **muestreo** de ensayo de resistencia a compresión ( $f'c$ ) del concreto con partículas de tecknopor a edades de 3,7,9,14 y 28 días; los **instrumentos** empleados fueron guías de seguimiento individual, para analizar el comportamiento de la influencia del tecknopor en el concreto. Los principales **resultados** obtenidos fueron que a los 9 días de edad del concreto ligero con partículas de poliestireno se obtuvo una resistencia a compresión ( $f'c$ ) aproximadamente del 80%, y por otro lado el tecknopor brinda al concreto ligero un desempeño sísmico adecuado. Se **concluyó**, el peso específico del concreto ligero con tecknopor llegó a un valor de 1,578 Kg/m<sup>3</sup>, el cual refleja una disminución en 36.87% a diferencia del concreto convencional, es decir que con esta nueva adición de partículas de poliestireno al concreto se puede aligerar el peso de la carga muerta en los elementos estructurales de una edificación.

**Vakhshouri and Nejadi (2017)**, in his research paper entitled “**Review on the mixture design and mechanical properties of the lightweight concrete containing expanded polystyrene beads**”, published in the magazine Australian Journal of Structural Engineering. Its main **objective is Investigate** the proportions in the mixing design, containing the size, volume of expanded polystyrene beads, compression resistance of light hydraulic concrete, density and mechanical properties. It was an **experimental type** study, because it analyzes

the influence of polystyrene beads on light concrete, seeking to obtain an optimal mixing design for structural purposes, **the population** are light concrete specimens the population are light concrete specimens, **a sample** of 154 concrete briquettes with different mixing and **sampling** designs for mechanical property testing, **the instruments** used are field observation guides. **The main result**, based on compression resistance and density, light concrete can be classified into structural and non-structural. According to the tests carried out on this type of concrete with the modified mixture design with polystyrene beads, the required density and compression resistance meets the structural condition. **In conclusion**, the mechanical properties of light concrete are directly related to density. That is, the reduced value of the specific weight of light concrete compared to the conventional one is the main reason for the reduced values of mechanical properties.

En relación a la evaluación a compresión ( $f'c$ ) y peso específico del hormigón ligero, los valores obtenidos mediante los ensayos los clasifican en estructural y no estructural. Por lo tanto, las propiedades mecánicas adicionando el módulo de elasticidad, la fuerza de tracción y el módulo de ruptura se representan en términos de la resistencia a compresión ( $f'c$ ).

**Bedeković, Grčić, Vučinić; Premur (2019)**, in his scientific research paper entitled "***Recovery of waste expanded polystyrene in lightweight concrete production***", published in the magazine The Mining-Geology-Petroleum Engineering Bulletin. The research **objective** was to determine the influence of expanded polystyrene on a mixture of concrete by analyzing values such as apparent density and compression resistance of light concrete. It was an experimental **type** study, the study **population** was the concrete cubes, the test **sample** was composed of concrete blocks with different mixing designs altering the proportions of EPS, the **sampling** was performed to find the apparent density and compression resistance, the **instruments** used were control guides of each test. The main laboratory **result** shows a dependence between apparent density with a variation of (360 - 915 kg/m<sup>3</sup>) and compression resistance (3.93- 25.88 kg/cm<sup>2</sup>). Concrete with density polystyrene and compression resistance was concluded within the tests carried out; conventional concrete can originate with

different proportions of sand and cement. It is recommended to generate more research on this new concrete technology regarding the thermal and acoustic properties of polystyrene.

En la presente investigación se analizó el dominio de las moléculas de poliestireno en el diseño de mezcla del hormigón ligero para fines no estructurales, obtenido como resultado una relación entre el peso específico y el ensayo a compresión. Es decir, cuando la densidad aparente aumenta la resistencia a compresión es mayor.

**Shi, Miao, Luo, Wang and Chen (2016)**, in his scientific research paper entitled “***Durability of Modified Expanded Polystyrene Concrete after Dynamic Cyclic Loading***”, published in the magazine Hindawi Publishing Corporation. It **aimed** to study the influence of THE size of EPS particles on concrete with respect to measuring compression resistance, improving the strength and workability of concrete with expanded polystyrene beads and mixing with three types of additives. It was an experimental **type** study, the research **population** was concrete briquettes with EPS percentage of 0%, 20%, 30% and 40%, a **sample** of 11 specimens and **sampling** corresponding to compression resistance tests in ages 7 and 28 days and durability, and the **instruments** used were the independent review guides for each trial. The main **results** were that the larger the size of the polystyrene aggregate the value of the compression resistance will decrease and in addition the EPS-influenced concrete was not affected its strength when the durability test was applied. It was **concluded** from the results of the durability test that light concrete with expanded polystyrene particles has good durability and meets the seismic design and applied cyclic load requirements.

En resumen, con la presente investigación se determina que el tamaño del agregado de EPS y la carga dinámica aplicada de manera cíclica influye de manera directa en los resultados del ensayo a compresión ( $f'c$ ), mientras que el hormigón ligero con presencia de partículas de tecnopor expandido no presenta variaciones en ninguna propiedad mecánica después de aplicar el ensayo de durabilidad.

*Vivienda Industrializada de hormigón armado* es un nuevo tipo de construcción que surge como un recurso eficiente para brindar soluciones a los eventos sísmicos, construir sin generar un impacto negativo al medio ambiente y poder reducir costos económicos en construcción. Además, el propósito primordial de esta vivienda es desarrollar nuevos diseños estructurales que promuevan la utilización de distintos concretos. Es decir, el proceso de construcción industrializado es calificado por sectores de la construcción como una elección técnicamente viable y económicamente rentable. Actualmente, se maneja la edificación de tipo industrializada en las viviendas costo económico reducido con tabiques de hormigón, como mejoramiento a la construcción de residencia convencional de mampostería.<sup>1</sup>

*Concreto ligero* tiene un peso específico en estado fresco no máximo de 1900kg/m<sup>3</sup>. Así mismo, al utilizarlo permite disminuir las cargas muertas en las estructuras y, por ende, las fuerzas de tipo sísmicas se reducen. Por otro parte, este mortero mantiene un bajo nivel de conductividad térmica en comparación al convencional, lo que genera un ahorro para el habitante de la residencia, porque este se aísla respecto a los cambios de temperatura. El alto nivel de trabajabilidad que posee ayuda de manera significativa las operaciones de colocación y hace desprestigiar el costo de la utilización de vibradores en el proceso del vaciado. Así mismo, tiene propiedades resaltantes como las acústicas y resistencia al fuego. Incluso existen dosificaciones para generar revenimientos que se encuentran entre los valores de 14 y 18 cm. En investigaciones realizadas a este tipo de concreto aligerado la máxima resistencia a compresión obtenida fue de 200 kg/cm<sup>2</sup>, sin alterar el peso volumétrico y la rigidez, ya que existe una relación directamente proporcional entre el aumento de la resistencia, el peso específico y el módulo de elasticidad.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> (Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo, 2013)

<sup>2</sup> (Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo, 2013)

**Tabla 1. Clasificación por su peso específico**

TIPO DE CONCRETO	PESO UNITARIO ( kg/m <sup>3</sup> )
LIGERO	1200-2000
NORMAL	2000-2800
PESADO	>2800

Fuente: ACI 318S-05

Las perlas de poliestireno expandido está constituido por las siglas EPS provienen del inglés Expanded PolyStyrene. El poliestireno (PS) es un polímero de tipo termoplástico que se consigue de la unión de moléculas del estireno. Este material es citado con otros nombres en diferentes países.<sup>3</sup>

**Tabla 2. Los diferentes nombres del EPS**

PAISES	DENOMINACIONES
Argentina	Telgopor.
Bolivia	Plastoformo
Brasil	Isopor
Colombia	Icopor
Costa Rica	Estereofón
Chile	Plumavit o Aislapol
Cuba	Poliespuma
Ecuador	Espuma flex.
El Salvador	Durapax
España	porespan, porexpan, poliespan, corchopán o corcho blanco.
Estados Unidos	Styrofoam.

Fuente: [www.polyfex-eps.com](http://www.polyfex-eps.com)

## Definición

“El EPS se especifica técnicamente como una materia de tipo plástico celular y rígido elaborado a partir de la fabricación de moléculas de poliestireno pre expandidas o uno de sus copolímeros, que exhibe una forma celular cerrada y repleta de aire. Su estructura final resulta en un 98% de aire ocluido en una

---

<sup>3</sup> (POLYFEX, 2019)

estructura polímero de célula cerrada que suministra al producto unas excelentes prestaciones como aislante térmico y material aligerante. Además, su capacidad para ser formado en una gran variedad de diseños proporciona una elevada diversidad de productos con incontables aplicaciones en edificaciones y en obras civiles.”<sup>4</sup>

Las perlas de EPS Isopor aditivas Isocret es utilizado como un tipo de agregado liviano para morteros y/u concretos de tipo ligero con propiedades aislantes térmicas y sonoras. El aditivo, presente en la perla de EPS Isopor, concede en el diseño de mezcla una muy buena trabajabilidad entre perla de poliestireno expandida y la pasta cementica, sin necesidad de adicionar arena y con solo una dosificación de 250 kg/m<sup>3</sup> de cemento. Las perlas no flotan ni se apartan; la mezcla es fluida, firme, homogénea y su retracción durante el fragüe es imperceptible.<sup>5</sup>

“Poliestireno Expandido: con siglas en inglés (EPS), está conformado en un 95% de poliestireno y 5% del gas pentano, debido a que su estructura está compuesta de burbujas que comprimen la densidad de la materia. Su concentración primordial es comportarse como un aislador en la edificación.”<sup>6</sup>

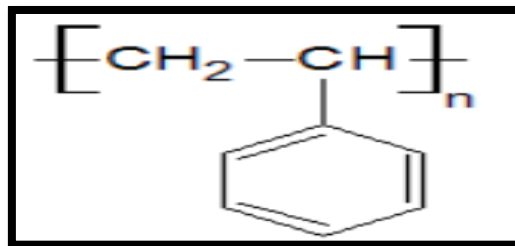


Figura 1. Formula del EPS

### Propiedades mecánicas del concreto

La *Impermeabilidad* del concreto en su sistema estructural es poroso y no es impenetrable. Se concibe por permeabilidad a la capacidad que tiene un elemento de filtrarse un fluido mediante sus poros. Por ello, que cuando se desea tener un

---

<sup>4</sup> (ANAPE, 2019)

<sup>5</sup> (Grupo Estisol, 2015)

<sup>6</sup> (ECOPLAS PLASTIVIDA CAIP, 2011)



concreto impermeable se debe tomar a la finura del cemento, la relación (agua/cemento), la compacidad y el vibrado del concreto como un factor muy importante.<sup>7</sup>

*La Durabilidad* en el concreto depende directamente de los agentes agresivos que afecten a la estructura, que podrían ser químicos, físicos o mecánicos. Además, lo que realmente influyen de manera negativa son el calor, agentes contaminantes, humedad y sales.<sup>8</sup>

*Resistencia térmica;* las temperaturas dañan directamente la conducta del concreto, en especial al gradiente de temperatura, las bajas temperaturas, hielo y deshielo generan un desgaste mecánico las estructuras de concreto armada, simple y ligero.<sup>9</sup>

*El diseño de mezcla del concreto* se debe elaborar considerando los dos estados primordiales del hormigón que son: endurecido y fresco. Además, Los primordiales requerimientos que se deben desempeñar para realizar una dosificación conveniente en período fresco son: trabajabilidad, resistencia, durabilidad y costo.<sup>10</sup>

El diseño de mezclas de concreto se interpreta como un procedimiento de forma empírica, y existen diversas características significativas del hormigón, comúnmente los programaciones de diseño de mezcla están interpretadas especialmente en conseguir una resistencia a compresión ( $f'c$ ) en una edad determinada de 28 días como máximo, así se logrará una trabajabilidad correcta en un tiempo correcto, además se diseñará el concreto con unas características necesarias para cumplir un servicio adecuado de una estructura.<sup>11</sup>

---

<sup>7</sup> (TORRE C, 2004)

<sup>8</sup> (TORRE C, 2004)

<sup>9</sup> (TORRE C, 2004)

<sup>10</sup> (GRUPO ARGOS, 2013)

<sup>11</sup> (GRUPO ARGOS, 2013)

*El diseño de Mezcla por el método ACI* está constituido por 9 procedimientos proporciona miento de mezclas de hormigón tradicional, cabe resaltar que los 6 iniciales pasos son iguales al método americano ACI, El 7mo es propio al método DIN – 1045; y el 8vo y 9no son semejantes al método ACI comprendidos el cálculo de humedad de los agregados finos y gruesos, además la corrección a las mezclas de prueba.

*Primer paso*, implica la selección del asentamiento, cuando este valor no se detalla el informe del ACI, este contiene una especificación técnica en la que se indica distintos resultados del asentamiento correspondiente con el tipo de edificación que se ejecute.

*Segundo paso*, consiste en la selección del agregado con un tamaño máximo nominal. Esta etapa implica usar el máximo tamaño del agregado por estimaciones económicas, teniendo en cuenta la trabajabilidad apropiada, el procedimiento de compactación que no exista cangrejas, la cantidad de agua exacta para un correcto asentamiento, la temperatura del hormigón, la cuantía de aire y el uso correcto de aditivos en la mezcla del concreto.

*Tercer paso*, se elige el revenimiento adecuado para el tipo de estructura y sistema de colocación del concreto.

*Cuarto paso*, la especificación técnica indica tablas con la cantidad adecuada de agua para el revenimiento deseado obtener, el tamaño máximo del agregado y consideración del concreto con aire y sin aire incorporado.

*Quinto paso*, el método ACI brinda dos tablas con relaciones de agua/cemento, la primera indicando la resistencia apropiada a los 28 días, y la segunda tabla para casos de exposición severa del concreto en estado endurecido.

*Sexto paso*, hace referencia que la cantidad de cemento a usarse esta en una relación proporcional del agua, que se obtuvo en el cuarto paso, además la relación agua/cemento adquirida en el quinto paso. Este paso numero 6 hace

referencia si se desea obtener una cantidad mínima de cemento o la durabilidad específica, el diseño de mezcla deberá basarse en un criterio técnico que se utilice mayor cantidad de cemento.

*Séptimo paso*, hasta el paso número 6 se tienen respetados los mecanismos del concreto, menos el agregado general (grueso y fino), esta cantidad se deduce por diferencia. En este paso, se establece el módulo de fineza del agregado general a través del método del tanteo haciendo uso de la tabla granulométrica aquellos valores deberán estar en un rango de 5.2 o 5.3, los cálculos porcentuales conseguidos son los de incidencia de los agregados y se calcula mediante los pesos secos de los agregados.

*Octavo paso*, consiste en realizar un reajustar en el diseño de mezcla por criterio de humedad en los agregados, además la cantidad de agua que se añadirá a la mezcla de concreto se debe disminuir en cantidad similar a la humedad aportada por los agregados, es decir, se realiza un cálculo de humedad total menos absorción.

*Noveno paso*, en este último pase se hace referencia a los ajustes en el peso volumétrico del concreto, su contenido de aire, la trabajabilidad apropiada mediante el asentamiento. Para correcciones por asentamiento, en el contenido de aire o en el peso específico del concreto se hace uso de las especificaciones de la norma ACI 211.1-91 que proporciona diferentes valores que reajustan al diseño de mezcla hasta generar las características requeridas del concreto.

*Concreto en estado endurecido*: El análisis de las características físico mecánicas del concreto se realiza cuando se encuentre en un estado endurecido, ya que son las principales exigencias que debe tener para darle un uso estructural en cualquier tipo de construcción.<sup>12</sup>

La resistencia mecánica es la propiedad ms importante del concreto endurecido en cuanto refiere a los requisitos estructurales, las resistencias mecánicas son: flexión, tracción y compresión. Por otro lado, es un requisito primordial que debe

---

<sup>12</sup> (Rivva López, 2000)

cumplir todo concreto como un indicador de calidad el cual es el ensayo de resistencia a compresión.<sup>13</sup>

Por otro lado, es oportuno indicar que la resistencia mecánica del concreto como indicador importante de un buen comportamiento estructural continuo; no siempre es lo adecuado, ya que existen otras propiedades que pueden resultar más importantes. Así mismo, la tradición de especificar y admitir la calidad del concreto, solamente en referencia a la resistencia a compresión, es una de los principios principales porque ocurren problemas de durabilidad en los elementos estructurales de una edificación, a causa de que obtener una sola propiedad mecánica no es suficiente para garantizar una permanencia conveniente del hormigón armado en servicio.<sup>14</sup>

*Resistencia a compresión (f'c)* se define a este tipo de resistencia como la máxima deformación que resiste el concreto sin facturarse. Este tipo de ensayo se hace uso como un indicador de eficacia del concreto. Para la elaboración de esta prueba se utiliza moldes de forma cilíndrica de 15cm de diámetro y 30cm de longitud. En cada edad del concreto se debe fabricar como mínimo 2 probetas cilíndricas y trabajar con un promedio entre ambas. Se debe realizar el procedimiento de aceitado al interior de la probeta, al llenarse este molde se debe obtener una buena compactación, la debe ejecutarse con una varilla lisa conocido como el método de apisonado, es decir si el revenimiento es mayor a 7.5 cm con varilla o con vibrador es menor a 2.5 cm. En conclusión, si los asentamientos varían entre (2.5- 7.5) cm, pueden variarse entre varilla lisa o vibrador según el método que se emplee en obra.<sup>15</sup>

**Tabla 3.** *Formula de Resistencia a compresión (kg/cm<sup>2</sup>)*

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Fuente: Norma E.060

---

<sup>13</sup> (NTP 334.051, 2018)

<sup>14</sup> (Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo, 2013)

<sup>15</sup> (Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo, 2013)

Donde

P= Peso máximo aplicado

A= Área de la sección transversal en  $\text{cm}^2$

$\sigma$ =Resistencia a compresión en  $\text{kg}/\text{cm}^2$

Comúnmente las estructuras de concreto solo se diseñan basadas en el criterio que solo resistirán fuerzas a compresión, es decir el único criterio de diseño estructural es el ensayo a compresión ( $f'c$ ).



Figura 2. Ensayo de Resistencia a compresión ( $f'c$ )

Tabla 4. Evaluación del concreto según su resistencia a compresión (MPa)

Concreto	Resistencia (MPa)
Concreto normal	$\leq 42$
Concreto de alta resistencia	$> 42$ y $\leq 100$
Concreto de ultra alta resistencia	$> 100$ MPa

Fuente: Niño Hernández

*Resistencia a tensión por flexión ( $f'r$ )* de Los elementos estructurales sometidos a flexión poseen dos zonas dentro en su estructura y una de ellas se encuentra sometida a esfuerzos compresión y en la otra parte prevalecen los esfuerzos a tracción. Este tipo de resistencia prevalece en estructuras de concreto armado y simple como: vigas y losa de tipo aligerada.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> (Rivva López, 2000)

La resistencia a flexión ( $f_r$ ) es un valor determinado de la resistencia a tracción del hormigón armado. Este cálculo es obtenido de la resistencia máxima a fallar por flexión generado por el momento de una viga o losa de concreto. El resultado obtenido es un valor adquirido de la concentración de cargas en las vigas de bloque de concreto de sección transversal (15 cm x 15 cm), con una longitud de 3 veces el valor del espesor. Aparte de ello, la resistencia a flexión es expresada como Módulo de Rotura (MR) en unidades de (kg/cm<sup>2</sup>) y se determina a través del ensayo de carga en los puntos tercios y punto medio de la estructura a evaluar.

El Módulo de Rotura (MR), es un valor estimado en un rango del 10% - 20% del resultado obtenido en el ensayo de resistencia a compresión ( $f_c$ ), en función de la granulometría de los agregados que intervienen en el diseño de mezcla, sin embargo, la adecuada correlación para los materiales específicos, es a través de los estudios del laboratorio respecto a los ingredientes que conforman el diseño de mezcla del concreto en investigación. Por consiguiente, el Módulo de Rotura (MR) en la viga, se determina por la carga aplicada en los puntos tercios, además son valores menores aplicados a comparación de la carga en los puntos medios de la viga, así en algunas ocasiones tanto como en un 15%.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> (Norma ASTM C496-96)

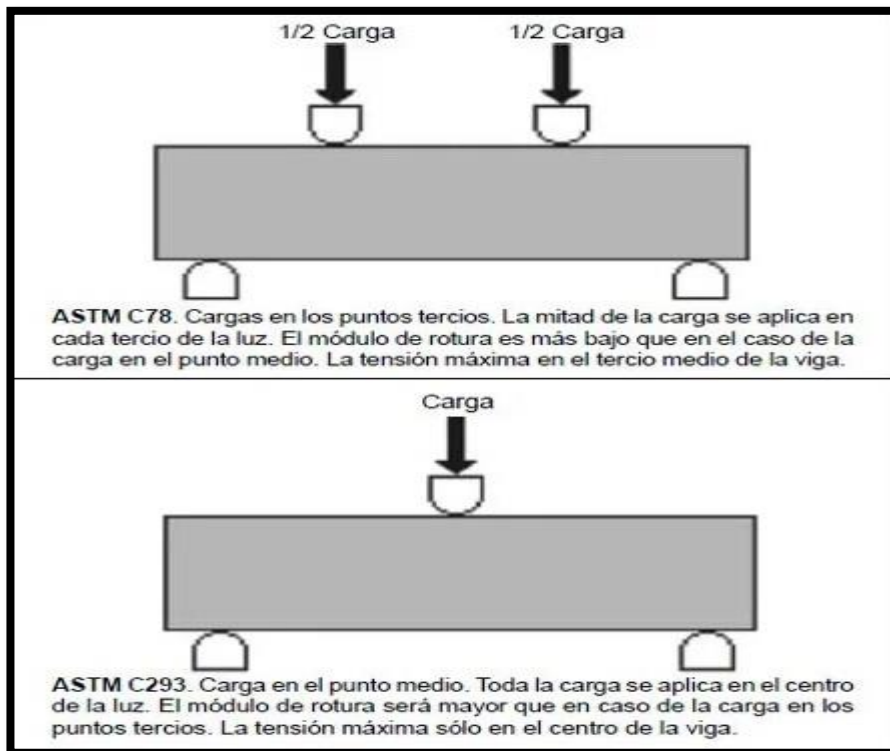


Figura 3. Ensayo de Resistencia a flexión ( $f_r$ )

Resistencia a tensión indirecta ( $f_t$ ) del concreto es un valor aproximado entre el (7.5%-12%) del ensayo a compresión ( $f_c$ ). Por otro lado, se aproxima entre (1.33 - 1.99) veces la raíz cuadrada de la resistencia a compresión ( $f_c$ ). El ensayo de resistencia a tensión es importante, porque es útil para predecir agrietamientos en el concreto.<sup>18</sup>

Para obtener los productos de la resistencia a tensión ( $f_t$ ), se realizan ensayos con bloques de concreto en forma de vigas con dimensiones de 15 x 15 x 60 en unidades de centímetros y probetas cilíndricas de concreto en estado endurecido con un diámetro de 15cm y una longitud de 30 cm. Estos especímenes serán sometidos a ensayos de compresión axial y tensión por compresión. Además, todas las pruebas son sometidas al ensayo de tensión a los 28 días.<sup>19</sup>

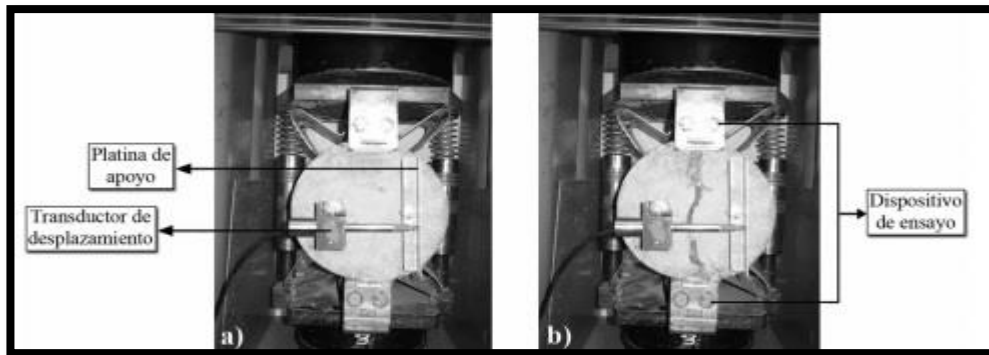
<sup>18</sup> (ARQHYS,, 2015)

<sup>19</sup> (RESISTENCIA A TENSIÓN DEL CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO CALIZO DE ALTA ABSORCION, 2016)

**Tabla 5. Formula de Resistencia a tensión (kg/cm2)**

$$f_t = \frac{2P}{\pi * L * D}$$

Fuente: Norma E.060



*Figura 4. Ensayo de Resistencia a tensión indirecta (f't)*

*Módulo de elasticidad (E'c)*; en investigaciones realizadas se observó que si el módulo de elasticidades del agregado aumenta sucede lo mismo con el concreto, por lo que se interpreta que cuando el tamaño del agregado se acrecienta el indicador esfuerzo deformación (E'c) del hormigón, debe aproximarse al agregado.<sup>20</sup>

“Concretos de peso específico **wc** interpretado entre valores (1450 kg/m<sup>3</sup> - 2500 kg/m<sup>3</sup>), el módulo de Elasticidad (E'c) puede calcularse mediante la siguiente formula.”<sup>21</sup>

**Tabla 6. Formula de Modulo de elasticidad**

$$E_c = (wc)^{1.5} 0.043\sqrt{f'_c} (MPa)$$

Fuente: Norma E.060

<sup>20</sup> (Rivva López, 2000)

<sup>21</sup> (NORMA TECNICA PERUANA, 2009)



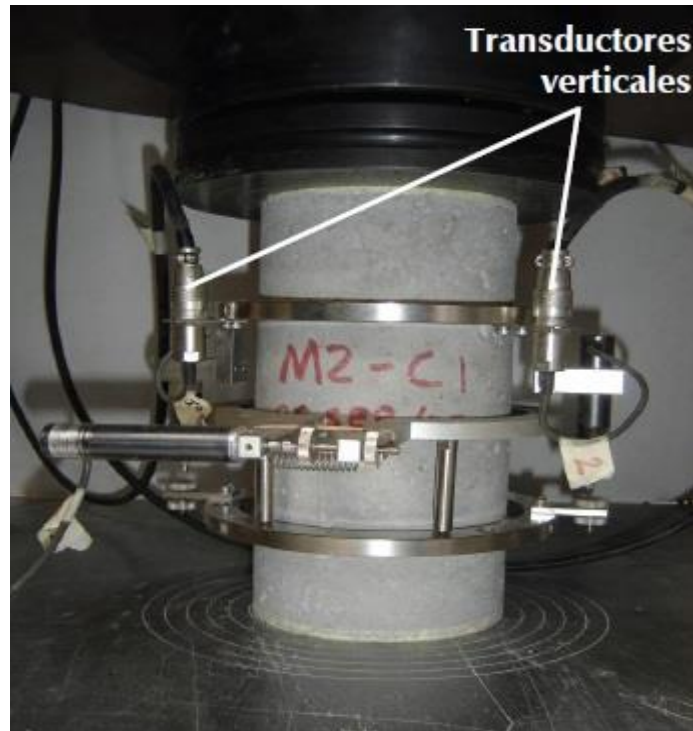


Figura 5. Ensayo de Modulo de Elasticidad ( $E'c$ )

Los determinantes de la resistencia en el concreto de los esfuerzos a resistencia de un concreto en condiciones normales son: la calidad del agua, la relación (agua/cemento), el fraguado, el curado, la edad del concreto, la relación entre el agregado fino y grueso, el tipo y calidad el cemento, la resistencia de la pasta del concreto, la porosidad de la masa del concreto, la granulometría del agregado, la adherencia de pasta y agregado, la relación del cemento y agregado.

**Las propiedades físicas del Poliestireno expandido (EPS) son:**

El color del Poliestireno expandido (EPS) posee un color natural blanco, debido al anómalo mecánico de la refracción de la luminosidad.<sup>22</sup>

La densidad es la propiedad más resaltante del poliestireno expandido EPS, debido a que un 98% el cuerpo del material está compuesta por aire y un 2% de tecnopor. La densidad del poliestireno expandido está en función de la fuerza de aplicación y se estacionan en intervalos que van desde los 10kg/m<sup>3</sup> - 35kg/m<sup>3</sup>.<sup>23</sup>

---

<sup>22</sup> (Textos científicos, 2005)

<sup>23</sup> (Textos científicos, 2005)

**Tabla 7.** Categorización del EPS de acuerdo a la norma ASTM C 578-92

Tipo	Densidad Nominal [kg/m <sup>3</sup> (pcf)]	Densidad Mínima [kg/m <sup>3</sup> (pcf)]
XI	12(0.75)	12(0.70)
I	16(1.0)	15(0.9)
VIII	20(1.25)	18(1.15)
II	24(1.5)	22(1.35)
IX	32(2.0)	29(1.8)

Fuente: ASTM C 578-92

*Conductividad térmica* del poliestireno expandido ostenta una buena capacidad de aislante térmico frente a condiciones climatológicas de calor y frío. Debido a que, su composición celular está concertada en un 98% de cuerpo de aire y 2% de poliestireno. Por ello, se le atribuye esta condición termo aislante, debido a que el aire en reposo genera esta condición.<sup>24</sup>

*Aislante acústico* hace referencia como aislante acústico, porque el poliestireno expandido nos brinda una función muy favorable que es la de mitigar las ondas de sonido concebidas en el medio o zona donde se localice. Sin embargo, como el EPS tiene altos índices de porosidad y contiene aire, se tiene en cuenta que el este es el medio por el cual se produce la transmisión de las ondas sonoras, se daría la opción que tal vez pueda dejar pasar algunas, pero depende de la frecuencia que esta emitida y su celeridad de difusión en el tipo de ambiente que se pueda hallar ruido tal como se indica en la tabla.<sup>25</sup>

---

<sup>24</sup> (ANAPE, 2019)

<sup>25</sup> (BASF, 2001)

**Tabla 8.** Niveles recomendados de ruido interior

DESTINO/ACTIVIDAD	NIVEL MÁXIMO DE RUIDO
Dormitorios	30 a 40 dB
Biblioteca Silenciosa	35 a 40 dB
Sala Estar	40 a 45 dB
Oficinas Privadas	40 a 45 dB
Aula de escuelas	40 a 45 dB
Oficinas Generales	45 a 50 dB

Fuente: INDECOPI E040 2009.

*Resistencia mecánica* es, “La consistencia del poliestireno mantiene una diminuta relación con las características mecánicas. El gráfico que se muestran a continuación indica valores obtenidos sobre las propiedades en función de la densidad aparente del tecnopor expandible.”<sup>26</sup>

Este grafico describe que sufre el poliestireno expresado en porcentajes respecto a la carga que soportara en unidades de kilo Newton/ metro cuadrado

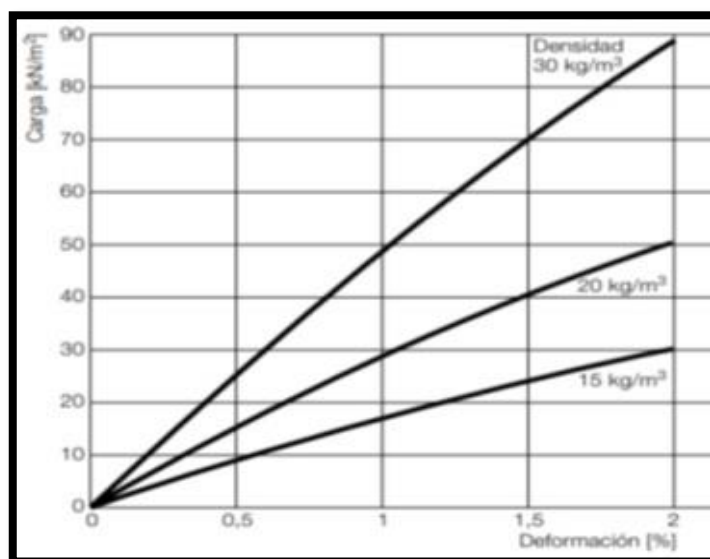


Figura 6. Carga VS Deformación

<sup>26</sup> (ANAPE, 2019)

*Absorción* del “El EPS no es higroscópico, muy al contrario de lo que ocurre con otros materiales de la sección de aislamiento y expandible. Inclusive macerando el tecnopor en su totalidad en agua los niveles de permeabilidad son minúsculos con resultados fluctuando entre el (1.5% -3.5%) respecto al volumen (examen por sumersión posteriormente de 28 días). Nuevas investigaciones en los materiales trascienden en efectos con niveles de filtración de agua aún más bajos.”<sup>27</sup>

En la presente investigación se considerará una absorción nula, porque se utilizará poliestireno expandido con estructura en forma de perlas, y la humedad ingresa entre las paredes soldadas, que este caso por tener una forma esférica no posee.

*Granulometría de los EPS*, “La granulometría de las partículas de tecnopor expandible, así como el de las celdas que las confieren, de manera similar que la consistencia de los bloques de poliestireno expandido obedecen a la temperatura y período de fusión utilizados mediante los métodos de pre-expansión y expansión. Las partículas al interior de la estructura de EPS con una densidad reducida obtendrán mayor volumen, debido a que existe más cantidad de cuerpo de aire cerrado en el interior de cada estructura individual de las perlas de poliestireno”<sup>28</sup>

En nuestra investigación utilizaremos partículas de tecnopor expandido (EPS) un tamaño promedio entre 3 mm y 6 mm de sección transversal, variando de acuerdo a lo expuesto anteriormente.

*Propiedades químicas del EPS* en relación a la característica química del poliestireno expandido, según estudios de investigación este material no se devasta con la labor extendida de sustancias como: salinas, jabones, lejías, ácidos, alcoholes y soluciones alcalinas. Sin embargo, existen indicios que el

---

<sup>27</sup> (ANAPE, 2019)

<sup>28</sup> (Experimental Analysis of Structure and Deformation Mechanisms of Expanded Polystyrene (EPS) slabs, 2006)

poliestireno expandido se disuelve con la acción de ácidos condensados, disolventes orgánicos, aceites, diésel y carburantes.<sup>29</sup>

En conclusión, el poliestireno expandido presenta estabilidad de tipo morfológica frente a distintos productos químicos, por ejemplo, si se hace uso de productos como vapores concentrados, pinturas y adhesivos conjuntamente con el EPS, es decir no existirá un daño significativo a este material expandible.

---

<sup>29</sup> (ANAPE, 2019)

**Tabla 9. Propiedades químicas del EPS**

SUSTANCIA ACTIVA	ESTABILIDAD
Solución salina (agua de mar)	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Jabones y soluciones de tensioactivos	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Lejías	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Acidos diluidos	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Acido clorhídrico (al 35%), ácido nítrico (al 50%)	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Acidos concentrados (sin agua) al 100%	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Soluciones alcalinas	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Disolventes orgánicos (acetona, esteres,...)	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Hidrocarburos alifáticos saturados	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Aceites de parafina, vaselina	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Aceite de diésel	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Carburantes	No estable: El EPS se contrae o se disuelve
Alcoholes (metanol, etanol)	Estable: el EPS no se destruye con una acción prolongada
Aceites de silicona	Relativamente estable: en una acción prolongada, el EPS puede contraerse o ser atacada su superficie

Fuente: (ANAPE A. N., 2019)

*Propiedades biológicas del EPS*, las perlas de poliestireno expandido no generan un daño nocivo medioambiental, es decir no es un material contaminante para los arrecifes marinos. Comúnmente son adheridos a los restos caseros o calcinados. En consecuencia, el factor de temperatura, contiene su estructura estable a una temperatura máxima de 85°C. Dentro de las propiedades biológicas más resaltantes es que no genera desintegración ni alineación de gases tóxicos o contaminantes.<sup>30</sup>

*Generación de residuos de EPS* en la actualidad del continente europeo y algunos países de Latinoamérica se realiza un proceso de recolección del poliestireno y se utiliza directamente en el sector de construcción, por ejemplo, se crea aislamientos térmicos en edificaciones, o se implementa como material de aligeramiento en diversos tipos de construcciones.

“Por otro lado, en el mundo se le atribuye al poliestireno expandido ser un agente importante de contaminación, porque erróneamente se le atribuye esta denominación por su color blanco, alta visibilidad y su fácil de reconocimiento a este material; este efecto es denominado como **contaminación visual**, sin embargo, el EPS solo representa una contaminación real del 0.1% del total de los residuos sólidos de categoría urbanos en el mundo.”<sup>31</sup>

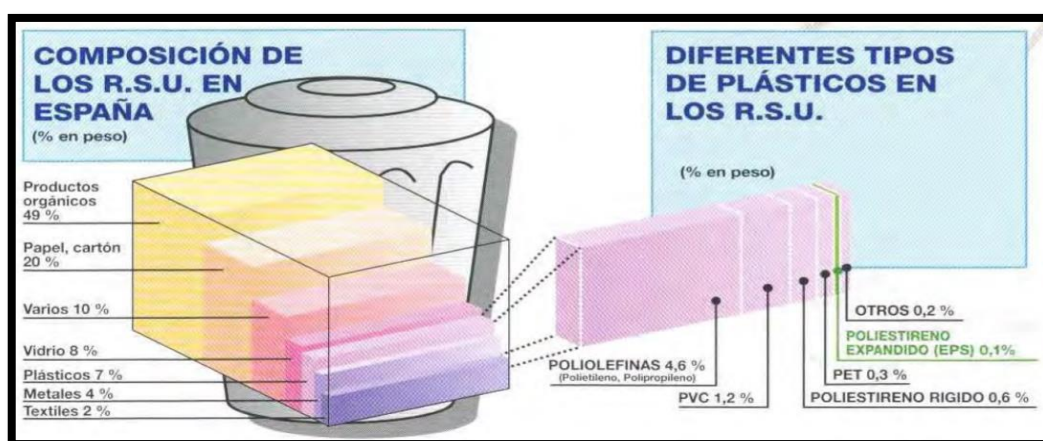


Figura 7. Proceso de reciclaje Composición de los Residuos Sólidos en España

<sup>30</sup> (ANAPE, 2019)

<sup>31</sup> (ANAPE, 2019)

*Proceso del reciclado mecánico del EPS* tiene un procedimiento de reciclaje mecánico mediante métodos distintos y para aplicaciones distintas.<sup>32</sup>

*Fabricación de piezas nuevas de EPS* los recipientes después del consumo se derivan aun proceso industrializados de trituración y son destinados a la elaboración de nuevos artículos de tecnopor expandido. De esta manera, se realizan nuevos productos de poliestireno para el sector construcción.<sup>33</sup>

*Mejora de suelos* el poliestireno expandido en su proceso de reciclaje pasa por un etapa de triturado y molido con la intención de ser mezclado con la suelo existente, incluso optimizar el proceso de filtración en los suelos.<sup>34</sup>

*Incorporación a otros materiales de construcción* los aserrines reciclados de poliestireno expandido después de sufrir el proceso de trituración a diferentes tamaños, se fusionan con otros agregados en el diseño de mezcla para producir diferentes elementos constructivos como: bloques ligeros, morteros aislantes, concretos ligeros, etc.<sup>35</sup>

*Material de relleno* los materiales de poliestireno usado se transforman en rellenos para otros tipos de elementos, por ejemplo almohadas, muebles, peluches y etc.<sup>36</sup>

---

<sup>32</sup> (El Poliestireno Expandido y el Medio Ambiente, 2019)

<sup>33</sup> (El Poliestireno Expandido y el Medio Ambiente, 2019)

<sup>34</sup> (El Poliestireno Expandido y el Medio Ambiente, 2019)

<sup>35</sup> (El Poliestireno Expandido y el Medio Ambiente, 2019)

<sup>36</sup> (El Poliestireno Expandido y el Medio Ambiente, 2019)



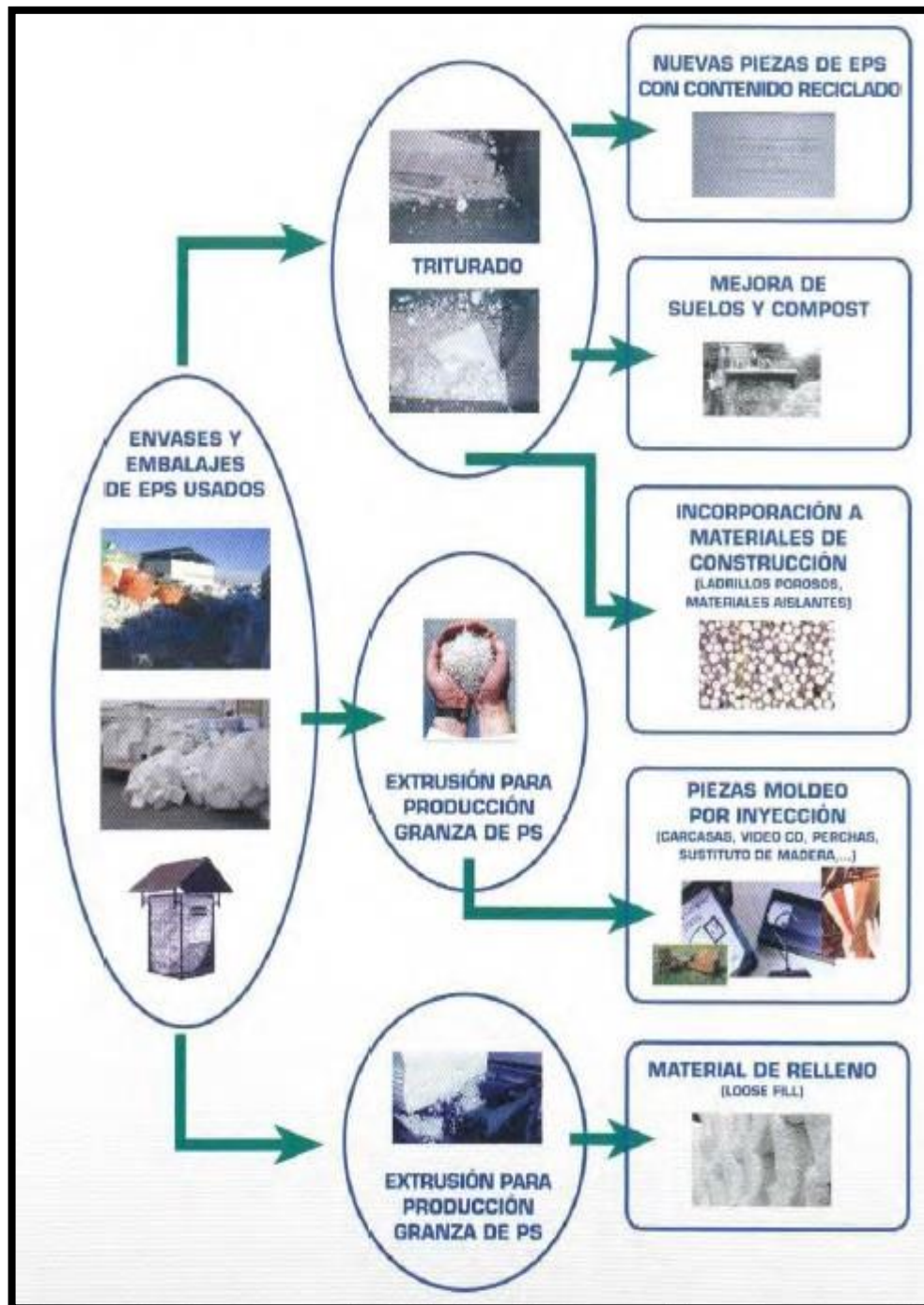


Figura 8. Proceso de reciclado mecánico del EPS

Proceso de fabricación del EPS del Poliestireno Expandido (EPS) se consigue a partir de la metamorfosis del poliestireno de tipo pre-expandible. Este material pertenece a la clasificación de los polímeros de estireno que conserva una función en su estructura de tipo expansor, que viene a ser el pentano. El común de los materiales con categoría de plásticos es el tecnopor expandible y son

provenientes del petróleo, cabe resaltar que solo un 6% de este combustible es usado para la elaboración de agentes químicos y plásticos, y un 94% dedicado a combustibles para la industria de transporte.<sup>37</sup>



Figura 9. Proceso de fabricación del EPS

## Proceso de transformación del EPS

### 1ª etapa: Pre expansión

El material primordial utilizado para la elaboración del poliestireno se calienta en maquinarias llamadas pre-expansores, utilizando el vapor del agua en un rango de temperaturas de (80 - 110°C). En este proceso la densidad del material se reduce aproximadamente en 631 kg/m<sup>3</sup> a valores que varían en rangos de 10 kg/m<sup>3</sup> - 30 kg/m<sup>3</sup>.<sup>38</sup>

### 2ª etapa: Inmovilidad intermedia y estabilidad

Las moléculas después de pasar por el proceso de expansión generan un vacío en su estructura que se debe de llenar con la incluso de aire por el método de difusión en la estructura del cuerpo del poliestireno. De esta manera, las partículas de poliestireno lograrán una mayor duración mecánica. Esta etapa se produce mediante cuando proceso de reposo intermedio del elemento pre-

<sup>37</sup> (ANAPE, 2019)

<sup>38</sup> (ANAPE, 2019)

expandible en depósitos ventilados, y en ese transcurso se secan las partículas de tecnopor expandido.<sup>39</sup>

### **3ª etapa: Esparcimiento y estructural final**

En este proceso las partículas de poliestireno pre expandidas se trasladan a hormas donde nuevamente pasan por el proceso de temperaturas altas utilizando vapor de agua y con ello estas perlas soldaran entre ellas. De esta manera, se obtienen elementos que luego se transforman en formas requeridas como: planchas, bovedillas, cilindros y etc.....<sup>40</sup>

---

<sup>39</sup> (ANAPE, 2019)

<sup>40</sup> (ANAPE, 2019)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

##### Diseño de investigación

El esquema de este estudio es experimental de categoría experimentos “puros”, porque existe una dependencia de causa - efecto entre las variables de estudio, además se efectúa la operación premeditada de la variable autónoma (Perlas de Poliestireno Expandido EPS) y con ellos se crea el control de la variable dependiente (Propiedades mecánicas del concreto) con la intención de optimizar las características físicas y mecánicas del hormigón ligero.

