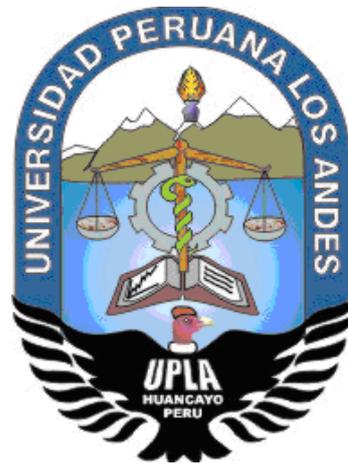


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**INFLUENCIA DEL PET- PCR COMO ADITIVO EN LAS  
PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS  
ALIGERADAS**

**PRESENTADO POR:**

**BACH. PÉREZ CALDERÓN, EDWARD CHARLES.**

**Línea de investigación Institucional:**

Nuevas tecnologías y procesos.

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**Huancayo – Perú**

**2021**

Dr. Juan José Bullón Rosas

**Asesor**

### **Dedicatoria**

- A mis padres por su apoyo incondicional, consejos, comprensión y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar.

Pérez Calderón, Edward Charles.

### **Agradecimiento**

- Agradezco el apoyo de mis colegas, asesores que me han apoyado durante el proceso de investigación, y a mi familia por haberme dado la oportunidad de formarme en esta renombrada universidad.

Pérez Calderón, Edward Charles.

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera.  
Presidente

---

PH.D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed  
Jurado

---

MG. Janet Jessica Andia Arias  
Jurado

---

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza  
Jurado

---

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales.  
Secretario docente

## ÍNDICE

<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>xii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>xiii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>xiv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>xv</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>17</b>
<b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>17</b>
1.1. Planteamiento del problema	17
1.2. Formulación y sistematización del problema	18
1.2.1. Problema general	18
1.2.2. Problemas específicos	18
1.3. Justificación	18
1.3.1. Práctica o social	18
1.3.2. Metodológica	19
1.4. Delimitaciones	19
1.4.1. Espacial	19
1.4.2. Temporal	19
1.4.3. Económica	20
1.5. Limitaciones	20
1.5.1. Tecnológica	20
1.5.2. De información	20
1.6. Objetivos	20
1.6.1. Objetivo general	20
1.6.2. Objetivos específicos	20
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>21</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>21</b>
2.1. Antecedentes	21
2.1.1. Antecedentes internacionales	21
2.1.2. Antecedentes nacionales	23
2.2. Marco conceptual	25
	vi

2.2.1. Tereftalato de polietileno (PET)	25
2.2.2. Concreto	26
2.2.3. Diseño de mezcla	30
2.2.4. Asentamiento	30
2.2.5. Temperatura de concreto	32
2.2.6. Fragua	33
2.2.7. Contenido de aire	35
2.2.8. Exudación	36
2.2.9. Peso unitario y rendimiento	39
2.2.10. Resistencia a la compresión	42
2.2.11. Resistencia a la flexión	44
2.2.12. Losas aligeradas	46
2.2.13. Fisuración del concreto en estado plástico	48
2.2.14. Fisuración en el concreto endurecido	49
2.3. Definición de términos	50
2.4. Hipótesis	51
2.4.1. Hipótesis general	51
2.4.2. Hipótesis específicas	51
2.5. Variables	51
2.5.1. Definición conceptual de la variable	51
2.5.2. Definición operacional de la variable	51
2.5.3. Operacionalización de la variable	52
<b>CAPITULO III</b>	<b>53</b>
<b>METODOLOGÍA</b>	<b>53</b>
3.1. Método de investigación	53
3.2. Tipo de investigación	53
3.3. Nivel de investigación	54
3.4. Diseño de investigación	54
3.5. Población y muestra	54
3.5.1. Población	54
3.5.2. Muestra	55
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	55

3.6.1. Técnicas	55
3.6.2. Instrumentos	58
3.7. Procesamiento de la información	58
3.8. Técnicas y análisis de datos	58
3.8.1. Organización de los datos	58
3.8.2. Análisis de datos	59
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>61</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>61</b>
4.1. Propiedades físicas del concreto con PET – PCR	61
4.1.1. Asentamiento	61
4.1.2. Temperatura	62
4.1.3. Tiempo de fragua	63
4.1.4. Aire incorporado	64
4.1.5. Exudación	65
4.1.6. Peso unitario	66
4.1.7. Rendimiento	67
4.1.8. Fisuración	68
4.2. Propiedades mecánicas del concreto con PET – PCR	69
4.2.1. Resistencia a compresión	69
4.2.2. Resistencia a flexión	71
4.3. Prueba de hipótesis	72
4.3.1. Hipótesis específica A	72
4.3.2. Hipótesis específica B	76
4.3.3. Hipótesis general	78
<b>CAPÍTULO V</b>	<b>79</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>79</b>
5.1. Propiedades físicas del concreto con PET – PCR	79
5.2. Propiedades mecánicas del concreto con PET – PCR	82
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>84</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>85</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>86</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>89</b>

<b>ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO N° 02: PROCESAMIENTO DE RESULTADOS DE LABORATORIO</b>	<b>92</b>
<b>ANEXO N° 03: ENSAYOS EN LABORATORIO</b>	<b>94</b>
<b>ANEXO N° 04: CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE INSTRUMENTOS</b>	<b>148</b>
<b>ANEXO N° 05: PANEL FOTOGRÁFICO</b>	<b>169</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Gradación del agregado fino.	27
Tabla 2. Clases de mezclas según su asentamiento.	30
Tabla 3. Dimensión de molde.	31
Tabla 4. Temperatura mínima de concreto premezclado en climas fríos.	33
Tabla 5. Capacidad nominal en L.	40
Tabla 6. Tiempos programados para la rotura.	43
Tabla 7. Factor de corrección para L/D	44
Tabla 8. Pesos de las losas aligeradas.	47
Tabla 9. Operacionalización de las variables.	52
Tabla 10. Cantidad de muestras para las propiedades físicas.	54
Tabla 11. Cantidad de muestras para las propiedades mecánicas.	55
Tabla 12. Normalidad de las propiedades físicas.	59
Tabla 13. Normalidad de las propiedades mecánicas.	60
Tabla 14. Asentamiento del concreto.	61
Tabla 15. Temperatura del concreto.	62
Tabla 16. Tiempo de fragua del concreto.	63
Tabla 17. Aire incorporado del concreto.	64
Tabla 18. Exudación del concreto.	65
Tabla 19. Peso unitario del concreto.	66
Tabla 20. Rendimiento del concreto.	67
Tabla 21. Fisuración en losas aligeradas.	68
Tabla 22. Variación de la resistencia a compresión del concreto.	69
Tabla 23. Variación de la resistencia a flexión del concreto.	71
Tabla 24. Prueba Friedman para las propiedades físicas.	73
Tabla 25. Comparación de tratamientos para el asentamiento.	74
Tabla 26. Comparación de tratamientos para la temperatura.	74
Tabla 27. Comparación de tratamientos para el contenido de aire.	74
Tabla 28. Comparación de tratamiento para la exudación.	75
Tabla 29. Comparación de tratamientos para el peso unitario.	75
Tabla 30. Comparación de tratamientos para el rendimiento.	76

Tabla 31. Comparación de tratamientos para la fisuración.	76
Tabla 32. Prueba Friedman para las propiedades mecánicas.	77
Tabla 33. Comparación de tratamientos para la resistencia a compresión.	77
Tabla 34. Comparación de tratamientos para la resistencia a flexión.	78
Tabla 35. Procesamiento de resultados de laboratorio.	93

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio.	19
Figura 2. Cemento portland.	28
Figura 3. Detalle típico de losas aligeradas.	46
Figura 4. Fisuración por retracción plástica.	48
Figura 5. Fisura por asentamiento plástico	49
Figura 2. Asentamiento del concreto.	62
Figura 3. Temperatura del concreto.	63
Figura 4. Tiempo de fragua del concreto.	64
Figura 5. Aire incorporado del concreto.	65
Figura 6. Exudación del concreto.	66
Figura 7. Peso unitario al concreto.	67
Figura 8. Peso unitario del concreto.	68
Figura 9. Fisuración en losas aligeradas.	69
Figura 10. Variación de la resistencia a compresión del concreto.	70
Figura 11. Resistencia a compresión máxima del concreto.	70
Figura 12. Variación de la resistencia a flexión del concreto.	71
Figura 13. Resistencia a flexión máxima del concreto.	72

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿Cómo influye el PET-PCR como aditivo en las propiedades del concreto para losas aligeradas?, el objetivo general fue: Evaluar la influencia del PET-PCR como aditivo en las propiedades del concreto para losas aligeradas y la hipótesis general que se verificó fue: El PET-PCR como aditivo mejora las propiedades del concreto para losas aligeradas.