“Los experimentos manipulan tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (denominadas variables independientes) para observar sus efectos sobre las variables dependientes en una situación de control.”<sup>41</sup>

En nuestra investigación, que es de tipo experimental analizaremos la influencia de nuestra variable autónoma sobre el efecto que produce sobre el concreto en estado endurecido que llega a ser nuestra variable de tipo dependiente.

“Por otro lado, los diseños de tipo experimental se usan cuando el indagador intenta instaurar un posible efecto de una causa que se manobra intencionalmente. Además, buscar constituir atribuciones (por ejemplo, decir que la terapia psicológica disminuye la depresión.”<sup>42</sup>



Figura 10. Representación gráfica del diseño de investigación

OG: OBJETIVO GENERAL

HG: HIPÓTESIS GENERAL

CG: CONCLUSIÓN GENERAL

---

<sup>41</sup> (HERNÁNDEZ SAMPIERI , 2014)

<sup>42</sup> (HERNÁNDEZ SAMPIERI , 2014)

### **Tipo de investigación**

El tipo o alcance de este estudio es explicativo, debido a que pretende revelar como influyen las partículas de EPS en las propiedades mecánicas del hormigón ligero en términos de esfuerzo compresión, flexión, tensión y deformación. Es decir, los estudios explicativos intentan establecer las causas que genera la variable independiente respecto a los efectos que sufrirá la variable dependiente.

“Las investigaciones de tipo explicativas buscan la descripción de concepciones o acontecimientos anómalos o generan relaciones entre conceptos; es decir, están encaminados a reconocer los orígenes de los acontecimientos y fenómenos de carácter físicos o sociales. Como su designación lo demuestra, su rendimiento se dirige en explicar por qué sucede un fenómeno y en qué contextos se presenta o por qué se conciernen dos o más variables.”<sup>43</sup>

### **Nivel de investigación**

El nivel de investigación es explicativo porque evalúa las dos variables de la investigación, además que busca estipular en que forma aflige a las características de clasificación mecánicas del concreto ligero en el reemplazo de manera porcentual de las Perlas de Poliestireno Expandido por el agregado fino.

“Una investigación explicativa tiene dos variables que son causa y efecto de los cuales se tiene como objetivo de buscar el enlace entre las dos variables, donde se puede analizar a nivel separado para corroborar la hipótesis planteada”<sup>44</sup>

La actual indagación se califica de nivel aclarativo, debido a que se determinará mediante ensayos mecánicos como afecta nuestra variable independiente (EPS) a las propiedades mecánicas del concreto ligero y responderá a la hipótesis general del planteamiento del problema general de la presente tesis, obteniendo como resulta su funcionalidad para la edificación de domicilios de costo reducido y nivel (1 o 2 pisos).

---

<sup>43</sup> (HERNÁNDEZ SAMPIERI , 2014)

<sup>44</sup> (HERNÁNDEZ SAMPIERI , 2014)

## Enfoque de investigación

La perspectiva de este estudio es cuantitativa, a causa de que “La continuación, severidad e imparcialidad son sus propiedades primordiales. Se usa la recaudación de información para comprobar las hipótesis (postulados o posibilidades respecto del hábitat y esclarecimiento de una complicación), luego se perpetra una comprobación numérica para probar la hipótesis, se examinan los resultados conseguidos de forma estadística y se expresan las conclusiones.”<sup>45</sup>

En síntesis, la presente investigación posee un enfoque cuantitativo, porque se realizará la recolección de datos a partir de mediciones realizadas en investigaciones anteriores, se las examinarán y se lograrán resultados objetivos.<sup>46</sup>

### 3.2 Variables y operacionalización

La operacionalización de las variables es un método de investigación que fundamenta en descomprimir de forma deductiva ambas variables (dependientes e independientes) que conforman el problema principal del proyecto de investigación, iniciando de lo más habitual a lo más delimitado. En síntesis, esta etapa consiste en la explicación detallada del comportamiento de las variables de estudio, mediante sus dimensiones, escala de medición, instrumentos y definiciones.<sup>47</sup>

En el anexo N°3, se indica las variables con su definición conceptual, operacional, dimensiones, indicadores, instrumentos y escala de medición. La variable independiente es el porcentaje de las moléculas de tecnopor, mientras que las dependientes son las propiedades mecánicas del concreto en estado endurecido.

**Variable independiente:** Perlas de Poliestireno Expandido (EPS): 0%, 5%, 15%, 30%

**Variable dependiente:** Resistencia a compresión ( $f'c$ ), Resistencia a tensión indirecta ( $f't$ ), Módulo de elasticidad ( $E'c$ ), Resistencia a tensión por flexión o módulo de ruptura ( $f'r$ )

---

<sup>45</sup> (HERNÁNDEZ SAMPIERI, 2014)

<sup>46</sup> (Normas APA, 2015)

<sup>47</sup> (Carrasco, 2009)

### **3.3 Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

“La población objetiva está delimitada por un grupo de estudio finito o infinito de elementos con propiedades similares lo cual se propagará hasta las conclusiones del este estudio de tipo experimental.”<sup>48</sup>

En la presente investigación, se indica que nuestra población está conformada por la totalidad de las briquetas y vigas de concreto adicionado con perlas de poliestireno expandido con las características típicas de los materiales la zona donde se ejecutara el proyecto de investigación, ya sea respecto al cemento, aditivo, agua, agregados finos, gruesos y las dimensiones de los moldes de concreto ligero. Sin embargo, cabe resaltar que nuestra investigación es un diseño experimental puro, la cual el estudio no se realiza sobre una población sino se trabaja directamente respecto a una muestra, bajo principios estadísticos.

#### **Muestra**

La muestra está compuesta por 36 moldes de concreto de forma cilíndrica y 12 vigas de concreto, es decir estos elementos son el objeto de estudio del proyecto de investigación de donde se obtendrá las conclusiones para dicho estudio experimental.

#### **Muestreo**

El muestreo consiste en el método de elegir un acumulado de elementos de estudio en una determinada población con la intención de investigar y tener la potestad de caracterizar el total del grupo de estudio.<sup>49</sup>

Debido a que, los elementos de investigación de los prototipos de la muestra se fabrican por conveniencia, esto nos indica que son de categoría no probabilística, es decir se va considerar la cantidad de probetas y vigas de concreto en función de las pruebas que se realizaran equivalente a la cantidad de muestras.

---

<sup>48</sup> (Arias, Fidias G., 2012)

<sup>49</sup> (Ochoa, Oscar, 2015)

Unidad de medida: Probeta cilíndrica de concreto ligero influenciado con perlas de poliestireno

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas de investigación que se utilizara en este proyecto está compuesta por dos métodos de observación los cuales son: estructurada y laboratorio. El primero, es empleado para el manejo intencional de la variable independiente, moléculas de poliestireno expandido en el concreto, por tanto, permitirá al investigador desarrollar un proceso cuidadoso en el diseño de mezclas del concreto ligero. Por otro lado, el segundo consiste en medir el comportamiento mecánico del concreto adicionado con partículas de tecnopor expandido, donde se recogerá datos de los diferentes porcentajes de poliestireno usado en las mezclas de concreto, también de las características químicas y físicas del poliestireno expandido destinado a usarse y los resultados de los distintos ensayos a ejecutarse.

El instrumento destinado a utilizarse en este proyecto de investigación es la guía de observación con la finalidad de controlar el poliestireno expandible en el concreto, además para monitorear las propiedades mecánicas de un concreto ligero. La revisión de la calidad de los instrumentos se realizará haciendo uso de la guía de observación para el seguimiento continuo de la variable dependiente, ya que se considerarse la única herramienta de comprobación. La validez de adjunto se calculará a través del método juicios de expertos y la prueba V-Aiken. La confiabilidad será mediante la técnica, mitades partidas; la cual consiste en generar la correlación del ítem corregido y una prueba de correspondencia de Pearson.

### **3.5 Procedimientos**

En esta investigación los procedimientos a realizase respecto a los agregados finos, gruesos y perlas de poliestireno están compuestos por el análisis granulométricos, peso físico y absorción, material que pasa la malla N°200, contenido de humedad natural. Por otro lado, correspondiente al concreto en estado fresco, se ejecutará diseños de mezcla haciendo uso de la norma ACI, un



estudio de consistencia e trabajabilidad mediante la prueba del SLUMP y la densidad e rendimiento del mortero. Por último, en relación al estudio de las propiedades mecánicas del hormigón en estado endurecido se realizarán ensayos de resistencia compresión, flexión, módulo de elasticidad y tensión indirecta.

### **3.6 Método de análisis de datos**

Este proyecto de investigación tiene como función principal lograr obtener los objetivos específicos de estudio mediante la realización de ensayos de laboratorio. Además, cabe resaltar que estas pruebas no pueden decretarse en su totalidad. Por otro lado, métodos como la recolección de datos y otros tipos de análisis preliminares que usaremos revelaran cierto déficit a la planificación inicial realizada. Sin embargo, es primordial proyectar los primordiales aspectos de la técnica de análisis en función de la comprobación detallada de las hipótesis específicas manifestadas, porque estas definiciones primarias determinaran el proceso de recolección de datos. Para la colección de datos se formalizara a través del método de observación directa, mediante ello nos consentirá concebir cada experimento ensayado en laboratorio y realizando anotaciones oportunas útiles para nuestros conclusiones y contrastarlos con la hipótesis planteadas.<sup>50</sup>

En síntesis, se creará una base de datos haciendo uso del software Microsoft Excel para plasmar los resultados obtenidos mediante tablas y figuras estadísticas; los cuales consentirán realizar una similitud de la conducta mecánica de un con concreto patrón y otro con perlas de poliestireno expandido.

### **3.7 Aspectos éticos**

El presente trabajo de investigación fue realizado con la continua orientación del asesor directo asignado. Además, cabe resaltar que este informe de proyecto de investigación se elaboró respetando los márgenes éticos impartidos por la Escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, y asegurando de forma absoluta no haber plagiado tesis de otros autores, es decir respetando la pertenencia intelectual de todas las informaciones que se empleó para la elaboración de este presente ensayo.

---

<sup>50</sup> (Google Sites, 1999)

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Descripción de la zona de estudio

#### Nombre de la tesis

“Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco 2020”

#### Ubicación Política

La zona de estudio se encuentra ubicada en la región del cusco, provincia del cusco.



Figura 11. Mapa Departamental del cusco

## Ubicación del Proyecto

Provincia y Departamento del Cusco.

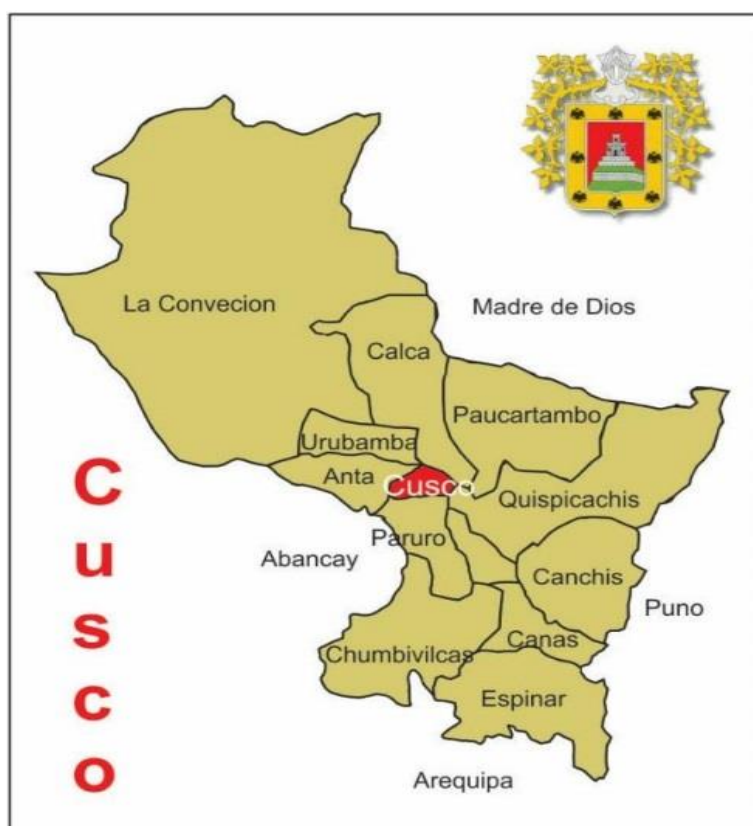


Figura 12. Mapa provincial del Departamento del Cusco

Limita por el:

Norte: con la amazonia de los departamentos de Junín y Ucayali.

Sur: con la amazonia de Ayacucho y la serranía de Apurímac.

Este: con las zonal elevadas de Arequipa y Puno.

Oeste: con las pampas amazónicas del departamento de Madre de Dios.

Este lugar de estudio fue seleccionado con la intención de contribuir en mejorar la calidad de vida de los pobladores que residen en provincias y distritos de la región del Cusco declarados en pobreza extrema, ya que el objetivo principal de este estudio es comprobar mediante ensayos la construcción de viviendas de bajo costo con esta nueva innovación en la tecnología del concreto para infraestructuras.

## **Ubicación Geográfica**

De forma geográfica la ciudad del Cusco se encuentra en las coordenadas 13°31'06"S 71°58'41"O, y tiene un área 72,104 Km<sup>2</sup>, así mismo mantiene una altitud de 3,399 msnm, además posee una población de 1, 205.527 habitantes conformada por 13 provincias y 112 distritos y actualmente mantiene un nivel de pobreza y pobreza extrema de 61.7% y 34.8% correspondientemente.

## **Vías de acceso**

Vía terrestre. Diversas vías comunican a la ciudad del Cusco con diferentes departamentos del país, desde de Lima, la vía más recomendable es la Panamericana sur hasta la ciudad de Arequipa y después al Cusco con una distancia de 1 659 kilómetros y 28 horas de viaje, aproximadamente. La ruta alterna, no transitable en tiempo de lluvia, es por la sierra, carretera a Ayacucho.

Vía férrea. Actualmente existe un servicio continuo de tren desde la ciudad de Arequipa mediante la vía Juliaca y Puno, con un viaje de 20 horas aproximadamente. Sin embargo, desde la ciudad de Puno son 10 horas, además se puede indicar que en el transcurso de la ruta el punto más alto de esta ruta es el lugar denominado La Raya a 4313 metros sobre el nivel del mar entre Cusco y Juliaca.

Vía aérea. existen vuelos cotidianos a la región del Cusco desde la ciudad de Lima y otros departamentos del país. El actual aeropuerto Velasco Astete se encuentra a 3 kilómetros de la ciudad.

## **Clima**

En la Provincia del Cusco donde se ubica la zona de estudio del proyecto de investigación, en invierno hace frío en la noche y la temperatura aumenta considerablemente desde las primeras horas de la mañana hasta el mediodía. En los días soleados se alcanzan los 20°C. Entre junio y julio son comunes las "heladas" (frío intenso) en las que se han reportado nevadas muy ocasionales. Se tiene una precipitación de humedad semiárido, presenta un grado de humedad del 70%. La temporada de lluvias se inicia en septiembre y concluye en marzo; entre

abril y agosto es soleado y seco, frío en las noches, con presencia de heladas y vientos a partir de agosto.

CLIMA		
Época	Características Prov. Cusco	Características Huambutio-Dist. Lucre-Prov. Qispicanchi
Lluviosa-húmeda	De diciembre a marzo, con 746 mm de precipitación anual promedio	De Setiembre a marzo
Seca	De abril a agosto con 99,8 mm	De abril a agosto
Intermedia, denominada de transición	Las características climatológicas de consumo y recarga, son equilibradas de agosto a noviembre	
Temperatura		
Media anual	13,35° C	15-18° C
Máxima en el mes de octubre	25° C	18° C
Mínima entre los meses de junio y julio	4,50° C	-2° C
Humedad Relativa		
Humedad relativa media anual	60%	70%
Mes de agosto	53%	
Mes de diciembre	67%	

Fuente: Municipalidad Provincial de Cusco. Plan de Desarrollo Provincial Concertado al 2012. INEI. SENAMI.

*Figura 13. Reporte climatológico de la ciudad del cusco.*

### Localidad para la compra de materiales

Los materiales a emplearse en el presente proyecto de investigación, los cuales son el cemento Portland Tipo I, Aditivo reductor de agua SIKA (Plastiment TM30, Sikament 306) y Perlas de poliestireno expandido (Tecno cusco) generalmente son obtenidos en la ciudad del cusco. Sin embargo, en los agregados como la arena gruesa es adquirida en la cantera de Huambutio perteneciente al distrito de Lucre, provincia de Quispicanchis de la región del Cusco y la piedra Chancada de 1/2" y 3/4" se encuentra ubicada en el Km 9 de la ruta Cusco-San Salvador, en la margen izquierda al Sur-Este de la ciudad del Cusco perteneciente al distrito de San salvador de la provincia de Calca, ambas ubicaciones pertenecientes a la región Cusco.

### Procedimiento

En la presente investigación se realizó un diseño de mezcla del concreto para la obtención de una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>, realizando como primer paso un análisis a los agregados finos y gruesos mediante los ensayos de análisis granulométrico, peso específico y absorción, peso unitario (suelos y compactados) y el contenido de humedad. Además, cabe indicar que la arena gruesa es proveniente de la cantera de Huambutio ubicado en el distrito de Lucre y la Piedra Chancada de 1/2" y 3/4" es procedente de la pedrera Vicho ubicado en

el distrito de San salvador lugar perteneciente a la provincia de Calca, y las perlas tecnopor son adquiridas , por último el cemento es marca Yura tipo IP con un peso específico de 2.85 gr/cm<sup>3</sup> y un peso volumétrico de 1500 kg/m<sup>3</sup>. A continuación, se detalla un cuadro resumen del diseño de mezcla según el método DIN 1045 para la obtención de un concreto con una durabilidad de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 10. Proporción en volumen**

Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
1 m <sup>3</sup>	4.62 m <sup>3</sup>	3.65 m <sup>3</sup>	1362.64 lt

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11. Proporción en Volumen por tandas de una bolsa de Cemento**

Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
1 bolsa	0.1309 m <sup>3</sup>	0.1034 m <sup>3</sup>	38.61 lt
1 bolsa	4.62 pie <sup>3</sup>	3.65 pie <sup>3</sup>	38.61 lt

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12. Proporción en Volumen por tandas de un metro cúbico de Concreto**

Cemento	Agregado Fino	Agregado Grueso	Agua
8.41 bolsas	1.1008 m <sup>3</sup>	0.8690 m <sup>3</sup>	324.56 lt
8.41 bolsas	38.85 pie <sup>3</sup>	30.67 pie <sup>3</sup>	324.56 lt

Fuente: Elaboración propia

## Resultados de laboratorio obtenidos:

### Objetivo 1:

“Analizar la resistencia a compresión ( $f'c$ ) del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco 2020.”

### Ensayo de Resistencia de compresión ( $F'c$ ):

El objetivo de la presente investigación del ensayo de compresión consiste en determinar la resistencia que logra obtener el concreto en estado endurecido en diferentes edades de fraguado ya sea en 7,14 y 28 días según la Norma Técnica Peruana 339.034.



Figura 14. Rotura de briqueta 30%



Figura 15. rotura de briqueta 5%

**Tabla 13. Resistencia a compresión ( $F'c$ )**

Concreto $F'c=210\text{kg}/\text{cm}^2$		Dosificación			
		0%	5%	15%	30%
Edad	7 Dias	145.75	135.66	123.93	116.71
	14 Dias	173.44	171.36	150.96	137.37
	28 Dias	213.20	200.92	195.47	170.19

Fuente: Elaboración propia

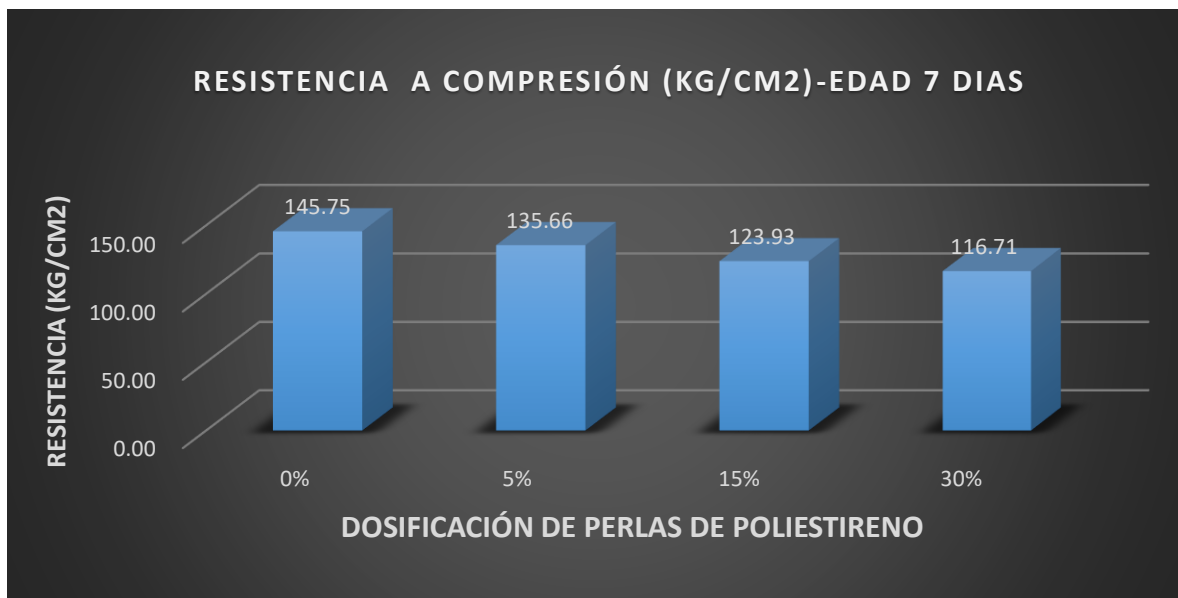


Figura 16. Ensayo de Resistencia a compresión ( $F'c$ ) con edad de 7 días

Fuente: Elaboración propia

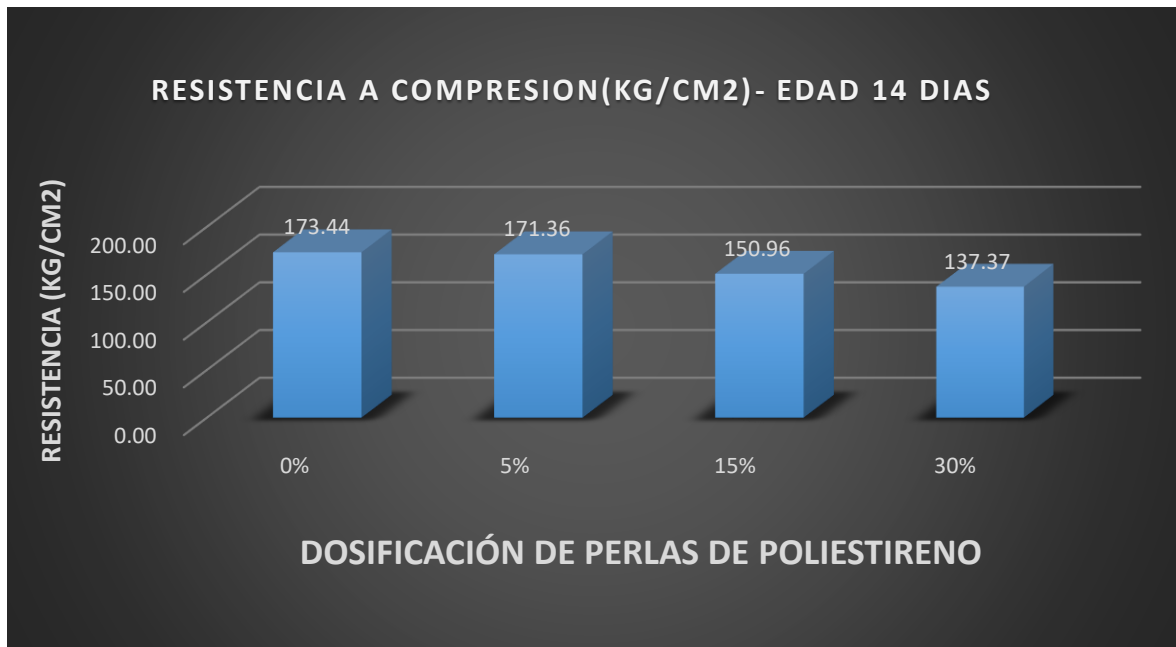


Figura 17. Ensayo de Resistencia a compresión ( $F'c$ ) con edad de 14 días  
Fuente: Elaboración propia

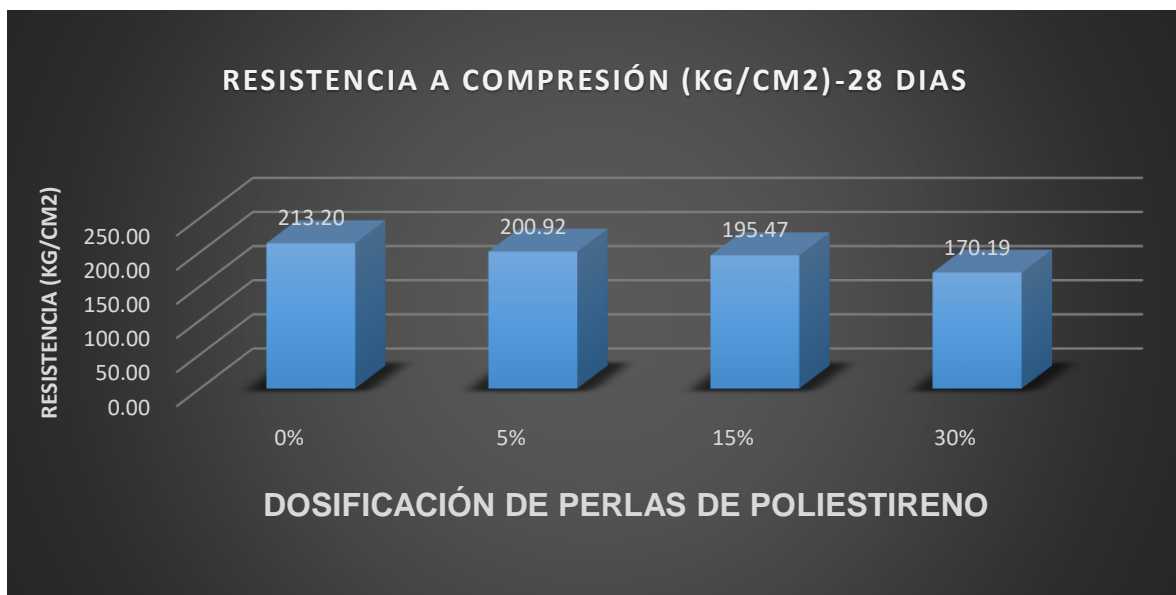
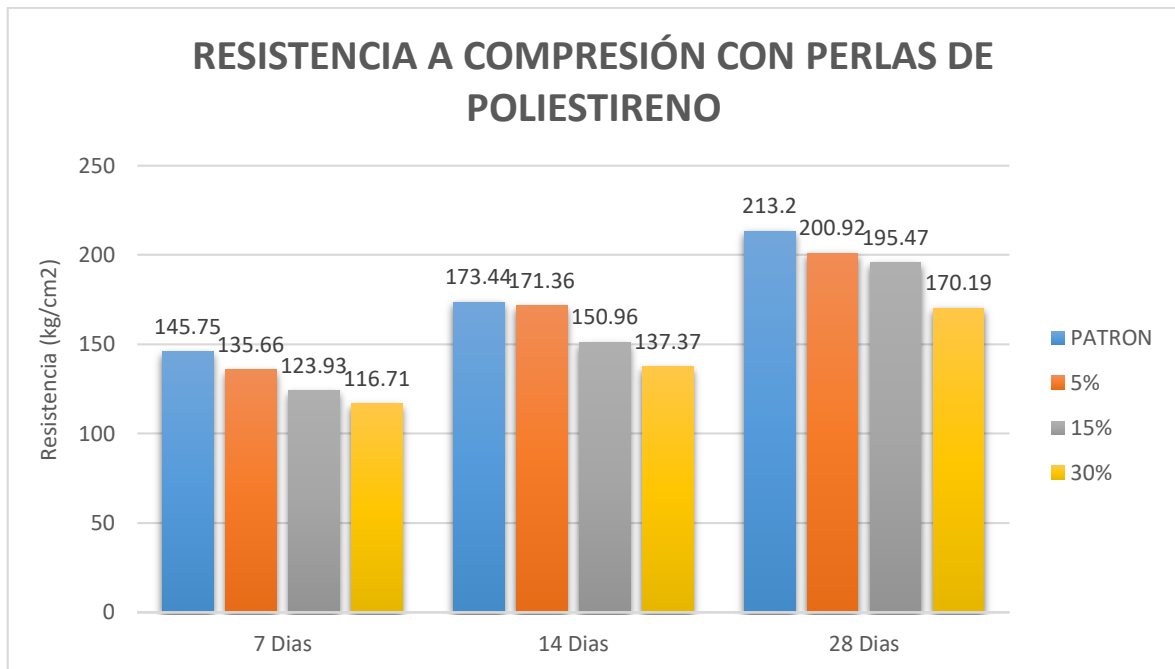


Figura 18. Ensayo de Resistencia a compresión ( $F'c$ ) con edad de 28 días  
Fuente: Elaboración propia

En las figuras 16,17 y 18 se observa los resultados de los ensayos de resistencia a compresión en las diferentes edades de fraguado del concreto de 7, 14 y 28 días luego de reemplazar las perlas de poliestireno por el agregado fino con dosis de 5%, 15% y 30%.





*Figura 19. Ensayo de Resistencia a compresión ( $F'c$ ) con perlas de poliestireno*  
Fuente: Elaboración propia

En la figura 19, se analiza que por la sustitución del 5%, 15% y 30% de perlas de poliestireno por el agregado fino en las edades de 7, 14 y 28 días. Según la dosificación de reemplazo se observa una disminución porcentual de 6.93%, 14.97% y 19.92% a edad de 7 días, a los 14 días se registra una variación descendente 1.19%, 12.96% y 20.80%, y por último en el registro de fraguado del concreto aligerado a 28 días se examina un decrecimiento de 5.75%, 8.32% y 20.17% con referencia al concreto patrón en las diversas edades del curado del concreto.

#### **Objetivo 2:**

“Analizar el módulo de elasticidad ( $E'c$ ) del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco 2020.”

#### **Ensayo de Modulo de elasticidad ( $E'c$ ):**

El ensayo del módulo de elasticidad del concreto indica la rigidez de este elemento ante una fuerza aplicada sobre el mismo. Este estudio es para determinar el módulo de elasticidad de tipo estático del concreto, este estudio se

hace a través de la NTC 4025 que tiene como predecesora la ASTM C 469 y se simplifica en la aplicación de carga estática y de la proporcionada deformación unitaria producida.



Figura 20. Módulo de elasticidad al 5%



Figura 21. Módulo de elasticidad al 15%

**Tabla 14. Módulo de elasticidad ( $E'c$ )**

		Dosificación			
		0%	5%	15%	30%
Concreto $F'c=210\text{kg/Cm}^2$					
Edad	28 Dias	201722	195415	198632	196167

Fuente: Elaboración propia

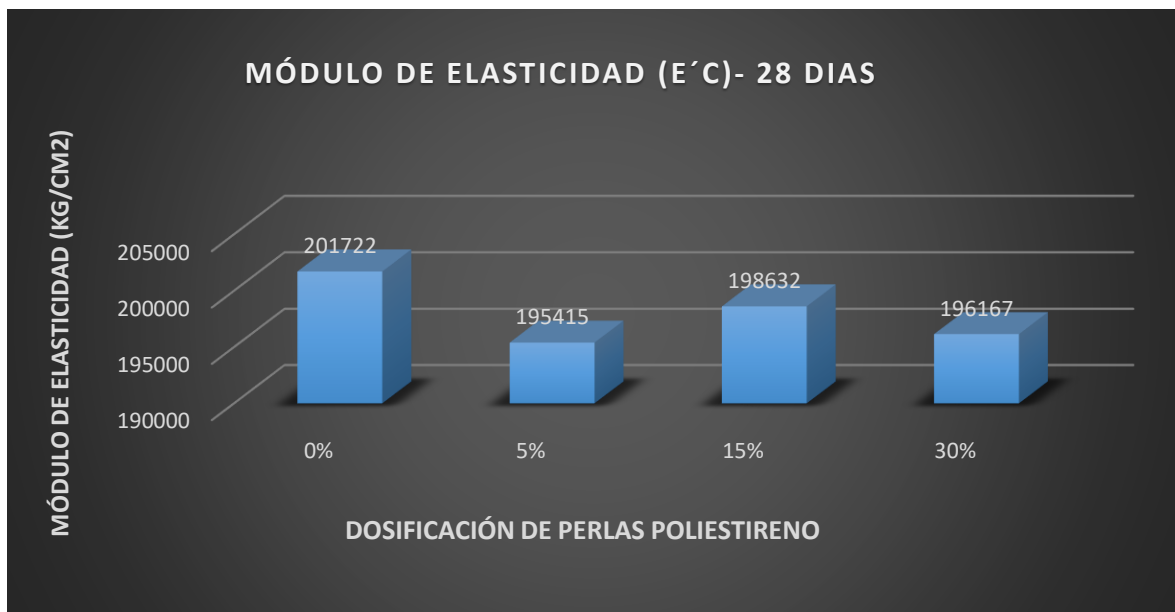


Figura 22. Ensayo de Modulo de Elasticidad ( $E'c$ )

Fuente: Elaboración propia

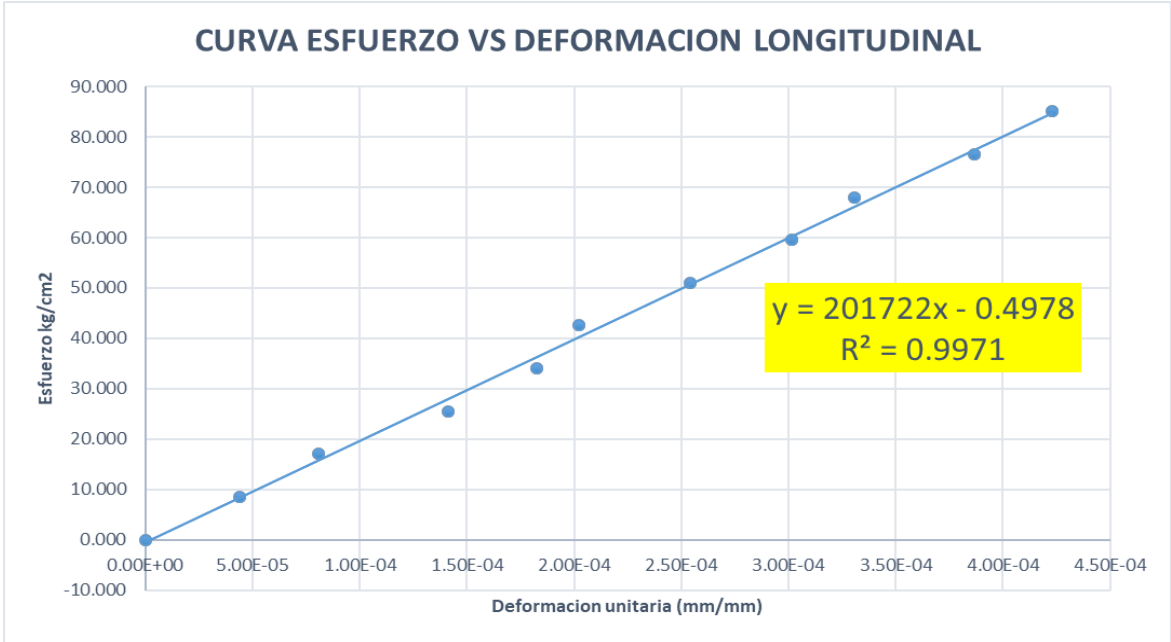


Figura 23. Curva esfuerzo vs deformación del concreto patrón.  
 Fuente: Elaboración propia

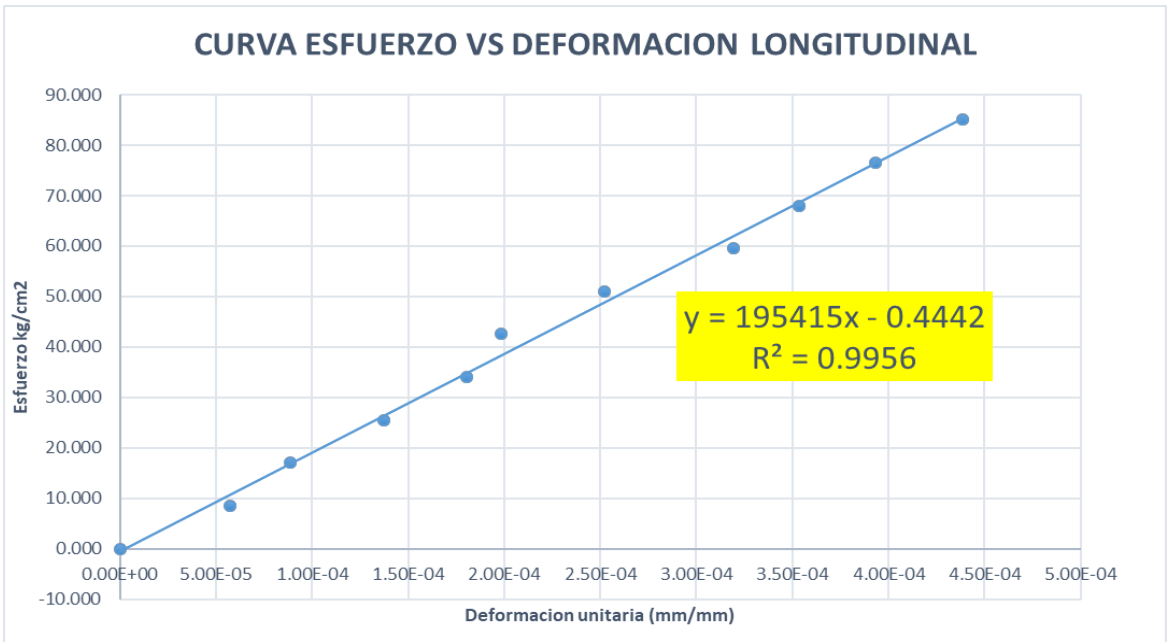


Figura 24. Curva esfuerzo vs deformación con una dosificación del 5%.  
 Fuente: Elaboración propia

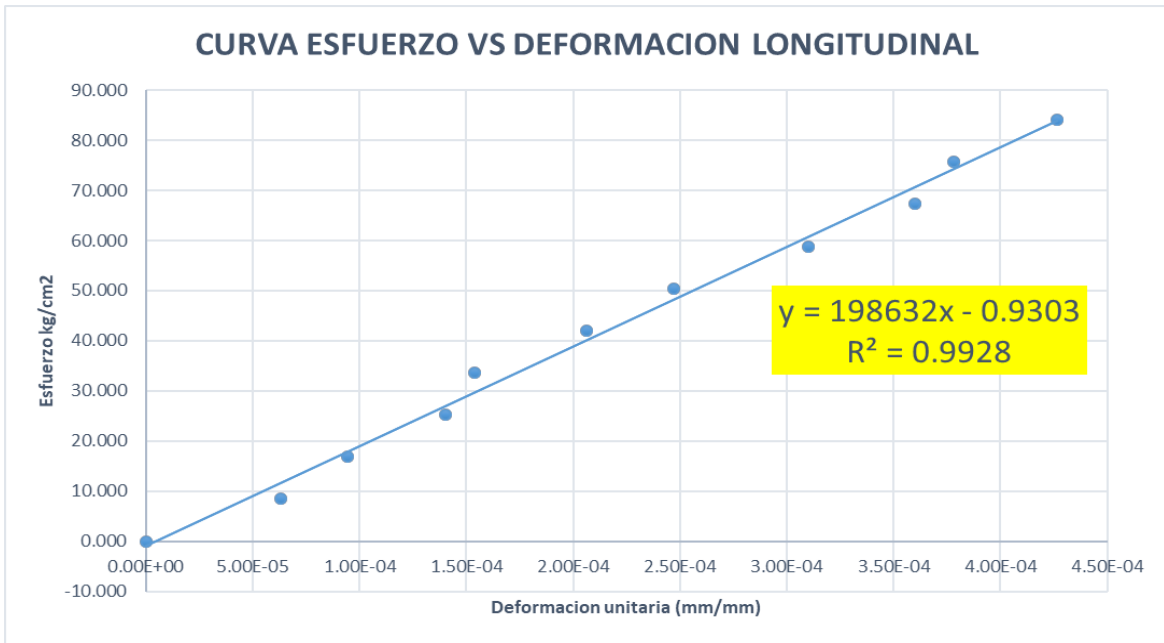


Figura 25. Curva esfuerzo vs deformación con una dosificación del 15%.  
Fuente: Elaboración propia

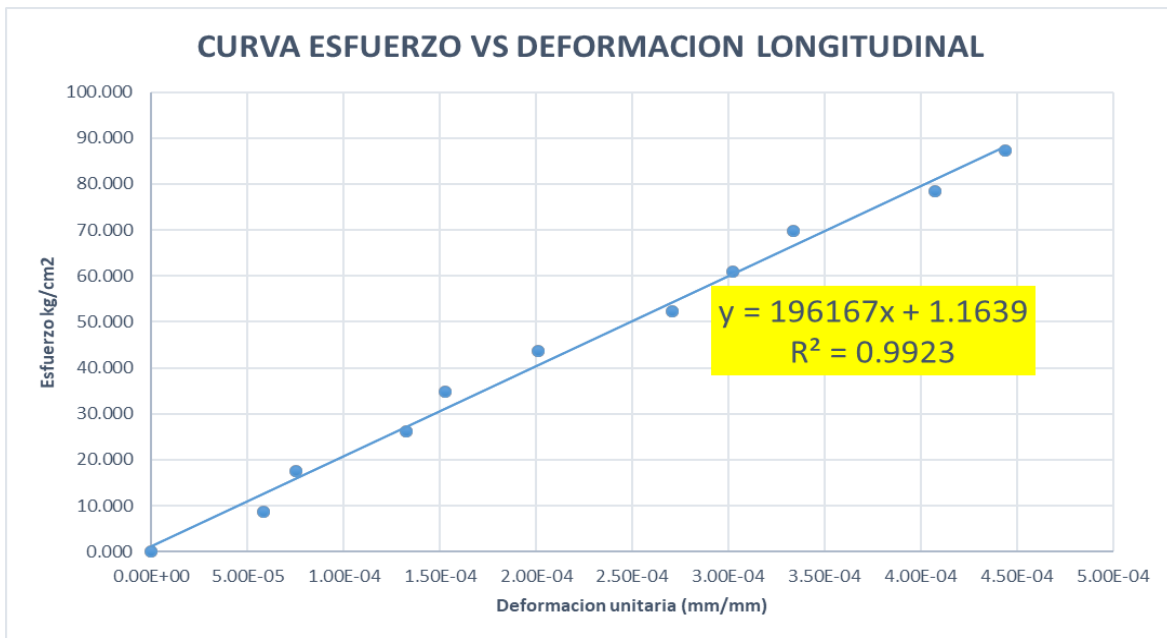
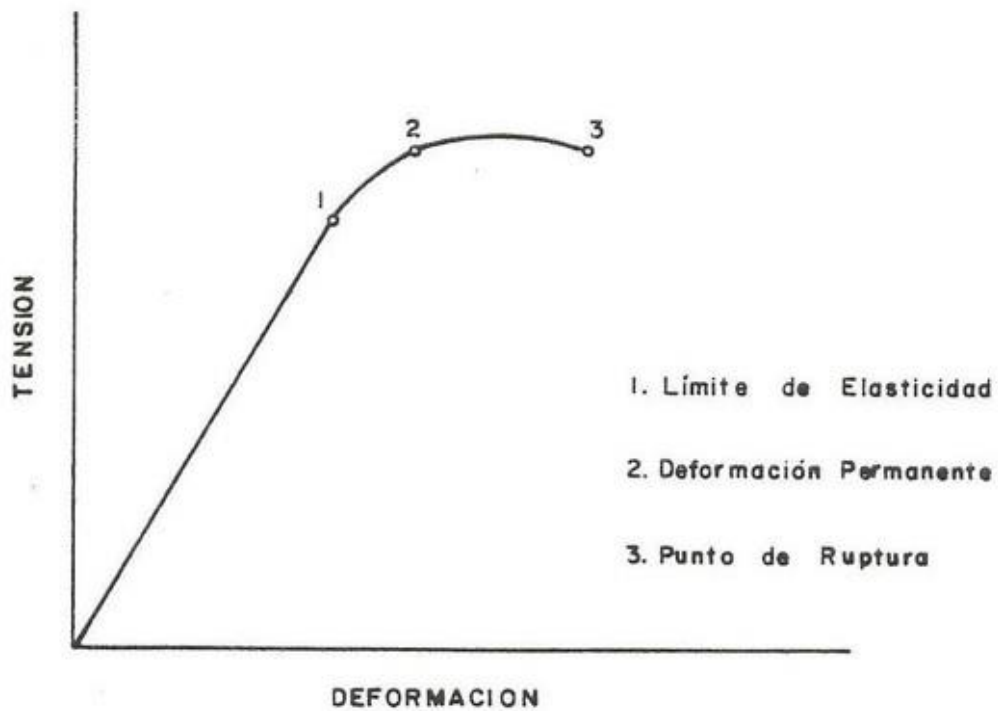
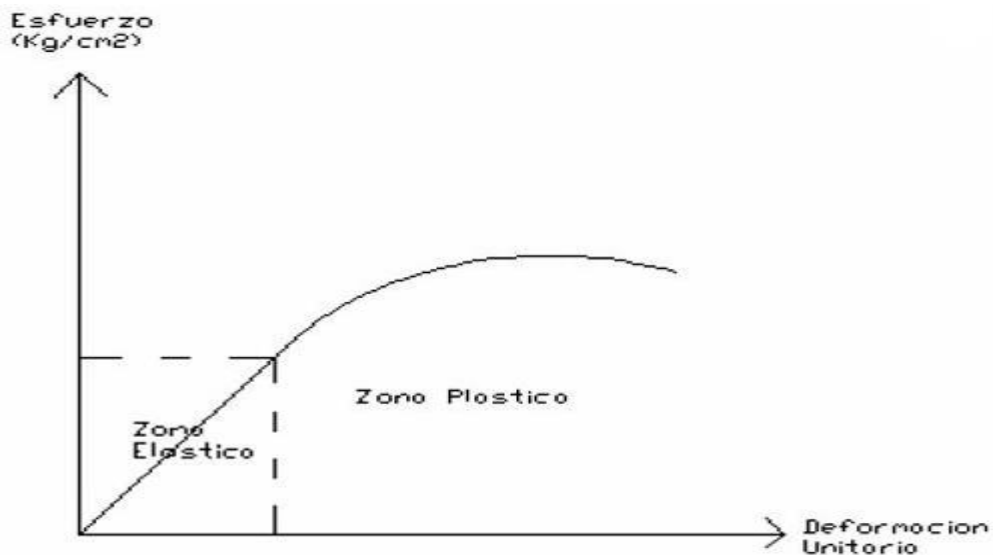


Figura 26. Curva esfuerzo vs deformación con una dosificación del 30%.  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 27. Estados de deformación del concreto*  
Fuente: 360enconcreto.com



*Figura 28. Módulo de elasticidad del concreto*  
Fuente: 360enconcreto.com

De la figura 22, se logra interpretar la variación del valor del módulo de elasticidad correspondiente a la dosificación ascendente del reemplazo del poliestireno por el agregado fino en el concreto. Además, en las figuras 23,24,25 y 26 es necesario indicar que mediante los gráficos obtenidos en este ensayo el concreto con una

dosificación del 5%; 15% y 30% se encuentra en la zona elástica, es decir el esfuerzo y la deformación unitaria puede expandirse hasta un valor aproximado del 40 % de la resistencia a compresión, y que aún no se observa la microfijación en el concreto al percibir una fuerza mayor en la presente investigación del laboratorio.

**Objetivo 3:**

“Analizar la resistencia a flexión ( $f_r$ ) del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco 2020.”

**Ensayo de Resistencia a flexión ( $F_r$ ):**

Para conseguir datos sobre la resistencia a flexión del hormigón en estado endurecido, se ensayaron vigas de dimensiones 15 x 15 x 45 cm sometidas a una carga monótona aplicada en los tercios del claro, siguiendo los lineamientos de la Norma NTP 339.059 y ASTM C-293. En la tabla siguiente se muestran la evolución de la dosificación porcentual del poliestireno en el ensayo de vigas a flexión.



Figura 29. Rotura de vigueta 5%



Figura 30. Rotura de vigueta 15%

**Tabla 15. Resistencia a flexión ( $F_r$ )**

Concreto $F_c=210\text{kg/Cm}^2$		Dosificación			
		0%	5%	15%	30%
Edad	7 Dias	13.45	12.63	11.40	10.98
	14 Dias	16.06	15.72	14.07	12.80
	28 Dias	19.88	18.58	18.03	15.31

Fuente: Elaboración propia

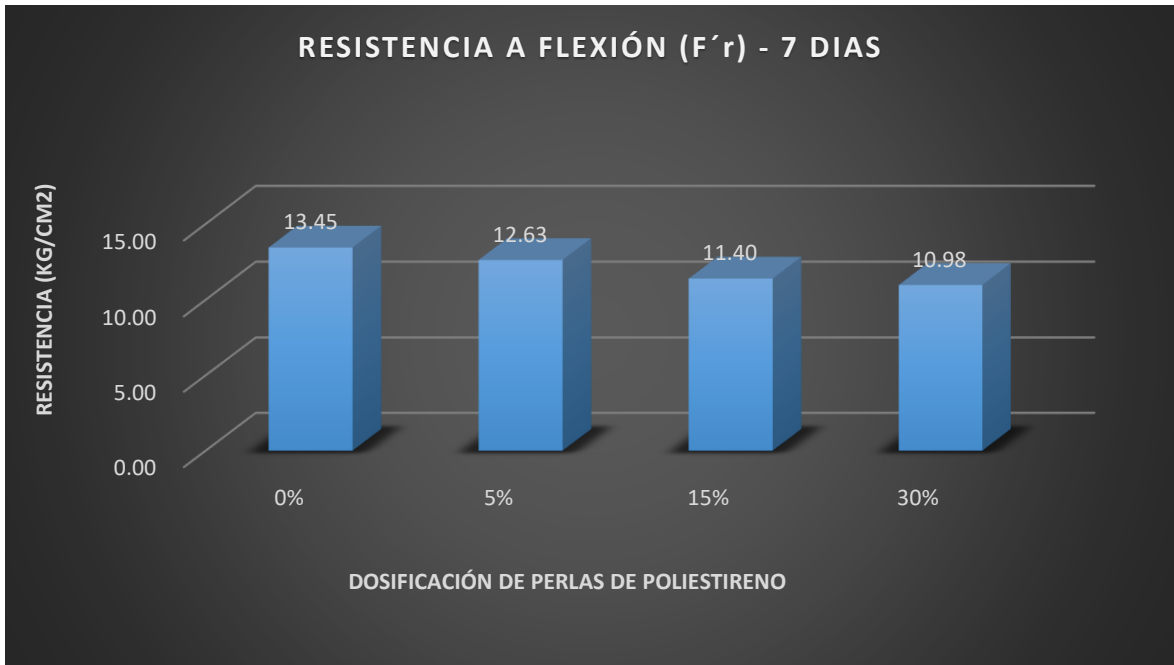


Figura 31. Ensayo de Resistencia a flexión ( $F_r$ ) con edad de 7 días  
Fuente: Elaboración propia

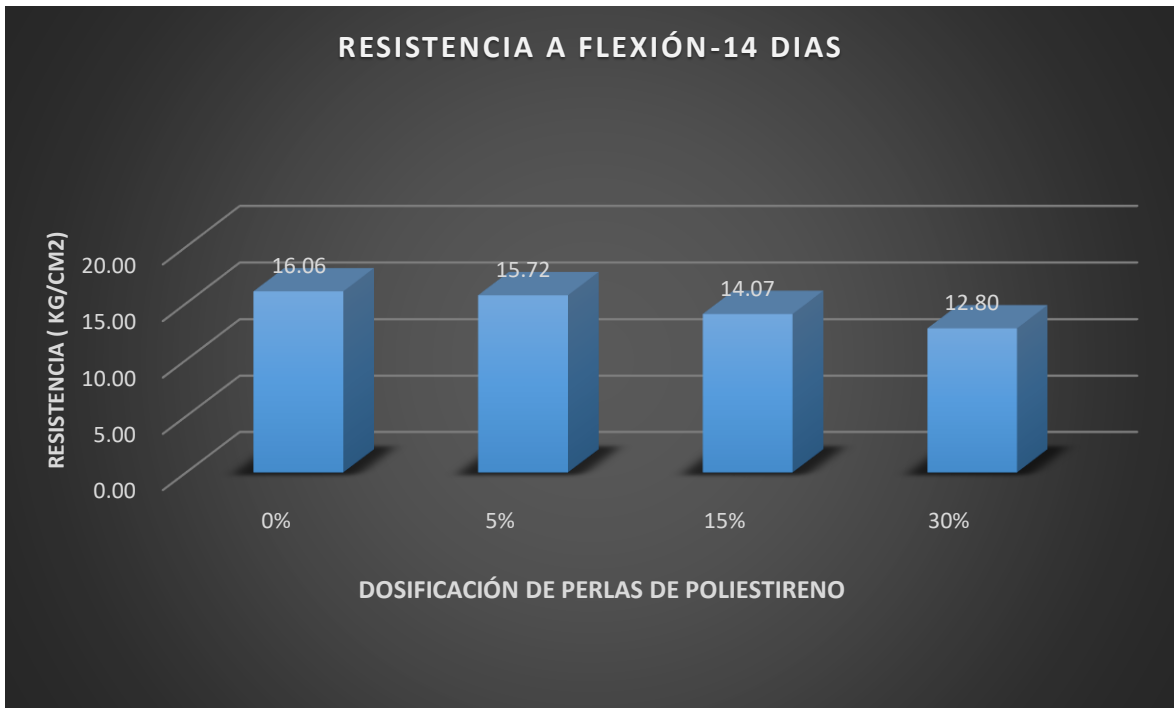
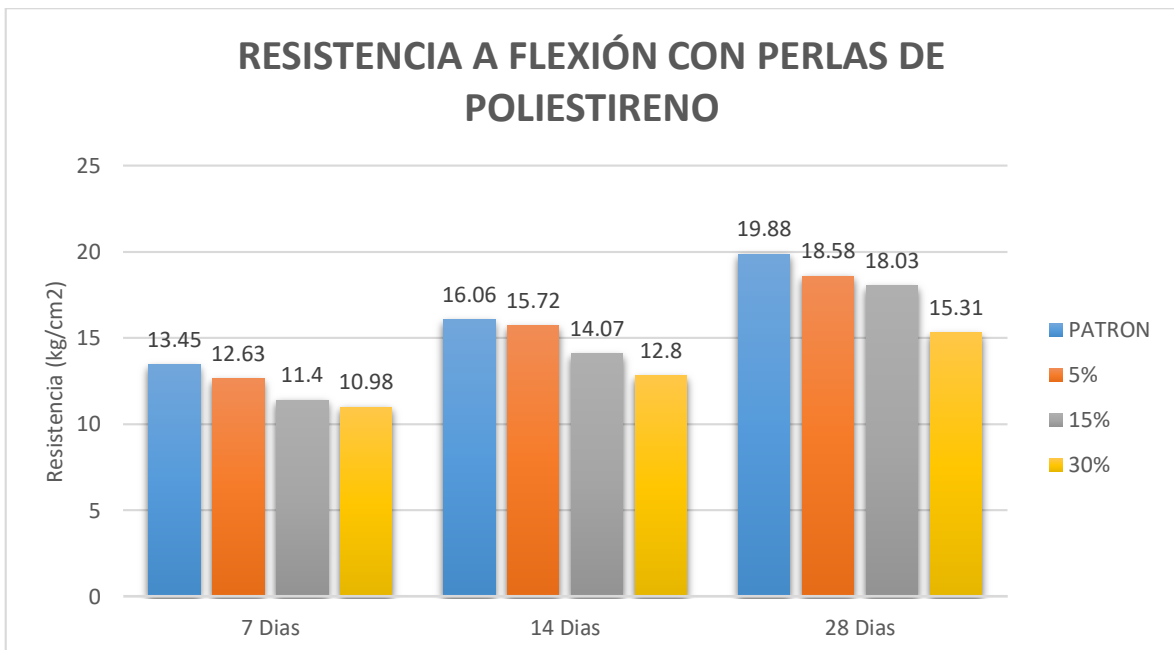


Figura 32. Ensayo de Resistencia a flexión ( $F_r$ ) con edad de 14 días  
Fuente: Elaboración propia



*Figura 33. Ensayo de Resistencia a flexión ( $F_r$ ) con edad de 28 días*  
Fuente: Elaboración propia

De los gráficos 31, 32 y 33, se analiza los resultados obtenidos luego de realizar los ensayos para calcular la resistencia a flexión del concreto aligerado reemplazando el agregado de tipo fino por las perlas de poliestireno con dosificaciones de 5%, 15% y 30% en edades de curado de 7, 14 y 28 días.



*Figura 34. Ensayo de Resistencia a flexión ( $F_r$ ) con perlas de poliestireno.*  
Fuente: Elaboración propia



De la figura 34, observamos que debido a la dosificación de perlas de poliestireno en reemplazo del agregado fino en 5%, 15% y 30% en edades de 7,14 y 28 días, se interpreta que a los 7 días existe una disminución porcentual de 6.10%, 15.24% y 18.36%, en cuanto a la edad de 14 días existe una disminución de 2.11%, 12.39% y 20.30%, y para los 28 días de edad existe un decrecimiento en el porcentaje de la resistencia a flexión de 6.54%, 9.31% y 22.99%.

#### Objetivo 4:

“Analizar la resistencia a tensión indirecta ( $f't$ ) del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco 2020.”

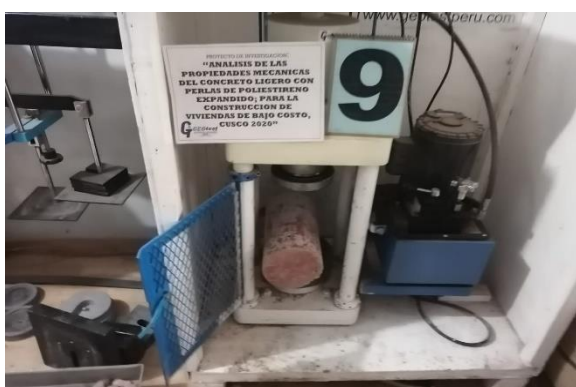


Figura 35. Rotura de briqueta a tensión indirecta 5%



Figura 36. Rotura de briqueta a tensión indirecta 30%

#### Ensayo de Resistencia a Tensión indirecta ( $F't$ ):

El ensayo consiste objetivamente en determinar la resistencia a tracción indirecta de probetas de forma cilíndricas aplicando una fuerza de compresión aplicada en una banda delgada en toda su longitud, en resultado, la fuerza de tracción ortogonal resultante ocasiona que la probeta se rompa a tracción.

**Tabla 16.** Resistencia a Tensión indirecta ( $F't$ )

Concreto $F'C=210\text{kg/cm}^2$		Dosificación			
		0%	5%	15%	30%
Edades	7 Dias	24.40	21.85	20.87	15.92
	14 Dias	30.55	28.21	25.48	17.14
	28 Dias	33.80	31.74	29.33	18.90

Fuente: Elaboración propia

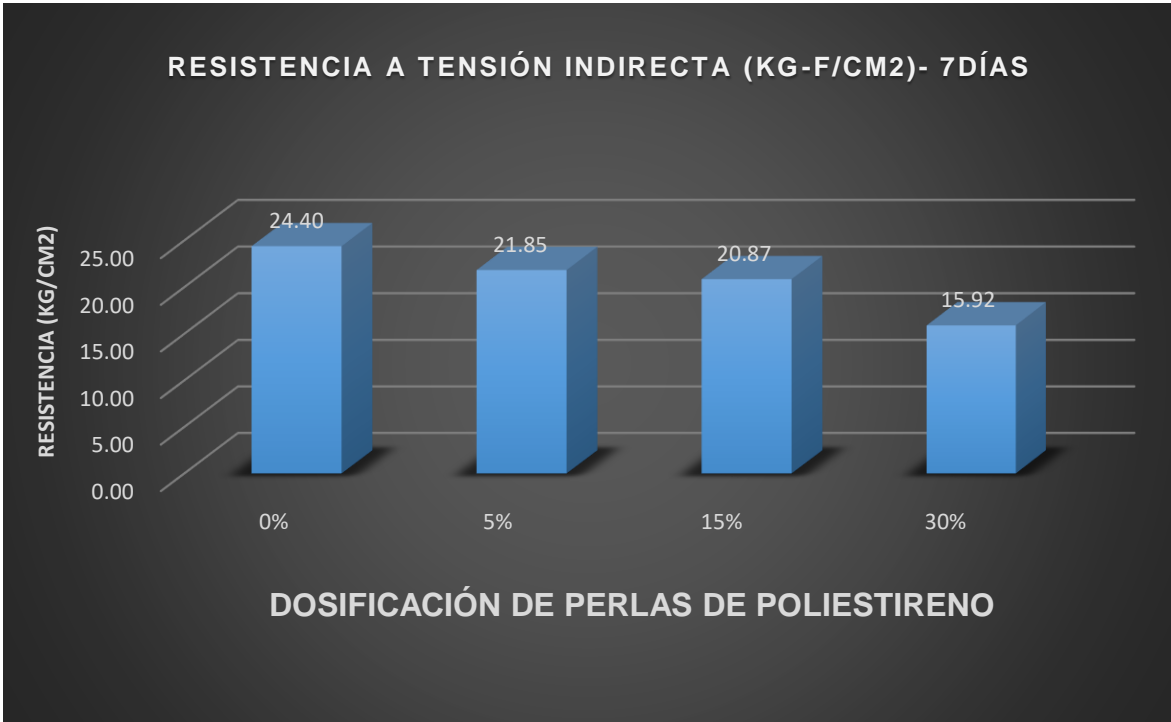


Figura 37. Ensayo de Tensión indirecta ( $F't$ ) con edad de 7 días  
Fuente: Elaboración propia

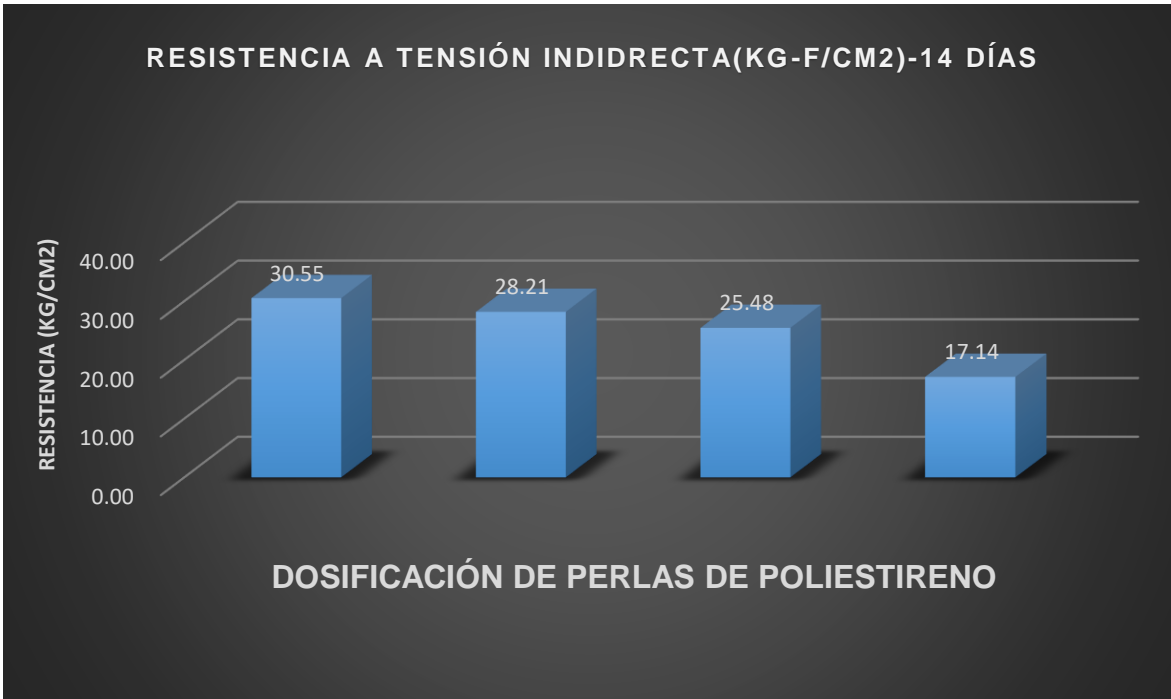


Figura 38. Ensayo de Tensión indirecta ( $F't$ ) con edad de 14 días  
Fuente: Elaboración propia

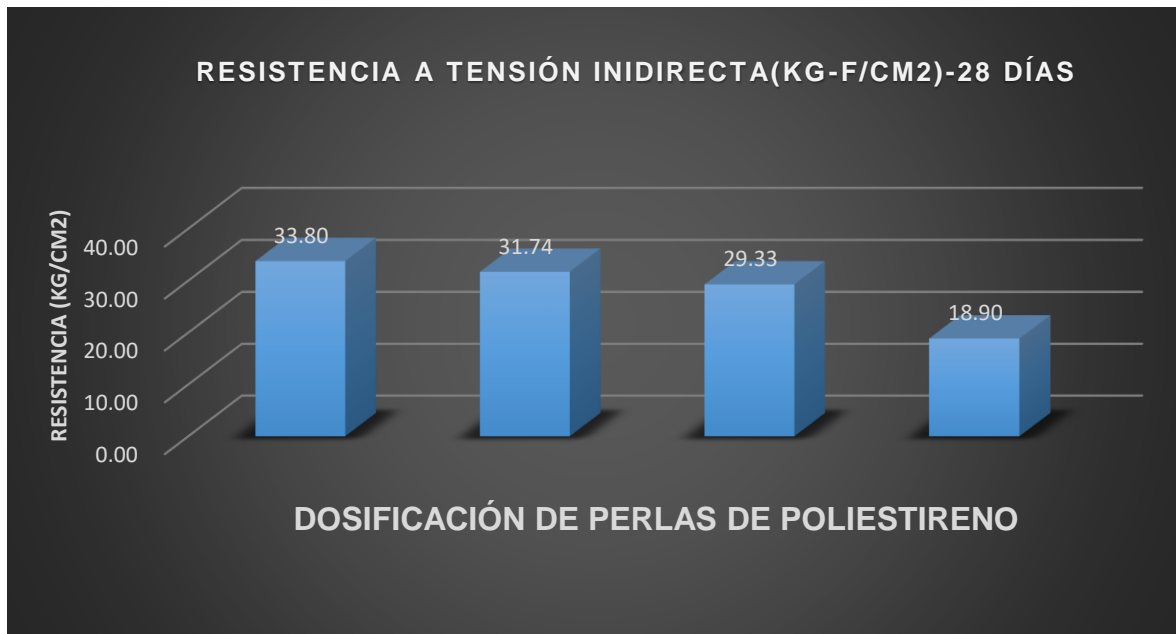


Figura 39. Ensayo de Tensión indirecta ( $F't$ ) con edad de 28 días  
Fuente: Elaboración propia

De las figuras 37, 38 y 39, se considera los resultados conseguidos después de ejecutar los ensayos para calcular la resistencia a tensión indirecta del hormigón aligerado sustituyendo el agregado fino por las partículas de poliestireno expandido con dosificaciones de 5%, 15% y 30% en edades de curado de 7, 14 y 28 días.

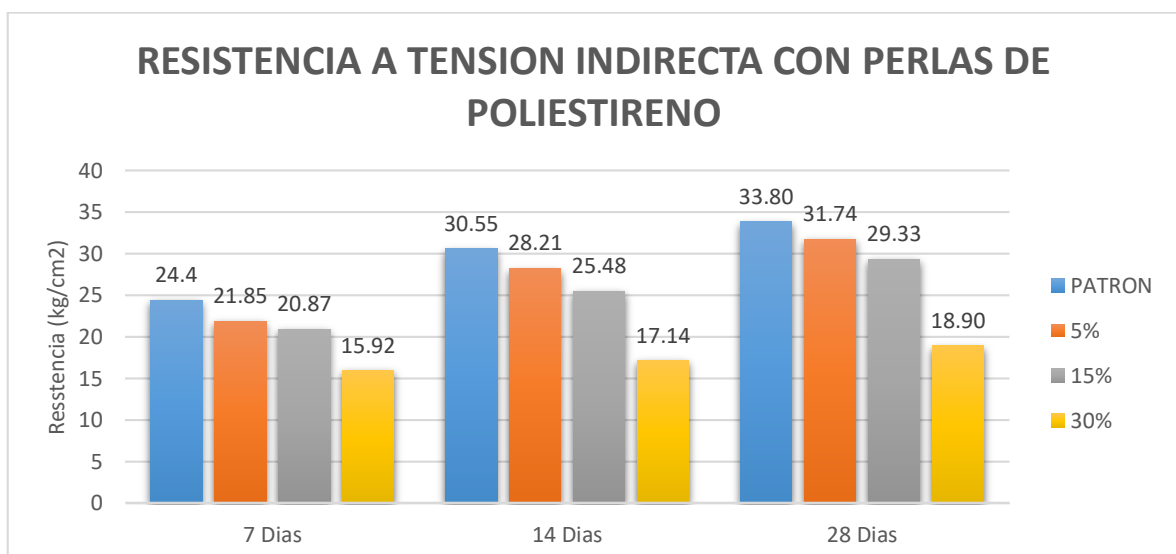


Figura 40. Ensayo de Tensión indirecta ( $F't$ ) con perlas de poliestireno  
Fuente: Elaboración propia

De la figura 40, se evidencia una sustitución del agregado fino por las perlas de poliestireno en el ensayo de resistencia a tensión indirecta en este tipo de concreto ligero en edades de 7, 14 y 28 días, según el porcentaje de reemplazo del 5%, 15% y 30% se interpretó una disminución de 10.45%, 14.46% y 34.75% a los 7 días del fraguado, y para los 14 días se observa una disminución de 7.66%, 16.60% y 43.90%, además en una edad de 28 días se encuentra una baja porcentual de 6.09%, 13.22% y 44.08%.

## V.DISCUCIÓN

### Discusión 1

Contrastando resultados con el antecedente de procedencia nacional **“Influencia del porcentaje de perlas de poliestireno sobre peso unitario; resistencia a compresión y asentamiento en un concreto liviano estructural para losas aligeradas”**, donde nos indica que realizó los diseños de dosificación porcentual con la sustitución del 40% de moléculas de poliestireno por el agregado grueso en el diseño de mezcla, donde se obtuvo como resultado en el ensayo de resistencia a compresión ( $f'c$ ) de 242 kg/cm<sup>2</sup> a una edad de 28 días. Sin embargo, en la presente investigación se realizó el estudio de resistencia a compresión ( $f'c$ ) para la obtención de un concreto ligero con perlas de poliestireno expandido de categoría estructural, donde obtuvimos una resistencia de 200.92 kg/cm<sup>2</sup> a una edad de 28 días siendo la sustitución más óptima el 5% del agregado fino por perlas de poliestireno. De lo descrito anteriormente se puede indicar que en el antecedente presentado a un 40% de adición de poliestireno presenta una resistencia a la compresión óptima para concreto estructural, y en la presente investigación a una adición mínima de poliestireno 5% presenta una resistencia menor a la resistencia estipulada para concreto estructural, la variación de estos resultados puede ser debido a los agregados empleados y al diseño de mezcla.

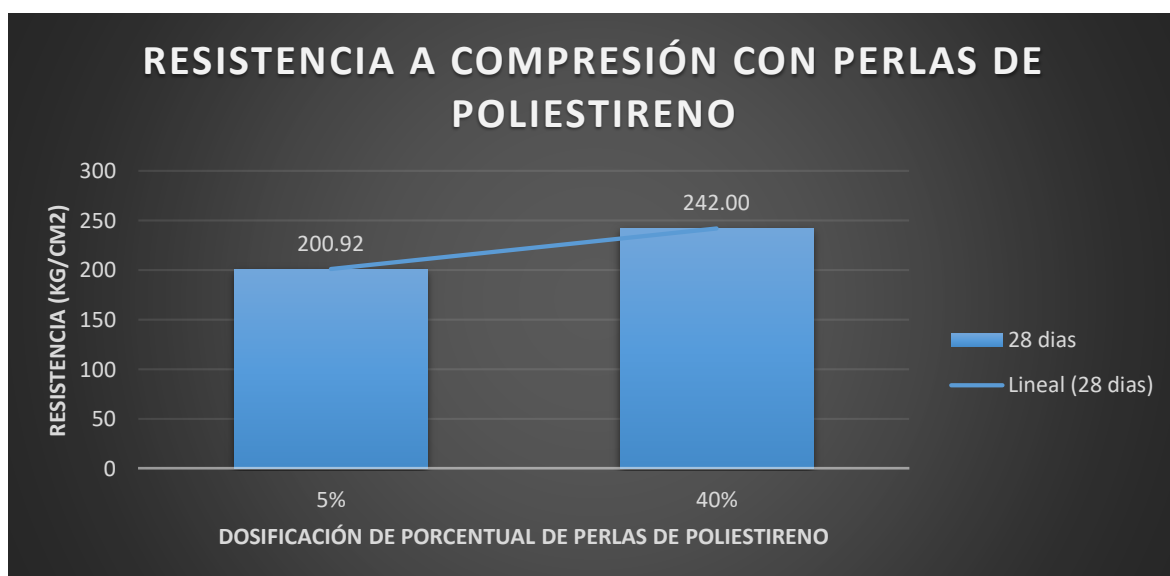
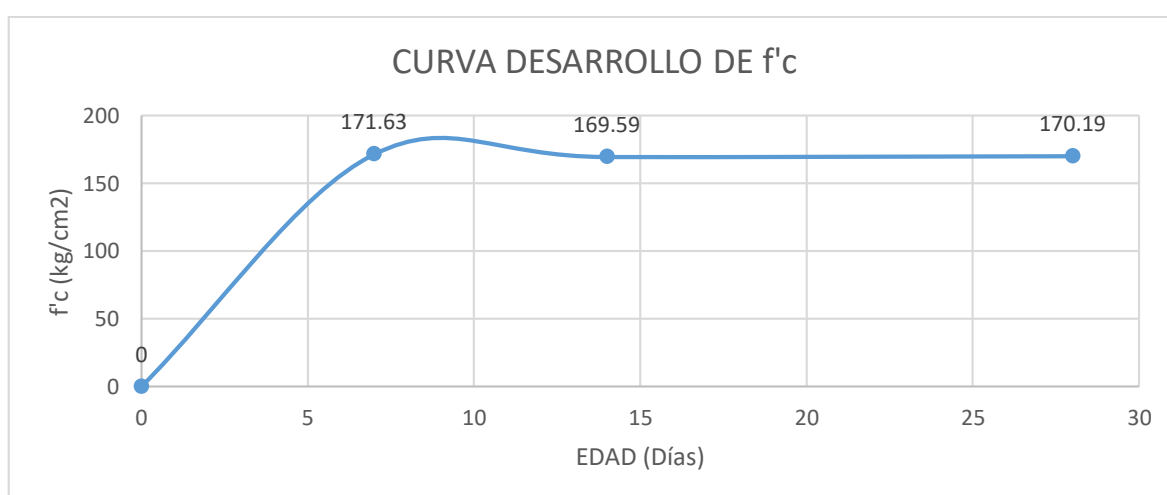


Figura 41. Comparación de Resistencia a compresión a 28 días  
Fuente: Elaboración propia

## Discusión 2

Con respecto al antecedente internacional de **Carrillo, Alcocer y Aperador (2013)**, en su artículo de investigación titulado “**Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo**”, donde se analiza el módulo de elasticidad ( $E'c$ ) del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido como una de las propiedades mecánicas del hormigón de peso ligero se obtuvo un valor del ensayo de módulo de elasticidad equivalente a  $107850 \text{ kg/cm}^2$  con una edad de fraguado mayor a los 36 días. Por otro lado, en la presente investigación se logra interpretar la variación del valor del módulo de elasticidad correspondiente a la dosificación ascendente del reemplazo del poliestireno por el agregado fino en el concreto y se consiguió un valor de módulo de elasticidad de  $196167 \text{ kg/cm}^2$  en un porcentaje límite de nuestro ensayo al 30% de sustitución. Se analiza que ambos valores obtenidos mantienen un margen diferencial muy amplio siendo los dos concretos aligerados en estado endurecido. Sin embargo, cabe resaltar que esta diferencia notoria se evidencia, debido a que el diseño de mezcla que se realizó en el antecedente utilizado para esta discusión es de una resistencia a compresión  $15\text{MPa}$ , por que se tratan de implementar el uso en muros y la norma Colombia indica que es una resistencia permisible para la construcción de viviendas económicas a diferencia de nuestra investigación que se desea construir viviendas estructurales y debemos diseñar para un con concreto de  $21 \text{MPa}$  según la norma nacional.



*Figura 42. Evolucion de la resistencia a compresión con reemplazo del 30% de perlas de poliestireno por agregado fino.*

Fuente: Elaboración propia

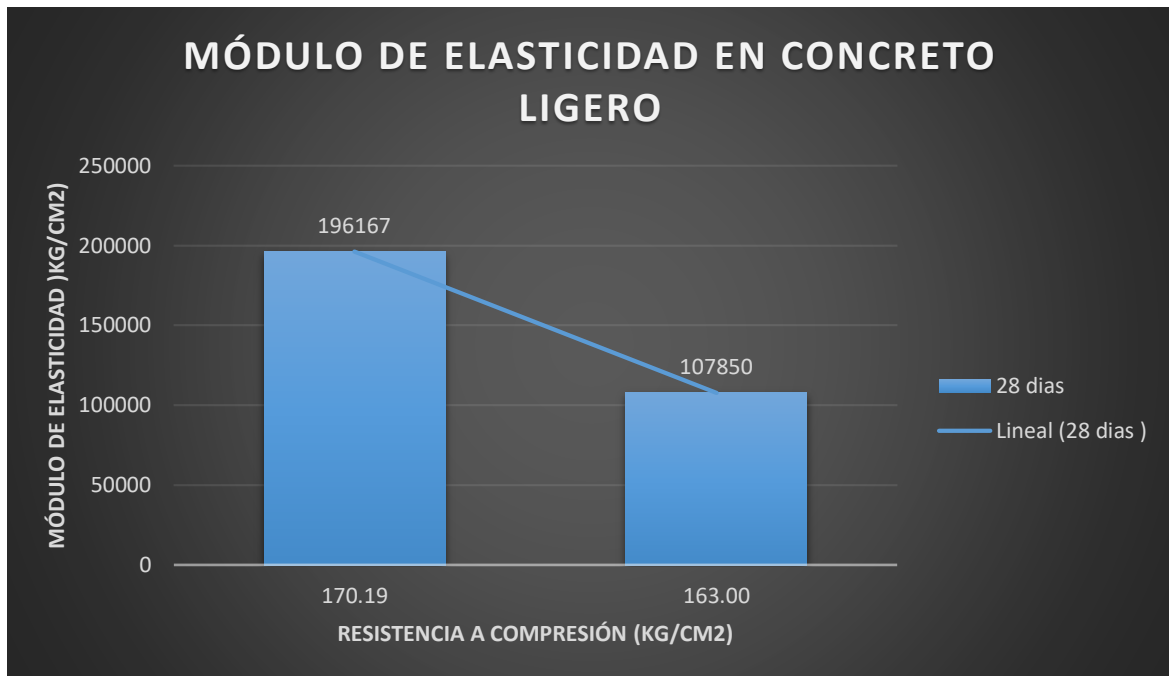


Figura 43. Comparación del Módulo de elasticidad a 28 días  
Fuente: Elaboración propia

### Discusión 3

Según **Bustamante y Díaz** (2014), en su investigación titulada “**evaluación de las propiedades mecánicas del concreto alivianado con perlas de poliestireno expandido reciclado**” se puede verificar que el estudio realizado al hormigón ligero a través del ensayo de resistencia a la flexión ( $f'r$ ) donde el principal resultado obtenido fue correspondiente a un valor de 32 kg/cm<sup>2</sup> del Módulo de Rotura en una edad de 28 días con una dosificación en el diseño de mezcla del 5%. Sin embargo, en nuestra presente investigación obtuvimos un resultado del módulo de rotura ( $f'r$ ) de 18.58 kg/cm<sup>2</sup> a un tiempo de curado de 28 días con un reemplazo del 5% del agregado fino por las moléculas de poliestireno y registra una disminución del 6.54% con referencia a nuestro concreto patrón, lo cual evidencia una diferencia muy marcada entre ambas investigación correspondiente al módulo de rotura, esto se puede interpretar en nuestra tesis, que debido en el proceso de dosificación de la mezcla no fue la adecuada entre el agregado fino y el agua, y que se consideró más finos en la mezcla del concreto aligerado.