El método general de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue aplicada de nivel descriptivo explicativo y de diseño experimental. La población estuvo constituido por 208 especímenes elaborados de concreto con adiciones de PET PCR , no se utilizó la técnica de muestreo, si no el censo por que se trabajó con el total de la población.

Como la conclusión principal de este estudio fue utilizando el PET PCR como aditivo se mejora sustancialmente las propiedades del concreto para losas aligeradas, reduciendo su fisuramiento en 81.82 %, con un contenido de 1.5 % en relación al peso del cemento.

**Palabras clave:** Aditivo PET – PCR, propiedades del concreto, losas aligeradas.

## **ABSTRACT**

The general problem of this research was: How does PET-PCR as an additive influence in the properties of concrete for lightened slabs, the general objective was: To evaluate the influence of PET-PCR as an additive in the properties of concrete for lightened slabs and the general hypothesis that was verified was: PET-PCR as an additive improves the properties of concrete for lightened slabs.

The general research method was the scientific one, the type of research was applied of descriptive explanatory level and of experimental design. The population was constituted by 208 concrete specimens with PET PCR additions, the sampling technique was not used, but the census because the total population was worked with.

As the main conclusion of this study was using the PET PCR as an additive, the properties of concrete for lightened slabs are substantially improved, reducing its cracking in 81.82%, with a content of 1.5% in relation to the weight of the cement.

**Keywords:** PET - PCR Additive, concrete properties, lightened slabs.

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: “Influencia del PET – PCR como aditivo en las propiedades del concreto para losas aligeradas” surge de la necesidad de mejorar las propiedades del concreto para losas aligeradas, tomando también en cuenta las fisuras que se producen; para lo cual se ha considerado al PET – PCR como aditivo, por ser uno de los materiales que en mayor cantidad se encuentra en el ambiente y que no presenta un uso alternativo, planteándose así como objetivos evaluar cómo las tiras del PET – PCR influyen en las propiedades físicas y mecánicas del concreto, para lo cual se recolectó el PET – PCR, prosiguiendo a cortarlas en tiras de 3 x 1 cm, y añadirlas en 0.5, 1 y 1.5 % en relación al peso del cemento al concreto de  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>, para así medir las propiedades físicas, concerniente al asentamiento, temperatura, tiempo de fragua, aire incorporado, exudación, peso unitario, rendimiento y fisuración, además de las propiedades mecánicas tal como la resistencia a compresión (a los 7, 14, 21 y 28 días) y la resistencia a flexión (a los 7, 21 y 28 días).

Para una mejor comprensión, la presente investigación se ha dividido en los siguientes capítulos:

El Capítulo I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, donde se desarrolla el planteamiento, formulación y sistematización del problema: problema general y específicos, la justificación: practica o social y metodológica, las delimitaciones: espacial, temporal y económica, las limitaciones: tecnológica y de información, y los objetivos: general y específicos.

El Capítulo II: MARCO TEÓRICO, aquí se trata de los antecedentes: internacionales y nacionales, el marco conceptual, la definición de términos, las hipótesis: general y específica, las variables: definición conceptual y operacional de la variable y la operacionalización de la variable.

El Capítulo III: METODOLOGÍA, donde se desarrolla el método de investigación, el tipo, nivel y diseño de la investigación, la población y muestra, la técnicas e instrumentos de recolección de datos, el procesamiento de la información y las técnicas y análisis de datos.

El Capítulo IV: RESULTADOS, en este capítulo se presentan los resultados del estudio y las pruebas de las hipótesis.

El Capítulo V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS, donde se analizan las propiedades físicas y mecánicas del concreto con PET - PCR.

Finalmente se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y los anexos.

Bach. Pérez Calderón, Edward Charles.

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Planteamiento del problema**

Una de las principales patologías en las losas aligeradas corresponde al fisuramiento, esto se debe a la contracción del concreto que de estar en zonas frías su tiempo de fragua se ve reducido con lo cual no se da una correcta hidratación, lo cual repercute en la reducción de su durabilidad y de estar sometidos a carga trae consigo la disminución de la resistencia del concreto; surgiendo así la necesidad de recurrir a aditivos, pero que no sean costosos como el tereftalato de polietileno.

Después de las consideraciones anteriores, se tiene que el aumento de la población mundial trae de la mano un incremento del consumo de recursos tanto naturales como artificiales y uno de estos es el plástico; según el MINAM (2018) cada año se vierten al océano cerca de 8 millones de toneladas de plástico, si bien es cierto que el PET representa solo el 0.3 % del total de los residuos sólidos (Alesmar, Rendon y Korody, 2008), su lenta biodegradación hace que la disposición no sea la adecuada, creando así un problema en su manejo.

El departamento de Junín, no es ajeno a lo considerado pues se producen más de 178 mil toneladas de residuos sólidos, lo que se traduce

en aproximadamente 0.5 kilos por persona (Correo, 2019), esta cantidad de residuos sin un apropiado sistema de reciclaje genera desechos que no pueden ser dispuestos de una manera apropiada.

Entonces, dadas las condiciones que anteceden, esta investigación utilizó el tereftalato polietileno posconsumo (PET - PCR) como un aditivo en el concreto bajo porcentajes de 0.5, 1 y 1.5 para su utilización en losas aligeradas, además de evaluar sus propiedades físicas y mecánicas, a fin de determinar cuan significativa es la influencia de este aditivo en el comportamiento del concreto.

## **1.2. Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cómo influye el PET- PCR como aditivo en las propiedades del concreto para losas aligeradas?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿De qué manera el PET- PCR como aditivo incide en las propiedades físicas del concreto para losas aligeradas?
- b) ¿Cómo influye el PET- PCR como aditivo en las propiedades mecánicas del concreto para losas aligeradas?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Práctica o social**

Con la presente investigación se pretende mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto para poder dar solución al problema de fisuramiento de las losas aligeradas, para lo cual se utilizó el tereftalato de polietileno posconsumo, PET – PCR, como aditivo en porcentajes de 0.5, 1 y 1.5 en relación al peso del cemento; esto a fin de dar un uso alternativo a este material que afecta a diversos ecosistemas.

### 1.3.2. Metodológica

Con el desarrollo de la investigación se estableció una serie de procedimientos para la utilización del PET – PCR como aditivo en el concreto para losas aligeradas, basado en la caracterización del agregado, el diseño de mezcla, la medición de las propiedades físicas y mecánicas; lo cual podrá ser utilizado en investigaciones similares.

## 1.4. Delimitaciones

### 1.4.1. Espacial

La presente investigación se llevó a cabo a nivel de laboratorio, el mismo que se ubica en la Av. Orión del distrito y provincia de Concepción en el departamento Junín.



Figura 1. Ubicación del área de estudio.  
Fuente: Google Earth (2020).

### 1.4.2. Temporal

La presente investigación se realizó entre los meses de noviembre a diciembre del 2019 y enero a marzo del 2020.

### **1.4.3. Económica**

El desarrollo de este trabajo fue cubierto económicamente en su totalidad por el tesista, no se tuvo financiamiento externo.

## **1.5. Limitaciones**

### **1.5.1. Tecnológica**

La limitación que se tuvo para el desarrollo de la investigación fue la tecnológica, debido a que no existe equipo de rotura y flexión de losas aligeradas a escala, por lo que solo se evaluó el fisuramiento.

### **1.5.2. De información**

Esta limitación se dio debido a que no se cuenta con suficiente información referente al uso del PET – PCR como aditivo; específicamente referente a la influencia que tiene en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para que pueda ser utilizado en losas aligeradas.