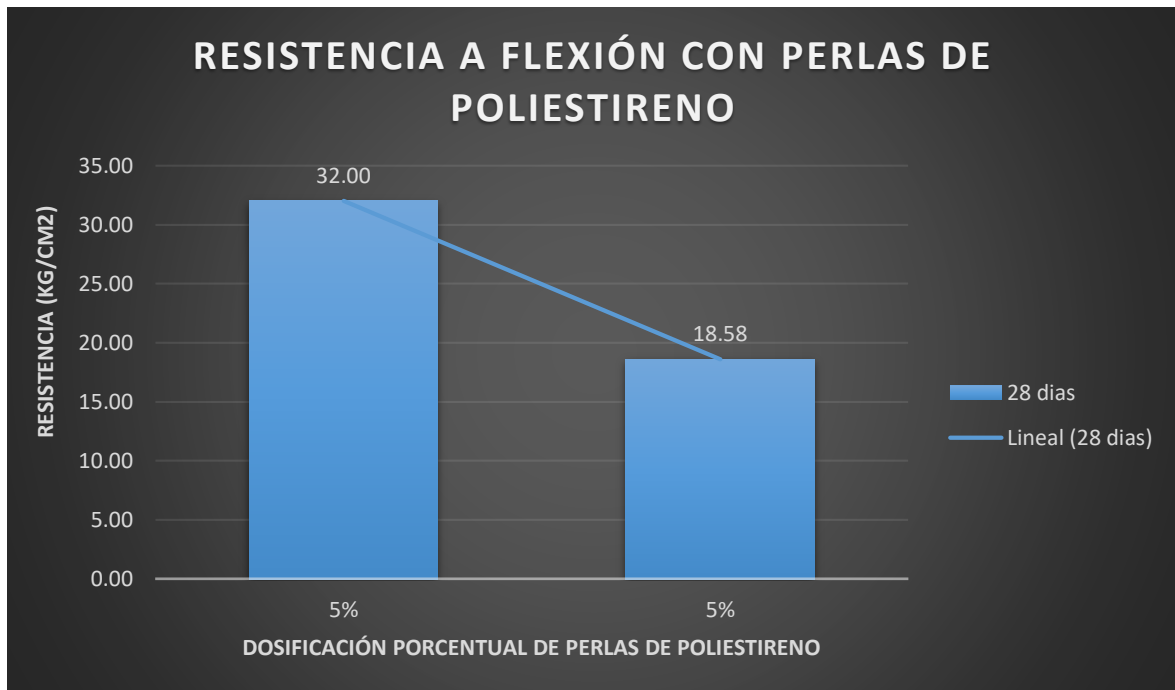


Figura 44. Comparación de Resisitencia a flexion a 28 días  
Fuente: Elaboración propia

#### Discusión 4

Con respecto a la investigación titulada “**Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo**” realizada en la universidad de UNAM por **Carrillo, Alcocer y Aperador (2013)**, se analizó dentro de las propiedades mecánicas la resistencia a tensión indirecta ( $f't$ ) del concreto aligerado adicionado con perlas de poliestireno obteniendo como resultado el valor de 12.70 Kg/cm<sup>2</sup> en una edad de curado mayor o igual a los 36 días. Sin embargo, en nuestra investigación obtuvimos un resultado de 31.74 Kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de edad con un reemplazo del 5% de las perlas de poliestireno por agregado fino con una disminución porcentual del 6.09% con referencia al concreto patrón. Además, los resultados obtenidos se debe a que en este ensayo las perlas de nuestro concreto o muestra cilíndrica, trabajan netamente a tracción y el concreto tiene una baja resistencia a la tracción, según el artículo científico “diseño estructural” – concreto armado de Teodoro E. Harmnsen 5ta edición hace referencia que el valor es próximo entre el rango del 10% y 15% de la resistencia de diseño ( $F'c=210\text{kg/cm}^2$ ), pero en nuestro caso es de aproximadamente el 16.09%; 15.11%; 13.97%; 9.00% respectivamente de la adición de perlas de poliestireno al 0%; 5%; 15%; 30% en una edad de 28 días.



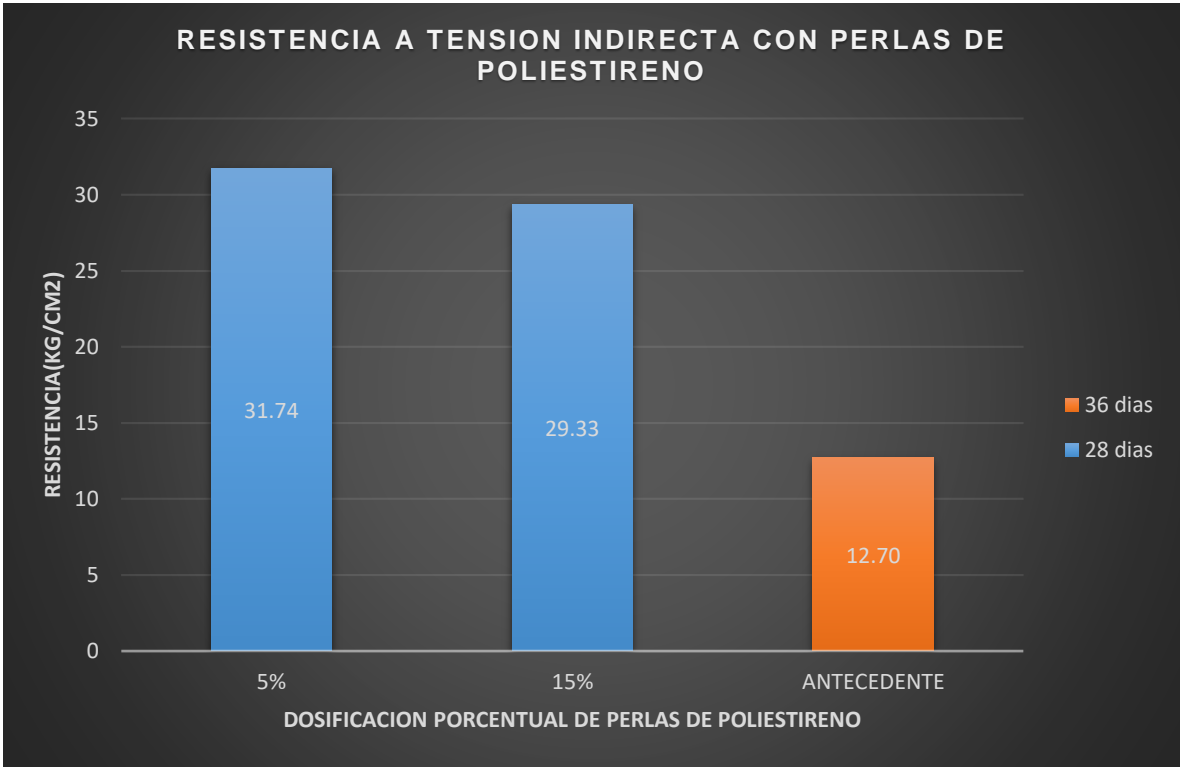


Figura 45. Comparación de Resistencia a tensión indirecta a 28 y 36 días  
Fuente: Elaboración propia

## VI. CONCLUSIÓN

### Conclusión general

En forma general a través de los resultados obtenidos de nuestro proceso de investigación se obtuvo que el uso de las perlas de poliestireno expandido en diferentes porcentajes en el diseño de mezcla del concreto ligero mantiene una *influencia significativa* en referencia a las propiedades mecánicas del concreto de categoría estructural, en los diversos ensayos realizados en estados fresco y endurecido se presentaron mejoras y a su vez ciertas decaídas mediante el uso de las perlas de poliestireno expandido en relación a los ensayos de resistencia a compresión ( $f'c$ ), módulo de elasticidad ( $E'c$ ), resistencia a flexión ( $f'r$ ) y resistencia a tensión indirecta ( $f't$ ).

### Conclusión 1

Se demostró que el uso de las perlas de poliestireno expandido en diferentes porcentajes en el diseño de mezcla del concreto ligero *influencia negativamente* la resistencia a compresión ( $f'c$ ); para la construcción de viviendas de bajo costo. Debido a que, como se muestra en la figura N° 17 se observa la disminución de la resistencia a compresión ( $f'c$ ) en este tipo de concreto que sustituye las perlas de poliestireno expandido por el agregado fino en el diseño de mezclas del concreto aligerado en diferentes dosificaciones de reemplazo de 5%, 15% y 30%. Se concluyó, que es necesario indicar que según nuestros procesos de ensayos la dosificación adecuada de reemplazo de agregado grueso por poliestireno es el 5%, ya que se obtuvo una resistencia de 200.92 kg/cm<sup>2</sup>, por lo cual es la más cercana aun concreto estructural de resistencia a compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

### Conclusión 2

En cuanto al módulo de elasticidad ( $E'c$ ) de este tipo de concreto aligerado se evidencio que mediante la sustitución de perlas de poliestireno por la arena gruesa en el diseño de mezclas del concreto no se obtuvo resultados que afecten de manera negativa al módulo de elasticidad, ya que el valor obtenido a través de este ensayo es 196167 kg/cm<sup>2</sup> a una resistencia a compresión de 170.19 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días de fraguado que posee un 30% de perlas poliestireno en reemplazo del agregado fino tal como se muestra en las tablas N° 14 y figuras N° 28 y N° 35.

Cabe resaltar que se presenció una disminución del módulo de elasticidad correspondiente al concreto patrón en aproximadamente de 1.24% pero para el análisis de las propiedades mecánicas del concreto aligerado es viable para la construcción de viviendas de bajo costo que tiene como premisa principal la intención de este estudio experimental.

### Conclusión 3

Con respecto a la resistencia a flexión ( $f'r$ ) se evidenció que el uso de las partículas de poliestireno expandido con sustituciones porcentuales de 5%, 15% y 30% por el agregado grueso en el diseño de mezcla del concreto ligero si genera una *influencia negativa* a la resistencia a flexión ( $f'r$ ); para la edificación de viviendas de bajo costo, ya que como se observa en la figura N° 28 los valores obtenidos a través de este ensayo en el análisis de las vigas de concreto ligero fueron disminuyendo cada vez que se sustituía más perlas de poliestireno por agregado fino en el diseño de mezclas. Se concluyó, según los parámetros de diseño estructural en edificaciones la resistencia a flexión optima es 21kg/cm<sup>2</sup> de un concreto estructural que debe ser como mínimo el 10% de la resistencia a compresión, sin embargo, en nuestra investigación obtuvimos un resultado de 18.58 kg/cm<sup>2</sup> que es menor de mínimo permisible para edificaciones, lo cual nos encontramos fuera del margen para la construcción de una vivienda.

### Conclusión 4

En referencia a la resistencia a tensión indirecta ( $f't$ ) del concreto aligerado en una edad de curado de 28 días se observó que mediante el uso de las perlas de poliestireno estas partículas tienen una *influencia positiva* cuando se realiza la sustitución del 5% por el agregado fino, ya que se obtiene un valor de 31.74 kg/cm<sup>2</sup> manteniendo una disminución de 6.09% donde no ha superado al concreto patrón; utilizando un reemplazo del 15% se obtuvo una resistencia a la tracción en el concreto de 29.33kg/cm<sup>2</sup> con un decrecimiento porcentual de 12.13% del concreto sin partículas de poliestireno; y con una dosificación del 30% obtenemos un valor de 18.90 kg/cm<sup>2</sup> en la resistencia a tracción en el hormigón con una pérdida de 44.08% con respecto al concreto patrón. Se concluyó que la mejor resistencia a tensión indirecta según nuestro proceso de ensayo de

resistencia a tensión indirecta ( $f't$ ) para nuestra investigación se obtuvo con una sustitución del 5% de las perlas de poliestireno expandido en el agregado fino a una edad de 28 días con un resultado de  $f't=31.74 \text{ kg/cm}^2$ . Cabe resaltar que según diseño el diseño estructural el valor de la resistencia a tensión indirecta se encuentra entre el 10% y 15% del diseño del concreto, lo cual en nuestro proceso experimental obtuvimos un porcentaje de 16.09% y 15.11% en la sustitución del 5% y 15 % de las perlas de poliestireno expandido por el agregado grueso, por ende, indicamos que la presencia de este material en el concreto aligerado es de una influencia efectiva.

## VII.RECOMENDACIÓN

1. Es recomendable que se haga investigaciones respecto al tema de adición de esferas sintéticas en sus diversas presentaciones, las cuales principalmente ayudan a aligerar al concreto, (adicionando beneficios como el la reducción del peso por unidad de volumen) por otra parte los resultados obtenidos en este informe de investigación contribuirá en el conocimiento de todos los ingenieros y empresas dedicadas al rubro de fabricación del concreto para tener un mejor concreto y ligero cuando se haga uso de las esferas sintéticas que están al alcance en el sector de construcción.
2. Con respecto al ensayo del concreto en estado fresco en donde se obtuvo valores poco desfavorables en el revenimiento del concreto, se recomienda hacer uso de plastificantes para hacer la mezcla más trabajable sin alterar la relación a/c, y también probar con ensayos como el de temperatura para obtención de mayor data.
3. Se recomienda disminuir el tiempo de vibración debido a que las perlas por su forma esférica, al ser vibradas durante mucho tiempo estas se segregan y salen hacia la superficie, provocando una mezcla heterogénea en los especímenes de concreto.
4. En cuanto a la resistencia a compresión y flexión sabemos que estas esferas no reemplazan al acero más bien solo es un aligerante, y por su forma esférica usualmente no recomendaría para el uso de vigas y lozas ya que presenta menor resistencia a la rotura y se intensifica las rajaduras.
5. Para futuras investigaciones sería recomendable usar nuevas dosificaciones (con relación de perlas de 5.00% - 15.00% con respecto al volumen de la mezcla para obtener resultados favorables y probar con nuevos porcentajes mayores en intervalos del 2% de variación a más para así tener nuevos resultados.

6. Por otra parte, se recomienda usar estas perlas sintéticas de poliestireno para aligerar el concreto en la construcción de viviendas aligeradas para la ciudad del cusco previamente haciendo un estudio de análisis sísmico con los nuevos valores de módulos de elasticidad al 5%, 15% y 30%.
  
7. La recomendación exacta de esta investigación podría implantarse en instaurar un reglamento de diseño y construcción, tal como NTC-C (2004). Por ejemplo, las afinidades numéricas de diseño se proyectaron en función de la raíz cuadrada de la resistencia a compresión del hormigón patrón, el cual es una cuantificación básica de diseño. En tal caso, el valor definitivo de las constantes de las ecuaciones se debe instaurar con base en las precisiones de posibilidad de excedencia que se detallan en cada reglamento. Por ello, se recomienda que debería crear un reglamento para el desempeño del concreto aligerado en las viviendas de acuerdo a las metodologías y técnicas de construcción, se recomienda que en nuestra N.T.P se regule para disminuir la resistencia a compresión del concreto en caso de edificación de viviendas de bajos niveles o costos (programas sociales).

## REFERENCIAS

### Bibliografía

**ANAPE. 2019.** Asociación nacional de poliestireno expandido. [En línea] eps anape construccion, 2019. [Citado el: 23 de Mayo de 2020.] <http://www.anape.es/>.

**ARAMAYO CRUZ, Gabriel, y otros. 2003.** *Hormigones con agregados livianos*. Rosario : DEPARTAMENTO DE MECÁNICA APLICADA Y ESTRUCTURAS, 2003.

**Arias, Fidias G. 2012.** *El Proyecto de Investigación*. Caracas : EDITORIAL EPISTEME, C.A, 2012. 980-07-8529-9.

**ARQHYS;. 2015.** Relación de las resistencias de concreto. *Relación de las resistencias de concreto*. [En línea] ARQHYS, 2015. [Citado el: 24 de Mayo de 2020.] La resistencia a la tensión del concreto es un valor aproximadamente entre el (8%-12%) de su resistencia a compresión, y también se estima como 1.33 a 1.99 veces la raíz cuadrada de la resistencia a compresión ( $f'c$ ). La resistencia a tensión es importante.

**BASF. 2001.** *Informaciones Técnicas Styropor*. s.l. : BASF Plastics,830, 2001.

**Carrasco, Diaz Sergio. 2009.** *Metodología de la investigación científica : pautas metodológicas para diseñar y elaborar el proyecto de investigación, aplicaciones en educación y otras ciencias sociales*. Lima : Editorial San Marcos, 2009. 9972-34-242-5.

**ECOPLAS PLASTIVIDA CAIP. 2011.** ECOPLAS. [En línea] 18 de Mayo de 2011. [Citado el: 23 de Mayo de 2020.] <http://ecoplas.org.ar/pdf/38.pdf>.

*El Poliestireno Expandido y el Medio Ambiente.* **ANAPE. 2019.** Madrid : s.n., 2019, Vol. 1.

*Experimental Analysis of Structure and Deformation Mechanisms of Expanded Polystyrene (EPS) slabs.* **VAITKUS, Saulius, y otros. 2006.** 2, s.l. : MEDŽIAGOTYRA, 2006, Vol. 12. 1392–1320.

**Google Sites. 1999.** Técnicas de Investigación educativa G38;. *Técnicas de Investigación educativa G38;*. [En línea] Google Sites, 1999. [Citado el: 10 de

junio de 2020.] <https://sites.google.com/site/tecnicasdeinvestigaciond38/metodos-estadisticos/1-1-analisis-de-datos>.

**GRUPO ARGOS. 2013.** 360enconcreto.com. *360enconcreto.com*. [En línea] 2013. [Citado el: 07 de Junio de 2020.] <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/calidad-y-aspectos-tecnicos/disenode-mezclas-de-concreto>.

**Grupo Estisol. 2015.** Grupo Estisol. *Isocret Agregado ultraliviano*. [En línea] 2015. [Citado el: 23 de Mayo de 2020.] <https://grupoestisol.com/wp-content/themes/estisol/documentos/productos-construccion-isocret-ficha-tecnica.pdf>.

**HERNÁNDEZ SAMPIERI , Roberto. 2014.** *Metodología de la investigación*. Mexico D.F : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. 978-1-4562-2396-0.

**Norma ASTM C496-96.** *Método de Ensayo Estándar para esfuerzo de Tensión por partidura en Especímenes cilindricos de oncreto*. s.l. : ASTM International.

**NORMA TECNICA PERUANA. 2009.** *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima : Sencico, 2009.

**Normas APA. 2015.** Normas APA. [En línea] 2015. [Citado el: 24 de MAYO de 2020.] <http://normasapa.net/tesis-enfoque-cuantitativo-cualitativo/>.

**NTP 334.051. 2018.** *Determinacion de la resistencia a la compresion* . Lima : Norma Tecnica Peruana, 2018.

**Ochoa, Oscar. 2015.** netquest. [En línea] netquest, 2015. [Citado el: 12 de junio de 2020.] <https://www.netquest.com/blog/es/blog/es/muestreo-que-es-porquefunciona>.

**POLYFEX. 2019.** POLYFEX. [En línea] POLYFEX, 2019. [Citado el: 23 de Mayo de 2020.] <http://www.polyfex-eps.com/los-diferentes-nombres-del-poliestireno-expandido/>.



*Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo.* **CARRILLO, Julián, ALCOCER, Sergio y APERADOR, William. 2013.** 2, Ciudad de México : Ingeniería Investigación y Tecnología, 2013, Vol. XIV. 1405-7743.

*RESISTENCIA A TENSION DEL CONCRETO ELABORADO CON AGREGADO CALIZO DE ALTA ABSORCION.* **Solís-Carcaño, Rómel G., y otros. 2016.** 1, Yucatan : IVESTIGACION Y DESARROLLO, 2016, Vol. 8.

**Rivva López, Enrique. 2000.** *Naturalez y Materiales del Concreto.* Lima : ACI-PERÚ, 2000.

**Tecnopol. 2019.** ¿Qué es la perla pre expandida y para qué se utiliza? [En línea] Tecnopol, 2019. [Citado el: 24 de Mayo de 2020.] <https://tecnopol.mx/2019/02/20/que-es-la-perla-pre-expandida-y-para-que-se-utiliza/>.

**Textos científicos. 2005.** POLIESTIRENO EXPANDIDO. [En línea] 22 de Octubre de 2005. [Citado el: 24 de Mayo de 2020.] <https://www.textoscientificos.com/polimeros/poliestireno-expandido>.

**TORRE C, Ana. 2004.** *CURSO BASICO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO PARA INGENIEROS CIVILES.* Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, 2004.

## **ANEXOS**

## Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

### Variable Independiente: Perlas de Poliestireno Expandido (EPS)

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICIÓN
PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)	"Las partículas de poliestireno expandido son el efecto del esparcimiento de la molécula pura o EPS, por sus propiedades térmicas, ligereza, amortiguamiento y baja permeabilidad de agua, se utiliza especialmente en la elaboración de hormigón y morteros aligerados de buena vitalidad estructural con niveles altos rendimientos y precios bajos. Se expande en peso específico entre valores de (8 - 16 kg/m3) y exigencias especiales, según los requerimientos solicitados." <sup>51</sup>	Para investigar el funcionamiento de las Perlas de Poliestireno Expandido (EPS) en un determinado tipo de concreto ligero se realizará un diseño de mezcla experimental, donde se dosificará de manera porcentual las perlas de poliestireno expandido (0%, 5%, 15% y 30%) en función del volumen de agregado fino. Se evaluará el esfuerzo compresión, flexión, tensión y deformación.	Dosificaciones (0%, 5%, 15% y 30%) reemplazando al agregado fino	Dosis de la EPS (%)	Normas	De Razón
				Densidad de la EPS	Característica físicas	De Razón
				Peso de la EPS	Características Químicas	De Razón

<sup>51</sup> (Tecnopol, 2019)

**Variable Dependiente: Propiedades mecánicas del concreto**


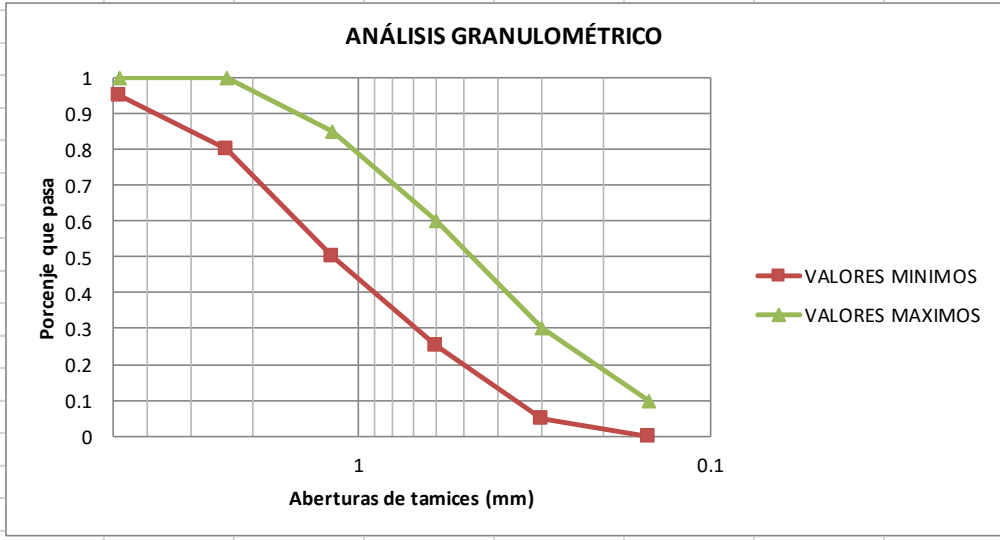
VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICIÓN
PROPIEDADES MECÁNICAS	Las características mecánicas de un hormigón en estado endurecido son las trascendentales exigencias para un correcto desempeño del concreto. <sup>52</sup>	se evaluará el comportamiento mecánico de un concreto ligero en estado endurecido, mediante los ensayo de resistencia a compresión, flexión, tensión y módulo de elasticidad, para determinar su uso en la construcción de viviendas de bajo costo	Resistencia a compresión ( $f'c$ )	Esfuerzo compresión	Fuerza (kg)	De razón
			Módulo de Elasticidad ( $E'c$ )	Esfuerzo deformación		
			Resistencia a flexión ( $f'r$ )	Esfuerzo flexión	Área (cm <sup>2</sup> )	De razón
			Resistencia a tensión indirecta ( $f't$ )	Esfuerzo tensión		

<sup>52</sup> (ARAMAYO CRUZ, y otros, 2003)

## Matriz de consistencia

Título	<i>Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco 2020.</i>					
Autor	<i>Giancarlo Raúl Enciso Carpio</i>					
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE, INDICADORES E INSTRUMENTOS			TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	V.DEPENDIENTE			<b>Método:</b> Estadístico-Descriptivo <b>Tipo:</b> Aplicada <b>Nivel:</b> Explicativa <b>Diseño:</b> Cuasi-Experimental <b>Población:</b> probetas de concreto ligero elaborado con diferentes porcentajes de EPS <b>Muestra:</b> <b>Técnica:</b> observación directa <b>Instrumento:</b> <b>Guías de observación de campo, Análisis documentado</b>
			<i>Propiedades mecánicas</i>			
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿Cuál será el análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco 2020?	Analizar las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco 2020.	el uso de las perlas de poliestireno expandido en diferentes porcentajes en el diseño de mezcla del concreto ligero no afecta a sus propiedades mecánicas; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco -2020	Resistencia a compresión (f'c)	Esfuerzo compresión	*Fuerza (kg) *Area(cm2)	
			Módulo de Elasticidad (E'c)	deformación		
			Resistencia a flexión (f'r)	Esfuerzo flexion		
			Resistencia a tensión indirecta (f't)	Esfuerzo tensión		
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS	V.INDEPENDIENTE			
			<i>Perlas de Poliestireno Expandido</i>			
			DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	
¿Cuál será el análisis de la resistencia a compresión (f'c) del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco 2020?	Analizar la resistencia a compresión (f'c) del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco 2020.	el uso de las perlas de poliestireno expandido en diferentes porcentajes en el diseño de mezcla del concreto ligero no afecta a la resistencia a compresión (f'c); para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco -2020	0% reemplazado del agregado fino 15% reemplazado del agregado fino 30% reemplazado del agregado fino	*Dosis de la EPS(%) *Densidad de la EPS *Peso de la EPS	*0-30% *Normas *Características físicas *Características Químicas	
¿Cuál será el análisis del módulo de elasticidad (E'c) del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco 2020?	Analizar el módulo de elasticidad (E'c) del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco 2020.	el uso de las perlas de poliestireno expandido en diferentes porcentajes en el diseño de mezcla del concreto ligero no afecta al modulo de elasticidad (E'c); para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco -2020				
¿Cuál será el análisis de la resistencia a flexión (f'r) del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco 2020?	Analizar la resistencia a flexión (f'r) del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco 2020.	el uso de las perlas de poliestireno expandido en diferentes porcentajes en el diseño de mezcla del concreto ligero no afecta a la resistencia a flexión (f'r); para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco -2020				
¿Cuál será el análisis de la resistencia a tensión indirecta (f't) del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco 2020?	Analizar la resistencia a tensión indirecta (f't) del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco 2020.	el uso de las perlas de poliestireno expandido en diferentes porcentajes en el diseño de mezcla del concreto ligero no afecta a la resistencia a tensión indirecta (f't); para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco -2020				

**Anexo2: Validez y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos**

	<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> <b>Facultad de Ingeniería</b> <b>Escuela Profesional de Ingeniería Civil</b>					
Tesis:	" Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, Cusco 2020. "					
Responsable:	Giancarlo Raúl Enciso Carpio					
Laboratorio:	Fecha:					
<b>GRANULOMETRÍA DE LOS AGREGADOS</b>						
<b>Análisis Granulométrico NTP 400.037</b>						
<b>TAMIZ</b>	<b>Abertura (mm.)</b>	<b>PESOS (gr.)</b>	<b>% RETENIDO</b>	<b>% RETENIDO ACUMULADO</b>	<b>% QUE PASA</b>	<b>LIMITES ASTM</b>
# 3/8	9.520					
# 4	4.760					
# 8	2.360					
# 16	1.190					
# 30	0.600					
# 50	0.300					
# 100	0.149					
Fondo	0.000					
						Modulo de Fineza
<b>DATOS DEL ESPECIALISTA</b>						<b>FIRMA Y SELLO</b>
APELLIDOS Y NOMBRE:						
ESPECIALIDAD:						
CIP N°:						



# UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Tesis:	" Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, Cusco 2020. "				
Responsable:	Giancarlo Raúl Enciso Carpio				
Laboratorio:				Fecha:	

## Ensayo de Peso Especifico y Absorción de los Agregados

NTP 400.022

Observaciones:					

Descripción	Símbolo	Unidad	AGREGADO (FINO - NATURAL)		
			Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
Peso de la muestra con Superficialmente Seca Saturada	Psss	gr			
Peso de Fiola + Peso del Agua	Pf + Pw	gr			
Peso de fiola + Peso del Agua + Peso de la Muestra SSS	Pf + Pw + Psss	gr			
Peso de la muestra seca	P	gr			
Volumen en sss	Vsss	cm <sup>3</sup>			
Peso específico de la masa	P.E.m	gr/cm <sup>3</sup>			
Peso específico sss	P.E.sss	gr/cm <sup>3</sup>			
Absorción	Abs	%			

Promedio para el agregado fino - grueso		
Peso específico de la masa	P.E.m	gr/cm <sup>3</sup>
Peso específico sss	P.E.sss	gr/cm <sup>3</sup>
Absorción	Abs	%

DATOS DEL ESPECIALISTA	FIRMA Y SELLO
APELLIDOS Y NOMBRE:	
ESPECIALIDAD:	
CIP N°:	



# UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Tesis: " Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, Cusco 2020. "

Responsable: Giancarlo Raúl Enciso Carpio

Laboratorio:

Fecha:

Peso Unitario de los Agregados (suelos y compactados)

NTP 400.017

Observaciones:

MUESTRA	CODIGO	PESO DE MODE SECO (KG)	PESO DE LA MUESTRA SUELTA +MOLDE (KG)	PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA +MOLDE (KG)	PESO DE LA MUESTRA SUELTA (KG)	PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA (KG)	VOLUMEN DEL MOLDE (M3)	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)
AGREGADO									
								PROMEDIO	

DATOS DEL ESPECIALISTA

FIRMA Y SELLO

APELLIDOS Y NOMBRE:

ESPECIALIDAD:

CIP N°:





# UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Tesis:	" Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, Cusco 2020. "					
Responsable:	Giancarlo Raúl Enciso Carpio					
Laboratorio:				Fecha:		

## Contenido de Humedad Natural de los Agregados

NTP 339.185

Observaciones:						
	_____					
	_____					
	_____					

Descripción	Símbolo	Unidad	AGREGADOS		
			Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
Peso de la tara + Peso del material natural	P (t+ah)	gr			
Peso de la tara + Peso del material seco	P (t+as)	gr			
Peso de la tara	t	gr			
Peso del material natural	Pah	gr			
Peso del material seco	Pas	gr			
Diferencia de pesos	Pah-Pas	gr			
% de Humedad		%			
Promedio de % de Humedad		%			

DATOS DEL ESPECIALISTA	FIRMA Y SELLO
APELLIDOS Y NOMBRE:	
ESPECIALIDAD:	
CIP N°:	



# UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Tesis:	" Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, Cusco 2020. "				
Responsable:	Giancarlo Raúl Enciso Carpio				
Laboratorio:				Fecha:	

Asentamiento del hormigón con el cono de Abrams

NTP 339.035

Observaciones:					

Hora de Inicio:

Hora de término:

Tiempo	Hora	Diseño	Slump	Observaciones
00:00				
0:30				
1:00				
1:30				
2:00				

Observaciones:					

DATOS DEL ESPECIALISTA

FIRMA Y SELLO

APELLIDOS Y NOMBRE:

ESPECIALIDAD:

CIP N°:



# UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Tesis: " Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, Cusco 2020. "

Responsable: Giancarlo Raúl Enciso Carpio

Laboratorio:

Fecha:

Ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento

NTP 339.046

Observaciones:

Código de Diseño:

Descripción

Símbolo

Masa recipiente + hormig| Mc

Masa del recipiente: Mm

Volumen de la medida: Vm

DATOS DEL ESPECIALISTA

FIRMA Y SELLO

APELLIDOS Y NOMBRE:

ESPECIALIDAD:

CIP N°:





# UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

## Facultad de Ingeniería

### Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Tesis:

" Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, Cusco 2020. "

Responsable:

Giancarlo Raúl Enciso Carpio

Laboratorio:

Fecha:

#### Ensayo de Flexion de Viga de Concreto

#### Norma de referencia ASTM C 1609

Observaciones:

---

---

---

OBJETO	DIMENSIONES (mm)			Distancia entre apoyos	PICO MAXIMO		Resistencia (N/mm <sup>2</sup> )
	ancho	altura	longitud		carga (kg)	flexión (mm)	

#### DATOS DEL ESPECIALISTA

#### FIRMA Y SELLO

APELLIDOS Y NOMBRE:

ESPECIALIDAD:

CIP N°:



# UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Tesis: " Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, Cusco 2020. "

Responsable: Giancarlo Raúl Enciso Carpio

Laboratorio:

Fecha:

Ensayo de Modulo de Elasticidad

Norma de referencia ASTM C 469

PROBETA N°	Fecha de vaciado	Fecha de ensayo	Edad dias	Dia (mm)	Carga máxima		R'c		E		Tipo
					(KN)	(Kg)	Mpa	kg/cm2	Mpa	kg/cm2	Falla

DATOS DEL ESPECIALISTA

FIRMA Y SELLO

APELLIDOS Y NOMBRES:

ESPECIALIDAD:

N°CIP



# UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Tesis: " Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, Cusco 2020. "

Responsable: Giancarlo Raúl Enciso Carpio

Laboratorio:

Ensayo de Resistencia a Tension Indirecta

Norma de referencia NTC 722

CODIGO DEL TESTIGO	Diametro (mm)	Longitud (mm)	Peso del Especimen (kg)	Curado	Carga maxima en KN	Resistencia a Tension Indirecta

### MODULO DE ELASTICIDAD



DATOS DEL ESPECIALISTA

FIRMA Y SELLO

APELLIDOS Y NOMBRES:

ESPECIALIDAD:

N°CIP

## REVISION DE FICHAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS P.I

Recibidos X



**Giancarlo Enciso Carpio** <gedc.1994@gmail.com>  
para CARMEN ▾

26 jun. 2020 16:55 ☆ ↶ ⋮

Buenas tardes ING. CARMEN RODRIGUEZ, soy el alumno GIANCARLO RAUL ENCISO CARPIO, estudiante del ciclo IX del curso de PROYECTO DE INVESTIGACIÓN de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, así mismo mediante el medio solicito encarecidamente pueda validar los instrumentos de recolección de datos de mi proyecto de investigación titulado "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, Cusco 2020."

DNI: 48434161

CÓDIGO DE ESTUDIANTE: 7001140031



**CARMEN BEATRIZ RODRIGUEZ SOLIS** <carmenbucv@gmail.com>  
para mí ▾

26 jun. 2020 19:24 ☆ ↶ ⋮

Estimado Giancarlo Raúl Enciso Carpio

Buenas noches.

Habiendo revisado tus Instrumentos para la Recolección de datos de tu Proyecto de Investigación "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, Cusco 2020", los doy por **VALIDADO** para que los puedas aplicar en tu desarrollo de tesis.

Atentamente.

Mg. Carmen Beatriz Rodriguez Solis  
Ingeniera Civil  
CIP 50202

\*\*\*



## Revision de instrumentos de recoleccion de datos PI Recibidos X



**Giancarlo Enciso Carpio** <gedc.1994@gmail.com>  
para jibenites8411 →

vie., 26 jun. 16:50 ☆ ↶ ⋮

Buenas tardes ING. BENITEZ, soy el alumno GIANCARLO RAUL ENCISO CARPIO, estudiante del ciclo IX del curso de PROYECTO DE INVESTIGACIÓN de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, así mismo mediante el medio solicito encarecidamente pueda validar los instrumentos de recolección de datos de mi proyecto de investigación titulado "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, Cusco 2020."  
DNI: 48434161  
CÓDIGO DE ESTUDIANTE: 7001140031



**JOSE LUIS** <jibenites8411@gmail.com>  
para mi →

vie., 26 jun. 17:09 ☆ ↶ ⋮

**Estimado (a). GIANCARLO RAUL ENCISO CARPIO**

Habiendo revisado tus instrumentos para a recolección de datos, de tu PI titulado "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, Cusco 2020", doy por **VALIDADO** para que pueda aplicar en su desarrollo de tesis.

**Atte. Mg. Jose Luis Benites Zuñiga**  
**Ingeniero Civil**  
**CIP 126769**

\*\*\*

--

Atte.  
Ing. Jose Luis Benites Zuñiga

## FICHA DE DATOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS Recibidos x



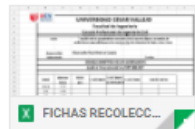
**Giancarlo Enciso Carpio** <gedc.1994@gmail.com>  
para josh\_ric

sáb., 27 jun. 11:33

Buenas tardes ING. JHOSEP RICHARD TITO PALMA, soy el alumno GIANCARLO RAUL ENCISO CARPIO, estudiante del ciclo IX del curso de PROYECTO DE INVESTIGACIÓN de la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, así mismo mediante el medio solicito encarecidamente pueda validar los instrumentos de recolección de datos de mi proyecto de investigación titulado " Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, Cusco 2020."

DNI: 48434161

CÓDIGO DE ESTUDIANTE: 7001140031



**josh ...** <josh\_ric@hotmail.com>  
para mí

sáb., 27 jun. 11:39

Estimado Giancarlo Raúl Enciso Carpio

Habiendo revisado tus Instrumentos para la Recolección de datos de tu Proyecto de Investigación "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, Cusco 2020", los doy por **VALIDADO** para que los puedas aplicar en tu desarrollo de tesis.

Atentamente.

*Ing. Joseph Tito Palma*

*CIP 213163*

**CONARQUING**

*Av. Los Incas 700 - Oficina 208*

### Anexo 3

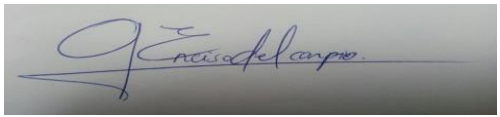
#### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL AUTOR

Yo, Giancarlo Raúl Enciso Carpio, alumno de la facultad de Ingeniería de la Escuela Académico profesional de Ingeniería Civil / Pregrado de la Universidad César vallejo filial Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de investigación / Tesis titulada “**Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, Cusco 2020.**”, son:

1. De mi autoría.
2. El presente trabajo de Investigación / Tesis no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
3. El trabajo de Investigación / Tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en el presente trabajo de investigación / Tesis son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Cusco, 25 de noviembre del 2020

Enciso Carpio Giancarlo Raúl	
DNI: 48434161	Firma: 
ORCID:0000-0002-2119-7610	

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, José Luis Benites Zúñiga, docente de la facultad de Ingeniería de la Escuela Académico profesional de Ingeniería Civil / Pregrado de la Universidad César vallejo filial Lima Norte, revisor del trabajo de investigación / tesis titulada

**“Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, Cusco 2020.”**, del estudiante Giancarlo Raúl Enciso Carpio, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.


He revisado dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por la cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo.

Cusco, 25 de noviembre del 2020

.....  
Benites Zúñiga José Luis

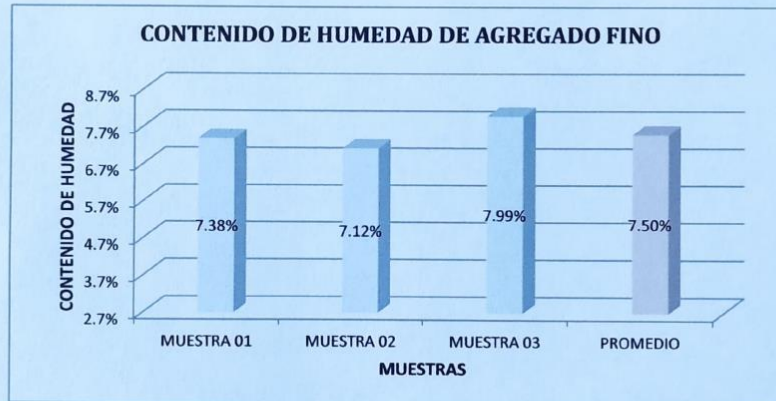
DNI: 42414842

## Anexo5:Resultados

	<b>CARACTERISTICAS FISICAS AGREGADOS</b> NTP-339.128 - ASTM-D4318	CODIGO : _____ REVISADO : _____ PAGINA : _____
	Proyecto : "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA	Solicita : <b>ENCISO CARPIO</b> <b>GIANCARLO RAUL</b>
Ubicación : <b>CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI</b>	Fecha : <b>SEPTIEMBRE 2020</b>	
Cantera : <b>A.F. Arena Gruesa - huambutio</b>	Resp. Lab.: <b>M.O.P.</b>	
Extracción : <b>Proporcionado por el Solicitante</b>		

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO**  
 MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	48.60	44.78	46.54
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	184.73	198.03	185.43
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	175.37	187.84	175.15
Peso del Agua (gr)	9.36	10.19	10.28
Peso de la Muestra Seca (gr)	126.77	143.06	128.61
<b>Contenido de Humedad</b>	<b>7.38%</b>	<b>7.12%</b>	<b>7.99%</b>



**CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 7.50%**



CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS  
NTP-339.128 - ASTM-D4318

CODIGO : \_\_\_\_\_

REVISADO : \_\_\_\_\_

PAGINA : \_\_\_\_\_

Proyecto : "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"

Solicita : ENCISO CARPIO  
GIANCARLO RAUL

Ubicación : CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI

Cantera : A.G. Agregado Grueso 1/2" y 3/4" (cantera vicho)

Fecha : SEPTIEMBRE 2020

Extracción : Proporcionado por el Solicitante

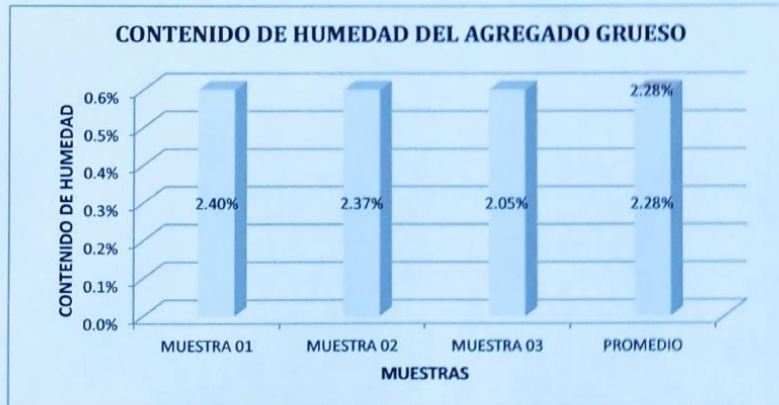
Resp. Lab.: M.O.P.

9

**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO**

MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	43.70	47.81	45.76
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	318.10	290.82	301.28
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	311.66	285.19	296.14
Peso del Agua (gr)	6.44	5.63	5.14
Peso de la Muestra Seca (gr)	267.96	237.38	250.39
Contenido de Humedad	2.40%	2.37%	2.05%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 2.28%





**CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS  
NTP-339.128 - ASTM-D4318**

CODIGO : \_\_\_\_\_

REVISADO : \_\_\_\_\_

PAGINA : \_\_\_\_\_

Proyecto : **"ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"**

Solicita : **ENCISO CARPIO  
GIANCARLO RAUL**

Ubicación : **CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI**

Fecha : **SEPTIEMBRE 2020**

Cantera : **A.G. Agregado Grueso 1/2" y 3/4" (cantera vicho)**

Extracción : **Proporcionado por el Solicitante**

Resp. Lab.: **M.O.P.**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO  
MTC E 204 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-136 y AASHTO T-27**

Antes del lavado  
Peso de la Muestra Seca = 2102.00 gr

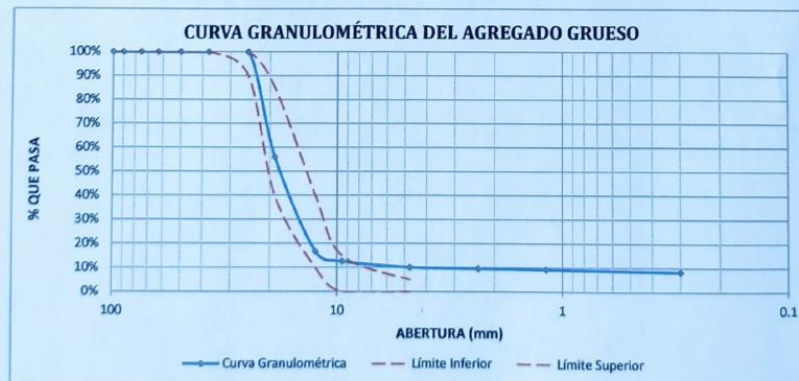
Después del lavado  
Peso de la Muestra Seca = 2085.00 gr  
8.06%

TAMIZ Nº	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO: 56	
						LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
4"	100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
3 1/2"	90	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
3"	75	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
2 1/2"	63	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
2"	50	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
1 1/2"	37.5	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
1"	25	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	90%	100%
3/4"	19	917.00	43.98%	43.98%	56.02%	40%	85%
1/2"	12.5	818.00	39.23%	83.21%	16.79%	10%	40%
3/8"	9.5	87.00	4.17%	87.39%	12.61%	0%	15%
Nº 4	4.75	51.00	2.45%	89.83%	10.17%	0%	5%
Nº 8	2.36	10.00	0.48%	90.31%	9.69%		
Nº 16	1.18	8.00	0.38%	90.70%	9.30%		
Nº 50	0.30	18.00	0.86%	91.56%	8.44%		
Bandeja		8.00	0.38%	91.94%			
Total Fracción Retenida en Lavado =		<b>1917.00</b>	<b>91.94%</b>				

Fracciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra  
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 89.83%  
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 2.11%  
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 0.81%  
Total: 100.81%

Fracción Gruesa  
% de grava = 97.70%  
% de arena = 2.30%  
Total = 100.00%

Huso: 56



Tamaño Máximo Absoluto = 1"

Tamaño Máximo Nominal = 3/4"

% RETENIDO ACUMULADO (3", 1 1/2", 3/4", 3/8", Nº 4, Nº 8, Nº 16, Nº 30, Nº 50, Nº 100)

MÓDULO DE FINEZA = 6.77



CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS  
NTP-339.128 - ASTM-D4318

CODIGO :

REVISADO :

PAGINA :

Proyecto : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO  
LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA

Solicita : ENCISO CARPIO  
GIANCARLO RAUL

Ubicación : CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI

Fecha : SEPTIEMBRE 2020

Cantera : A.F. Arena Gruesa - huambutio

Resp. Lab.: M.O.P.

Extracción : Proporcionado por el Solicitante

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO**

MTC E 204 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-136 y AASHTO T-27

**Antes del lavado**

Peso de la Muestra Seca = 2530.00 gr

**Después del lavado**

Peso de la Muestra Seca = 2504.00 gr  
0.00%

TAMIZ Nº	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO	
						LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
3/8"	9.5	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
Nº 4	4.75	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	95%	100%
Nº 8	2.36	7.00	0.28%	0.28%	99.72%	80%	100%
Nº 16	1.18	71.00	2.81%	3.08%	96.92%	50%	85%
Nº 30	0.600	532.00	21.03%	24.11%	75.89%	25%	60%
Nº 50	0.300	1280.00	50.59%	74.70%	25.30%	10%	30%
Nº 100	0.150	501.00	19.80%	94.51%	5.49%	2%	10%
Nº 200	0.075	107.00	4.23%	98.74%	1.26%		
Bandeja		6.00	0.24%	98.97%			

Total Fracción Retenida en Lavado = **2504.00** **98.97%**

**Fracciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra**

% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 0.00%

% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 98.74%

% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 1.26%

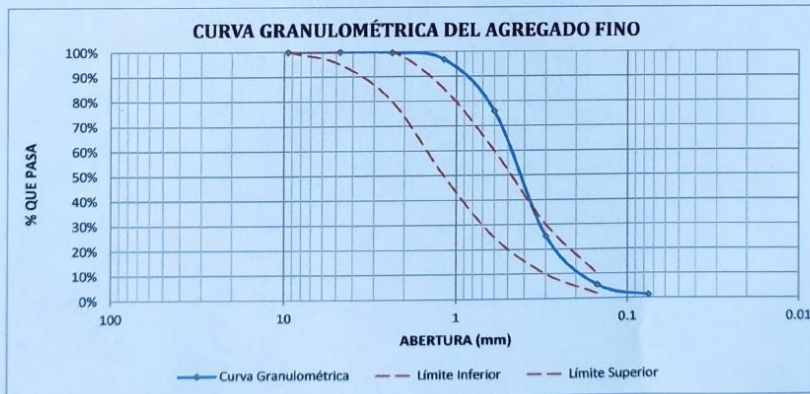
Total: 100.00%

**Fracción Gruesa**

% de grava = 0.00%

% de arena = 100.00%

Total = 100.00%




$\sum$  % RETENIDO ACUMULADO (3/8", Nº 4, Nº 8, Nº 16, Nº 30, Nº 50, Nº 100)

El Módulo de Fineza recomendable estará entre 2.35 y 3.15

**MÓDULO DE FINEZA = 1.97**

Observaciones: Es una ARENA FINA, por lo que debe ser mezclada con una ARENA GRUESA



	<b>CARACTERISTICAS FISICAS AGREGADOS</b> NTP-339.128 - ASTM-D4318	CODIGO : _____ REVISADO : _____ PAGINA : _____
	Proyecto : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020" Ubicación : CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI Cantera : A.G. Agregado Grueso 1/2" y 3/4" (cantera vicho) Extracción : Proporcionado por el Solicitante	Solicita : <b>ENCISO CARPIO GIANCARLO RAUL</b>  Fecha : <b>SEPTIEMBRE 2020</b> Resp. Lab.: <b>M.O.P.</b>

**CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 DEL AGREGADO GRUESO**

MTC E 202 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-117 y AASHTO T-11

DATOS DEL LAVADO DEL MATERIAL	
5078	
Peso de la Muestra Seca (gr) = 2102	
DESPUÉS DEL LAVADO	
Peso de la Muestra Seca (gr) = 2085	
Peso del Residuo Filtrado Seco (gr) = 16.93	

MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N° 200	
Material que pasa el tamiz N° 200 (gr)	17.00
Porcentaje de material fino que pasa el tamiz N° 200	<b>0.8088%</b>
Verificación	0.8054%
% de Error en Peso	0.41%

Fracciones Gruesa y Fina de la Muestra  
 Fracción Fina (Pasa el Tamiz N° 200) = 0.81%  
 Fracción Gruesa (Retiene el Tamiz N° 200) = 99.19%  
 Total: 100.00%



**MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 = 0.81%**



**CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS  
NTP-339.128 - ASTM-D4318**

CODIGO : \_\_\_\_\_  
REVISADO : \_\_\_\_\_  
PAGINA : \_\_\_\_\_

Proyecto : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA	Solicita : <b>ENCISO CARPIO</b> <b>GIANCARLO RAUL</b>
Ubicación : <b>CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI</b>	Fecha : <b>SEPTIEMBRE 2020</b>
Cantera : <b>A.F. Arena Gruesa - huambutio</b>	Resp. Lab.: <b>M.O.P.</b>
Extracción : <b>Proporcionado por el Solicitante</b>	

**CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 DEL AGREGADO FINO**

MTC E 202 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-117 y AASHTO T-11

DATOS DEL LAVADO DEL MATERIAL	
ANTES DEL LAVADO	
Peso de la Muestra Seca (gr) =	2530
DESPUÉS DEL LAVADO	
Peso de la Muestra Seca (gr) =	2504
Peso del Residuo Filtrado Seco (gr) =	25.95

MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N° 200	
Material que pasa el tamiz N° 200 (gr)	26.00
Porcentaje de material fino que pasa el tamiz N° 200	<b>1.0277%</b>
Verificación	1.0257%
% de Error en Peso	0.19%

Fracciones Gruesa y Fina de la Muestra  
Fracción Fina (Pasa el Tamiz N° 200) = 1.03%  
Fracción Gruesa (Retiene el Tamiz N° 200) = 98.97%  
Total: 100.00%



**MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 = 1.03%**



**CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS  
NTP-339.128 - ASTM-D4318**

CODIGO :

REVISADO :

PAGINA :

Proyecto : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"

Solicita : **ENCISO CARPIO  
GIANCARLO RAUL**

Ubicación : **CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI**

Fecha : **SEPTIEMBRE 2020**

Cantera : **A.G. Agregado Grueso 1/2" y 3/4" (cantera vicho)**

Resp. Lab.: **M.O.P.**

Extracción : **Proporcionado por el Solicitante**

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO**

MTC E 206 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-127 y AASHTO T-85

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Peso de la Muestra Seca (gr)	1559.97	1513.94
Temperatura del Agua (°C)	12.7	12.7
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (gr)	1825.90	1772.07
Peso de la Muestra Sumergida (gr)	839.60	819.60
Peso del Agua Desplazada (gr)	720.37	694.34
Peso Específico a Temperatura de Ensayo (gr/cm <sup>3</sup> )	2.166	2.180
Factor de corrección por Temperatura	1.0016974	1.0016974
Peso del Agua Absorbida (gr)	265.93	258.13
Peso Específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.169	2.184
Capacidad de Absorción	17.047%	17.050%

% de Error		
Peso Específico	0.69%	Ok!
Capacidad de Absorción	0.02%	Ok!



**PESO ESPECÍFICO = 2.18 gr/cm<sup>3</sup>  
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN = 17.05%**





**CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS  
NTP-339.128 - ASTM-D4318**

CODIGO : \_\_\_\_\_

REVISADO : \_\_\_\_\_

PAGINA : \_\_\_\_\_

Proyecto : "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO  
LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA

Solicita : **ENCISO CARPIO  
GIANCARLO RAUL**

Ubicación : **CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI**

Cantera : **A.F. Arena Gruesa - huambutio**

Fecha : **SEPTIEMBRE 2020**

Extraccion : **Proporcionado por el Solicitante**

Resp. Lab.: **M.O.P.**

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**

MTC E 205 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-128 y AASHTO T-84

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Número de Picnómetro	8	8
Volumen del Picnómetro (ml)	250	500
Peso del Picnómetro (gr)	171.62	171.63
Peso de la Muestra Seca (gr)	379.95	369.40
Peso del Picnómetro + Agua + Muestra (gr)	913.08	909.85
Temperatura del Agua (°C)	15.0	15.0
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (gr)	427.21	415.51
Peso del Picnómetro + Agua (gr)	671.62	675.00
Peso de la Muestra Sumergida (gr)	241.46	234.85
Peso del Agua Desplazada (gr)	138.49	134.55
Peso Especifico a Temperatura de Ensayo (gr/cm3)	2.744	2.745
Factor de corrección por Temperatura	1.0014995	1.0014995
Peso del Agua Absorbida (gr)	47.26	46.11
Peso Especifico (gr/cm3)	2.748	2.750
Capacidad de Absorción	12.438%	12.482%

% de Error		
Peso Especifico	0.07%	Ok!
Capacidad de Absorción	0.35%	Ok!



**PESO ESPECÍFICO = 2.75 gr/cm3  
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN = 12.46%**



**CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS**  
NTP-339.128 - ASTM-D4318

CODIGO :  
REVISADO :  
PAGINA :

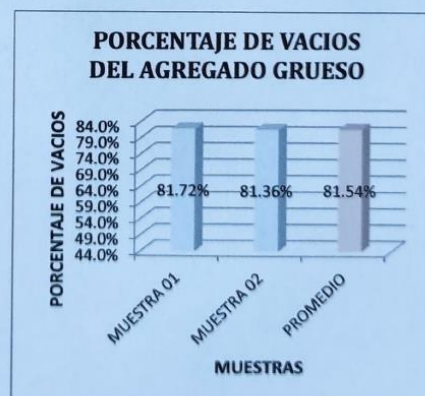
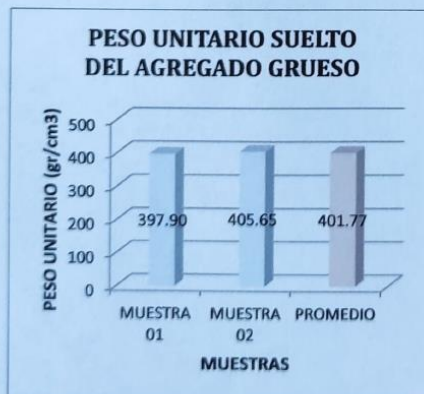
Proyecto :	"ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"	Solicita :	ENCISO CARPIO GIANCARLO RAUL
Ubicación :	CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI	Fecha :	SEPTIEMBRE 2020
Cantera :	A.G. Agregado Grueso 1/2" y 3/4" (cantera vicho)	Resp. Lab.:	M.O.P.
Extraccion :	Proporcionado por el Solicitante		

**PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO**

MTC E 203 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-29

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Número de Molde	P-9	P-9
Peso del Molde (gr)	6532.00	6532.00
Peso del Molde + Muestra Suelta (gr)	9353.00	9408.00
Peso de la Muestra Suelta (gr)	2821.00	2876.00
Altura del Molde (cm)	22.5	22.5
Diámetro del Molde (cm)	20.03	20.03
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	7089.81	7089.81
Peso Unitario Suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	0.398	0.406
Peso Especifico (kg/m <sup>3</sup> )	2176.65	2176.65
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	397.90	405.65
Porcentaje de Vacíos	81.72%	81.36%

% de Error		
Peso Unitario Suelto	1.95%	Ok!
Porcentaje de Vacíos	0.44%	Ok!



**PESO UNITARIO SUELTO = 401.77 kg/m<sup>3</sup>**  
**PORCENTAJE DE VACIOS = 81.54%**



**CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS  
NTP-339.128 - ASTM-D4318**

CODIGO : \_\_\_\_\_

REVISADO : \_\_\_\_\_

PAGINA : \_\_\_\_\_

Proyecto : "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"

Solicita : **ENCISO CARPIO  
GIANCARLO RAUL**

Ubicación : **CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI**

Fecha : **SEPTIEMBRE 2020**

Cantera : **A.G. Agregado Grueso 1/2" y 3/4" (cantera vicho)**

Resp. Lab.: **M.O.P.**

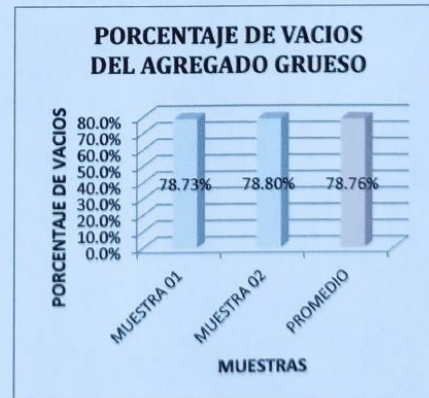
Extraccion : **Proporcionado por el Solicitante**

**PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO**

MTC E 203 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-29

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Número de Capas	3	3
Número de Golpes	25	25
Número de Molde	P-9	P-9
Peso del Molde (gr)	6532.00	6532.00
Peso del Molde + Muestra Varillada (gr)	9815.00	9804.00
Peso de la Muestra Varillada (gr)	3283.00	3272.00
Altura del Molde (cm)	22.50	22.50
Diámetro del Molde (cm)	20.03	20.03
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	7089.81	7089.81
Peso Unitario Varillado (gr/cm <sup>3</sup> )	0.463	0.462
Peso Específico (kg/m <sup>3</sup> )	2176.65	2176.65
Peso Unitario Varillado (kg/m <sup>3</sup> )	463.06	461.51
Porcentaje de Vacíos	78.73%	78.80%

% de Error		
Peso Unitario Varillado	0.34%	Ok!
Porcentaje de Vacíos	0.09%	Ok!



**PESO UNITARIO VARILLADO = 462.28 kg/m<sup>3</sup>  
PORCENTAJE DE VACIOS = 78.76%**





**CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS  
NTP-339.128 - ASTM-D4318**

CODIGO : \_\_\_\_\_  
REVISADO : \_\_\_\_\_  
PAGINA : \_\_\_\_\_

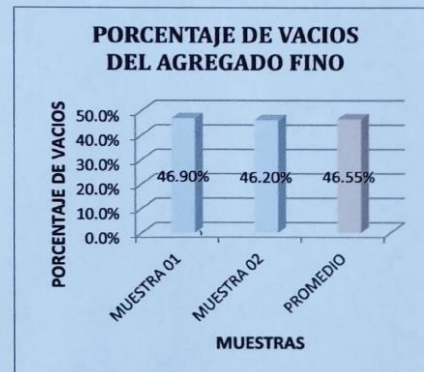
Proyecto : "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA	Solicita : <b>ENCISO CARPIO</b> <b>GIANCARLO RAUL</b>
Ubicación : <b>CUSCO AV. BRASIL C-4. URB. QUISPICANCHI</b>	Fecha : <b>SEPTIEMBRE 2020</b>
Cantera : <b>A.F. Arena Gruesa - huambutio</b>	Resp. Lab.: <b>M.O.P.</b>
Extraccion : <b>Proporcionado por el Solicitante</b>	

**PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO**


MTC E 203 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-29

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Número de Molde	P-7	P-7
Peso del Molde (gr)	6532.00	6532.00
Peso del Molde + Muestra Suelta (gr)	9643.00	9684.00
Peso de la Muestra Suelta (gr)	3111.00	3152.00
Altura del Molde (cm)	11.67	11.67
Diámetro del Molde (cm)	15.25	15.25
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2131.57	2131.57
Peso Unitario Suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.459	1.479
Peso Especifico (kg/m <sup>3</sup> )	2748.60	2748.60
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1459.48	1478.72
Porcentaje de Vacíos	46.90%	46.20%

% de Error		
Peso Unitario Suelto	1.32%	Ok!
Porcentaje de Vacíos	1.51%	Ok!



**PESO UNITARIO SUELTO = 1469.10 kg/m<sup>3</sup>**  
**PORCENTAJE DE VACIOS = 46.55%**

	<b>CARACTERISTICAS FISICAS AGREGADOS</b> NTP-339.128 - ASTM-D4318	CODIGO:	
		REVISADO:	
		PAGINA:	
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO-2020	SOLICITA	ENCISO CARPIO GIANCARLO RAUL
UBICACIÓN:	CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI	FECHA:	SEPTIEMBRE 2020
DISEÑO:	DISEÑO DE MEZCLA F'c=210 KG/CM2	RESP.LAB:	M.O.P

**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO f'c=210 kg/cm2**

**1.- Condiciones de Diseño**

1.1.- Uso de Aditivos

Acelerador: NO

Incorporador de Aire: NO

1.2.- Tipo de Diseño, Resistencia y Asentamiento

Diseño por: Resistencia

f'c = 210 kg/cm2

Slump = 3"

**2.- Características de los Materiales**

2.1.- Cemento

Marca: Yura

Peso Específico: 2.85 gr/cm3

Tipo: IP

Peso Volumétrico: 1500 kg/m3

2.2.- Agua

Agua potable de la red pública

2.3.- Agregado Grueso A.G: Piedra Chancada de 1/2" y 3/4" - Vicho

Tipo de Agregado: triturado

Peso Específico: 2.18 gr/cm3

Contenido de Humedad: 2.28%

Capacidad de absorción: 17.05%

Porcentaje de Finos: 0.81%

Peso Unitario Varillado: 462.28 kg/m3

Tamaño Máximo Absoluto: 1"

Porcentaje de Vacíos Varillado: 78.76%

Tamaño Máximo Nominal: 3/4"

Peso Unitario Suelto: 401.77 kg/m3

Módulo de Fineza: 6.77

Porcentaje de Vacíos Suelto: 81.54%

2.4.- Agregado Fino A.F. Arena Gruesa - huambutio

Tipo de Agregado: Arena gruesa

Peso Específico: 2.75 gr/cm3

Contenido de Humedad: 7.50%

Capacidad de absorción: 12.46%

Porcentaje de Finos: 1.03%

Peso Unitario Suelto: 1469.10 kg/m3

Módulo de Fineza: 1.97


Porcentaje de Vacíos Suelto: 46.55%

2.5.- Aditivos

Plastificante: Ninguno

Incorporador de Aire: Ninguno



	<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS AGREGADOS</b> NTP-339.128 - ASTM-D4318	CODIGO:	
		REVISADO:	
		PAGINA:	
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO-2020	SOLICITA	ENCISO CARPIO GIANCARLO RAUL
UBICACIÓN:	CUSCO AV.BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI	FECHA:	SEPTIEMBRE 2020
DISEÑO:	DISEÑO DE MEZCLA $f'c=210$ KG/CM2	RESP.LAB:	M.O.P

**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>**

**3.- Resistencia de Diseño**

**3.1.- Selección de la Resistencia Requerida  $f'cr$**

Cuando no se conocen estadísticas de la resistencia del concreto (Factor de Seguridad). Según Norma E.060 Concreto Armado, Capítulo 3 Requisitos de la Construcción, Artículo 4.3.2 Cálculo de la Resistencia Promedio Requerida, Tabla 4.3.2b. Se pueden tomar los valores siguientes:

$f'c < 210$ kg/cm <sup>2</sup>	$f'cr = f'c + 70$ kg/cm <sup>2</sup>
$210$ kg/cm <sup>2</sup> $\leq f'c \leq 350$ kg/cm <sup>2</sup>	$f'cr = f'c + 84$ kg/cm <sup>2</sup>
$350$ kg/cm <sup>2</sup> $< f'c$	$f'cr = f'c + 98$ kg/cm <sup>2</sup>

Por lo tanto la Resistencia Promedio Requerida será:  $f'cr = 294$  kg/cm<sup>2</sup>

**4.- Volumen de Agua y Contenido de Aire Atrapado por metro cúbico de Concreto**

Asentamiento = 3"

Tamaño Máximo Nominal = 3/4"

**4.1.- Selección del Volumen de Agua por metro cúbico de Concreto**

Por lo tanto el Volumen de Agua será: 190 lt/m<sup>3</sup>

**4.2.- Selección del Contenido de Aire Atrapado por metro cúbico de Concreto**

Por lo tanto el Volumen de Aire será: 2.00%

**5.- Relación Agua/Cemento y Contenido de Cemento**

Diseño por Resistencia

$f'cr = 294$  kg/cm<sup>2</sup>

**5.1.- Selección de la relación Agua/Cemento por Resistencia**

Agua/Cemento = 0.56

**5.2.- Cálculo del contenido de Cemento**


Cantidad de Cemento = 340.26 kg/m<sup>3</sup>

Factor Cemento = 8.01 bolsas/m<sup>3</sup>

**6.- Cálculo del Volumen Absoluto de la pasta por metro cúbico**

Materiales	Peso (kg)	PE (kg/m <sup>3</sup> )	Vol. Abs. (m <sup>3</sup> )
Cemento	340.26	2850	0.1194
Agua	190.00	1000	0.1900
Aire	2.00%	-	0.0200

**Volumen Absoluto = 0.3294 m<sup>3</sup>**

	CARACTERISTICAS FISICAS AGREGADOS NTP-339.128 - ASTM-D4318	CODIGO:	
		REVISADO:	
		PAGINA:	
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO-2020	SOLICITA	ENCISO CARPIO GIANCARLO RAUL
UBICACIÓN:	CUSCO AV.BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI	FECHA:	SEPTIEMBRE 2020
DISEÑO:	DISEÑO DE MEZCLA $f'c=210$ KG/CM <sup>2</sup>	RESP.LAB:	M.O.P

**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>**

**7.- Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los Agregados Grueso y Fino**

Volumen Absoluto de los Agregados = 0.6706 m<sup>3</sup>

**7.1.- Cálculo del Volumen Absoluto del Agregado Grueso (Método: PU Varillado Agr. Grueso)**

Tamaño Máximo Nominal = 3/4"

Módulo de Fineza del Agregado Fino = 1.97

Factor de Agregado Grueso (b/b<sub>o</sub>) = 0.70

Peso Unitario Varillado del Agregado Grueso = 462.28 kg/m<sup>3</sup>

Peso del Agregado Grueso = 325.13 kg

Peso Especifico del Agregado Grueso = 2.18 gr/cm<sup>3</sup>

Volumen Absoluto del Agregado Grueso = 0.1494 m<sup>3</sup>

**7.2.- Cálculo del Volumen Absoluto del Agregado Grueso (Método: Combinación de MF)**

Tamaño Máximo Nominal = 3/4"

Bolsas de Cemento por metro cúbico = 8.01 bolsas/m<sup>3</sup>

Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados = 5.11

Módulo de Fineza del Agregado Grueso = 6.77

Módulo de Fineza del Agregado Fino = 1.97

% de Agregado Grueso = 65.49%

Volumen Absoluto de los Agregados = 0.6706 m<sup>3</sup>

Volumen Absoluto del Agregado Grueso = 0.4392 m<sup>3</sup>

**7.3.- Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los Agregados Grueso y Fino**

Volumen Absoluto del Agregado Grueso = 0.1494 m<sup>3</sup> (Método: PU Varillado Agr. Grueso)

Volumen Absoluto del Agregado Fino = 0.5212 m<sup>3</sup>

**8.- Cálculo de los Pesos Secos de los Agregados Grueso y Fino**

Peso Especifico del Agregado Grueso = 2.18 gr/cm<sup>3</sup>

Peso Especifico del Agregado Fino = 2.75 gr/cm<sup>3</sup>

Peso Seco del Agregado Grueso = 325.13 kg/m<sup>3</sup>

Peso Seco del Agregado Fino = 1432.67 kg/m<sup>3</sup>

**9.- Pesos Secos de los Materiales por metro cúbico**

Materiales	Pesos Secos (kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	340.26
Agua	190.00
Agregado Grueso	325.13
Agregado Fino	1432.67

**Total = 2288.06 kg/m<sup>3</sup>**

**10.- Corrección de los Agregados por Humedad**

Peso Seco del Agregado Grueso = 325.13 kg/m<sup>3</sup>

Peso Seco del Agregado Fino = 1432.67 kg/m<sup>3</sup>

Contenido de Humedad del Agregado Grueso = 2.28%

Contenido de Humedad del Agregado Fino = 7.50%

Peso Húmedo del Agregado Grueso = 332.53 kg/m<sup>3</sup>

Peso Húmedo del Agregado Fino = 1540.12 kg/m<sup>3</sup>



CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS  
NTP-339.128 - ASTM-D4318

CODIGO:

REVISADO:

PAGINA:

PROYECTO:	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO-2020	SOLICITA	ENCISO CARPIO GIANCARLO RAUL
UBICACIÓN:	CUSCO AV.BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI	FECHA:	SEPTIEMBRE 2020
DISEÑO:	DISEÑO DE MEZCLA F'c=210 KG/CM2	RESP.LAB:	M.O.P

**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO F'c=210 kg/cm<sup>2</sup>**

**11.- Ajustes por Humedad y Absorción de los agregados**

Capacidad de absorción del Agregado Grueso = 17.05%

Capacidad de absorción del Agregado Fino = 12.46%

Ajuste de Agua del Agregado Grueso = 48.03 lt

Ajuste de Agua del Agregado Fino = 71.07 lt

Ajuste Total de Agua = 119.10 lt

Agua de Diseño = 190 lt/m<sup>3</sup>

Agua Efectiva = 309 lt/m<sup>3</sup>

**12.- Pesos Corregidos de los Materiales por metro cúbico**

Materiales	Pesos Húmedos (kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	357.27
Agua	324.56
Agregado Grueso	349.16
Agregado Fino	1617.13


Total = 2648.11 kg/m<sup>3</sup>

**13.- Proporción en Peso**

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso	Agua
1 kg	4.53 kg	0.98 kg	0.908 lt

**14.- Proporción en Peso por tandas de una bolsa de Cemento**

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso	Agua
1 bolsa	192.37 kg	41.54 kg	38.61 lt

	<b>CARACTERISTICAS FISICAS AGREGADOS</b> NTP-339.128 - ASTM-D4318	CODIGO:	
		REVISADO:	
		PAGINA:	
PROYECTO:	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO-2020	SOLICITA	ENCISO CARPIO GIANCARLO RAUL
UBICACIÓN:	CUSCO AV.BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI	FECHA:	SEPTIEMBRE 2020
DISEÑO:	DISEÑO DE MEZCLA $f'c=210$ KG/CM2	RESP.LAB:	M.O.P

**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>**

15.- Proporción en Peso por tandas de un metro cúbico de Concreto

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso	Agua
8.41 bolsas	1617.13 kg	349.16 kg	324.56 lt

16.- Cálculo de los Materiales en Volumen por metro cúbico

Materiales	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
Cemento	357.27	1500.00	0.2382
Agua Efectiva	324.56	1000.00	0.3246
Agregado Grueso	349.16	401.77	0.8690
Agregado Fino	1617.13	1469.10	1.1008

17.- Proporción en Volumen

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso	Agua
1 m <sup>3</sup>	4.62 m <sup>3</sup>	3.65 m <sup>3</sup>	1362.64 lt

18.- Proporción en Volumen por tandas de una bolsa de Cemento

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso	Agua
1 bolsa	0.1309 m <sup>3</sup>	0.1034 m <sup>3</sup>	38.61 lt
1 bolsa	4.62 pie <sup>3</sup>	3.65 pie <sup>3</sup>	38.61 lt

19.- Proporción en Volumen por tandas de un metro cúbico de Concreto

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso	Agua
8.41 bolsas	1.1008 m <sup>3</sup>	0.8690 m <sup>3</sup>	324.56 lt
8.41 bolsas	38.85 pie <sup>3</sup>	30.67 pie <sup>3</sup>	324.56 lt





**PESO UNITARIO DE CONCRETO ENDURECIDO**  
NTP 339.059 - ASTM C-293

CODIGO:  
REVISADO:  
PAGINA:

Proyecto: "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"

Solicita: **ENCISO CARPIO  
GIANCARLO RAUL**

Ubicación: **WANCHAQ**

Fecha: **SEPTIEMBRE 2020**

Distrito: **CUSCO**

Provincia: **CUSCO**

Resp. Lab.: **M.O.P.**

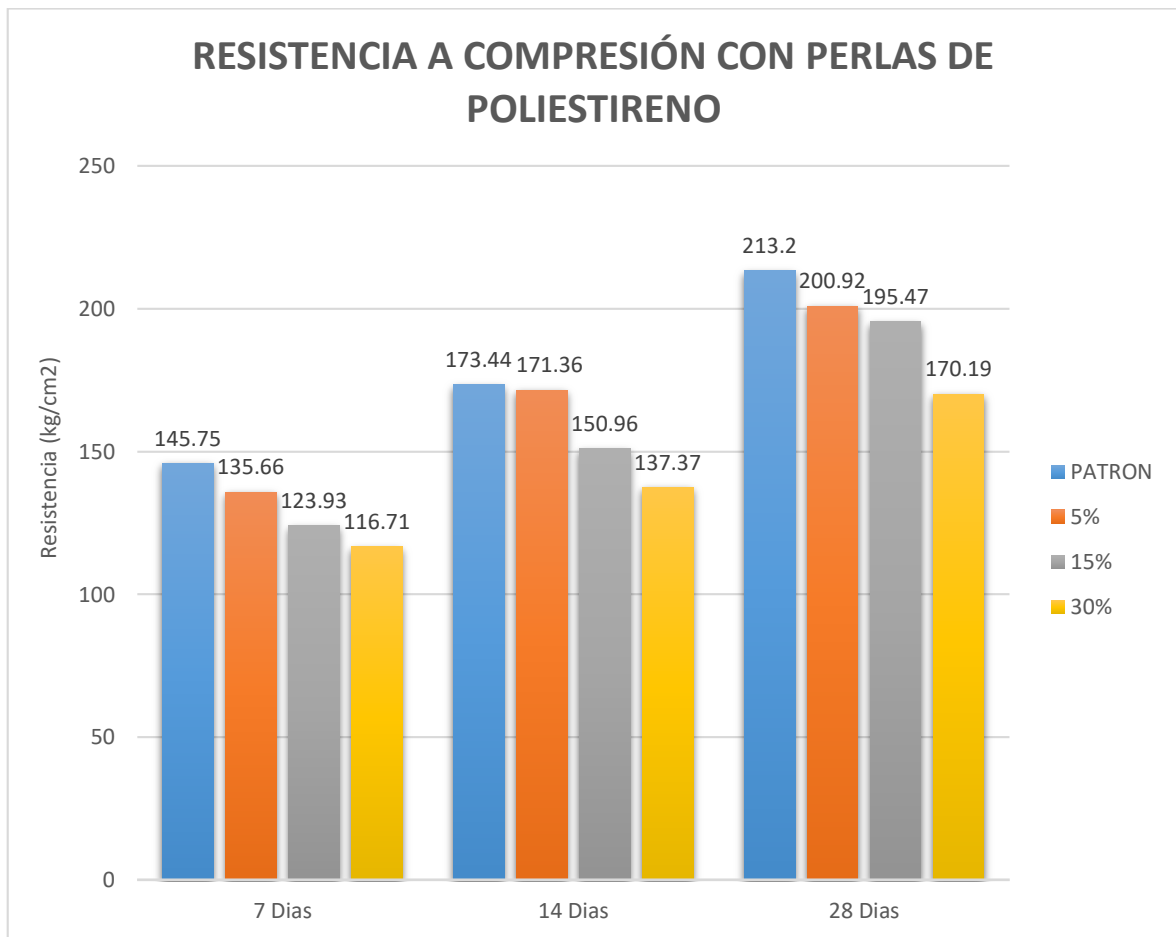
**CUADRO GENERAL**

Sin Aditivo		relacion	a/c =	0.56	DIMENSIONES						Peso Unitario	PROMEDIO
CODIGO	FECHA		poliestireno expandido (perlas)	EDAD dias	ALTURA	BASE	LARGO	AREA	VOLUMEN	PESO	gr/cm <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
	VACIADO	ENSAYO			cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>3</sup>	gr		
M-27	16/10/2020	13/11/2020	0.00%	28	15.15	15.20	45.10	230.28	10385.63	25081.29	2.4150	2431
M-28	16/10/2020	13/11/2020	0.00%	28	15.15	14.90	45.70	225.74	10316.09	25076.97	2.4309	
M-29	16/10/2020	13/11/2020	0.00%	28	15.10	14.90	45.80	224.99	10304.54	25228.33	2.4483	
M-30	16/10/2020	13/11/2020	5.00%	28	15.20	15.10	45.40	229.52	10420.21	24178.04	2.3203	
M-31	16/10/2020	13/11/2020	5.00%	28	15.25	15.00	46.00	228.75	10522.50	24104.72	2.2908	2315
M-32	16/10/2020	13/11/2020	5.00%	28	15.20	15.00	45.50	228.00	10374.00	24216.76	2.3344	
M-33	16/10/2020	13/11/2020	15.00%	28	15.40	15.00	45.10	231.00	10418.10	23761.30	2.2808	2284
M-34	16/10/2020	13/11/2020	15.00%	28	15.20	15.20	44.90	231.04	10373.70	23909.32	2.3048	
M-35	16/10/2020	13/11/2020	15.00%	28	15.20	15.20	45.00	231.04	10396.80	23750.49	2.2844	
M-36	16/10/2020	13/11/2020	15.00%	28	15.30	15.10	45.30	231.03	10465.66	23727.10	2.2671	
M-37	16/10/2020	13/11/2020	30.00%	28	15.40	15.20	45.00	234.08	10533.60	23318.23	2.2137	2232
M-38	16/10/2020	13/11/2020	30.00%	28	15.30	15.10	45.40	231.03	10488.76	23500.85	2.2406	
M-39	16/10/2020	13/11/2020	30.00%	28	15.20	15.20	45.80	231.04	10581.63	23446.20	2.2157	
M-40	16/10/2020	13/11/2020	30.00%	28	15.20	15.00	45.40	228.00	10351.20	23362.85	2.2570	

## Gráficos Y Resultados

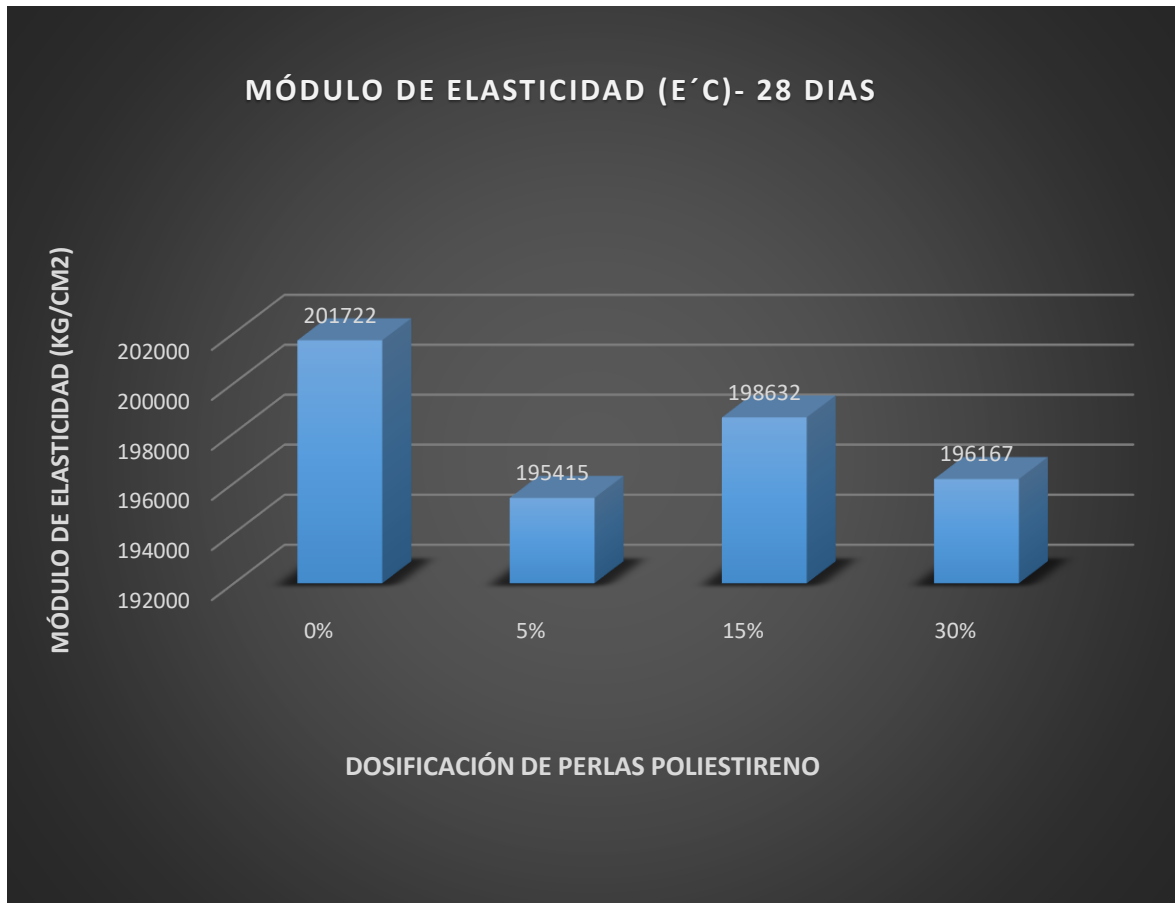
### Ensayo a compresión

Concreto F' C=210kg/Cm2		Dosificación			
		0%	5%	15%	30%
Edad	7 Dias	145.75	135.66	123.93	116.71
	14 Dias	173.44	171.36	150.96	137.37
	28 Dias	213.20	200.92	195.47	170.19