## **1.6. Objetivos**

### **1.6.1. Objetivo general**

Evaluar la influencia del PET- PCR como aditivo en las propiedades del concreto para losas aligeradas.

### **1.6.2. Objetivos específicos**

- a) Analizar de qué manera el PET- PCR como aditivo incide en las propiedades físicas del concreto para losas aligeradas.
- b) Establecer la influencia del PET- PCR como aditivo en las propiedades mecánicas del concreto para losas aligeradas.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

Mestanza (2018) en su investigación “Análisis de las propiedades físico-mecánicas de un hormigón elaborado con fibras recicladas de envases PET utilizando agregados de la cantera San Antonio y cemento Holcim tipo GU” planteó como objetivo analizar las propiedades de un concreto adicionado con fibras recicladas de envases PET; para tal fin, consideró un diseño experimental en el que evaluó en diferentes proporciones de PET (0.37 %, 0.74 % y 1.11 %) en las siguientes propiedades física: consistencia, trabajabilidad, cohesión y homogeneidad; mientras que para las propiedades mecánicas consideró: la resistencia a la compresión, el módulo de elasticidad, resistencia a la tracción indirecta, resistencia a la flexión y la resistencia a la adherencia.

Los resultados obtenidos muestran que los incrementos de la fibra disminuyen los valores óptimos de las propiedades físicas y mecánicas, pero sin estar por debajo de lo que establece la

normativa; por lo que concluye que, el que mejor compartimiento presenta es la proporción de 1.11 %, pues se logra obtener mejores resistencias que las demás proporciones.

Acevedo y Posada (2018) en su investigación “Polietileno tereftalato como reemplazo parcial del agregado fino en mezclas de concreto” evaluó las propiedades del concreto hecho con un reemplazo de PET como agregado fino. Para tal fin adoptó un diseño experimental que consistió en evaluar la resistencia a la compresión, la trabajabilidad y la densidad del concreto con 5 %, 10 %, 15 % y 20 % de PET como agregado fino.

Los resultados muestran que, al incrementar la cantidad de arena, la resistencia del concreto disminuye, pero la trabajabilidad no muestra alteraciones.

Concluyeron que el porcentaje de reemplazo del 15 % fue el más adecuado porque tiene una manejabilidad apropiada y presenta una disminución de la resistencia a la compresión que es aceptable dentro de la norma.

Silva (2019) en su investigación “Sistema constructivo a base de concreto con PET recuperado como refuerzo” propuso un sistema constructivo con el cual evaluar y estimar la factibilidad del uso del concreto reforzado con PET recuperado (CRPR), en elementos estructurales en vivienda de autoconstrucción. Consideró la normativa actual para las pruebas de flexión en el concreto, y toma como prueba, un elemento constructivo en forma de placa que podría utilizarse para configurar una cubierta.

Estableció estándares de calidad y analizó la factibilidad técnica y económica para insertarlo en el mercado de autoconstrucción de viviendas de interés social. Aprovechó las características del PET y de cómo se comporta a tensión, modificando el comportamiento a flexión del sistema, esto se demuestra con una prueba de dos puntos de apoyo y una carga concentrada al centro, donde se observa la

capacidad del PET al recuperar la carga luego de la falla del concreto. Crearon 5 muestras, dos mezclas patrón una de concreto y una de mortero, dos de mortero con 5 % y 10 % de PET y una de concreto con 15 % de PET, ejecutaron los ensayos a los 7 y 28 días con el fin de determinar la resistencia.

El PET muestra deficiencias como elemento de refuerzo en la integración en elementos de concreto, aunque los resultados que obtuvo en los ensayos a flexión dan la posibilidad para futuras investigaciones, en elementos de refuerzo al momento de colapsar las estructuras, evitando la falla frágil por una falla dúctil en elementos constructivos, permitiendo la seguridad en casos de vulnerabilidad.

En conclusión, el uso de PET recuperado no se recomienda como refuerzo principal de la estructura, sin embargo, si solo se considera elementos de cubierta que soporte su propio peso, puede ser posible para cubrir un espacio.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Aguilera y Diestra (2017) en su investigación “Influencia de la fibra de PET a partir de botellas recicladas sobre el comportamiento mecánico en un concreto aplicado en prefabricados”, evaluó cómo influyen las fibras de PET reciclado como refuerzo en una matriz de concreto, las mezclas usadas están conformadas por la norma ASTM C31 con el uso de cemento portland tipo I, piedra y arena gruesa de 1/2” con adiciones de PET reciclado a diferentes porcentajes: 0, 0.5, 1, 1.5 %. El diseño de mezclas consideró una resistencia a la compresión requerida de 210 kg/cm<sup>2</sup>, las probetas se sometieron a ensayos de resistencia a la compresión bajo la norma ASTM C39 y resistencia a la tracción en periodos de 28 días de curado.

Los resultados muestran que al existir fibra PET en el concreto su rendimiento, la resistencia a compresión y tracción disminuye a

medida que aumenta el porcentaje en la mezcla. Concluyeron, que el porcentaje de fibra PET para un rendimiento óptimo del concreto es del 0.5 %, pues es el porcentaje que cumple con la resistencia que la norma exige.

Aquino (2019) realizó la investigación “Estudio comparativo de la influencia del plástico (PET) en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto reciclado y concreto convencional”, en la cual determinó la combinación apropiada que se puede sustituir de forma parcial al agregado grueso en el diseño de una mezcla convencional, en porcentajes de 1, 2, 5 y 10%, esto tomando en cuenta la diferencia de peso volumétrico entre agregados gruesos y el plástico, junto a la dosificación para concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup>. La metodología aplicada consideró la determinación del ensayo de asentamiento en estado fresco, también realizaron tres ensayos con probetas para determinar la resistencia a la compresión y tres ensayos con probetas más pequeñas para determinar la abrasión. Los ensayos se realizaron cuando el concreto tenían edades de 7, 14, 21 y 28 días.

Al finalizar los ensayos observó muchas diferencias entre el comportamiento en estado fresco como en estado endurecido; concluyendo así que, el porcentaje de 1 % de PET en concreto es el que cumple con los parámetros mínimos de resistencia, pues este presenta mejor trabajabilidad en estado fresco, mayor resistencia a la compresión y una mayor durabilidad a la abrasión.

Reyes (2018) en su investigación “Diseño de un concreto con fibras de polietileno tereftalato (PET) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta-Ate-Lima Este” consideró la afectación del PET en la resistencia del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> y aplicó el método del American Concrete Institute (ACI) para los diseños de mezcla. Analizó siete diseños de, uno como muestra patrón, tres con porcentajes diferentes de polietileno de tereftalato

(PET) reciclado (0.5, 1 y 1.5 % con respecto al peso del cemento), y tres últimos con los mismos porcentajes de PET reciclado, pero le adicionaron un 0.7 % de aditivo plastificante viscocrete 1110.

Los ensayos mostraron que si se incrementan el porcentaje de PET reciclado hay una disminución de la resistencia a la compresión y el asentamiento. En el ensayo de tracción por compresión diametral no observó diferencias significativas y en el ensayo de flexión notaron un aumento de la resistencia de un 5% respecto al patrón. Concluyó que al usar el aditivo plastificante viscocrete el asentamiento mejora al igual que la resistencia a la compresión, tracción por compresión diametral y flexión en los diferentes diseños.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Tereftalato de polietileno (PET)**

Es un material caracterizado por ser muy ligero y tener resistencia mecánica a la compresión, alto grado de transparencia y brillo, conserva el sabor y aroma de los alimentos, es una barrera contra los gases, 100 % reciclable y con posibilidad de producir envases reutilizables. El PET es la materia prima con el cual se elaboran los envases de bebidas gaseosas y aguas minerales, entre otras. Estos envases son desechables, por lo que suele ser su destino, los rellenos sanitarios donde se depositan los residuos domiciliarios. Se produce a base de petróleo crudo, gas y aire, donde un kilo de PET se compone por 64 % de petróleo, 13 % de aire y 23 % de derivados líquidos de gas natural (Alesmar et al., 2008).