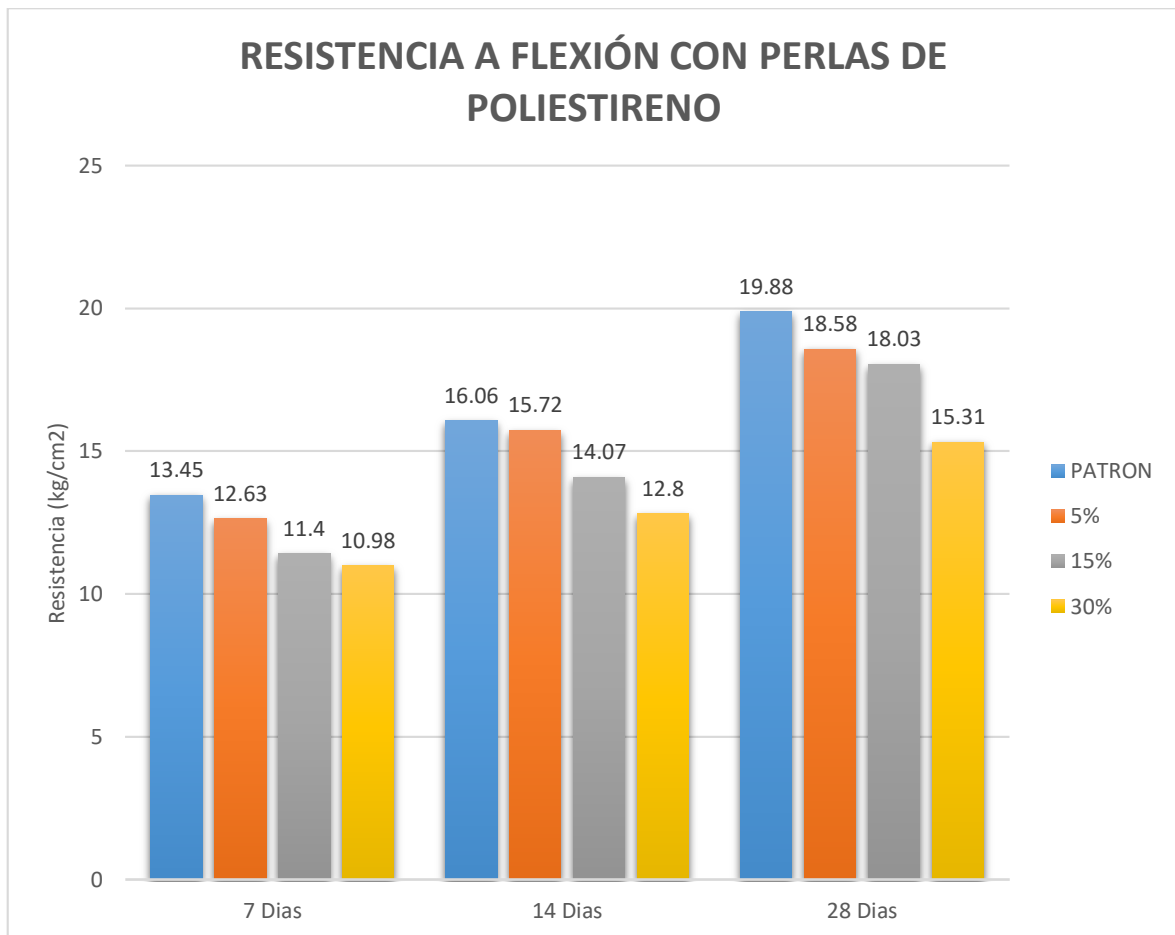
## Ensayo de Módulo de elasticidad

		Dosificación			
		0%	5%	15%	30%
Concreto F' C=210 kg/Cm2					
Edad	28 Dias	201722	195415	198632	196167



## Ensayo a flexión

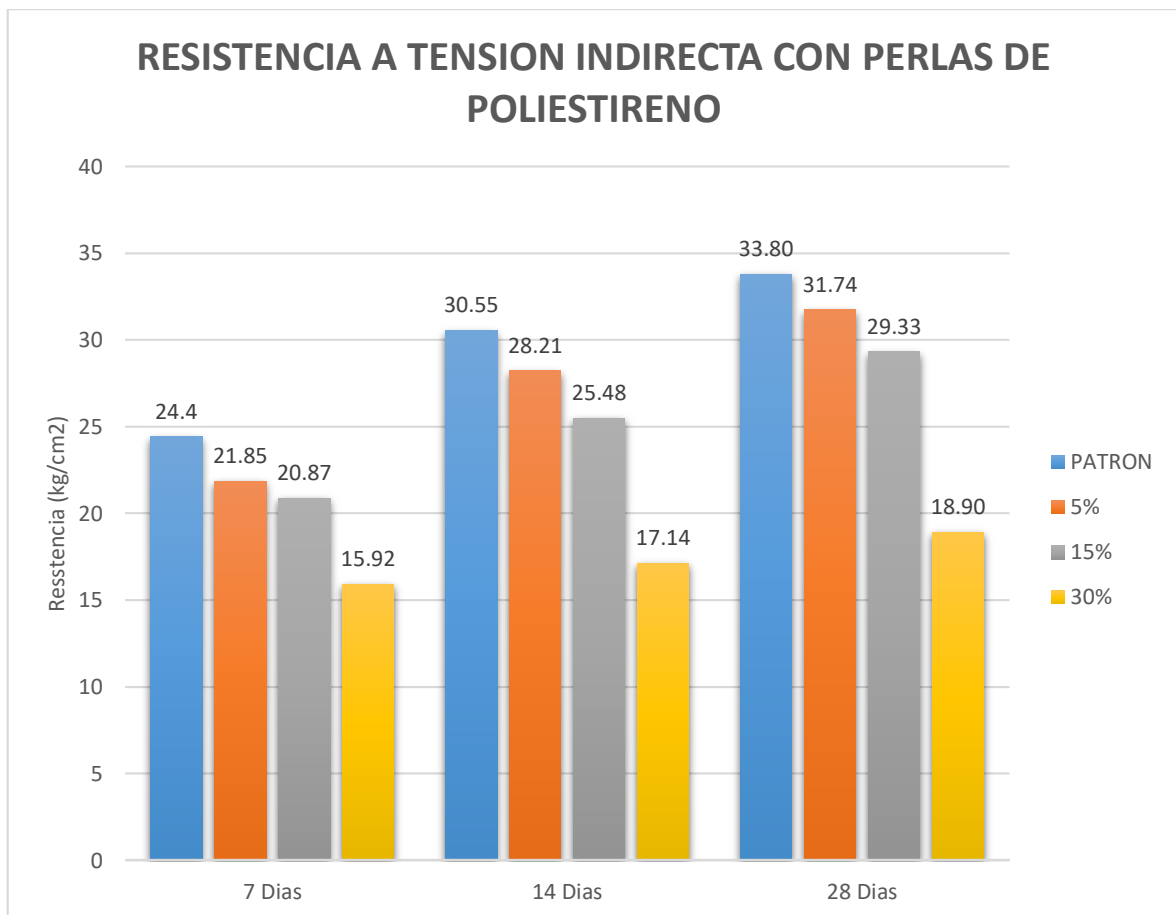
Concreto F' C=210 kg/Cm2		Dosificación			
		0%	5%	15%	30%
Edad	7 Dias	13.45	12.63	11.40	10.98
	14 Dias	16.06	15.72	14.07	12.80
	28 Dias	19.88	18.58	18.03	15.31





## Ensayo de resistencia a tensión indirecta

Concreto F´C=210 kg/cm2		Dosificación			
		0%	5%	15%	30%
Edades	7 Dias	24.40	21.85	20.87	15.92
	14 Dias	30.55	28.21	25.48	17.14
	28 Dias	33.80	31.74	29.33	18.90



## Anexo 6

### PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Tamizado de agregado grueso



Fotografía 2. Peso unitario agregado grueso



Fotografía 3. Secado de los agregados



Fotografía 4. Toma de datos granulometria



Fotografía 5. Granulometria de agregados



Fotografía 6. Absorción específica



Fotografía 7. Agregado fino



Fotografía 8. Peso unitario agregado fino



Fotografía 9. Peso del agregado fino



Fotografía 10. Tamizado de Agregado fino



Fotografía 11. Peso del agregado grueso



Fotografía 12. Peso unitario agregado grueso





Fotografía 13. Perlas de poliestireno



Fotografía 14. Cono de Abrams



Fotografía 15. Preparando mezcla de concreto



Fotografía 16. briquetas de concreto fresco



Fotografía 17. Cemento Portland Tipo IP



Fotografía 18. Briquetas de concreto





Fotografía 19. Slump concreto aligerado 5%



Fotografía 20. Slump concreto aligerado 30%



Fotografía 21. Viguetas de concreto



Fotografía 22. Slump concreto aligerado 15%



Fotografía 23. Maquina de compresión (f'c)



Fotografía 24. Ensayo modulo de elasticidad



Fotografía 25. Ensayo a flexión 15%



Fotografía 26. Ensayo a compresión 15%



Fotografía 27. Ensayo a compresión 5%



Fotografía 28. Ensayo tensión indirecta 5%



Fotografía 29. Ensayo a compresión 30%

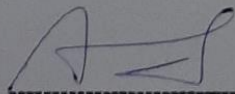


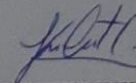
Fotografía 30. Módulo de elasticidad al 15%



## Anexo 7: Certificado de laboratorio

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	
PROYECTO:	
"ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"	
UBICACIÓN:	
Localiz.	CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI
Distrito	WANCHAQ
Provincia	CUSCO
Region	CUSCO
SOLICITA:	
ENCISO CARPIO GIANCARLO RAUL	
CANTERAS :	
Agregado	1 A.F. Arena Gruesa - huambutio
Agregado	2 A.G: Piedra Chancada de 1/2" y 3/4" - Vicho
CEMENTO :	
YURA	Portland - Tipo IP
RESISTENCIA:	
F'c = 210 Kg/cm <sup>2</sup>	
SEPTIEMBRE 2020	

  
Ing. Abelardo Abarca Ancori  
Reg. CIP 63816  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

  
  
Kely Candia Torres  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 179543  
CIV N° 633057CZBX



CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS  
NTP-339.128 - ASTM-D4318

CODIGO :

REVISADO :

PAGINA :

Proyecto : "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO  
LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA  
CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"

Solicita : ENCISO CARPIO  
GIANCARLO RAUL

Ubicación : CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI

Cantera : A.G. Agregado Grueso 1/2" y 3/4" (cantera vicho)

Fecha : SEPTIEMBRE 2020

Extracción : Proporcionado por el Solicitante

Resp. Lab.: M.O.P.

0

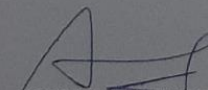
**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO**

MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	43.70	47.81	45.76
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	318.10	290.82	301.28
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	311.66	285.19	296.14
Peso del Agua (gr)	6.44	5.63	5.14
Peso de la Muestra Seca (gr)	267.96	237.38	250.39
Contenido de Humedad	2.40%	2.37%	2.05%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 2.28%

  
Ing. Abelardo Abarca Ancori  
Reg. CIP 63816  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

  
  
Kely Candia Torres  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 179648  
CIV N° 012018VCZRK





CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS  
NTP-339.128 - ASTM-D4318

CODIGO :  
REVISADO :  
PAGINA :

Proyecto : "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO  
LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA  
Ubicación : CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI  
Cantera : A.F. Arena Gruesa - huambutio  
Extracción : Proporcionado por el Solicitante

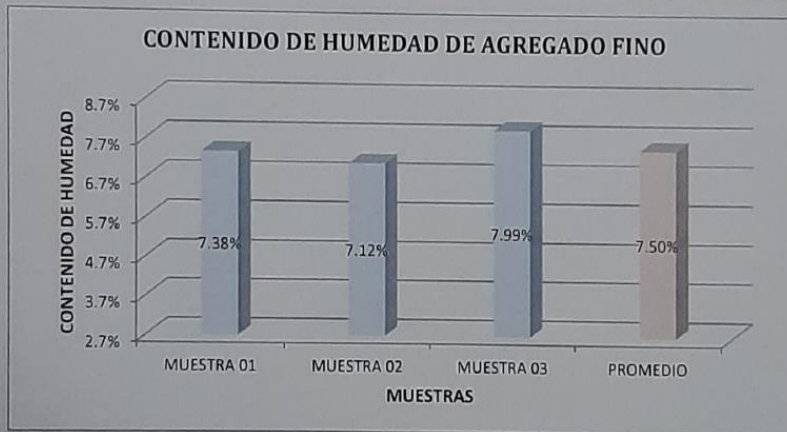
Solicita : ENCISO CARPIO  
GIANCARLO RAUL

Fecha : SEPTIEMBRE 2020  
Resp. Lab.: M.O.P.


**CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO**

MTC E 108 - 2000, Basado en la Norma ASTM D-2216

DESCRIPCIÓN	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03
Peso de Capsula (gr)	48.60	44.78	46.54
Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr)	184.73	198.03	185.43
Peso de Capsula + Muestra Seca (gr)	175.37	187.84	175.15
Peso del Agua (gr)	9.36	10.19	10.28
Peso de la Muestra Seca (gr)	126.77	143.06	128.61
Contenido de Humedad	7.38%	7.12%	7.99%



CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL = 7.50%

  
Ing. Abelardo Abarca Ancori  
Reg. CIP 63818  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



  
Kely Candia Torrea  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 179648  
CIV N° 012018VCRX



**CARACTERÍSTICAS FÍSICAS  
AGREGADOS**  
NTP-339.128 - ASTM-D4318

CODIGO : \_\_\_\_\_  
REVISADO : \_\_\_\_\_  
PAGINA : \_\_\_\_\_

Proyecto :	"ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"	Solicita :	ENCISO CARPIO GIANCARLO RAUL
Ubicación :	CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI	Fecha :	SEPTIEMBRE 2020
Cantera :	A.G. Agregado Grueso 1/2" y 3/4" (cantera vicho)	Resp. Lab.:	M.O.P.
Extracción :	Proporcionado por el Solicitante		0

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO**  
MTC E 204 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-136 y AASHTO T-27

Antes del lavado  
Peso de la Muestra Seca = 2102.00 gr

Después del lavado  
Peso de la Muestra Seca = 2085.00 gr  
8.06%

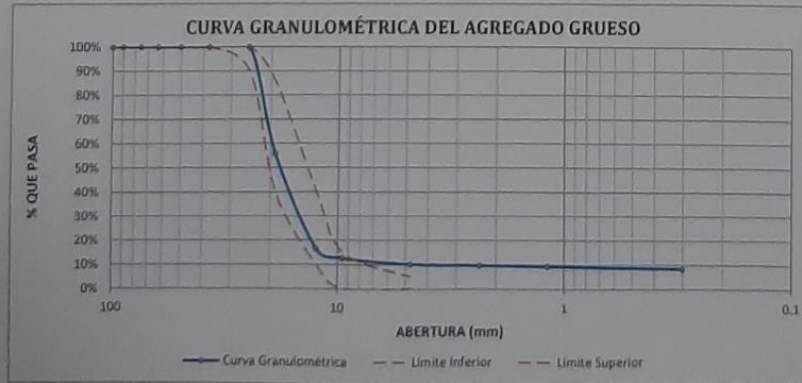
TAMIZ Nº	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO: 56	
						LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
4"	100	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
3½"	90	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
3"	75	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
2½"	63	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
2"	50	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
1½"	37.5	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
1"	25	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	90%	100%
¾"	19	917.00	43.98%	43.98%	56.02%	40%	85%
½"	12.5	818.00	39.23%	83.21%	16.79%	10%	40%
3/8"	9.5	87.00	4.17%	87.39%	12.61%	0%	15%
Nº 4	4.75	51.00	2.45%	89.83%	10.17%	0%	5%
Nº 8	2.36	10.00	0.48%	90.31%	9.69%		
Nº 16	1.18	8.00	0.38%	90.70%	9.30%		
Nº 50	0.30	18.00	0.86%	91.56%	8.44%		
Bandeja		8.00	0.38%	91.94%			

Total Fracción Retenida en Lavado = **1917.00**    **91.94%**

Fraciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra  
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 89.83%  
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 2.11%  
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 0.81%  
Total: 100.81%

Fración Gruesa  
% de grava = 97.70%  
% de arena = 2.30%  
Total = 100.00%

Huso: 56



Tamaño Máximo Absoluto = 1"      Tamaño Máximo Nominal = 3/4"

% RETENIDO ACUMULADO (3", 1½", 3/4", 3/8", Nº 4, Nº 8, Nº 16, Nº 30, Nº 50, Nº 100)

MÓDULO DE FINEZA = 6.77

*Ing. Abelardo Abarca Ancori*  
Reg. CIP 63816  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



*Kely Canalia Torres*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 17848  
CIV N° 012018VCCER



CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS  
NTP-339.128 - ASTM-D4318

CODIGO : \_\_\_\_\_

REVISADO : \_\_\_\_\_

PAGINA : \_\_\_\_\_

Proyecto : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO  
LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA  
Ubicación : CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI  
Cantera : A.F. Arena Gruesa - huambutio  
Extracción : Proporcionado por el Solicitante

Solicita : **ENCISO CARPIO  
GIANCARLO RAUL**

Fecha : **SEPTIEMBRE 2020**  
Resp. Lab.: **M.O.P.**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO**  
MTC E 204 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-136 y AASHTO T-27

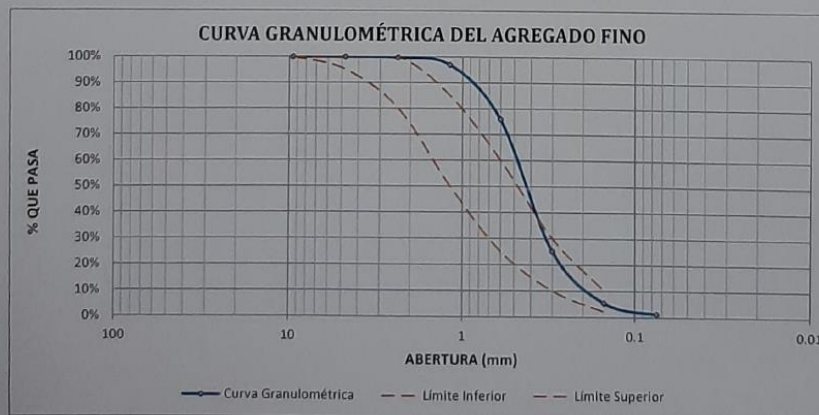
Antes del lavado  
Peso de la Muestra Seca = 2530.00 gr

Después del lavado  
Peso de la Muestra Seca = 2504.00 gr  
0.00%

TAMIZ Nº	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	HUSO	
						LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
3/8"	9.5	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	100%	100%
Nº 4	4.75	0.00	0.00%	0.00%	100.00%	95%	100%
Nº 8	2.36	7.00	0.28%	0.28%	99.72%	80%	100%
Nº 16	1.18	71.00	2.81%	3.08%	96.92%	50%	85%
Nº 30	0.600	532.00	21.03%	24.11%	75.89%	25%	60%
Nº 50	0.300	1280.00	50.59%	74.70%	25.30%	10%	30%
Nº 100	0.150	501.00	19.80%	94.51%	5.49%	2%	10%
Nº 200	0.075	107.00	4.23%	98.74%	1.26%		
Bandeja	6.00	6.00	0.24%	98.97%			
Total Fracción Retenida en Lavado =		<b>2504.00</b>	<b>98.97%</b>				

Fraciones de Grava, Arena y Finos de la Muestra  
% de grava (Retiene Tamiz Nº 4) = 0.00%  
% de arena (Pasa Nº 4 y Ret. Nº 200) = 98.74%  
% de finos (Pasa Tamiz Nº 200) = 1.26%  
Total: 100.00%

Fración Gruesa  
% de grava = 0.00%  
% de arena = 100.00%  
Total = 100.00%



$\sum$  % RETENIDO ACUMULADO (3/8", Nº 4, Nº 8, Nº 16, Nº 30, Nº 50, Nº 100)

El Módulo de Fineza recomendable estará entre 2.35 y 3.15

**MÓDULO DE FINEZA = 1.97**

Observaciones: Es una ARENA FINA, por lo que debe ser mezclada con una ARENA GRUESA

Ing. Abelardo Abarca Ancori  
Reg. CIP 63816  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Kely Candia Torres  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 179848  
CIV Nº 012018VCZRX





CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS  
NTP-339.128 - ASTM-D4318

CODIGO :

REVISADO :

PAGINA :

Proyecto : "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"

Solicita : ENCISO CARPIO  
GIANCARLO RAUL

Ubicación : CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI

Fecha : SEPTIEMBRE 2020

Cantera : A.G. Agregado Grueso 1/2" y 3/4" (cantera vicho)

Resp. Lab.: M.O.P.

Extracción : Proporcionado por el Solicitante

**CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 DEL AGREGADO GRUESO**

MTC E 202 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-117 y AASHTO T-11

DATOS DEL LAVADO DEL MATERIAL	
5078	
Peso de la Muestra Seca (gr) = 2102	
DESPUÉS DEL LAVADO	
Peso de la Muestra Seca (gr) = 2085	
Peso del Residuo Filtrado Seco (gr) = 16.93	

MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N° 200	
Material que pasa el tamiz N° 200 (gr)	17.00
Porcentaje de material fino que pasa el tamiz N° 200	0.8088%
Verificación	0.8054%
% de Error en Peso	0.41%

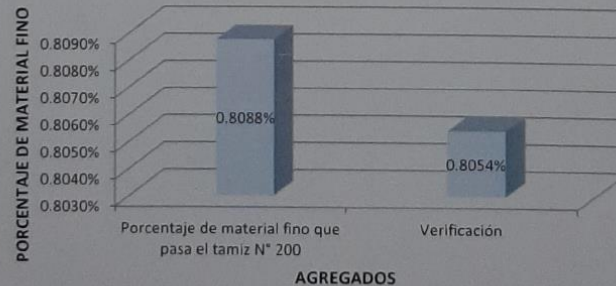
Fraciones Gruesa y Fina de la Muestra

Fración Fina (Pasa el Tamiz N° 200) = 0.81%

Fración Gruesa (Retiene el Tamiz N° 200) = 99.19%

Total: 100.00%

**CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 DEL AGREGADO GRUESO**



**MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 = 0.81%**

Ing. Abelardo Abarca Ancori  
Reg. CIP 63816  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Kely Candia Torres  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 179648  
CIV N° 012018VCZK



CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS  
NTP-339.128 - ASTM-D4318

CODIGO :

REVISADO :

PAGINA :

Proyecto : "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO  
LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA

Ubicación : CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI

Cantera : A.F. Arena Gruesa - huambutio

Extracción : Proporcionado por el Solicitante

Solicita : ENCISO CARPIO  
GIANCARLO RAUL

Fecha : SEPTIEMBRE 2020

Resp. Lab.: M.O.P.

**CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 DEL AGREGADO FINO**

MTC E 202 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-117 y AASHTO T-11

DATOS DEL LAVADO DEL MATERIAL	
ANTES DEL LAVADO	
Peso de la Muestra Seca (gr) = 2530	
DESPUÉS DEL LAVADO	
Peso de la Muestra Seca (gr) = 2504	
Peso del Residuo Filtrado Seco (gr) = 25.95	

MATERIAL MAS FINO QUE EL TAMIZ N° 200	
Material que pasa el tamiz N° 200 (gr)	26.00
Porcentaje de material fino que pasa el tamiz N° 200	1.0277%
Verificación	1.0257%
% de Error en Peso	0.19%

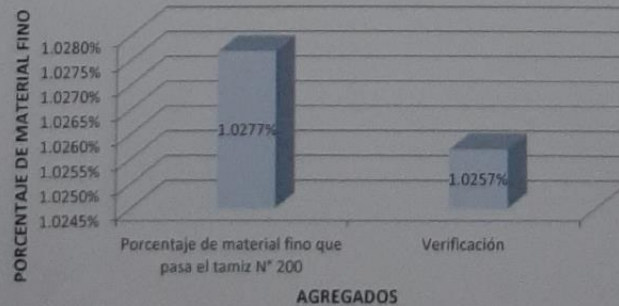
Fracciones Gruesa y Fina de la Muestra

Fracción Fina (Pasa el Tamiz N° 200) = 1.03%

Fracción Gruesa (Retiene el Tamiz N° 200) = 98.97%

Total: 100.00%

**CANTIDAD DE MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ  
N° 200 DEL AGREGADO FINO**



MATERIAL FINO QUE PASA EL TAMIZ N° 200 = 1.03%

Ing. Abelardo Abarca Ancori  
Reg. CIP 63816  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Kely Candia Torres  
INGENIERO CIVIL  
CIP 179848  
CIV N° 013018VCZRX





CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS  
NTP-339.128 - ASTM-D4318

CODIGO : \_\_\_\_\_

REVISADO : \_\_\_\_\_

PAGINA : \_\_\_\_\_

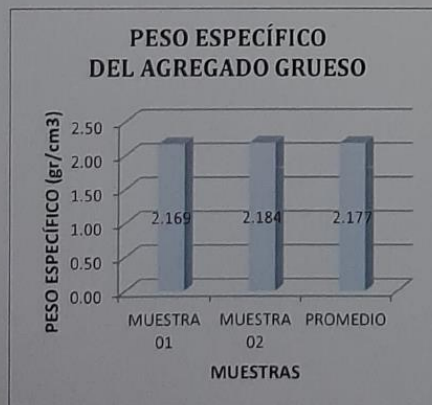
Proyecto : "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"	Solicita : <b>ENCISO CARPIO GIANCARLO RAUL</b>
Ubicación : <b>CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI</b>	Fecha : <b>SEPTIEMBRE 2020</b>
Cantera : <b>A.G. Agregado Grueso 1/2" y 3/4" (cantera vicho)</b>	Resp. Lab. : <b>M.O.P.</b>
Extracción : <b>Proporcionado por el Solidante</b>	0

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO**

MTC E 206 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-127 y AASHTO T-85

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Peso de la Muestra Seca (gr)	1559.97	1513.94
Temperatura del Agua (°C)	12.7	12.7
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (gr)	1825.90	1772.07
Peso de la Muestra Sumergida (gr)	839.60	819.60
Peso del Agua Desplazada (gr)	720.37	694.34
Peso Especifico a Temperatura de Ensayo (gr/cm <sup>3</sup> )	2.166	2.180
Factor de corrección por Temperatura	1.0016974	1.0016974
Peso del Agua Absorbida (gr)	265.93	258.13
Peso Especifico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.169	2.184
Capacidad de Absorción	17.047%	17.050%

% de Error		
Peso Especifico	0.69%	Ok!
Capacidad de Absorción	0.02%	Ok!



**PESO ESPECÍFICO = 2.18 gr/cm<sup>3</sup>**  
**CAPACIDAD DE ABSORCIÓN = 17.05%**

Ing. Abelardo Abarca Ancori  
Reg. CIP 63816  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Kely Candia Torres  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 12948  
CIV N° 013018VC2RX



**CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS  
NTP-339.128 - ASTM-D4318**

CODIGO : \_\_\_\_\_

REVISADO : \_\_\_\_\_

PAGINA : \_\_\_\_\_

Proyecto : **"ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA**  
Ubicación : **CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI**  
Cantera : **A.F. Arena Gruesa - huambutio**  
Extraccion : **Proporcionado por el Solicitante**

Solicita : **ENCISO CARPIO  
GIANCARLO RAUL**  
Fecha : **SEPTIEMBRE 2020**  
Resp. Lab.: **M.O.P.**

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**

MTC E 205 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-128 y AASHTO T-84

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Número de Picnómetro	8	8
Volumen del Picnómetro (ml)	250	500
Peso del Picnómetro (gr)	171.62	171.63
Peso de la Muestra Seca (gr)	379.95	369.40
Peso del Picnómetro + Agua + Muestra (gr)	913.08	909.85
Temperatura del Agua (°C)	15.0	15.0
Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca (gr)	427.21	415.51
Peso del Picnómetro + Agua (gr)	671.62	675.00
Peso de la Muestra Sumergida (gr)	241.46	234.85
Peso del Agua Desplazada (gr)	138.49	134.55
Peso Especifico a Temperatura de Ensayo (gr/cm3)	2.744	2.745
Factor de corrección por Temperatura	1.0014995	1.0014995
Peso del Agua Absorbida (gr)	47.26	46.11
Peso Especifico (gr/cm3)	2.748	2.750
Capacidad de Absorción	12.438%	12.482%

% de Error		
Peso Especifico	0.07%	Ok!
Capacidad de Absorción	0.35%	Ok!



**PESO ESPECÍFICO = 2.75 gr/cm3  
CAPACIDAD DE ABSORCIÓN = 12.46%**

*Abelardo Abarca Ancori*  
Ing. Abelardo Abarca Ancori  
Reg. CIP 83816  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

*Kely Candia Torres*  
Kely Candia Torres  
INGENIERO CIVIL  
CIP 179648  
CIV N° 013018VC2RX



CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS  
NTP-339.128 - ASTM-D4318

CODIGO : \_\_\_\_\_

REVISADO : \_\_\_\_\_

PAGINA : \_\_\_\_\_

Proyecto : "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO  
LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA  
CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"

Solicita : **ENCISO CARPIO  
GIANCARLO RAUL**

Ubicación : **CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI**

Fecha : **SEPTIEMBRE 2020**

Cantera : **A.G. Agregado Grueso 1/2" y 3/4" (cantera vicho)**

Resp. Lab.: **M.O.P.**

Extracción : **Proporcionado por el Solidante**

**PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO**

MTC E 203 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-29

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Número de Molde	P-9	P-9
Peso del Molde (gr)	6532.00	6532.00
Peso del Molde + Muestra Suelta (gr)	9353.00	9408.00
Peso de la Muestra Suelta (gr)	2821.00	2876.00
Altura del Molde (cm)	22,5	22,5
Diámetro del Molde (cm)	20,03	20,03
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	7089,81	7089,81
Peso Unitario Suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	0,398	0,406
Peso Especifico (kg/m <sup>3</sup> )	2176,65	2176,65
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	397,90	405,65
Porcentaje de Vacios	81,72%	81,36%

% de Error		
Peso Unitario Suelto	1,95%	Ok!
Porcentaje de Vacios	0,44%	Ok!



PESO UNITARIO SUELTO = 401.77 kg/m<sup>3</sup>  
PORCENTAJE DE VACIOS = 81.54%

*Ing. Abelardo Abarca Ancori*  
Reg. CIP 83816  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



*Kely Candia Torres*  
INGENIERO CIVIL  
CIP: 179548  
CIV N° 012018VCZRK





**CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS**  
NTP-339.128 - ASTM-D4318

CODIGO :

REVISADO :

PAGINA :

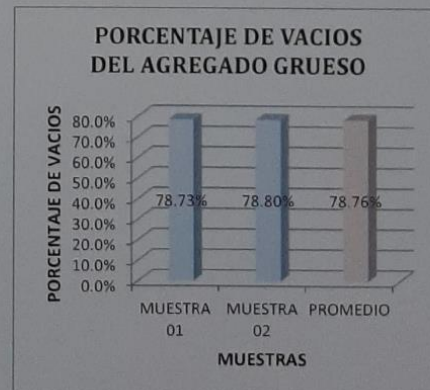
Proyecto :	"ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"	Solicita :	ENCISO CARPIO GIANCARLO RAUL
Ubicación :	CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI	Fecha :	SEPTIEMBRE 2020
Cantera :	A.G. Agregado Grueso 1/2" y 3/4" (cantera vicho)	Resp. Lab.:	M.O.P.
Extraccion :	Proporcionado por el Solicitante		9

**PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO GRUESO**

MTC E 203 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-29

DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Número de Capas	3	3
Número de Golpes	25	25
Número de Molde	P-9	P-9
Peso del Molde (gr)	6532.00	6532.00
Peso del Molde + Muestra Varillada (gr)	9815.00	9804.00
Peso de la Muestra Varillada (gr)	3283.00	3272.00
Altura del Molde (cm)	22.50	22.50
Diámetro del Molde (cm)	20.03	20.03
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	7089.81	7089.81
Peso Unitario Varillado (gr/cm <sup>3</sup> )	0.463	0.462
Peso Especifico (kg/m <sup>3</sup> )	2176.65	2176.65
Peso Unitario Varillado (kg/m <sup>3</sup> )	463.06	461.51
Porcentaje de Vacíos	78.73%	78.80%

% de Error		
Peso Unitario Varillado	0.34%	Ok!
Porcentaje de Vacíos	0.09%	Ok!



**PESO UNITARIO VARILLADO = 462.28 kg/m<sup>3</sup>**  
**PORCENTAJE DE VACIOS = 78.76%**

*Abelardo Abarca Ancori*  
Ing. Abelardo Abarca Ancori  
Reg. CIP 63816  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

*Kely Candia Torres*  
Kely Candia Torres  
INGENIERO CIVIL  
CIP 179648  
CIV N° 012018VC2RX



CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS  
NTP-339.128 - ASTM-D4318

CODIGO : \_\_\_\_\_  
REVISADO : \_\_\_\_\_  
PAGINA : \_\_\_\_\_

Proyecto : "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO  
LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA  
Ubicación : CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI  
Cantera : A.F. Arena Gruesa - huambutio  
Extraccion : Proporcionado por el Solicitante

Solicita : ENCISO CARPIO  
GIANCARLO RAUL  
Fecha : SEPTIEMBRE 2020  
Resp. Lab.: M.Q.P.

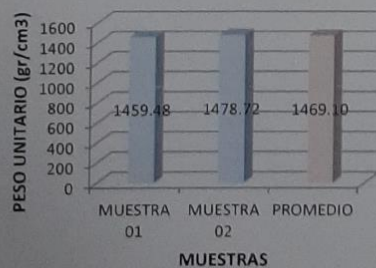
**PESO UNITARIO Y VACÍOS DEL AGREGADO FINO**

MTC E 203 - 2000, Basado en la Norma ASTM C-29

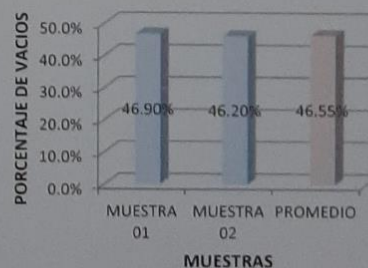
DATOS DEL ENSAYO	MUESTRA 01	MUESTRA 02
Número de Molde	P-7	P-7
Peso del Molde (gr)	6532.00	6532.00
Peso del Molde + Muestra Suelta (gr)	9643.00	9684.00
Peso de la Muestra Suelta (gr)	3111.00	3152.00
Altura del Molde (cm)	11.67	11.67
Diámetro del Molde (cm)	15.25	15.25
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	2131.57	2131.57
Peso Unitario Suelto (gr/cm <sup>3</sup> )	1.459	1.479
Peso Especifico (kg/m <sup>3</sup> )	2748.60	2748.60
Peso Unitario Suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1459.48	1478.72
Porcentaje de Vacíos	46.90%	46.20%

% de Error		
Peso Unitario Suelto	1.32%	Ok!
Porcentaje de Vacíos	1.51%	Ok!

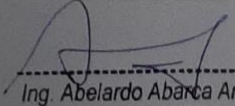
**PESO UNITARIO SUELTO  
DEL AGREGADO FINO**



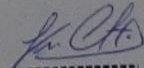
**PORCENTAJE DE VACIOS  
DEL AGREGADO FINO**




PESO UNITARIO SUELTO = 1469.10 kg/m<sup>3</sup>  
PORCENTAJE DE VACIOS = 46.55%

  
Ing. Abelardo Abarca Ancori  
Reg. CIP 63816  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



  
Kely Candia Torres  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 179648  
CIV N° 012018VC2RK



	<b>CARACTERISTICAS FISICAS AGREGADOS</b> NTP-339.128 - ASTM-D4318	CODIGO: _____ REVISADO: _____ PAGINA: _____
	Proyecto : "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020" Ubicación : CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI Diseño : DISEÑO DE MEZCLAS $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	Solicita : ENCISO CARPIO GIANCARLO RAUL Fecha : SEPTIEMBRE 2020 Res p. Lab.: M.O.P.

### DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

**1.- Condiciones de Diseño**

1.1.- Uso de Aditivos

Acelerador: NO

Incorporador de Aire: NO

1.2.- Tipo de Diseño, Resistencia y Asentamiento

Diseño por: Resistencia

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

Slump = 3"

**2.- Características de los Materiales**

2.1.- Cemento

Marca: Yura

Tipo: IP

Peso Específico: 2.85 gr/cm<sup>3</sup>

Peso Volumétrico: 1500 kg/m<sup>3</sup>

2.2.- Agua

Agua potable de la red pública

2.3.- Agregado Grueso A.G: Piedra Chancada de 1/2" y 3/4" - Vicho

Tipo de Agregado: triturado

Peso Específico: 2.18 gr/cm<sup>3</sup>

Contenido de Humedad: 2.28%

Capacidad de absorción: 17.05%

Porcentaje de Finos: 0.81%

Peso Unitario Varillado: 462.28 kg/m<sup>3</sup>

Tamaño Máximo Absoluto: 1"

Porcentaje de Vacíos Varillado: 78.76%

Tamaño Máximo Nominal: 3/4"

Peso Unitario Suelto: 401.77 kg/m<sup>3</sup>

Módulo de Fineza: 6.77

Porcentaje de Vacíos Suelto: 81.54%

2.4.- Agregado Fino A.F. Arena Gruesa - huambutio

Tipo de Agregado: Arena gruesa

Peso Específico: 2.75 gr/cm<sup>3</sup>

Contenido de Humedad: 7.50%

Capacidad de absorción: 12.46%

Porcentaje de Finos: 1.03%

Peso Unitario Suelto: 1469.10 kg/m<sup>3</sup>

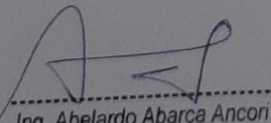
Módulo de Fineza: 1.97

Porcentaje de Vacíos Suelto: 46.55%

2.5.- Aditivos

Plastificante: Ninguno

Incorporador de Aire: Ninguno

  
 Ing. Abelardo Abarca Ancori  
 Reg. CIP 63816  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

  
 Kely Candia Torres  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 179643  
 CIV N° 012018VC2RX



CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS  
NTP-339.128 - ASTM-D4318

CODIGO: \_\_\_\_\_

REVISADO: \_\_\_\_\_

PAGINA: \_\_\_\_\_

Proyecto	: "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"	Solicita	: ENCISO CARPIO GIANCARLO RAUL
Ubicación	: CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI	Fecha	: SEPTIEMBRE 2020
Diseño	: DISEÑO DE MEZCLAS $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$	Res p. Lab.:	: M.O.P.

**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

**3.- Resistencia de Diseño**

**3.1.- Selección de la Resistencia Requerida  $f'cr$**

Cuando no se conocen estadísticas de la resistencia del concreto (Factor de Seguridad). Según Norma E.060 Concreto Armado, Capítulo 3 Requisitos de la Construcción, Artículo 4.3.2 Cálculo de la Resistencia Promedio Requerida, Tabla 4.3.2b. Se pueden tomar los valores siguientes:

$f'c < 210 \text{ kg/cm}^2$	$f'cr = f'c + 70 \text{ kg/cm}^2$
$210 \text{ kg/cm}^2 \leq f'c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$	$f'cr = f'c + 84 \text{ kg/cm}^2$
$350 \text{ kg/cm}^2 < f'c$	$f'cr = f'c + 98 \text{ kg/cm}^2$

Por lo tanto la Resistencia Promedio Requerida será:  $f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$

**4.- Volumen de Agua y Contenido de Aire Atrapado por metro cúbico de Concreto**  
Asentamiento = 3"

Tamaño Máximo Nominal = 3/4"

**4.1.- Selección del Volumen de Agua por metro cúbico de Concreto**

Por lo tanto el Volumen de Agua será: 190 lt/m<sup>3</sup>

**4.2.- Selección del Contenido de Aire Atrapado por metro cúbico de Concreto**

Por lo tanto el Volumen de Aire será: 2.00%

**5.- Relación Agua/Cemento y Contenido de Cemento**

Diseño por Resistencia

$f'cr = 294 \text{ kg/cm}^2$

**5.1.- Selección de la relación Agua/Cemento por Resistencia**

Agua/Cemento = 0.56

**5.2.- Cálculo del contenido de Cemento**

Cantidad de Cemento = 340.26 kg/m<sup>3</sup>

Factor Cemento = 8.01 bolsas/m<sup>3</sup>

**6.- Cálculo del Volumen Absoluto de la pasta por metro cúbico**


Materiales	Peso (kg)	PE (kg/m <sup>3</sup> )	Vol. Abs. (m <sup>3</sup> )
Cemento	340.26	2850	0.1194
Agua	190.00	1000	0.1900
Aire	2.00%	-	0.0200

Volumen Absoluto = 0.3294 m<sup>3</sup>

Ing. Abelardo Abarca Ancori  
Reg. CIP 63816  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Kety Camelia Torres  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 179648  
CIV N° 012018VC2RX

	<b>CARACTERISTICAS FISICAS AGREGADOS</b> NTP-339.128 - ASTM-D4318		CODIGO: _____
			REVISADO: _____
			PAGINA: _____
Proyecto :	<b>ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"</b>	Solicita :	<b>ENCISO CARPIO GIANCARLO RAUL</b>
Ubicación :	<b>CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI</b>	Fecha :	<b>SEPTIEMBRE 2020</b>
Diseño :	<b>DISEÑO DE MEZCLAS f'c = 210Kg/cm2</b>	Res p. Lab.:	<b>M.O.P.</b>

**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO f'c=210 kg/cm2**

- 7.- Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los Agregados Grueso y Fino  
 Volumen Absoluto de los Agregados = 0.6706 m3

- 7.1.- Cálculo del Volumen Absoluto del Agregado Grueso (Método: PU Varillado Agr. Grueso)  
 Tamaño Máximo Nominal = 3/4"  
 Módulo de Fineza del Agregado Fino = 1.97  
 Factor de Agregado Grueso (b/bo) = 0.70  
 Peso Unitario Varillado del Agregado Grueso = 462.28 kg/m3  
 Peso del Agregado Grueso = 325.13 kg  
 Peso Especifico del Agregado Grueso = 2.18 gr/cm3  
 Volumen Absoluto del Agregado Grueso = 0.1494 m3

- 7.2.- Cálculo del Volumen Absoluto del Agregado Grueso (Método: Combinación de MF)  
 Tamaño Máximo Nominal = 3/4"  
 Bolsas de Cemento por metro cúbico = 8.01 bolsas/m3  
 Módulo de Fineza de la Combinación de Agregados = 5.11  
 Módulo de Fineza del Agregado Grueso = 6.77  
 Módulo de Fineza del Agregado Fino = 1.97  
 % de Agregado Grueso = 65.49%  
 Volumen Absoluto de los Agregados = 0.6706 m3  
 Volumen Absoluto del Agregado Grueso = 0.4392 m3

- 7.3.- Cálculo de los Volúmenes Absolutos de los Agregados Grueso y Fino  
 Volumen Absoluto del Agregado Grueso = 0.1494 m3 (Método: PU Varillado Agr. Grueso)  
 Volumen Absoluto del Agregado Fino = 0.5212 m3

- 8.- Cálculo de los Pesos Secos de los Agregados Grueso y Fino  
 Peso Especifico del Agregado Grueso = 2.18 gr/cm3  
 Peso Especifico del Agregado Fino = 2.75 gr/cm3  
 Peso Seco del Agregado Grueso = 325.13 kg/m3  
 Peso Seco del Agregado Fino = 1432.67 kg/m3

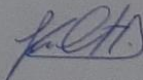
- 9.- Pesos Secos de los Materiales por metro cúbico

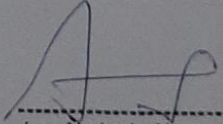
Materiales	Pesos Secos (kg/m3)
Cemento	340.26
Agua	190.00
Agregado Grueso	325.13
Agregado Fino	1432.67

Total = 2288.06 kg/m3

- 10.- Corrección de los Agregados por Humedad  
 Peso Seco del Agregado Grueso = 325.13 kg/m3  
 Peso Seco del Agregado Fino = 1432.67 kg/m3  
 Contenido de Humedad del Agregado Grueso = 2.28%  
 Contenido de Humedad del Agregado Fino = 7.50%  
 Peso Húmedo del Agregado Grueso = 332.53 kg/m3  
 Peso Húmedo del Agregado Fino = 1540.12 kg/m3



  
 Kely Candia Torres  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 179848  
 CIV N° 012018VC2RX

  
 Ing. Abelardo Abarca Ancori  
 Reg. CIP 63816  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA





CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS  
NTP-339.128 - ASTM-D4318

CODIGO:

REVISADO:

PAGINA:

Proyecto :	"ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"	Solicita :	ENCISO CARPIO GIANCARLO RAUL
Ubicación :	CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI	Fecha :	SEPTIEMBRE 2020
Diseño :	DISEÑO DE MEZCLAS F'C = 210Kg/cm <sup>2</sup>	Res p. Lab.:	M.O.P.