#### **a) Transformación del PET para su disposición final**

Cuando existe un adecuado sistema de reciclaje, el PET recuperado se usa alrededor de un 75 % para hacer fibras de alfombras, geotextiles y ropa. El 25 % remanente es extruido en hojas para termoformado, inyectado en envases para productos no

alimenticios o compuestos para aplicaciones de moldeo (Alesmar et al., 2008).

### **b) Impacto ambiental del PET**

Ambientalmente, el PET es la resina que tiene mejores aptitudes para el reciclado. Posconsumo se usa para la fabricación de textiles, utilizándose en la confección de cepillos, cuerdas, escobas, telas, etc. Generalmente el PET reciclado no se destina a nuevos envases (Alesmar et al., 2008).

### **2.2.2. Concreto**

El concreto es un material parecido a la piedra, es una mezcla de arena, piedra picada, cemento portland y agua, que se añaden en diferentes proporciones, dependiendo del uso que se destine el concreto. Dependiendo de las necesidades, se puede añadir un aditivo que le proporcione características específicas a la mezcla (Astorga y Rivero, 2009).

#### **a) Agregado**

Son materiales granulares de composición mineral que se agregan en distintos tamaños junto con el cemento el agua para hacer concreto. Estos pueden ser gravas, arenas o rocas trituradas. Cumplen la función de proporcionar una masa de partículas con la capacidad de resistir las acciones del medio ambiente que pueden actuar sobre el concreto, logrando formar una especie de esqueleto para la pasta de agua y cemento (Astorga y Rivero, 2009).

Los agregados se pueden clasificarse según Abanto (2009) abanto en:

- **Agregado fino.** Se les denomina agregados aquellos materiales que pasan el tamiz 3/8" (9.5 mm). Estos materiales

se generan a partir de la desintegración natural o artificial de las rocas y deben cumplir la siguiente gradación.

Tabla 1. Gradación del agregado fino.

Malla	Porcentaje que pasa (acumulativo)
3/8" (9.5 mm)	0 - 100
N°4 (4.75 mm)	95 - 100
N°8 (2.36 mm)	80 - 100
N°16 (1.18 mm)	50 - 85
N°30 (600 µm)	25 - 60
N°50 (300 µm)	10 - 30
N°100 (150 µm)	2 - 10

Fuente: Abanto (2009).

- **Agregado grueso.** El agregado grueso puede entenderse como aquel material que es retenido en el tamiz N°4 (4.75 mm), y provienen de la desintegración de las rocas de manera natural o artificial.
  - **Grava.** - También denominado canto rodado, es un material proveniente de la desintegración de manera natural de las rocas, debido a acciones atmosféricas, por lo que es común encontrarlas en los lechos de ríos. Su peso específico es de 1600 a 1700 kg/m<sup>3</sup> (Abanto, 2009).
  - **Piedra chancada.** - Es un material que se obtiene de la trituración artificial de rocas o gravas. El peso de este material es de 1450 a 1500 kg/m<sup>3</sup> (Abanto, 2009).
  - **Hormigón.** - Este material se puede definir como una mezcla natural de grava y arena. Su uso es generalmente para concretos de baja calidad; por lo que solo es recomendable cuando se quiera obtener resistencias menores a 100 kg/cm<sup>2</sup> (Abanto, 2009).

## b) Cemento

Un material aglomerante muy importante y que se emplea en la construcción, está formado por la mezcla de arcilla, piedra caliza y otras sustancias molidas para obtener una textura fina, este una vez

que es hidratado se endurece al entrar en contacto con el aire (fraguado) y adquiere una gran resistencia (Astorga y Rivero, 2009).

El cemento tiene la propiedad que, en estado pastoso, se puede moldear y adherir a otros materiales fácilmente, endurecerse, protegerlos y alcanzar resistencias mecánicas considerables (Astorga y Rivero, 2009).

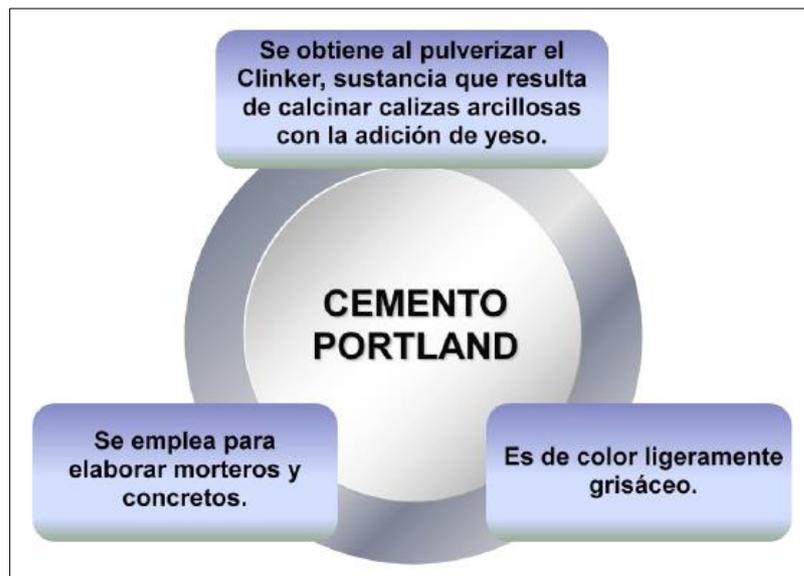


Figura 2. Cemento portland.  
Fuente: Astorga y Rivero (2009).

De acuerdo a Astorga y Rivero (2009) el cemento portland se clasifica en:

- **Tipo I:** Para usos generales.
- **Tipo II:** Para usos generales, donde se requieran resistencias a sulfatos de forma moderada.
- **Tipo III:** Para uso en obras que necesiten alta resistencia inicial.
- **Tipo IV:** Para uso en obras que necesiten bajo calor de hidratación.
- **Tipo V:** Para uso en obras donde se necesiten altas resistencias a sulfatos.

### c) Aditivo

Son productos químicos que se añaden a la mezcla del concreto para modificar sus propiedades y lograr condiciones específicas, como mayor resistencia, trabajabilidad, mayor o menor tiempo de endurecimiento, entre otros (Astorga y Rivero, 2009).

Las presentaciones de estos materiales generalmente son de forma líquida o en polvo. La cantidad para su dosificación generalmente es menor al 5 % del peso de la masa total (Mestanza, 2018).

- **Acelerantes.** Estos elementos permiten disminuir el tiempo que se demora en fraguar el concreto. Esto mejora la resistencia del concreto y son de gran uso para acelerar el proceso constructivo.
- **Retardantes de fraguado.** Este tipo de aditivo funciona de manera inversa a los acelerantes, pues mantiene hidratado al concreto, aplazando así el fraguado e incrementando el tiempo de trabajo. Su uso es factible cuando el concreto tiene que recorrer largas distancias antes de ser descargadas.
- **Plastificantes.** El uso de estos materiales, permite la disminución del agua que se usa normalmente; esto mejora la relación agua/cemento y aumenta la trabajabilidad del concreto.
- **Incorporadores de aire.** Son sustancias que incrementa la cantidad de aire en el concreto. Esto mejora su desempeño ante etapas de congelamiento y descongelamiento.
- **Inhibidores de corrosión.** Estos aditivos disminuyen la corrosión que afecta al acero.
- **Impermeabilizantes.** El efecto de este tipo de aditivos es reducir la permeabilidad del concreto con el fin de proteger el acero o minimizar la infiltración del agua en morteros.

- **Aditivos curadores.** Estos materiales son utilizados para evitar la pronta evaporación del agua en el concreto fresco.

### 2.2.3. Diseño de mezcla

Crear una dosificación de mezcla de concreto es determinar la combinación más económica y practica de los agregados que estén disponibles, agua, cemento y en algunos casos aditivos, con la finalidad de fabricar una mezcla con el grado requerido de manejabilidad, que si endurece a una apropiada velocidad adquirirá unas características de resistencias y durabilidad necesarias para el tipo de construcción (Yaya, 2017).

Para lograr las proporciones apropiadas, se necesita preparar varias mezclas de prueba, estas se calculan con base en las propiedades de los materiales y la aplicación de leyes. Las características obtenidas en las mezclas de prueba mostrarán los ajustes que se harán en la dosificación de acuerdo a las reglas empíricas determinadas (Yaya, 2017).

### 2.2.4. Asentamiento

Este ensayo estudia la trabajabilidad, que es la facilidad de mezclado, colocación, transporte y compactación. Un concreto es trabajable cuando en su desplazamiento mantiene siempre una película de mortero de 1/4" sobre el agregado grueso, y los valores que se obtenga se puede comparar con la siguiente tabla (NTP:339.035, 2015).

Tabla 2. Clases de mezclas según su asentamiento.

Consistencia	Slump	Trabajabilidad	Método de compactación
Seca	0" a 2"	Poco trabajable	Vibración normal Vibración ligera
Plástica	3" a 4"	Trabajable	Chuseada
Fluida	>5"	Muy trabajable	Chuseado

Fuente: Abanto (2009).

## a) Resumen del método de ensayo de asentamiento

Tomando una muestra de concreto fresco mezclado, se vierte en un molde con forma de cono truncado y se compacta por varillado. Se retira el molde de forma vertical y se deja que el concreto asiente. Se mide la distancia vertical entre la posición inicial y la desplazada, esto se considera como el asentamiento del concreto (NTP:339.035, 2015).

## b) Equipos y herramientas de uso

**Molde.** El molde debe cumplir con la altura, forma y dimensiones internas establecidas en la norma NTP:339.035 (2015). Este debe ser suficientemente rígido para que se mantengan las medidas especificadas y tolerancias durante su uso.

Tabla 3. Dimensión de molde.

mm	pulg	mm	pulg
2	1/16	80	3 1/8
3	1/8	100	4
15	1/2	200	8
25	1	300	12
75	3		

Fuente: NTP:339.035 (2015).

**Barra compactadora.** La barra debe ser de acero liso y cilíndrica, debe medir 600 mm de largo y de aproximadamente 16 mm de diámetro, según la NTP:339.035 (2015).

**Dispositivo de medida.** Se usará cinta métrica metálica o regla, deben ser ambos rígidos o semi rígidos, según la NTP:339.035 (2015).

**Cucharón.** Este debe ser de un tamaño y una forma apropiada, con el cual se debe obtener la cantidad suficiente y se pueda colocar en el molde sin derramar la muestra, según la NTP:339.035 (2015).

### c) Procedimiento según la NTP:339.035 (2015)

- Humedecer el molde y colocar en una superficie rígida, plana, húmeda y no absorbente. Se pisan las aletas para fijar el molde durante su llenado.
- Llenar el molde con el concreto en 3 capas.
- Cada una de estas capas se compacta con 25 golpes en la barra compactadora.
- El molde se levanta en forma vertical con un movimiento ascendente.
- De forma inmediata se mide el asentamiento, la superficie del cono truncado y la superficie del concreto descendido.

### 2.2.5. Temperatura de concreto

La temperatura de la mezcla de concreto, está en función de la temperatura de sus componentes y de las reacciones químicas que se generan. Esta propiedad tiene mucha injerencia en el tiempo de fragua, haciendo que se reduzca o se prolongue; es por ello que la norma E.060 del reglamento nacional de edificaciones menciona que esta debe estar entre los 5 °C a 32 °C.

Para medir la temperatura de la mezcla del concreto se requiere lo siguientes:

#### a) Equipos y herramientas de uso

- **Recipiente.** El recipiente tiene que ser de un material no absorbente, según (ASTM:C1064, 2002).
- **Aparato para medir la temperatura.** Este aparato debe poder medir el concreto fresco con una precisión  $\pm 1$  ° F ( $\pm 0.5$  °C) dentro de un rango de 0 ° F a 120 °F (0 a 50 °C) de temperatura. Este aparato se debe sumergir a un

máximo de 3 pulg (75 mm) o menos durante todo el proceso.

#### **b) Procedimiento según la ASTM:C1064 (2002)**

- Colocar el aparato medidor, cuidando que la temperatura del ambiente no afecte.
- Por un tiempo de 2 min aproximadamente dejar el aparato hasta que la lectura de temperatura se estabilice.
- Se registra la lectura.

Para el concreto, las temperaturas a considerarse deben ser:

Tabla 4. Temperatura mínima de concreto premezclado en climas fríos.

Tamaño de la sección mm	Temperatura mínima °C
<300	13
300-900	10
900-1800	7
>1800	5

La temperatura máxima con áridos calentados, agua caliente no debe exceder de 32 °C.

Fuente: NTP:339.114 (2016).

Cuando el concreto este en climas cálidos se considerará lo más bajo que se pueda (NTP:339.114, 2016).

#### **2.2.6. Fragua**

El fraguado puede comprenderse como la velocidad en que se da la reacción del agua y el cemento para que la mezcla inicie el endurecimiento y se alcance las resistencias de diseño. La reacción inicial debe ser lenta para facilitar la trabajabilidad y la colocación del concreto; mientras que una vez que el concreto esté colocado el fraguado debe ser lo más rápido posible; para ello, los fabricantes consideran una cantidad de yeso que regula este proceso (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese y Tanesi, 2004).

El tiempo de fragua de la mezcla se determina por medio de la resistencia a la penetración, según ASTM:C403 (2013) se desarrolla de la siguiente manera:

#### a) Equipos y herramientas de uso

- **Contenedor.** Deben ser herméticos, rígidos, no absorbente y libre de grasa o aceite. Debe tener un área superficial que permita realizar 10 lecturas de resistencia a la penetración, según ASTM:C403 (2013).
- **Agujas de penetración.** Son agujas que se acoplan al aparato de carga con estas áreas de contacto: 645, 323, 161, 65, 32 y 16 mm<sup>2</sup> (1, ½, ¼, 1/10, 1/20 y 1/40 pulg<sup>2</sup>). Las espigas de las agujas se marcan a 25 mm (1 pulg) del área de contacto. La longitud de la aguja estará entre 16 mm (1/40 pulg) y 90 mm (3 ½ pulg), según ASTM:C403 (2013).
- **Varilla apisonadora.** De acero redonda y recta de diámetro 16 mm (5/8 pulg) y con una longitud de 600 mm (24 pulg), la punta debe ser semiesférica de diámetro 16 mm (5/8 pulg) (ASTM:C403, 2013).
- **Pipeta.** Se usa para extraer agua de exudación de la superficie de ensayo (ASTM:C403, 2013).
- **Termómetro.** Debe medir con una aproximación  $\pm 0.5$  °C ( $\pm 1$  °F).

#### b) Procedimiento según ASTM:C403 (2013)

- Retirar el agua de exudación con una pipeta, esta se inclina en un ángulo de 10° respecto a la horizontal, colocar un soporte en un extremo por al menos 2 minutos y luego se remueve el agua (ASTM:C403, 2013).

- Una aguja de penetración se inserta en la muestra, dependiendo del grado de endurecimiento varía el tamaño de la aguja y aplicar fuerza hacia abajo hasta que la aguja penetre hasta  $25 \pm 2\text{mm}$  ( $1 \pm 1/16$  pulg) de profundidad. La resistencia de penetración se calcula dividiendo la fuerza que se aplica dentro del área de apoyo de la aguja. La distancia libre debe cumplir con ser de dos diámetros de aguja y no menor de 15 mm ( $1/2$  pulg) (ASTM:C403, 2013).
- Después de 3 a 4 horas de contacto de cemento y agua se realiza un ensayo inicial. Luego se realizan los ensayos siguientes en un intervalo de  $\frac{1}{2}$  a 1 hora (ASTM:C403, 2013).
- Se deben hacer por lo menos seis penetraciones por cada ensayo. Se continua con el ensayo hasta que se obtenga una resistencia a la penetración igual o mayor a 27.6 Mpa (ASTM:C403, 2013).

### **2.2.7. Contenido de aire**

Como se conoce, el contenido de aire en el concreto es un elemento de difícil control, por lo que es necesario medirlo al momento de elaborar la mezcla. Su presencia en altos porcentajes disminuye la resistencia, pero de manera controlada, esta puede controlar etapas de congelación y deshielo.