**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$**

11.- Ajustes por Humedad y Absorción de los agregados

Capacidad de absorción del Agregado Grueso = 17.05%  
Capacidad de absorción del Agregado Fino = 12.46%  
Ajuste de Agua del Agregado Grueso = 48.03 lt  
Ajuste de Agua del Agregado Fino = 71.07 lt  
Ajuste Total de Agua = 119.10 lt  
Agua de Diseño = 190 lt/m<sup>3</sup>  
Agua Efectiva = 309 lt/m<sup>3</sup>

12.- Pesos Corregidos de los Materiales por metro cúbico

Materiales	Pesos Húmedos (kg/m <sup>3</sup> )
Cemento	357.27
Agua	324.56
Agregado Grueso	349.16
Agregado Fino	1617.13

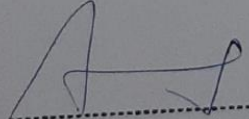
Total = 2648.11 kg/m<sup>3</sup>

13.- Proporción en Peso

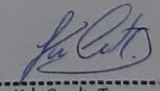
Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso	Agua
1 kg	4.53 kg	0.98 kg	0.908 lt

14.- Proporción en Peso por tandas de una bolsa de Cemento

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso	Agua
1 bolsa	192.37 kg	41.54 kg	38.61 lt

  
Ing. Abelardo Abarca Ancori  
Reg. CIP 63816  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



  
Kely Candia Torres  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 179548  
CIV N° 012019VC2RX



CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS  
NTP-339.128 - ASTM-D4318

CODIGO :

REVISADO :

PAGINA :

Proyecto	: "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"	Solicita	: ENCISO CARPIO GIANCARLO RAUL
Ubicación	: CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI	Fecha	: SEPTIEMBRE 2020
Diseño	: DISEÑO DE MEZCLAS F'C = 210Kg/cm <sup>2</sup>	Res p. Lab.	: M.O.P.

**DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>**

15.- Proporción en Peso por tandas de un metro cúbico de Concreto

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso	Agua
8.41 bolsas	1617.13 kg	349.16 kg	324.56 lt

16.- Cálculo de los Materiales en Volumen por metro cúbico

Materiales	Peso Húmedo (kg)	Peso Unitario (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )
Cemento	357.27	1500.00	0.2382
Agua Efectiva	324.56	1000.00	0.3246
Agregado Grueso	349.16	401.77	0.8690
Agregado Fino	1617.13	1469.10	1.1008

17.- Proporción en Volumen

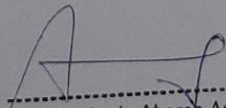
Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso	Agua
1 m <sup>3</sup>	4.62 m <sup>3</sup>	3.65 m <sup>3</sup>	1362.64 lt

18.- Proporción en Volumen por tandas de una bolsa de Cemento

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso	Agua
1 bolsa	0.1309 m <sup>3</sup>	0.1034 m <sup>3</sup>	38.61 lt
1 bolsa	4.62 pie <sup>3</sup>	3.65 pie <sup>3</sup>	38.61 lt

19.- Proporción en Volumen por tandas de un metro cúbico de Concreto

Cemento	Agreg. Fino	Agreg. Grueso	Agua
8.41 bolsas	1.1008 m <sup>3</sup>	0.8690 m <sup>3</sup>	324.56 lt
8.41 bolsas	38.85 pie <sup>3</sup>	30.67 pie <sup>3</sup>	324.56 lt

  
Ing. Abelardo Abarca Ancori  
Reg. CIP 63816  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



  
Kely Candia Torres  
INGENIERO CIVIL  
CIP 179648  
CIV N° 012013VC2RX





**PESO UNITARIO DE CONCRETO ENDURECIDO**  
NTP 339.059 - ASTM C-293

CODIGO :  
REVISADO :  
PAGINA :

Proyecto : "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"

Solicita : ENCISO CARPIO  
GIANCARLO RAUL

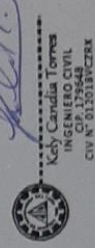
Ubicación : WANCHAQ  
Distrito : CUSCO  
Provincia : CUSCO

Fecha : SEPTIEMBRE 2020  
Resp. Lab. : M.O.P.

**CUADRO GENERAL**

Sin Aditivo	CODIGO	relacion		a/c = poliestireno expandido (perlas)	0,56 EDAD dias	DIMENSIONES						Peso Unitario		PROMEDIO kg/m3
		VACIADO	ENSAYO			ALTURA cm	BASE cm	LARGO cm	AREA cm2	VOLUMEN cm3	PESO gr	gr/cm3		
M-27	16/10/2020	13/11/2020	0.00%	28	15.15	15.20	45.10	230.28	10385.63	25081.29	2.4150	2431		
M-28	16/10/2020	13/11/2020	0.00%	28	15.15	14.90	45.70	225.74	10316.09	25076.97	2.4309	2431		
M-29	16/10/2020	13/11/2020	0.00%	28	15.10	14.90	45.80	224.99	10304.54	25228.33	2.4483	2431		
M-30	16/10/2020	13/11/2020	5.00%	28	15.20	15.10	45.40	229.52	10420.21	24178.04	2.3203	2315		
M-31	16/10/2020	13/11/2020	5.00%	28	15.25	15.00	46.00	228.75	10522.50	24104.72	2.2908	2315		
M-32	16/10/2020	13/11/2020	5.00%	28	15.20	15.00	45.50	228.00	10374.00	24216.76	2.3344	2315		
M-33	16/10/2020	13/11/2020	15.00%	28	15.40	15.00	45.10	231.00	10418.10	23761.30	2.2808	2284		
M-34	16/10/2020	13/11/2020	15.00%	28	15.20	15.20	44.90	231.04	10373.70	23909.32	2.3048	2284		
M-35	16/10/2020	13/11/2020	15.00%	28	15.20	15.20	45.00	231.04	10396.80	23750.49	2.2844	2284		
M-36	16/10/2020	13/11/2020	15.00%	28	15.30	15.10	45.30	231.03	10465.66	23727.10	2.2671	2284		
M-37	16/10/2020	13/11/2020	30.00%	28	15.40	15.20	45.00	234.08	10533.60	23318.23	2.2137	2232		
M-38	16/10/2020	13/11/2020	30.00%	28	15.30	15.10	45.40	231.03	10488.76	23500.85	2.2406	2232		
M-39	16/10/2020	13/11/2020	30.00%	28	15.20	15.20	45.80	231.04	10581.63	23446.20	2.2157	2232		
M-40	16/10/2020	13/11/2020	30.00%	28	15.20	15.00	45.40	228.00	10351.20	23362.85	2.2570	2232		

Ing. Abelardo Abarca Ancori  
Reg. CIP 63816  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



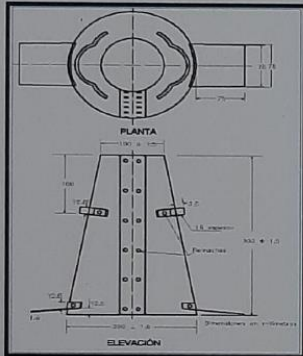




**CARACTERISTICAS FISICAS  
AGREGADOS**  
NTP-339.035 - ASTM-C143

CODIGO : \_\_\_\_\_  
REVISADO : \_\_\_\_\_  
PAGINA : \_\_\_\_\_

Proyecto : "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020" Ubicación : CUSCO AV. BRASIL C-4, URB. QUISPICANCHI Cantera : Agregado Fino: Proporcionado por el Solicitante Extracción : Proporcionado por el Solicitante	Solicita : ENCISO CARPIO GIANCARLO RAUL Fecha : OCTUBRE Resp. Lab.: M.O.P.
--	--



PROYECTO : "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"				
CONDICION DE REVENIMIENTO O SLUMP	SLUMP DISEÑO (pulg)	SLUMP IN SITU (cm)	SLUMP IN SITU (pulg)	factor de correcion de agua (gr)
mezcla en condicion de diseño	3	5.08	2	1.00
mezcla adicionada con 5.00 % de perlas de poliestireno expandido	3	4.3688	1.72	1.10
mezcla adicionada con 15.00 % de perlas de poliestireno expandido	3	4.0132	1.58	1.12
mezcla adicionada con 30.00 % de perlas de poliestireno expandido	3	3.5052	1.38	1.14

-----  
 Ing. Abelardo Abarca Ancori  
 Reg. CIP 63816  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

-----  
  
 Kely Candia Torres  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 179648  
 CIV N° 012018VC2RX



**ENSAYO DE COMPRESION  
PROBETA DE CONCRETO  
NTP 339.034 - ASTM C-39**

CODIGO: \_\_\_\_\_

REVISADO: \_\_\_\_\_

PAGINA: \_\_\_\_\_

Proyecto: "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"

Solicita: **ENCISO CARRIO  
GIANCARLO RAUL**

Ubicación: **WANCHAQ**

Fecha: **NOVIEMBRE**

Distrito: **CUSCO**

Provincia: **CUSCO**


Resp. Lab.: **M.O.P.**

**CUADRO GENERAL**

Sin Aditivo	relacion		a/c = poliestireno	0.56	EDAD dias	DIMENSIONES			FUERZA APLICADA		ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	PROMEDIO kg/cm <sup>2</sup>
	CODIGO	FECHA				DIAM. cm	ALTURA cm	AREA cm <sup>2</sup>	lb-f	kg-f		
		PROBETA									VACIADO	ENSAYO
M-01	16/10/20	23/10/20	0.00%	7	15.20	29.90	181.46	84314	38279	143.45		
M-02	16/10/20	23/10/20	0.00%	7	14.90	29.60	174.37	84310	38277	149.27	145.75	
M-03	16/10/20	23/10/20	0.00%	7	14.95	30.20	175.54	82174	37307	144.52		
M-04	16/10/20	23/10/20	5.00%	7	14.95	29.70	175.54	78173	35490	137.48		
M-05	16/10/20	23/10/20	5.00%	7	15.15	30.10	180.27	78900	35821	135.12	135.66	
M-06	16/10/20	23/10/20	5.00%	7	15.00	30.10	176.71	76910	34917	134.36		
M-07	16/10/20	23/10/20	15.00%	7	14.75	29.60	170.87	68432	31068	123.64		
M-08	16/10/20	23/10/20	15.00%	7	14.80	30.00	172.03	68321	31018	122.60	123.93	
M-09	16/10/20	23/10/20	15.00%	7	15.05	30.20	177.89	72349	32846	125.56		
M-10	16/10/20	23/10/20	30.00%	7	14.75	29.90	170.87	64491	29279	116.52		
M-11	16/10/20	23/10/20	30.00%	7	14.95	30.10	175.54	65123	29566	114.53	116.71	
M-12	16/10/20	23/10/20	30.00%	7	15.20	29.80	181.46	69202	31418	117.74		
M-13	16/10/20	23/10/20	30.00%	7	15.30	30.20	183.85	70298	31915	118.04		
M-14	16/10/20	30/10/20	0.00%	14	15.10	29.60	179.08	85918	39007	176.43		
M-15	16/10/20	30/10/20	0.00%	14	14.80	30.10	172.03	79279	35993	169.47	173.44	
M-16	16/10/20	30/10/20	0.00%	14	15.05	30.20	177.89	84378	38308	174.43		
M-17	16/10/20	30/10/20	5.00%	14	14.60	29.60	167.42	80308	36460	176.40		
M-18	16/10/20	30/10/20	5.00%	14	14.85	30.00	173.20	83738	38017	177.80	171.36	
M-19	16/10/20	30/10/20	5.00%	14	15.20	29.80	181.46	78886	35814	159.87		
M-20	16/10/20	30/10/20	15.00%	14	15.05	29.90	177.89	72043	32708	148.93		
M-21	16/10/20	30/10/20	15.00%	14	14.85	30.00	173.20	73800	33505	156.69	150.96	
M-22	16/10/20	30/10/20	15.00%	14	15.10	30.10	179.08	71706	32555	147.25		
M-23	16/10/20	30/10/20	30.00%	14	15.35	29.60	185.06	70424	31972	139.94		
M-24	16/10/20	30/10/20	30.00%	14	15.10	29.90	179.08	66354	30125	136.26	137.37	
M-25	16/10/20	30/10/20	30.00%	14	14.65	30.10	168.56	62781	28503	136.96		
M-26	16/10/20	30/10/20	30.00%	14	15.10	29.70	179.08	66377	30135	136.31		
M-27	16/10/20	13/11/20	0.00%	28	15.00	30.10	176.71	81904	37184	210.42		
M-28	16/10/20	13/11/20	0.00%	28	15.10	30.00	179.08	86356	39206	218.93	213.20	
M-29	16/10/20	13/11/20	0.00%	28	14.85	29.60	173.20	80213	36417	210.26		
M-30	16/10/20	13/11/20	5.00%	28	15.10	30.20	179.08	78889	35816	200.00		
M-31	16/10/20	13/11/20	5.00%	28	15.15	29.80	180.27	79540	36111	200.32	200.92	
M-32	16/10/20	13/11/20	5.00%	28	14.70	30.00	169.72	75681	34359	202.45		
M-33	16/10/20	13/11/20	15.00%	28	15.35	30.10	185.06	78617	35692	192.87		
M-34	16/10/20	13/11/20	15.00%	28	14.60	29.90	167.42	68943	31300	186.96	195.47	
M-35	16/10/20	13/11/20	15.00%	28	15.25	30.20	182.65	73207	33236	181.96		
M-36	16/10/20	13/11/20	15.00%	28	14.95	29.70	175.54	85097	38634	220.09		
M-37	16/10/20	13/11/20	30.00%	28	14.95	30.10	175.54	65881	29910	170.39		
M-38	16/10/20	13/11/20	30.00%	28	14.60	29.80	167.42	62312	28290	168.98	170.19	
M-39	16/10/20	13/11/20	30.00%	28	14.85	30.20	173.20	65350	29669	171.30		
M-40	16/10/20	13/11/20	30.00%	28	15.00	30.20	176.71	66210	30059	170.10		

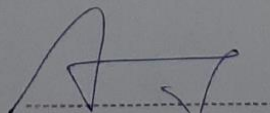
Ing. Abelardo Abarca Ancori  
 Reg. CIP 63816  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Kelly Caruana Torres  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 179448  
 CIV N° 21121872228

	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXION DE VIGAS DE CONCRETO</b> NTP 339.059 - ASTM C-293			CODIGO: REVISADO: PAGINA:
	Proyecto: "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"			Solicita: ENCISO CARPIO GIANCARLO RAUL
Ubicación: WANCHAO Distrito: CUSCO Provincia: CUSCO				Fecha: NOVIEMBRE Resp. Lab.: M.O.P.

### CUADRO GENERAL

Sin Aditivo	relacion	a/c =	0.56	DIMENSIONES				FUERZA APLICADA		ESFUERZO	PROMEDIO	
CODIGO	FECHA		EDAD	poliestireno expandido (perlas) dias	ALTURA	BASE	LARGO	AREA	lb-f	kg-f	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
	VACIADO	ENSAYO			cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>				
M-01	16/10/20	23/10/20	7	0.00%	14.95	15.20	44.60	227.24	10118	4593	13.75	
M-02	16/10/20	23/10/20	7	0.00%	15.45	15.20	45.60	234.84	10117	4593	13.30	13.45
M-03	16/10/20	23/10/20	7	0.00%	15.05	15.20	45.00	228.76	9861	4477	13.31	
M-04	16/10/20	23/10/20	7	5.00%	15.05	15.10	45.50	227.26	9381	4259	12.74	
M-05	16/10/20	23/10/20	7	5.00%	15.05	15.20	45.20	228.76	9468	4298	12.78	12.63
M-06	16/10/20	23/10/20	7	5.00%	15.25	15.10	44.80	230.28	9229	4190	12.37	
M-07	16/10/20	23/10/20	7	15.00%	15.25	15.20	45.40	231.80	8212	3728	10.94	
M-08	16/10/20	23/10/20	7	15.00%	15.00	14.90	46.00	223.50	8199	3722	11.32	11.40
M-09	16/10/20	23/10/20	7	15.00%	15.05	14.90	44.70	224.25	8682	3942	11.95	
M-10	16/10/20	23/10/20	7	30.00%	15.30	14.90	45.60	227.97	7739	3513	10.48	
M-11	16/10/20	23/10/20	7	30.00%	15.20	15.00	45.10	228.00	7815	3548	10.58	
M-12	16/10/20	23/10/20	7	30.00%	15.20	15.10	45.20	229.52	8304	3770	11.17	10.98
M-13	16/10/20	23/10/20	7	30.00%	14.95	14.90	45.20	222.76	8436	3830	11.69	
M-14	16/10/20	30/10/20	14	0.00%	15.20	15.10	44.60	229.52	10310	4681	16.52	
M-15	16/10/20	30/10/20	14	0.00%	15.10	15.00	45.70	226.50	9514	4319	15.45	16.06
M-16	16/10/20	30/10/20	14	0.00%	15.40	14.90	45.50	229.46	10125	4597	16.23	
M-17	16/10/20	30/10/20	14	5.00%	15.15	15.00	45.10	227.25	9637	4375	15.59	
M-18	16/10/20	30/10/20	14	5.00%	15.20	15.10	45.60	229.52	10049	4562	16.10	15.72
M-19	16/10/20	30/10/20	14	5.00%	15.10	14.90	45.00	224.99	9466	4298	15.47	
M-20	16/10/20	30/10/20	14	15.00%	15.30	15.10	45.80	231.03	8645	3925	13.76	
M-21	16/10/20	30/10/20	14	15.00%	15.10	14.90	44.80	224.99	8856	4021	14.47	14.07
M-22	16/10/20	30/10/20	14	15.00%	15.10	15.00	45.10	226.50	8605	3907	13.97	
M-23	16/10/20	30/10/20	14	30.00%	15.20	15.00	45.00	228.00	8451	3837	13.63	
M-24	16/10/20	30/10/20	14	30.00%	15.00	14.90	45.60	223.50	7962	3615	13.10	
M-25	16/10/20	30/10/20	14	30.00%	15.25	15.20	45.30	231.80	7534	3420	11.95	12.80
M-26	16/10/20	30/10/20	14	30.00%	15.40	15.20	45.90	234.08	7965	3616	12.51	
M-27	16/10/20	13/11/20	28	0.00%	15.15	15.20	45.10	230.28	9828	4462	19.38	
M-28	16/10/20	13/11/20	28	0.00%	15.15	14.90	45.70	225.74	10363	4705	20.84	19.88
M-29	16/10/20	13/11/20	28	0.00%	15.10	14.90	45.80	224.99	9626	4370	19.42	
M-30	16/10/20	13/11/20	28	5.00%	15.20	15.10	45.40	229.52	9467	4298	18.73	
M-31	16/10/20	13/11/20	28	5.00%	15.25	15.00	46.00	228.75	9545	4333	18.94	18.58
M-32	16/10/20	13/11/20	28	5.00%	15.20	15.00	45.50	228.00	9082	4123	18.08	
M-33	16/10/20	13/11/20	28	15.00%	15.40	15.00	45.10	231.00	9434	4283	18.54	
M-34	16/10/20	13/11/20	28	15.00%	15.20	15.20	44.90	231.04	8273	3756	16.26	
M-35	16/10/20	13/11/20	28	15.00%	15.20	15.20	45.00	231.04	8785	3988	17.26	18.03
M-36	16/10/20	13/11/20	28	15.00%	15.30	15.10	45.30	231.03	10212	4636	20.07	
M-37	16/10/20	13/11/20	28	30.00%	15.40	15.20	45.00	234.08	7906	3589	15.33	
M-38	16/10/20	13/11/20	28	30.00%	15.30	15.10	45.40	231.03	7477	3395	14.69	15.31
M-39	16/10/20	13/11/20	28	30.00%	15.20	15.20	45.80	231.04	7842	3560	15.41	
M-40	16/10/20	13/11/20	28	30.00%	15.20	15.00	45.40	228.00	7945	3607	15.82	

  
 Ing. Abelardo Abarca Ancori  
 Reg. CIP 63816  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

  
 Kely Candia Torres  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 179648  
 CIV N° 012018VCZRK





ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD  
PROBETAS DE CONCRETO  
ASTM C-469-94

CODIGO:  
REVISADO:  
PAGINA:

Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"

Solicita: ENCISO CARPIO  
GIANCARLO RAUL

Ubicación: WANCHAO  
Distrito: CUSCO  
Provincia: CUSCO

Fecha: NOVIEMBRE

Resp. Lab.: M.O.P.

FC	210.00	Kg/cm2
EDAD	28.00	DIAS

1) ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO:

RESISTENCIAS CON ADICION DE PERLAS DE POLIESTIRENO AL 0%										
Nº	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm2)	CARGA MAXIMA (kg-f)	RESISTENCIA MAXIMA (kg-f/cm2)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg-f/cm2)	% f'c	TIPO DE FALLA
M-01	210	23/10/2020	7	15.20	181.46	38278.65	210.95	214.33	102.06%	CONICA
M-02	210	23/10/2020	7	14.90	174.37	38276.88	219.52			CONICA
M-03	210	23/10/2020	7	14.95	175.54	37307.19	212.53	214.13	101.97%	CONICA
M-14	210	30/10/2020	14	15.10	179.08	39006.91	217.82			CONICA
M-15	210	30/10/2020	14	14.80	172.03	35992.87	209.22	213.20	101.53%	COLUMNAR
M-16	210	30/10/2020	14	15.05	177.89	38307.83	215.34			COLUMNAR
M-27	210	13/11/2020	28	15.00	176.71	37184.28	210.42	213.20	101.53%	CONICA
M-28	210	13/11/2020	28	15.10	179.08	39205.69	218.93			CONICA
M-29	210	13/11/2020	28	14.85	173.20	36416.60	210.26			CONICA

2) CURVA DE DESARROLLO



3) ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD EN PROBETAS DE CONCRETO A LOS 28 DIAS

carga maxima promedio a 28 dias 37602.19 kg-f  
40% de la carga maxima 15040.88 kg-f

DISEÑO	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	DEFORMACION LONGITUDINAL (mm)		DEFORMACION TRANSVERSAL (mm)		ESFUERZO (kg/cm2)	DEFORMACION UNITARIA LONGITUDINAL (mm/mm)	DEFORMACION UNITARIA TRANSVERSAL (mm/mm)
210	176.33	0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.000	0.00E+00	0.00E+00
		1500	0.00762	0.01880	0.00254	0.00126	8.507	4.40E-05	1.08E-06
		3000	0.02108	0.02743	0.00305	0.00325	17.014	8.09E-05	1.79E-06
		4500	0.04445	0.04039	0.00508	0.00381	25.520	1.41E-04	2.52E-06
		6000	0.05893	0.05035	0.00635	0.00581	34.027	1.82E-04	3.45E-06
		7500	0.05842	0.06299	0.00889	0.00944	42.534	2.02E-04	5.20E-06
		9000	0.07849	0.07391	0.01041	0.01089	51.041	2.54E-04	6.04E-06
		10500	0.09373	0.08712	0.01270	0.01247	59.547	3.01E-04	7.14E-06
		12000	0.09982	0.09855	0.01422	0.01294	68.054	3.31E-04	7.70E-06
		13500	0.12243	0.10947	0.01435	0.01449	76.561	3.87E-04	8.18E-06
		15000	0.13360	0.12014	0.01448	0.01758	85.068	4.23E-04	9.09E-06

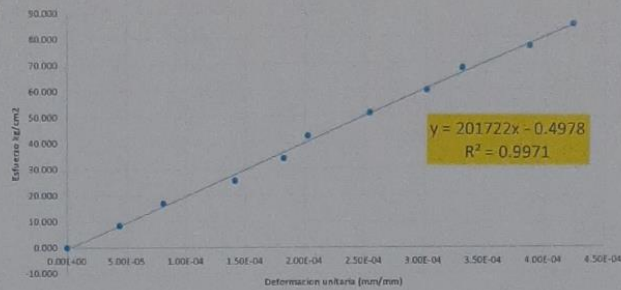
Ing. Abelardo Abarca Ancoñ  
Reg. CIP 63816  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Kely Candia Torres  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 179648  
CIV N° 012018VCZRK

4) CALCULO DEL MODULO DE ELASTICIDAD

CURVA ESFUERZO VS DEFORMACION LONGITUDINAL



$$E = (S2 - S1) / (e2 - 0.00005)$$

donde:

- E= Módulo de elasticidad en kg/cm<sup>2</sup>
- S2= Esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última
- S1= Esfuerzo correspondiente a la deformación unitaria longitudinal de 50 millonésimas.
- e2= Deformación unitaria longitudinal producida por el esfuerzo S2.

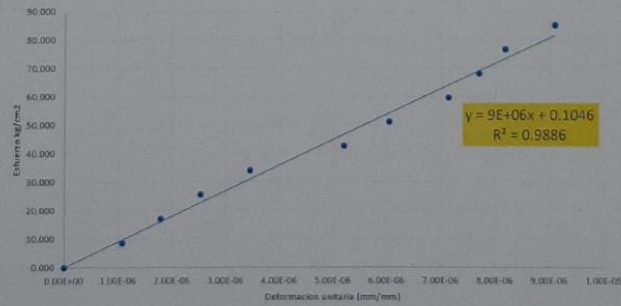
Reemplazando:

- S2= 85.299
- S1= 10.5839
- e2= 0.00042

$$E = 201722 \text{ kg/cm}^2$$

4) CALCULO DEL COEFICIENTE DE POISSON

CURVA ESFUERZO VS DEFORMACION TRANSVERSAL



$$u = (e2 - e1) / (e2 - 0.00005)$$

donde:

- u= Relación de Poisson
- e2= Deformación unitaria transversal en la altura media del espécimen producida por S2
- e1= Deformación unitaria transversal en la altura media del espécimen producida por el esfuerzo S1

Reemplazando:

- e2= 0.00009
- e1= 0.00001
- e2= 0.00042

$$u = 0.224$$

Ing. Abelardo Abarca Ancori  
Reg. CIP 63816  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Kely Candia Torres  
INGENIERO CIVIL  
CIP 179648  
CIV N° 012018VC2RX



ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD  
PROBETAS DE CONCRETO  
ASTM C-469-94

Proyecto: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"

Ubicación: WANCHAQ  
Distrito: CUSCO  
Provincia: CUSCO

F'c	210.00	Kg/cm2
EDAD	28.00	DIAS

CODIGO REVISADO PAGINA	
Solicita:	ENCISO CARPIO GIANCARLO RAUL
Fecha:	NOVIEMBRE
Resp. Lab.:	M.O.P.

1) ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO:

RESISTENCIAS CON ADICION DE PERLAS DE POLIESTIRENO AL 5%										
Nº	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm2)	CARGA MAXIMA (kg-f)	RESISTENCIA A MAXIMA (kg-f/cm2)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg-f/cm2)	% f'c	TIPO DE FALLA
M-04	210	23/10/2020	7	14.95	175.54	35490.36	202.18	199.49	95.00%	CONICA
M-05	210	23/10/2020	7	15.15	180.27	35820.77	198.71			CONICA
M-06	210	23/10/2020	7	15.00	176.71	34917.04	197.59			CONICA
M-17	210	30/10/2020	14	14.60	167.42	36459.74	217.78	211.55	100.74%	CONICA
M-18	210	30/10/2020	14	14.85	173.20	38016.95	219.50			COLUMNAR
M-19	210	30/10/2020	14	15.20	181.46	35814.44	197.37			COLUMNAR
M-30	210	13/11/2020	28	15.10	179.08	35815.73	200.00	200.92	95.68%	CONICA
M-31	210	13/11/2020	28	15.15	180.27	36111.00	200.32			CONICA
M-32	210	13/11/2020	28	14.70	169.72	34359.14	202.45			CONICA

2) CURVA DE DESARROLLO



3) ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD EN PROBETAS DE CONCRETO A LOS 28 DIAS

carga maxima promedio a 28 dias 35428.62 kg.f  
40% de la carga maxima 14171.45 kg.f

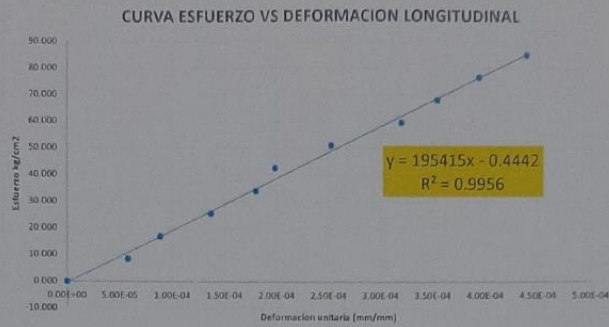
DISEÑO	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	DEFORMACION LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACION TRANSVERSAL (mm)	ESFUERZO (kg/cm2)	DEFORMACION UNITARIA LONGITUDINAL (mm/mm)	DEFORMACION UNITARIA TRANSVERSAL (mm/mm)	
210	176.35	0	0.00000	0.00000	0.00000	0.0000	0.00E+00	
		1500	0.01448	0.02007	0.00254	0.00117	8.506	5.76E-05
		3000	0.02616	0.02692	0.00305	0.00273	17.011	8.85E-05
		4500	0.04267	0.03962	0.00508	0.00418	25.517	1.37E-04
		6000	0.05842	0.04978	0.00635	0.00589	34.022	1.80E-04
		7500	0.05664	0.06248	0.00889	0.00921	42.528	1.99E-04
		9000	0.07645	0.07493	0.01041	0.01090	51.034	2.52E-04
		10500	0.10287	0.08865	0.01270	0.01365	59.539	3.19E-04
		12000	0.11455	0.09754	0.01422	0.01301	68.045	3.53E-04
		13500	0.12700	0.10897	0.01435	0.01426	76.551	3.93E-04
		15000	0.14097	0.12217	0.01448	0.01690	85.056	4.39E-04

Ing. Abelardo Abarca Ancotti  
Reg. CIP 63816  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Ing. Kely Candia Torres  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 179648  
CIV N° 012018VC2RX



4) CALCULO DEL MODULO DE ELASTICIDAD



$$E = (S2 - S1) / (e2 - 0.00005)$$

donde:

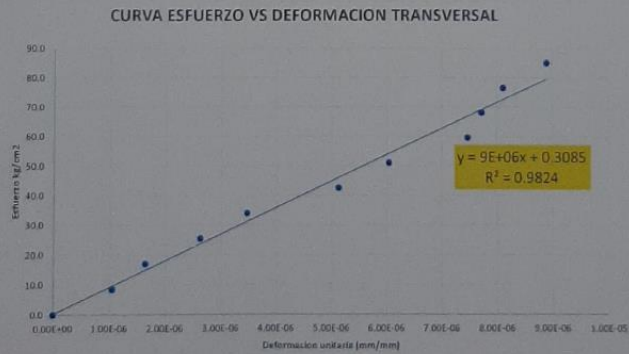
- E= Módulo de elasticidad en kg/cm<sup>2</sup>
- S2= Esfuerzo correspondiente al 40% de la carga última
- S1= Esfuerzo correspondiente a la deformación unitaria longitudinal de 50 millonésimas
- e2= Deformación unitaria longitudinal producida por el esfuerzo S2

Reemplazando:

- S2= 80.358
- S1= 9.32655
- e2= 0.00041

$$E = 195415 \text{ kg/cm}^2$$

4) CALCULO DEL COEFICIENTE DE POISSON



$$u = (e2 - e1) / (e2 - 0.00005)$$

donde:

- u= Relación de Poisson
- e2= Deformación unitaria transversal en la altura media del espécimen producida por S2
- e1= Deformación unitaria transversal en la altura media del espécimen producida por el esfuerzo S1

Reemplazando:

- e2= 0.00009
- e1= 0.00001
- e2= 0.00041

$$u = 0.217$$

*Ing. Abelardo Abarca Ancori*  
 Reg. CIP 63816  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

*Kely Candia Torres*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 179543  
 CIV N° 012018VCZRX



ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD  
PROBETAS DE CONCRETO  
ASTM C-469-94

CODIGO  
REVISADO  
PAGINA

Proyecto: "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"

Solicita: ENCISO CARPIO  
GIANCARLO RAUL

Ubicación: WANCHAQ  
Distrito: CUSCO  
Provincia: CUSCO

Fecha: NOVIEMBRE

Resp. Lab.: M.O.P.

FC	210.00	Kg/cm2
EDAD	28.00	DIAS

1) ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO:

RESISTENCIAS CON ADICION DE PERLAS DE POLIESTIRENO AL 15%

Nº	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm2)	CARGA MAXIMA (kg-f)	RESISTENCIA MAXIMA (kg-f/cm2)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg-f/cm2)	% f'c	TIPO DE FALLA
M-07	210	23/10/2020	7	14.75	170.87	31068.16	181.82	182.25	86.79%	CONICA
M-08	210	23/10/2020	7	14.80	172.03	31017.66	180.30			CONICA
M-09	210	23/10/2020	7	15.05	177.89	32846.47	184.64			CONICA
M-20	210	30/10/2020	14	15.05	177.89	32707.71	183.86	186.37	88.75%	CONICA
M-21	210	30/10/2020	14	14.85	173.20	33505.15	193.45			COLUMNAR
M-22	210	30/10/2020	14	15.10	179.08	32554.71	181.79			COLUMNAR
M-33	210	13/11/2020	28	15.35	185.06	35692.04	192.87	187.26	89.17%	CONICA
M-34	210	13/11/2020	28	14.60	167.42	31300.00	186.96			CONICA
M-35	210	13/11/2020	28	15.25	182.65	33235.75	181.96			CONICA

2) CURVA DE DESARROLLO



3) ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD EN PROBETAS DE CONCRETO A LOS 28 DIAS

carga maxima promedio a 28 dias 33409.26 kg-f  
40% de la carga maxima 13363.70 kg-f

DISEÑO	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	DEFORMACION LONGITUDINAL (mm)		DEFORMACION TRANSVERSAL (mm)	ESFUERZO (kg/cm2)	DEFORMACION UNITARIA LONGITUDINAL (mm/mm)	DEFORMACION UNITARIA TRANSVERSAL (mm/mm)	
210	178.38	0	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00E+00	0.00E+00	
		1500	0.01930	0.01854	0.00254	0.00067	8.409	6.31E-05	8.99E-07
		3000	0.02896	0.02769	0.00305	0.00483	16.818	9.44E-05	2.21E-06
		4500	0.04496	0.03912	0.00508	0.00408	25.228	1.40E-04	2.57E-06
		6000	0.04394	0.04851	0.00635	0.00587	33.637	1.54E-04	3.43E-06
		7500	0.06045	0.06325	0.00889	0.00830	42.046	2.06E-04	4.82E-06
		9000	0.07468	0.07366	0.01041	0.01074	50.455	2.47E-04	5.93E-06
		10500	0.09881	0.08738	0.01270	0.01393	58.865	3.10E-04	7.46E-06
		12000	0.11786	0.09804	0.01422	0.01486	67.274	3.60E-04	8.15E-06
		13500	0.11650	0.11024	0.01435	0.01520	75.683	3.78E-04	8.28E-06
		15000	0.13665	0.11958	0.01448	0.01760	84.092	4.27E-04	8.99E-06

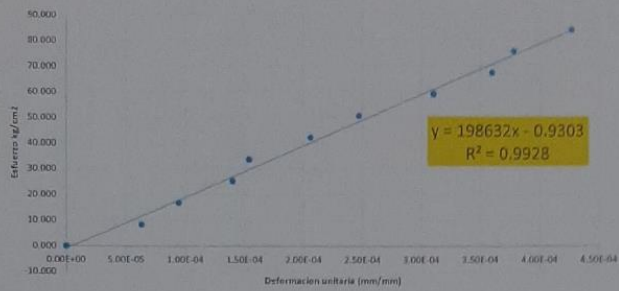
Ing. Abelardo Abarca Ancori  
Reg. CIP 63816  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Kely Candia Torres  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 179649  
CIV N° 012018VCZRK

4) CALCULO DEL MODULO DE ELASTICIDAD

CURVA ESFUERZO VS DEFORMACION LONGITUDINAL



$$E = (S2 - S1) / (e2 - 0.00005)$$

donde:

- E= Módulo de elasticidad en kg/cm<sup>2</sup>
- S2= Esfuerzo correspondiente al 40% de la carga ultima
- S1= Esfuerzo correspondiente a la deformación unitaria longitudinal de 50 millonésimas.
- e2= Deformación unitaria longitudinal producida por el esfuerzo S2.

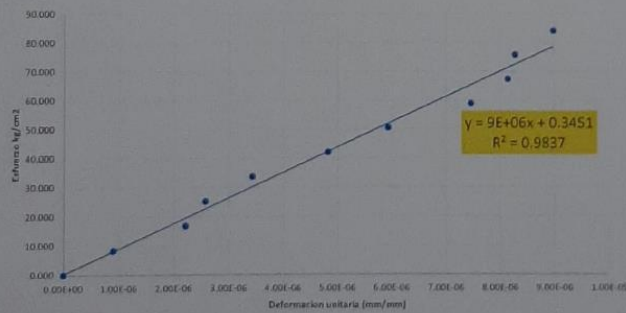
Reemplazando:

- S2= 74.919
- S1= 9.0013
- e2= 0.00038

$$E = 198632 \text{ kg/cm}^2$$

4) CALCULO DEL COEFICIENTE DE POISSON

CURVA ESFUERZO VS DEFORMACION TRANSVERSAL



$$u = (e1 - e2) / (e2 - 0.00005)$$

donde:

- u= Relación de Poisson
- e2= Deformación unitaria transversal en la altura media del espécimen producida por S2
- e1= Deformación unitaria transversal en la altura media del espécimen producida por el esfuerzo S1

Reemplazando:

- e2= 0.00008
- e1= 0.00001
- e2= 0.00038


u = 0.221

*Ing. Abelardo Abarca Ancori*  
 Reg. CIP 63816  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

*Kely Candia Torres*

  
 Kely Candia Torres  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: 179648  
 CIV N° 012018VC2RX



	<b>ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD PROBETAS DE CONCRETO ASTM C-469-94</b>		CODIGO: REVISADO: PAGINA:
	Proyecto: <b>"ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"</b>		Solicita: <b>ENCISO CARPIO GIANCARLO RAUL</b>
Ubicación: <b>WANCHAQ</b> Distrito: <b>CUSCO</b> Provincia: <b>CUSCO</b>		Fecha: <b>NOVIEMBRE</b> Resp. Lab.: <b>M.O.P.</b>	
FC: <b>210.00</b> EDAD: <b>28.00</b>	<b>Kg/cm2</b> <b>DIAS</b>		

1) ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO:

RESISTENCIAS CON ADICION DE PERLAS DE POLIESTIRENO AL 30%										
Nº	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm2)	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	AREA (cm2)	CARGA MAXIMA (kg-f)	RESISTENCIA A MAXIMA (kg-f/cm2)	RESISTENCIA PROMEDIO (kg-f/cm2)	% f <sub>c</sub>	TIPO DE FALLA
M-10	210	23/10/2020	7	14.75	170.87	29279.12	171.35	171.63	81.73%	CONICA
M-11	210	23/10/2020	7	14.95	175.54	29565.94	168.43			CONICA
M-12	210	23/10/2020	7	15.20	181.46	31417.71	173.14			CONICA
M-13	210	23/10/2020	7	15.30	183.85	31915.19	173.59			CONICA
M-23	210	30/10/2020	14	15.35	185.06	31972.38	172.77	169.59	80.76%	CONICA
M-24	210	30/10/2020	14	15.10	179.08	30124.61	168.22			CONICA
M-25	210	30/10/2020	14	14.65	168.56	28502.51	169.09			CONICA
M-26	210	30/10/2020	14	15.10	179.08	30135.35	168.28			CONICA
M-37	210	13/11/2020	28	14.95	175.54	29910.00	170.39	170.19	81.04%	CONICA
M-38	210	13/11/2020	28	14.60	167.42	28289.87	168.98			CONICA
M-39	210	13/11/2020	28	14.85	173.20	29668.81	171.30			CONICA
M-40	210	13/11/2020	28	15.00	176.71	30059.15	170.10			CONICA

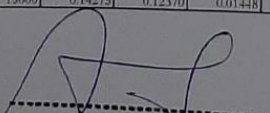
2) CURVA DE DESARROLLO



3) ENSAYO DE MODULO DE ELASTICIDAD EN PROBETAS DE CONCRETO A LOS 28 DIAS

carga maxima promedio a 28 dias 29289.56 kg-f  
 40% de la carga maxima 11715.82 kg-f

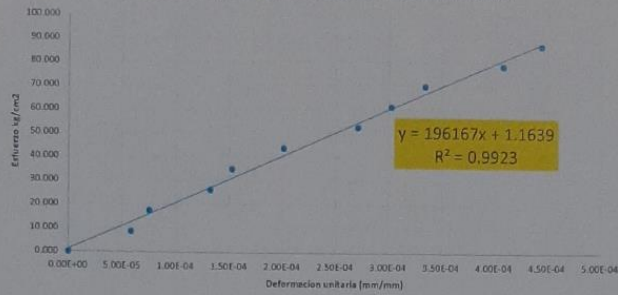
DISEÑO	AREA (cm2)	CARGA (Kg)	DEFORMACION LONGITUDINAL (mm)	DEFORMACION TRANSVERSAL (mm)	ESFUERZO (kg/cm2)	DEFORMACION UNITARIA LONGITUDINAL (mm/mm)	DEFORMACION UNITARIA TRANSVERSAL (mm/mm)
210	172.05	0	0.00000	0.00000	0.0000	0.00E+00	0.00E+00
		1500	0.01549	0.01956	0.00254	0.00075	5.84E-05
		3000	0.01930	0.02591	0.00305	0.00360	7.54E-05
		4500	0.03912	0.04039	0.00508	0.00453	1.33E-04
		6000	0.04242	0.04928	0.00635	0.00565	3.48E-04
		7500	0.05715	0.06350	0.00889	0.00806	4.35E-04
		9000	0.08839	0.07417	0.01041	0.01080	2.01E-04
		10500	0.09398	0.08738	0.01270	0.01383	2.71E-04
		12000	0.10490	0.09550	0.01422	0.01458	3.02E-04
		13500	0.13411	0.11049	0.01435	0.01495	4.08E-04
		15000	0.14275	0.12370	0.01448	0.01652	4.44E-04

  
**Ing. Abelardo Abarca Ancori**  
 Reg. CIP 83816  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

  
**Kely Candia Torres**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 179648  
 CIV N° 012018VCZRX

4) CALCULO DEL MODULO DE ELASTICIDAD

CURVA ESFUERZO VS DEFORMACION LONGITUDINAL



$$E = (S2 - S1) / (e2 - 0.00005)$$

donde:

E= Módulo de elasticidad en kg/cm<sup>2</sup>

S2= Esfuerzo correspondiente al 40% de la carga ultima

S1= Esfuerzo correspondiente a la deformación unitaria longitudinal de 50 millonésimas.

e2= Deformación unitaria longitudinal producida por el esfuerzo S2.