El contenido de aire se mide con el método por presión, según ASTM:C231 (2014).

#### **a) Equipos y herramientas de uso**

**Medidores de aire.** Según ASTM:C231 (2014) se usan dos aparatos de diseño operativo:

**Medidor tipo A:** Es un recipiente con un sistema de tapa, funciona en base a introducir agua hasta una altura predeterminada superando el a una muestra de concreto con volumen conocido, luego se aplica una presión de aire predeterminada sobre el agua. Luego se observa la reducción de volumen de aire de la muestra de concreto baja la presión aplicada (ASTM:C231, 2014).

**Medidor tipo B:** Es un recipiente con un sistema de tapa, consiste en igualar un volumen de aire conocido con una presión conocida mediante una cámara sellada de aire, con el volumen desconocido de aire para la muestra de concreto (ASTM:C231, 2014).

**Recipiente de medición.** De forma cilíndrica, de acero y que resista la pasta de cemento (ASTM:C231, 2014).

**Sistema de tapa.** De acero, metal duro y que resista la pasta de cemento (ASTM:C231, 2014).

#### **b) Procedimiento según ASTM:C231 (2014)**

- Colocación y compactación de la muestra: se humedece el interior del recipiente y colocarlo sobre la superficie plana. Con una pala se coloca el concreto en 3 capas.
- Aplicar 25 golpes con la varilla en cada una de las capas.
- Realizar el procedimiento de ensayo de acuerdo al medidor utilizado.

#### **2.2.8. Exudación**

La exudación del concreto se entiende como el ascenso de una porción del agua debido a la sedimentación de los componentes de la mezcla. Generalmente este fenómeno se da después de colocado del concreto y se deba a: una mala dosificación, el uso de aditivos y el incremento de la temperatura. Es importante mencionar que la

ocurrencia de este fenómeno es perjudicial para el concreto, pues incrementa la relación agua – cemento (Abanto, 2009).

La exudación del concreto fresco se determina de la siguiente manera, según la NTP:339.077 (2013):

#### **a) Resumen del método de ensayo de exudación**

Determinar la cantidad de agua exudada en concreto fresco, se realiza mediante 2 métodos:

- **Método A.** Es para muestra que ha sido consolidada solo mediante varillado y ensayado sin distorsionar, que después de ser colocado no ha sido vibrado (NTP:339.077, 2013).
- **Método B.** La muestra consolidada mediante vibración y ensayado por periodos de vibración, que luego del curado está sujeto vibración (NTP:339.077, 2013).

#### **b) Equipos y herramientas de uso**

- **Recipiente cilíndrico.** Debe ser aproximadamente de 14 l de capacidad, con una altura interior de 280 mm  $\pm$  5 mm y con diámetro interior de 255 mm  $\pm$  5 mm. El envase de metal tiene que tener un espesor de entre 2,67 mm a 3,40 mm y se reforzara en su extremo superior con un anillo de entre 2,67 mm a 3,40 mm y 40 mm de ancho. Por dentro debe estar libre de corrosión, pintura o lubricante y plano (NTP:339.077, 2013).
- **Báscula.** Debe tener una precisión de 0.5 % y debe ser calibrado de forma anual (NTP:339.077, 2013).
- **Pipeta.** Sirve para extraer el agua libre en la superficie de la muestra de concreto (NTP:339.077, 2013).

- **Probeta graduada.** Esta debe ser de 100 ml para coleccionar y medir la cantidad de agua extraída (NTP:339.077, 2013).
- **Varilla compactadora.** Debe ser de acero liso, con una longitud de 610 mm y un diámetro de 16 mm y con una punta semiesférica para el apisonado (NTP:339.077, 2013).
- **Recipiente metálico.** Con una capacidad de 1000ml para recoleccionar las aguas sobrenadas y sedimentos decantados (NTP:339.077, 2013).
- **Balanza (opcional).** Debe tener una sensibilidad de 1g, para poder determinar el peso del agua decantada y los sedimentos (NTP:339.077, 2013).
- **Hornillo (opcional).** Debe ser pequeño o buscar otra fuente de calor para evaporar el agua decadente (NTP:339.077, 2013).

### **c) Procedimiento según la NTP:339.077 (2013)**

- La temperatura del ambiente debe oscilar entre 18 °C y 24 °C.
- Luego de nivelar la superficie de la muestra, se debe registrar la hora y determinar el peso del recipiente y su contenido.
- El contenido se coloca sobre una superficie plana, libre de vibraciones y cubrir el recipiente para que no se evapore la exudación.
- El recipiente se inclina de manera cuidadosa para poder extraer el agua exudada y se registra el peso del agua exudado, hasta el fin de la observación.

- Luego se seca la muestra hasta un peso constante y registra los resultados finales y calcular la diferencia entre los pesos, y esto es el agua de exudación.

#### d) Cálculo según la NTP:339.077 (2013)

El volumen de agua exudada se obtiene de:

$$V = \frac{V1}{A} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde: V1, Volumen de agua exudada medida durante el intervalo de tiempo seleccionado en ml; A, área expuesta del concreto en cm<sup>2</sup>.

El agua de exudación acumulada es:

$$C = \left(\frac{w}{W}\right) S \quad (\text{Ec. 2})$$

$$\text{Exudacion}\% = \left(\frac{D}{C}\right) \times 100 \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde: C, masa del agua en la muestra de ensayo (g); W, peso total de la tanda (kg); w, agua de mezclado neta (es la cantidad de agua total menos el agua que absorbieron los agregados en kg); S, peso de la muestra (g); D, peso del agua de exudación en gramos y el volumen total extraído de la muestra de ensayo (cm<sup>3</sup>), multiplicado por 1 gr/cm<sup>3</sup>.

#### 2.2.9. Peso unitario y rendimiento

El rendimiento se entiende como la cantidad de mezcla fresca que se puede obtener cuando se obtiene una dosificación (NRMCA, 2010). Esta propiedad se determina dividiendo el peso total de los materiales entre el peso unitario promedio, la cual se determina de acuerdo a la siguiente NTP:339.046 (2008):

### a) Equipos y herramientas de uso

**Balanza.** Debe ser de una precisión de 45 gramos, según NTP:339.046 (2008).

**Barra compactadora.** Debe ser de acero, cilíndrica y recta, de 15 mm de diámetro y de 600 mm de largo aproximadamente con punta semiesférica de 16 mm de diámetro.

**Recipiente de medida.** Debe ser un cilíndrico metálico, impermeable con dos asas. La parte interna debe tener la forma de un cilindro recto y abierto por una de sus caras. Las dimensiones y capacidad nominal de los recipientes se indican en la siguiente tabla:

Tabla 5. Capacidad nominal en L.

Tamaño máximo nominal del árido(mm)	Capacidad nominal (L)
25	6
37.5	11
50	14
75	28
112	70
150	100

Tamaños establecidos para usar en los ensayos de concreto, que contiene agregados de tamaño máximo nominal igual o más pequeño que los ya mencionados. El volumen real del recipiente será por lo menos 95% del volumen nominal mencionado

Fuente: NTP:339.046 (2008).

**Placa de enrase.** Debe ser de vidrio, metal o acrílico, el largo y ancho debe ser mayor a 50 mm de diámetro de la medida, su espesor debe ser mayor a 6 mm si es placa de metal o mayor a 12 mm en placas de acrílico o vidrio, según (NTP:339.046, 2008).

**Mazo.** Con cabeza de cuero o caucho, con un peso de  $600 \pm 200$  g, se usará en recipientes de medida de 14 L o menor, después con un mazo de  $1000 \pm 200$  g para usar en los recipientes más grandes.

### b) Procedimiento según NTP:339.046 (2008)

- El concreto se coloca en el molde en 3 capas y en cada capa 25 golpes para apisonarla de manera correcta y golpear de 10 a 15 veces por los lados del recipiente con

el martillo de goma, todo esto para eliminar burbujas de aire.

- Se calcula el peso del concreto.