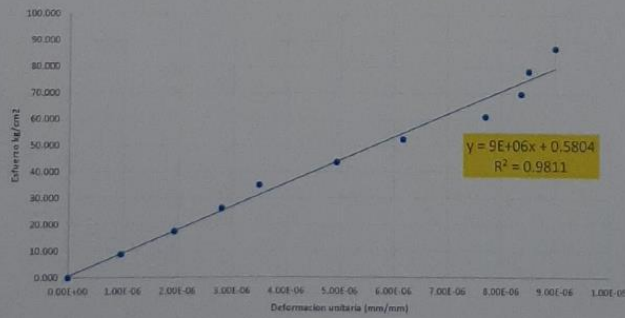
Reemplazando:

S2= 68.095  
S1= 10.97225  
e2= 0.00034

$$E = 196167 \text{ kg/cm}^2$$

4) CALCULO DEL COEFICIENTE DE POISSON

CURVA ESFUERZO VS DEFORMACION TRANSVERSAL



$$u = (e2 - e1) / (e2 - 0.00005)$$

donde:

u= Relación de Poisson

e2= Deformación unitaria transversal en la altura media del espécimen producida por S2

e1= Deformación unitaria transversal en la altura media del espécimen producida por el esfuerzo S1

Reemplazando:


e2= 0.00008  
e1= 0.00001  
e2= 0.00034

$$u = 0.218$$

Ing. Abelardo Abarca Ancori  
Reg. CIP 63816  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



Kely Candia Torres  
INGENIERO CIVIL  
CIP 179648  
CIV N° 012018VC288

	<b>ENSAYO DE TRACCION INDIRECTA</b> NTP 339.084 ASTM C 496		CODIGO: REVISADO: PAGINA:
	Proyecto: "ANALISIS DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO LIGERO CON PERLAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO PARA LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE BAJO COSTO, CUSCO - 2020"		Solicita: <b>ENCISO CARPIO GIANCARLO RAUL</b>  Fecha: <b>NOVIEMBRE</b> Resp. Lab.: <b>M.O.P.</b>
Ubicación: <b>WANCHAQ</b> Distrito: <b>CUSCO</b> Provincia: <b>CUSCO</b>			
FC: 210.00 <b>Kg/cm2</b> EDAD: 28.00 <b>DIAS</b>			

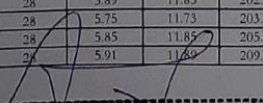
1) ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA

RESISTENCIAS CON ADICION DE PERLAS DE POLIESTIRENO AL 0%									
Nº	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIAMETRO (pulg)	LONGITUD (pulg)	CARGA MAXIMA (KN)	TRACCION INDIRECTA (KN/plg <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO (kg-f/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
M-01	210	23/10/2020	7	5.98	11.77	274.42	2.48	24.40	
M-02	210	23/10/2020	7	5.87	11.65	258.79	2.41		
M-03	210	23/10/2020	7	5.89	11.89	267.12	2.43		
M-14	210	30/10/2020	14	5.94	11.65	331.05	3.04	30.55	
M-15	210	30/10/2020	14	5.83	11.85	336.45	3.10		
M-16	210	30/10/2020	14	5.93	11.89	334.20	3.02		
M-27	210	13/11/2020	28	5.91	11.85	364.66	3.32	33.80	
M-28	210	13/11/2020	28	5.94	11.81	384.48	3.49		
M-29	210	13/11/2020	28	5.85	11.65	357.13	3.34		

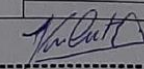
RESISTENCIAS CON ADICION DE PERLAS DE POLIESTIRENO AL 5%									
Nº	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIAMETRO (pulg)	LONGITUD (pulg)	CARGA MAXIMA (KN)	TRACCION INDIRECTA (KN/plg <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO (kg-f/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
M-04	210	23/10/2020	7	5.89	11.69	238.91	2.21	21.85	
M-05	210	23/10/2020	7	5.96	11.85	242.04	2.18		
M-06	210	23/10/2020	7	5.91	11.85	238.00	2.17		
M-17	210	30/10/2020	14	5.75	11.65	296.19	2.82	28.21	
M-18	210	30/10/2020	14	5.85	11.81	310.65	2.86		
M-19	210	30/10/2020	14	5.98	11.73	307.14	2.79		
M-30	210	13/11/2020	28	5.94	11.89	351.23	3.16	31.74	
M-31	210	13/11/2020	28	5.96	11.73	354.13	3.22		
M-32	210	13/11/2020	28	5.79	11.81	336.95	3.14		

RESISTENCIAS CON ADICION DE PERLAS DE POLIESTIRENO AL 15%									
Nº	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIAMETRO (pulg)	LONGITUD (pulg)	CARGA MAXIMA (KN)	TRACCION INDIRECTA (KN/plg <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO (kg-f/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
M-07	210	23/10/2020	7	5.81	11.65	220.89	2.08	20.87	
M-08	210	23/10/2020	7	5.83	11.81	229.50	2.12		
M-09	210	23/10/2020	7	5.93	11.89	228.07	2.06		
M-20	210	30/10/2020	14	5.93	11.77	286.18	2.61	25.48	
M-21	210	30/10/2020	14	5.85	11.81	270.08	2.49		
M-22	210	30/10/2020	14	5.94	11.85	281.41	2.54		
M-33	210	13/11/2020	28	6.04	11.85	338.61	3.01	29.33	
M-34	210	13/11/2020	28	5.75	11.77	296.54	2.79		
M-35	210	13/11/2020	28	6.00	11.89	315.09	2.81		
M-36	210	13/11/2020	28	5.89	11.69	337.29	3.12		

RESISTENCIAS CON ADICION DE PERLAS DE POLIESTIRENO AL 30%									
Nº	RESISTENCIA DE DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIAMETRO (pulg)	LONGITUD (cm)	CARGA MAXIMA (KN)	TRACCION INDIRECTA (KN/plg <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO (kg-f/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FALLA
M-10	210	23/10/2020	7	5.81	11.77	171.48	1.60	15.92	
M-11	210	23/10/2020	7	5.89	11.85	170.92	1.56		
M-12	210	23/10/2020	7	5.98	11.73	174.91	1.59		
M-13	210	23/10/2020	7	6.02	11.89	182.81	1.63	17.14	
M-23	210	30/10/2020	14	6.04	11.65	184.52	1.67		
M-24	210	30/10/2020	14	5.94	11.77	191.52	1.74		
M-25	210	30/10/2020	14	5.77	11.85	180.59	1.68	18.90	
M-26	210	30/10/2020	14	5.94	11.69	192.39	1.76		
M-37	210	13/11/2020	28	5.89	11.85	202.91	1.85		
M-38	210	13/11/2020	28	5.75	11.73	203.49	1.92	18.90	
M-39	210	13/11/2020	28	5.85	11.85	205.09	1.88		
M-40	210	13/11/2020	28	5.91	11.89	209.89	1.90		

  
**Ing. Abelardo Abarca Ancori**  
 Reg. CIP 63816  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA



  
**Kely Candia Torres**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 179648  
 CIV N° 012018VCZR



**CERTIFICADO N°027 -GP-2020**

Cusco, 23 de noviembre  
del 2020

**CERTIFICADO**

EL GERENTE GENERAL DE LA EMPRESA GEOTEST PERU S.A.C. QUE AL  
FINAL SUSCRIBE

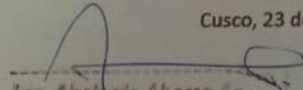
Certifica que:

El señor Enciso Carpio, Giancarlo Raúl requirió de los servicios brindados por el presente laboratorio, para la realización de los ensayos respectivos y controles de calidad que se realizaron para el proyecto: **"Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido; para la construcción de viviendas de bajo costo, cusco 2020"**

Durante los meses de septiembre, octubre y noviembre del presente año.

Se expide la presente a petición del interesado para los fines que viera por conveniente.

Cusco, 23 de noviembre del 2020

  
Ing. Abelardo Abarca Ancori  
Reg. CIP 83816  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

Atentamente,

C.C./GG/AAA

Archivo/Geotestperu SAC



**PUNTO DE PRECISION SAC**

Av. Los Ángeles 653 Lima 42  
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
LL 405-2018**

EXPEDIENTE : LL 405-2018  
FECHA DE EMISIÓN : 25-11-2018  
PÁGINA : 1 DE 1

**1. SOLICITANTE : GEOTEST PERU S.A.C.**

DIRECCIÓN : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANGHI - CUSCO - CUSCO

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN TAMIZ**

MARCA : GRAN TEST  
TAMIZ N° : 3/8 pulg  
SERIE : 11037  
PROCEDENCIA : USA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo, indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad del servicio nacional de Metrología del INDECOPI.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

LABORATORIO - PUNTO DE PRECISION S.A.C.  
06 - OCTUBRE - 2015

**4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

CALIBRACIÓN EFECTUADA TOMANDO COMO REFERENCIA LA NORMA ASTM E 11

**5. TRAZABILIDAD**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIÉ DE REY	INSIZE	L - 0671 - 2015	SNM-INDECOPI

**6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,3	20,4
Humedad %	75	75

**7. OBSERVACIONES**

CON FINES DE IDENTIFICACIÓN SE HA COLOCADO UNA ETIQUETA COLOR VERDE DE LA EMPRESA PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

**8. RESULTADOS**

MEDIDAS TOMADAS mm										PROMEDIO mm	ESTÁNDAR mm	ERROR mm
9,82	9,54	9,50	9,61	9,19	9,51	9,40	9,27	9,31	9,45	9,44	9,50	-0,06



*[Signature]*  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
LL 405-2018



**PUNTO DE PRECISION SAC**

Av. Los Ángeles 653 Lima 42  
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

EXPEDIENTE : LL 405 2018  
FECHA DE EMISIÓN : 25-11-2018  
PÁGINA : 1 DE 1

**1. SOLICITANTE : GEOTEST PERU S.A.C.**

DIRECCIÓN : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN TAMIZ**

MARCA : GRAN TEST  
TAMIZ N° : 1/4 pulg  
SERIE : 9081  
PROCEDENCIA : USA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad del servicio nacional de Metrología del INDECOPI.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

LABORATORIO - PUNTO DE PRECISION S.A.C.  
06 - OCTUBRE - 2015

**4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

CALIBRACIÓN EFECTUADA TOMANDO COMO REFERENCIA LA NORMA ASTM E 11

**5. TRAZABILIDAD**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L-0671 - 2015	SNM-INDECOPI

**6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,5	20,6
Humedad %	75	75

**7. OBSERVACIONES**

CON FINES DE IDENTIFICACIÓN SE HA COLOCADO UNA ETIQUETA COLOR VERDE DE LA EMPRESA PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

**8. RESULTADOS**

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR
mm										mm	mm	mm
6,36	6,45	6,53	6,43	6,19	6,56	6,47	6,51	6,19	6,21	6,39	6,30	0,09



*[Firma]*  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
LL 405-2018



**PUNTO DE PRECISION SAC**

Av. Los Ángeles 653 Lima 42  
Telf. 292-5108 Telefax: 292-2095

EXPEDIENTE : LL 405-2018  
FECHA DE EMISIÓN : 25-11-2018  
PÁGINA : 1 DE 1

**1. SOLICITANTE : GEOTEST PERU S.A.C.**

DIRECCIÓN : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN TAMIZ**

MARCA : GRAN TEST

TAMIZ N° : 4

SERIE : 2890

PROCEDENCIA : USA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad del servicio nacional de Metrología del INDECOPI.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**  
LABORATORIO - PUNTO DE PRECISION S.A.C.  
06 - OCTUBRE - 2015

**4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
CALIBRACIÓN EFECTUADA TOMANDO COMO REFERENCIA LA NORMA ASTM E 11

**5. TRAZABILIDAD**

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	TRAZABILIDAD
MICROSCOPIO	INSIZE	ISM-PM160LA	SNM-INDECOPI

**6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,7	20,6
Humedad %	75	75

**7. OBSERVACIONES**  
CON FINES DE IDENTIFICACIÓN SE HA COLOCADO UNA ETIQUETA COLOR VERDE DE LA EMPRESA PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

**8. RESULTADOS**

MEDIDAS TOMADAS mm										PROMEDIO mm	ESTÁNDAR mm	ERROR mm
4,752	4,788	4,805	4,769	4,759	4,765	7,789	5,293	5,441	5,784	5,11	4,75	0,36
5,201	4,858	4,852	4,752	4,925	4,758	4,865	5,129	5,258	4,758			



Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
LL 405-2018



**PUNTO DE PRECISION SAC**

Av. Los Ángeles 653 Lima 42  
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

EXPEDIENTE : LL 405-2018  
FECHA DE EMISIÓN : 25-11-2018  
PÁGINA : 1 DE 1

**1. SOLICITANTE : GEOTEST PERU S.A.C.**

DIRECCIÓN : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN TAMIZ**

MARCA : GRAN TEST  
TAMIZ N° : 8  
SERIE : 8682  
PROCEDENCIA : USA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad del servicio nacional de Metrología del INDECOPI.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**  
LABORATORIO - PUNTO DE PRECISION S.A.C.  
06 - OCTUBRE - 2015

**4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
CALIBRACIÓN EFECTUADA TOMANDO COMO REFERENCIA LA NORMA ASTM E 11

**5. TRAZABILIDAD**

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	TRAZABILIDAD
MICROSCOPIO	INSIZE	ISM-PM160LA	INSIZE

**6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**


	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,3	20,4
Humedad %	74	74

**7. OBSERVACIONES**  
CON FINES DE IDENTIFICACIÓN SE HA COLOCADO UNA ETIQUETA COLOR VERDE DE LA EMPRESA PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

**8. RESULTADOS**

MEDIDAS TOMADAS mm										PROMEDIO mm	ESTÁNDAR mm	ERROR mm
2,210	2,622	2,340	2,190	2,611	2,401	2,260	2,360	2,345	2,275	2,37	2,36	0,01
2,198	2,615	2,405	2,268	2,610	2,625	2,215	2,335	2,175	2,325			



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



**PUNTO DE  
PRECISION SAC**

Av. Los Angeles 653 Lima 42  
Telf. 292-5108 Telefax: 292-2095

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
LL 405-2018**

EXPEDIENTE : LL 405-2018  
FECHA DE EMISIÓN : 25-11-2018  
PÁGINA : 1 DE 1

**1. SOLICITANTE : GEOTEST PERU S.A.C.**

DIRECCIÓN : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN TAMIZ**

MARCA : GRAN TEST

TAMIZ N° : 16

SERIE : 7993

PROCEDENCIA : USA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo, indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad del servicio nacional de Metrología del INDECOPI.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**  
LABORATORIO - PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
06 - OCTUBRE - 2015

**4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
CALIBRACIÓN EFECTUADA TOMANDO COMO REFERENCIA LA  
NORMA ASTM E 11

**5. TRAZABILIDAD**

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	TRAZABILIDAD
MICROSCOPIO	INSIZE	ISM-PM160LA	INSIZE

**6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,6	20,7
Humedad %	74	74

**7. OBSERVACIONES**  
CON FINES DE IDENTIFICACIÓN SE HA COLOCADO UNA ETIQUETA COLOR  
VERDE DE LA EMPRESA PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

**8. RESULTADOS**

MEDIDAS TOMADAS mm										PROMEDIO mm	ESTÁNDAR mm	ERROR mm
1,172	1,120	1,102	1,162	1,725	1,165	1,205	1,121	1,198	1,150	1,20	1,18	0,02
1,165	1,112	1,120	1,111	1,185	1,105	1,125	1,137	1,207	1,195			
1,126	1,799	1,135	1,198	1,201	1,178	1,111	1,135	1,242	1,178			



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631





**PUNTO DE  
PRECISION SAC**

Av. Los Angeles 853 Lima 42  
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
LL 405-2018**

EXPEDIENTE : LL 405-2018  
FECHA DE EMISIÓN : 25-11-2018  
PÁGINA : 1 DE 1

**1. SOLICITANTE : GEOTEST PERU S.A.C.**

DIRECCIÓN : AV. BRASIL MZA C LOTE 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN TAMIZ**

MARCA : GRAN TEST

TAMIZ N° : 30

SERIE : 8619

PROCEDENCIA : USA

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

LABORATORIO - PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
06 - OCTUBRE - 2018

**4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

CALIBRACIÓN EFECTUADA TOMANDO COMO REFERENCIA LA  
NORMA ASTM E 11

**5. TRAZABILIDAD**

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	TRAZABILIDAD
MICROSCOPIO	INSIZE	ISM-PM180LA	INSIZE

**6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,7	20,8
Humedad %	74	74

**7. OBSERVACIONES**

CON FINES DE IDENTIFICACIÓN SE HA COLOCADO UNA ETIQUETA COLOR  
VERDE DE LA EMPRESA PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

**8. RESULTADOS**

MEDIDAS TOMADAS µm										PROMEDIO µm	ESTÁNDAR µm	ERROR µm
583	583	593	613	603	542	583	602	605	595	596,3	600	-3,7
610	593	610	595	605	609	591	605	585	591			
594	605	601	612	613	582	595	583	602	605			

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad del servicio nacional de Metrología del INDECOPI.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puede ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
LL 405-2018



**PUNTO DE PRECISION SAC**

Av. Los Ángeles 653 Lima 42  
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

EXPEDIENTE : LL 405-2018  
FECHA DE EMISIÓN : 25-11-2018  
PÁGINA : 1 DE 1

**1. SOLICITANTE : GEOTEST PERU S.A.C.**

DIRECCIÓN : AV. BRASIL MZA. C LOTE 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN TAMIZ**

MARCA : GRAN TEST  
TAMIZ N° : 50  
SERIE : 8104  
PROCEDENCIA : USA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad del servicio nacional de Metrología del INDECOPI.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los juicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

LABORATORIO - PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
06 - OCTUBRE - 2015

**4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

CALIBRACIÓN EFECTUADA TOMANDO COMO REFERENCIA LA NORMA ASTM E 11

**5. TRAZABILIDAD**

INSTRUMENTO	MARCA	MÓDELO	TRAZABILIDAD
MICROSCOPIO	INSIZE	ISM-PM160LA	INSIZE

**6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,9	20,8
Humedad %	74	74

**7. OBSERVACIONES**

CON FINES DE IDENTIFICACIÓN SE HA COLOCADO UNA ETIQUETA COLOR VERDE DE LA EMPRESA PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

**8. RESULTADOS**

MEDIDAS TOMADAS µm										PROMEDIO µm	ESTÁNDAR µm	ERROR µm
291	291	301	291	301	312	301	312	301	312	301	300	1
295	291	301	295	301	301	301	291	312	310			
296	301	291	312	301	310	311	295	311	296			



Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631



**PUNTO DE PRECISION SAC**

Av. Los Angeles 853 Lima 42  
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**LL 405-2018**

EXPEDIENTE LL 405-2018  
FECHA DE EMISIÓN 25-11-2018  
PÁGINA 1 DE 1

**1. SOLICITANTE : GEOTEST PERU S.A.C.**

DIRECCIÓN : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN TAMIZ**

MARCA : GRAN TEST

TAMIZ N° : 100

SERIE : 8124

PROCEDENCIA : USA

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

LABORATORIO - PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
06 - OCTUBRE - 2015

**4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

CALIBRACIÓN EFECTUADA TOMANDO COMO REFERENCIA LA  
NORMA ASTM E 11

**5. TRAZABILIDAD**

INSTRUMENTO	MARCA	MÓDELO	TRAZABILIDAD
MICROSCOPIO	INSIZE	ISM-PM160LA	INSIZE

**6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,1	21,2
Humedad %	74	74

**7. OBSERVACIONES**

CON FINES DE IDENTIFICACIÓN SE HA COLOCADO UNA ETIQUETA COLOR  
VERDE DE LA EMPRESA PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

**8. RESULTADOS**

MEDIDAS TOMADAS µm										PROMEDIO µm	ESTÁNDAR µm	ERROR µm
141	151	142	148	155	157	159	152	151	142	150,7	150	0,7
156	145	152	158	153	150	152	157	159	142			
142	145	154	146	151	152	155	151	157	149			
151	152	146	152	155	157	149	146	151	143			
154	142	153	155	143	151	149	155	157	151			



*[Signature]*  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad del servicio nacional de Metrología del INDECOPI.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.





**PUNTO DE  
PRECISION SAC**

Av. Los Angeles 653 Lima 42  
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
LL 405-2018**

EXPEDIENTE LL 405-2018  
FECHA DE EMISIÓN 25-11-2018  
PÁGINA : 1 DE 1

1. SOLICITANTE : GEOTEST PERU S.A.C.

DIRECCIÓN : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN TAMIZ

MARCA : GRAN TEST

TAMIZ N° : 200

SERIE : 2034

PROCEDENCIA : USA

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO - PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
05 - OCTUBRE - 2015

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

CALIBRACIÓN EFECTUADA TOMANDO COMO REFERENCIA LA  
NORMA ASTM E 11

5. TRAZABILIDAD

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	TRAZABILIDAD
MICROSCOPIO	INSIZE	ISM-PM160LA	INSIZE

6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,3	21,2
Humedad %	74	74

7. OBSERVACIONES

CON FINES DE IDENTIFICACIÓN SE HA COLOCADO UNA ETIQUETA COLOR  
VERDE DE LA EMPRESA PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

8. RESULTADOS

MEDIDAS TOMADAS µm										PROMEDIO µm	ESTÁNDAR µm	ERROR µm
76	75	72	71	69	75	74	75	72	73	76,9	75	1,9
75	69	73	69	70	71	72	73	69	72			
69	75	75	146	65	70	71	71	75	78			
70	68	78	152	75	69	72	69	68	79			
70	71	74	155	72	72	69	75	72	75			



*[Signature]*  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad del servicio nacional de Metrología del INDECOPI.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



**PUNTO DE PRECISION SAC**

Av. Los Angeles 853 Lima 42  
Tel. 292-5106 Telefax: 292-2095

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
LL 405-2018**

EXPEDIENTE : T 405 2018  
FECHA DE EMISIÓN : 25-11-2018  
PÁGINA : 1 DE 2

- 1. SOLICITANTE** : GEOTEST PERU S.A.C.  
**DIRECCIÓN** : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO
- 2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : COPA CASAGRANDE  
**MARCA DE COPA** : NO INDICA  
**MARCA DE CONTÓMETRO** : NO INDICA  
**TIPO DE CONTÓMETRO** : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad del servicio nacional de Metrología del INDECOPI

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

- 3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**  
LABORATORIO - PUNTO DE PRECISIÓ S.A.C.  
**05 - OCTUBRE - 2015**

- 4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
Por Comparación con instrumentos Certificados por el Indecopi  
Tomando como referencia la Norma ASTM D-4318.

**5. TRAZABILIDAD**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO Y/O INFORME	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 0671 - 2015	METROIL

**6. CONDICIONES AMBIENTALES**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,0	21,2
Humedad %	81,1	81,1

**7. OBSERVACIONES**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



PUNTO DE  
PRECISION SAC

Av. Los Angeles 653 Lima 42  
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095


CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
LL 405-2018

PÁGINA : 2 de 2

MEDIDAS VERIFICADAS

COPA CASAGRANDE						
CONJUNTO DE LA CAZUELA				BASE		
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L
DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	ESPESOR	LARGO	ANCHO
MEDIDA TOMADA	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	52,36	2,11	28,02	46,30	150,26	125,22
MEDIDAS STANDARD	54	2	27	50	150	125
TOLERANCIA ±	2	0,1	1	5	5	5
ERROR	-1,64	0,11	1,02	-0,7	0,26	0,22



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
LL 405-2018



PUNTO DE  
PRECISION SAC

Av. Los Ángeles 653 Lima 42  
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

EXPEDIENTE : T 405-2018  
FECHA DE EMISIÓN : 25-11-2018  
PÁGINA : 1 DE 4

1. SOLICITANTE : GEOTEST PERU S.A.C.

DIRECCIÓN : AV. BRASIL MZA. C LOTE 4 URB. QUISPICANCHI -CUSCO- CUSCO

2. EQUIPO CALIBRADO : ESTUFA CON INDICACIÓN DE TERMOSTATO

MARCA DEL EQUIPO : ARMS

SERIE DEL EQUIPO : ECS 15/001203619

MARCA DE INDICADOR : ARMS

MODELO DE INDICADOR : NO INDICA

TEMPERATURA CALIBRADA : 110 °C

IDENTIFICACIÓN : 0026

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad al servicio Nacional de Metrología del INDECOPI.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

LABORATORIO - PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
06 - OCTUBRE - 2015

4. PATRONES UTILIZADOS

Los patrones utilizados para la calibración tiene trazabilidad con los Patrones Nacionales del Servicio Nacional de Metrología (SNM) de Indecopi.

Se utilizó lo siguiente:

Se Utilizó Termómetro digital marca Traceable para Calibrar el escaner de temperatura Scanner Marca Digi-sense Modelo 92800, Serie D96000644.

Certificados:

- Certificado de Calibración N° LT 544- 2015  
Las 10 termocuplas fueron colocadas y distribuidas uniformemente.

5. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN:

La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del Indecopi.

6. CONDICIONES CALIBRACIÓN:

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,3	20,4
Humedad %	81,1	81,1

7. CONCLUSIONES:

La estufa se encuentra dentro de los rangos  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM


8. RECOMENDACIONES.

El equipo no debe sobrecargarse excesivamente, a fin de que quede garantizada una suficiente recirculación de aire en la cámara de trabajo y dejar espacios libres entre cada muestra.

9. OBSERVACIONES:

Se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con la indicación del número de certificado y la fecha de calibración.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
LL 405-2018



**PUNTO DE PRECISION SAC**

Av. Los Ángeles 653 Lima 42  
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

Página : 2 de 4

**CALIBRACIÓN PARA 110°C**

Tiempo (min.)	Ind. (°C) (Temperatura del equipo)	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔT Max. T Min. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110	112,3	112,5	111,6	113,1	110,2	111,2	112,5	111,2	112,3	111,2	111,8	2,9
2	110	110,2	110,5	112,2	112,5	111,4	112,5	111,5	112,5	111,2	112,5	111,7	2,3
4	110	111,2	111,6	111,6	111,5	111,2	111,6	110,2	110,8	110,5	111,6	111,2	1,4
6	110	110,5	110,5	112,0	110,0	110,9	111,2	110,2	111,5	110,9	111,9	111,0	2,0
8	110	110,6	110,6	111,6	111,2	111,3	112,5	110,5	112,1	112,5	110,2	111,3	2,3
10	110	110,5	111,9	113,2	112,5	109,2	111,5	109,6	110,6	111,2	110,5	111,1	4,0
12	110	109,2	111,2	110,3	108,2	112,5	112,7	111,6	111,5	111,6	111,2	111,1	4,5
14	110	109,5	110,5	109,6	110,2	111,6	112,6	110,2	112,5	110,5	110,2	110,7	3,1
16	110	110,6	110,6	110,5	111,5	112,0	112,2	111,8	110,8	110,6	112,5	111,3	2,0
18	110	110,5	110,5	109,1	110,5	110,7	110,2	111,2	110,3	110,5	113,2	110,7	4,1
20	110	111,9	111,6	110,2	110,6	110,6	110,2	110,2	110,5	110,2	110,5	110,7	1,7
22	110	111,6	112,1	111,6	111,2	111,0	112,5	112,4	111,6	110,2	112,6	111,7	2,4
24	110	112,5	110,5	112,5	110,5	111,5	110,2	110,2	112,5	112,5	112,3	111,5	2,3
26	110	111,6	110,6	111,6	110,6	112,4	111,5	111,6	112,3	112,3	112,1	111,7	1,8
28	110	111,5	111,5	109,6	110,2	111,6	112,6	111,6	110,5	111,5	113,2	111,4	3,6
30	110	112,1	112,5	110,5	111,5	112,0	111,5	112,2	111,9	111,2	112,5	111,8	2,0
32	110	110,5	111,5	110,5	111,5	110,7	112,5	110,5	110,5	111,6	111,5	111,1	2,0
34	110	109,5	110,2	110,2	110,6	110,6	111,6	111,8	111,6	110,2	113,2	111,0	3,7
36	110	109,9	110,9	111,6	111,2	111,0	112,5	112,4	110,5	110,2	112,5	111,3	2,6
38	110	110,0	111,5	110,2	112,5	111,5	111,6	111,2	111,1	112,5	112,3	111,4	2,5
40	110	110,5	109,6	112,6	111,5	112,4	110,9	110,6	112,5	110,2	112,1	111,3	3,0
42	110	110,6	112,9	112,2	110,5	111,9	111,8	110,2	112,6	111,6	111,3	111,6	2,7
44	110	109,6	111,2	112,3	111,5	109,2	112,6	111,9	111,2	111,2	110,2	111,1	3,4
46	110	108,2	111,6	111,5	111,2	112,3	112,5	110,3	110,2	112,6	111,6	111,2	4,4
48	110	111,6	112,5	110,5	110,9	112,2	110,9	111,9	109,6	110,9	111,5	111,3	2,9
50	110	112,4	110,5	109,5	109,6	112,5	109,2	111,5	110,5	111,9	113,4	111,1	4,2
52	110	110,5	112,5	110,2	112,6	113,2	112,9	110,3	111,6	113,2	112,3	111,9	3,0
54	110	112,9	110,7	110,9	111,5	111,6	112,9	110,5	109,8	113,2	111,1	111,5	3,4
56	110	110,5	110,9	110,5	110,2	112,0	111,5	110,4	111,6	111,1	112,6	111,1	2,4
58	110	112,5	111,6	109,5	111,5	110,5	110,8	112,3	111,9	111,1	113,6	111,5	4,1
60	110	111,9	110,1	109,5	110,7	109,5	112,5	113,2	112,5	110,5	111,9	111,2	3,7
T. PROM	110,	110,9	111,2	111,0	111,1	111,3	111,7	111,2	111,3	111,3	111,9	111,3	
T. MAX	110,0	112,9	112,9	113,2	113,1	113,2	112,9	113,2	112,6	113,2	113,6		
T. MIN	110,0	108,2	109,6	109,1	108,2	109,2	109,2	109,6	109,6	110,2	110,2		
DTT	0,0	4,7	3,3	4,1	4,9	4,0	3,7	3,6	3,0	3,0	3,4		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	113,6	0,4
Mínima Temperatura Medida	108,2	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	4,9	0,3
Desviación de Temperatura en el Espacio	1,0	0,2
Estabilidad Media (±)	2,45	0,03
Uniformidad Media	5,4	0,2

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición  
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.  
La Incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k =2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



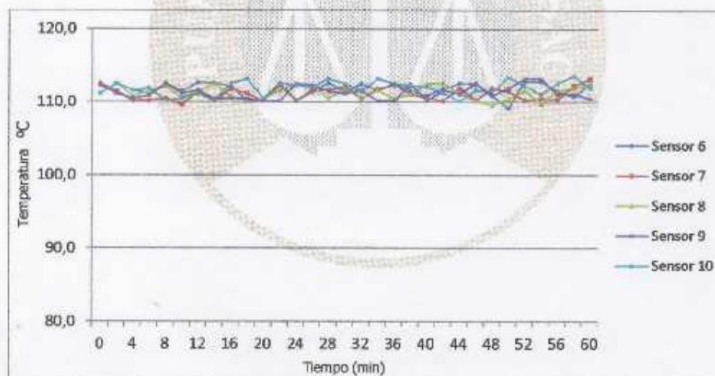
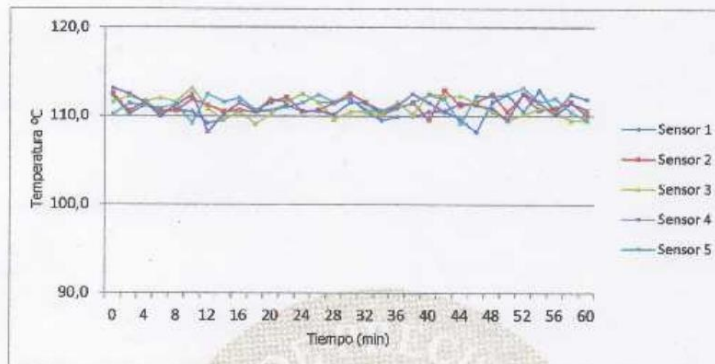
PUNTO DE  
PRECISION SAC

Av. Los Ángeles 853 Lima 42  
Tel. 292-5106 Telefax: 292-2095

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
LL 405-2018

PÁGINA : 3 de 4

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631





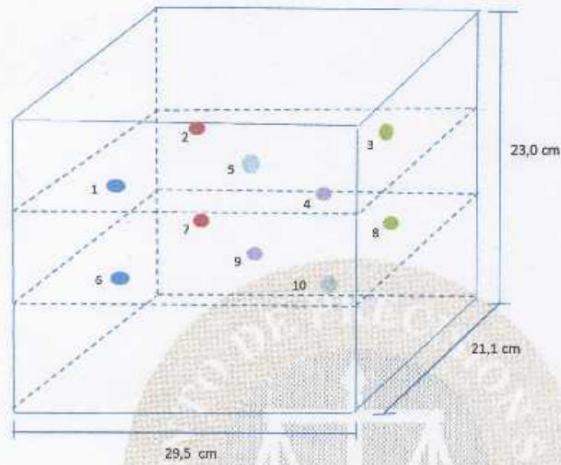
PUNTO DE  
PRECISION SAC

Av. Los Ángeles 653 Lima 42  
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LL 405-2018

Página 4 de 4

### DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demas sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura mas alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

INFORME DE VERIFICACIÓN  
LL 405-2018



PUNTO DE  
PRECISION SAC

Av. Los Ángeles 653 Lima 42  
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

EXPEDIENTE : T-208-2018  
FECHA DE EMISIÓN : 29-11-2018  
PÁGINA : 1 DE 2

1. SOLICITANTE : GEOTEST PERU S.A.C.  
DIRECCIÓN : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PENETRACIÓN DINÁMICA LIGERO

MARCA : NO INDICA  
SERIE : NO INDICA

3. LUGAR Y FECHA DE VERIFICACIÓN  
LABORATORIO - PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
08 - OCTUBRE - 2015

4. MÉTODO DE VERIFICACIÓN  
Calibración se realizó tomando como referencia la Norma NTP 339.159

5. TRAZABILIDAD

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO Y/O INFORME	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L-0671-2015	SNM-INDECOPI
BALANZA	KERN	LB-579-2015	LM-025-2015

6. CONDICIONES AMBIENTALES

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,2	21,4
Humedad %	68,2	66,4

7. OBSERVACIONES

CON FINES DE IDENTIFICACIÓN SE HA COLOCADO UNA ETIQUETA COLOR VERDE DE LA EMPRESA PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad del servicio nacional de Metrología del INDECOPI

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



PUNTO DE  
PRECISION SAC

Av. Los Ángeles 653 Lima 42  
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

INFORME DE VERIFICACIÓN  
LL 405-2018

Página : 2 de 2

RESULTADOS :

MEDIDAS TOMADAS DPL	Diámetro de la punta mm	Peso del martinete kg		Punta Cónica	Altura de caída m	
		1	2		1	2
		20,23	8,165		8,203	60°

NOTA

Incluye dispositivo de medición regla metálica con un error de 2 mm en ful escala o 100 mm



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631





**PUNTO DE  
PRECISION SAC**

Av. Los Ángeles 653 Lima 42  
Telf. 292-5108 Telefax: 292-2095

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
LL 405-2018**

EXPEDIENTE : LL 405-2018  
FECHA DE EMISIÓN: 25-11-2018  
PÁGINA : 1 DE 1

**1. SOLICITANTE : GEOTEST PERU S.A.C.**

DIRECCIÓN : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN TAMIZ**

MARCA : GRAN TEST

TAMIZ N° : 2 pulg

SERIE : 8280

PROCEDENCIA : USA

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

LABORATORIO - PUNTO DE PRECISION S.A.C.  
06 - OCTUBRE - 2015

**4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

CALIBRACIÓN EFECTUADA TOMANDO COMO REFERENCIA LA  
NORMA ASTM E 11

**5. TRAZABILIDAD**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 0671 - 2015	SNM-INDECOPI

**6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,4	20,5
Humedad %	75	75

**7. OBSERVACIONES**

CON FINES DE IDENTIFICACIÓN SE HA COLOCADO UNA ETIQUETA COLOR  
VERDE DE LA EMPRESA PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

**8. RESULTADOS**

MEDIDAS TOMADAS						PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR
mm						mm	mm	mm
50,23	50,61	50,42	50,61	50,27		50,43	50,00	0,43

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad del servicio nacional de Metrología del INDECOPI.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



**PUNTO DE  
PRECISION SAC**

Av. Los Ángeles 853 Lima 42  
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
LL 405-2018**

EXPEDIENTE : LL 405-2018  
FECHA DE EMISIÓN : 25-11-2018  
PÁGINA : 1 DE 1

**1. SOLICITANTE : GEOTEST PERU S.A.C.**

DIRECCIÓN : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN TAMIZ**

MARCA : GRAN TEST

TAMIZ N° : 1 pulg

SERIE : 8309

PROCEDENCIA : USA

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**  
LABORATORIO - PUNTO DE PRECISION S.A.C.  
06 - OCTUBRE - 2015

**4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
CALIBRACIÓN EFECTUADA TOMANDO COMO REFERENCIA LA  
NORMA ASTM E 11

**5. TRAZABILIDAD**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 0671 - 2015	SNM-INDECOPI

**6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**


	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,3	20,4
Humedad %	75	75

**7. OBSERVACIONES**  
CON FINES DE IDENTIFICACIÓN SE HA COLOCADO UNA ETIQUETA COLOR  
VERDE DE LA EMPRESA PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

**8. RESULTADOS**

MEDIDAS TOMADAS					PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR
mm					mm	mm	mm
26,62	26,38	26,25	26,38		26,41	25,00	1,41



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad del servicio nacional de Metrología del INDECOPI.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



**PUNTO DE  
PRECISION SAC**

Av. Los Angeles 653 Lima 42  
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
LL 405-2018**

EXPEDIENTE LL 405-2018  
FECHA DE EMISIÓN 25 11 2018  
PÁGINA 1 DE 1

**1. SOLICITANTE : GEOTEST PERU S.A.C.**

DIRECCIÓN : AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI - CUSCO - CUSCO

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN TAMIZ**

MARCA : GRAN TEST

TAMIZ N° : 3/4 pulg

SERIE : 8614

PROCEDENCIA : USA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad del servicio nacional de Metrología del INDECOPI.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**

LABORATORIO - PUNTO DE PRECISION S.A.C.  
06 - OCTUBRE - 2015

**4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

CALIBRACIÓN EFECTUADA TOMANDO COMO REFERENCIA LA NORMA ASTM E 11

**5. TRAZABILIDAD**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	L - 0671 - 2015	SNM-INDECOPI

**6. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,4	20,5
Humedad %	75	75


**7. OBSERVACIONES**

CON FINES DE IDENTIFICACIÓN SE HA COLOCADO UNA ETIQUETA COLOR VERDE DE LA EMPRESA PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

**8. RESULTADOS**

MEDIDAS TOMADAS						PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR
mm						mm	mm	mm
17,52	18,40	18,22	18,13	17,78		18,01	19,00	-0,99



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 15231





**GEOTEST PERU S.A.C.**

Telf. 084 - 256015  
Cel. 984 - 423333

www.geotestperu.com  
servicios@geotestperu.com

**RUC. 20490192205**

**FACTURA**

0001 -

Nº 0001848

AV. BRASIL MZA. C LOTE. 4 URB. QUISPICANCHI CUSCO - CUSCO - CUSCO

Señor(es): Enaso Corpó, Giancarlo Raúl

Dirección:

Nº R.U.C.		GUÍA DE REMISIÓN Nº	FECHA
10	41814314116111		23   11   20

CANT.	UNID.	DESCRIPCION	P. UNIT.	IMPORTE
01	unid	Ensayos y pruebas de calidad para el proyecto Análisis de las propiedades mecánicas del concreto ligero con perlas de poliestireno expandido, para la construcción de viviendas de bajo costo, Cusco 2020"		800.00

SON: ochocientos (on 00/100)

SOLES

SUB TOTAL S/ 677.97

I.G.V. 18% 122.03

TOTAL S/ 800.00



CANCELADO

Fecha, 23 de Noviembre del 20 20

ADQUIRENTE Ò USUARIO

Anexo 9: Recibo de pago