### c) Cálculo según NTP:339.046 (2008)

La densidad (peso unitario) que es el peso en kilogramo del concreto se calcula eliminando el peso del recipiente de medida, siguiendo la siguiente formula:

$$D = M_r - M_h / V_r \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde: D, densidad aparente del concreto fresco (Kg/m<sup>3</sup>); Mr, masa de la medida volumétrica (Kg); Mh, masa de la medida volumétrica más el concreto fresco (Kg); Vr, Volumen de la medida volumétrica (m<sup>3</sup>).

El volumen producido se puede determinar mediante las siguientes ecuaciones:

$$Y_{(yd^3)} = \frac{M}{D \times 27} \quad (\text{Ec. 5})$$

$$Y_{(m^3)} = \frac{M}{D} \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde: Y, volumen de concreto producido por amasada (m<sup>3</sup> o yd<sup>3</sup>); M, masa total de todos los materiales de la amasada (Kg o Lb); D, densidad (peso unitario) del concreto, (Kg/m<sup>3</sup> ó Lb/ft<sup>3</sup>).

El rendimiento relativo, que es el volumen del concreto entre el volumen de la mezcla aproximándose al 1 %.

$$Ry = \frac{Y}{Yd} \times 100 \quad (\text{Ec. 7})$$

Donde: Y, volumen de concreto producido por amasada, (m<sup>3</sup> o yd<sup>3</sup>); Yd: volumen de concreto para producir la amasada para la cual fue diseñado (m<sup>3</sup> o yd<sup>3</sup>).

Cuando  $R_V$  es superior al 100 % indica un exceso de concreto producido, mientras que valores por debajo indica que el paso queda por debajo respecto al volumen diseñado.

Asimismo, el cálculo de contenido de cemento:

$$C = \frac{Cb}{Y} \quad (\text{Ec. 8})$$

Donde: C, contenido real de cemento, ( $\text{Kg}/\text{m}^3$  ó  $\text{lb}/\text{yd}^3$ ); Cb, masa del cemento en la amasada, ( $\text{Kg}$  ó  $\text{lb}$ ).

Cabe resaltar que la norma ASTM C94, menciona que el concreto en estado endurecido parece ser o puede ser menor a lo esperado, debido a que durante la etapa de secado, se pierden algunos componentes del concreto en su colocado; además que esta reducción es alrededor del 2 % (NRMCA, 2010).

## 2.2.10. Resistencia a la compresión

Es la máxima resistencia a una fuerza axial que soporta un espécimen de concreto cuando tiene una edad de 28 días.

La resistencia a la compresión es aquella que se obtiene del promedio de tres ensayos consecutivo con el fin de obtener un valor de diseño a los 28 días. De acuerdo al ACI la resistencia mínima es de  $180 \text{ kg}/\text{cm}^2$  y que ningún testigo individual puede ser en  $36 \text{ kg}/\text{cm}^2$  la resistencia de diseño (Kosmatka et al., 2004).

Para determinar la resistencia a la compresión en probetas cilíndricas se desarrolla el ensayo según la NTP:339.034 (2015):

### a) Equipo y herramientas de uso

- **Máquina de ensayo:** tendrá una capacidad conveniente y debe ser capaz de proveer una velocidad de carga necesaria. Se calibrará la máquina de forma anual. Las cargas deben tener un margen de error que no excedan

$\pm 1 \%$  de la carga indicada. Las probetas se ensayarán en su condición de humedad (NTP:339.034, 2015).

#### **b) Procedimiento según la NTP:339.034 (2015)**

- El ensayo de compresión se ejecutará luego que se retiren las probetas de donde estén almacenado en estado húmedo.
- Se ensayarán de acuerdo al tiempo de tolerancia establecida:

Tabla 6. Tiempos programados para la rotura.

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24 h	$\pm 0.5h$ ó 2.1%
3 d	$\pm 2h$ ó 2.8%
7 d	$\pm 6h$ ó 3.6%
28 d	$\pm 20h$ ó 3.0%
90 d	$\pm 48h$ ó 2.2%

Fuente: (NTP:339.034, 2015).

- Colocar el bloque el inferior, sobre el cabezal de la máquina que hace los ensayos y luego alinear los ejes de la probeta (NTP:339.034, 2015).
- Verificar que el indicador de carga se encuentra en cero antes de ensayar (NTP:339.034, 2015).
- Se aplicará la carga a una velocidad de esfuerzo sobre la probeta será de  $0.25 \pm 0.05$  MPa/s (NTP:339.034, 2015).
- Cuando decrece la carga final y la velocidad debido a la fractura de la probeta, no se harán más ajustes (NTP:339.034, 2015).

#### **c) Cálculos según la NTP:339.034 (2015)**

- La resistencia a la compresión se calcula dividiendo la carga máxima alcanzada entre el área promedio de la sección y el resultado se expresa con una aproximación a 0.1 MPa (NTP:339.034, 2015).

- Si el diámetro de la probeta es menor a 1.75, corregir el resultado por el factor de corrección (NTP:339.034, 2015).
- La interpolación se usa para determinar los factores de corrección para los valores L/D de acuerdo a la tabla siguiente:

Tabla 7. Factor de corrección para L/D

L/D	1.75	1.5	1.25	1.00
Factor	0.98	0.96	0.93	0.87

Fuente: NTP:339.034 (2015).

- Calcular la densidad con aproximación de 10 Kg/m<sup>3</sup> (NTP:339.034, 2015).

$$Densidad = \frac{W}{V} \quad (Ec. 9)$$

Donde: W, peso del espécimen (Kg); V, volumen del espécimen determinado del diámetro promedio y longitud promedio o del pal peso del cilindro en el aire y sumergido en el agua (m<sup>3</sup>).

- Una vez calculado el peso sumergido se calcula el volumen.

$$Volumen = W - \frac{W_s}{D_a} \quad (Ec. 10)$$

Donde: Ws, peso aparente del espécimen sumergido (Kg); Da, Densidad del agua a 23° C = 997.5 Kg/m<sup>3</sup>.

### 2.2.11. Resistencia a la flexión

También conocido como módulo de rotura, se utiliza para el diseño de pavimentos y otros tipos de losas que se colocan sobre el terreno. El valor de esta propiedad, generalmente es de 1.99 a 2.65 la raíz de la resistencia a la compresión cuando esta última está en kilogramos por centímetro cuadrado (Kosmatka et al., 2004).

Este ensayo es un método para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas (NTP:339.078, 2012).

La norma establece un procedimiento para determinar la resistencia a flexión de probetas en forma de vigas simplemente apoyadas, hechas de concreto o cortadas y extraídas de concreto endurecido, estas se ensayan con cargas a un tercio de su luz (NTP:339.078, 2012).

#### **a) Resumen del método**

Según NTP:339.078 (2012), este ensayo consiste en aplicar una carga a los tercios de una probeta de ensayo en forma de viga, todo esto hasta que ocurra la falla. Se calculará el módulo de rotura, dependiendo de donde se localice la grieta, dentro del tercio medio o a una distancia de éste, nunca mayor del 5% de la luz libre.

#### **b) Velocidad de carga**

La carga se aplicará a una velocidad que incrementará constantemente la resistencia de la fibra extrema, entre 0,86 MPa/min y 1,21 MPa/min, hasta lograr la rotura de la viga (NTP:339.078, 2012).

#### **c) Expresión de resultados**

Cuando la falla ocurre dentro del tercio medio de la luz, se calcula el módulo de rotura de la siguiente manera, según (NTP:339.078, 2012):

$$M_r = PL/bh^2 \quad (\text{Ec. 11})$$

Donde:  $M_r$ , es el módulo de rotura, en Kg/cm<sup>2</sup>; P, es la carga máxima de rotura, se mide en kilogramos; L, la luz libre entre apoyos, se mide en centímetros; b, es el ancho promedio de la probeta en la sección de falla, se mide en centímetros; h, es la altura promedio de la probeta en la sección de fallas, se mide en centímetros.

Cuando ocurre la falla fuera del tercio medio y una distancia menor al 5 % de la luz libre de éste, según NTP:339.078 (2012) el módulo de rotura se calculará:

$$M_r = 3Pa/bh^2 \quad (\text{Ec. 12})$$

Donde: a, es la distancia entre la línea de falla y el apoyo más cercano, se mide a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga.

Si la falla ocurre fuera del tercio medio y a una distancia de este mayor al 5 % de la luz libre, se rechaza el ensayo.

### 2.2.12. Losas aligeradas

Estos elementos estructurales están conformados por nervaduras y ladrillos que las separan. Su encofrado está compuesto por planchas de madera o acero de 15 cm que se ubican por debajo de cada vigueta (Rodríguez, 2016).

En el Perú, generalmente se hacen losas aligeradas con anchos de 10 cm, las cuales está separadas entre sí una distancia de 30 cm.

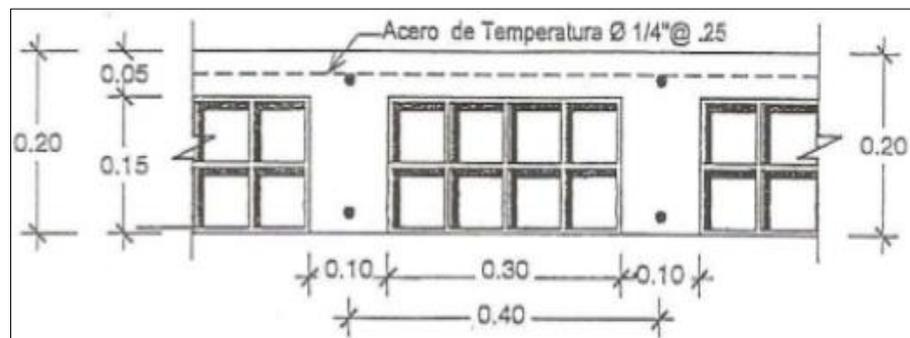


Figura 3. Detalle típico de losas aligeradas.  
Fuente: Rodríguez (2016).

#### a) Consideraciones de diseño

Para Rodríguez (2016) el adecuado diseño de esta estructura se debe considerar los pesos que tiene. Este depende de la altura de la losa, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 8. Pesos de las losas aligeradas.

Altura (cm)	Peso (kg/m <sup>2</sup> )
17	280
20	300
25	350
30	420
35	475

Fuente: Rodriguez (2016).

En el Perú, según Rodriguez (2016), por lo general los anchos las losas aligeradas son de 17 cm, 20 cm y 25 cm; debido principalmente a que los ladrillos son de 12, 15 y 20 cm. El uso de las losas aligeradas generalmente es muy difundido debido a:

- Son más ligeras que otros sistemas.
- Tienen menor costo a comparación de otros sistemas.
- El costo del encofrado es menor que para otros sistemas como el de la losa maciza.
- Tienen una alta resistencia al punzonamiento.

Sin embargo, de acuerdo a Rodriguez (2016), como todo sistema, las losas aligeradas presentan las siguientes desventajas:

- Los ladrillos son frágiles, por lo que ante cargas pequeñas son fracturados; esto origina que el concreto llene los espacios generados.
- Los espacios entre ladrillos generan que se pierda lechada de cemento y mortero, lo cual reduce las propiedades del concreto.
- Si se usa inadecuadamente las broquetas, se presentan desperdicios, hasta un 20 %.
- Si las tuberías atraviesan las viguetas, disminuye la resistencia final del concreto.

### 2.2.13. Fisuración del concreto en estado plástico

El concreto puede presentar los siguientes tipos de fisuración, cuando está en estado fresco o plástico.

**Por retracción plástica.** Este tipo de fisuración ocurre cuando la humedad del concreto sucede de manera acelerada, la cual es provocada por la mezcla de factores como la temperatura del aire y/o concreto, la humedad relativa y la velocidad del viento (Rodríguez, 2016).

Este fenómeno se origina cuando la superficie del concreto pierde agua al momento de la exudación, haciendo que este se contraiga; esto hace que se desarrollen tensiones, lo cual origina fisuras poco profundas, formando patrones poligonales aleatorios de manera paralelas entre sí (Rodríguez, 2016).

Las fisuras generadas, por lo general son anchas, y su separación entre ellas puede ser desde milímetros hasta tres metros. Este tipo de fisuras pueden iniciarse con poca profundidad, pero con el tiempo tienden a incrementarse hasta atravesar el ancho de la estructura (Rodríguez, 2016).

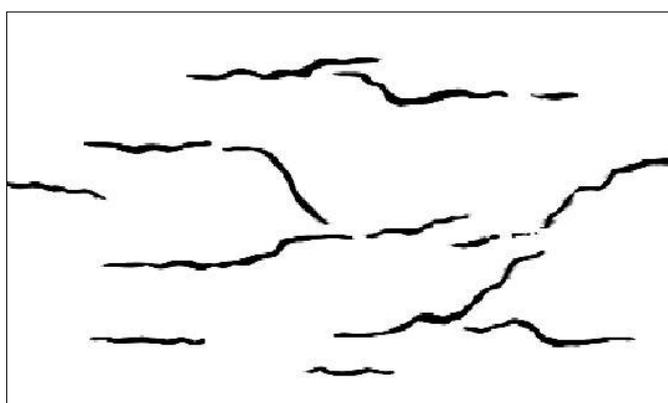


Figura 4. Fisuración por retracción plástica.  
Fuente: Rodríguez (2016).

Para controlar este tipo de fisuraciones, por lo general se usan aditivos que ayudan a reducir el agua para la mezcla, destacando

dentro de ellos los superplastificantes; el cual reduce las fisuras hasta en un 30 % (Rodríguez, 2016).

**Por sedimentación o asentamiento plástico.** El colocado, vibrado y acabado asegura la consolidación del concreto; sin embargo, en esta etapa, las armaduras o los encofrados pueden restringir el acceso del concreto; lo cual generan vacíos y fisuras adyacentes al elemento; reduciendo así su recubrimiento. Cabe resaltar que un corto tiempo de vibrado puede acentuar este tipo de fisuras (Rodríguez, 2016).

Este tipo de fisuras se presentan comúnmente en la zona superior de vigas, pilares y tramos delgado que tiene elementos de espesor variable

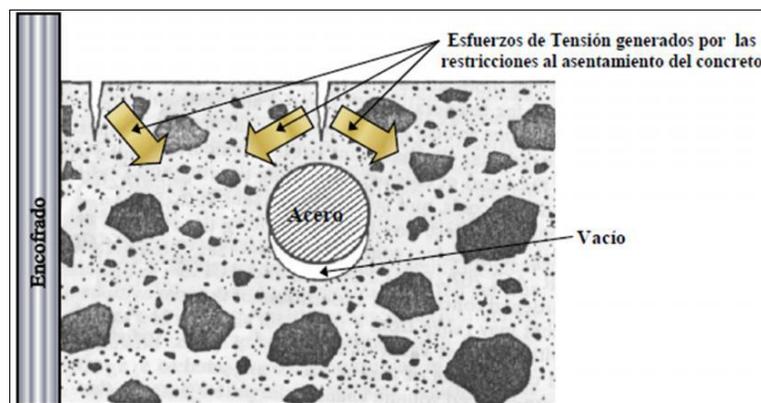


Figura 5. Fisura por asentamiento plástico  
Fuente: Rodríguez (2016).

#### 2.2.14. Fisuración en el concreto endurecido

**Retracción por secado.** Este tipo de fisuras se generan debido a la pérdida de humedad en la pasta; lo que genera una contracción hasta en un 1 %; sin embargo, el agregado disminuye esta incidencia en casi 0.06 % (Rodríguez, 2016).

**Por tensiones de origen térmico.** Las diferentes velocidades de hidratación del concreto o las condiciones climáticas, pueden generar grandes variaciones en la temperatura dentro de la estructura principal del concreto, pues generan un cambio

volumétrico. Si las tensiones de tracción generadas son mayores a los que puede soportar el concreto, este se fisurará. Cabe resaltar que el cambio volumétrico por el calor de hidratación solo afecta a estructuras con concreto masivo, tales como columnas, vigas estribos, etc., mientras que el originado por la temperatura puede afectar a cualquier elemento (Rodríguez, 2016).

### 2.3. Definición de términos

**PET – PCR:** Es la sigla del tereftalato de polietileno postconsumo reciclado, el cual es un polímero termoplástico el cual ya fue utilizado (Ley N°30884, 2018).

**Fibra sintética.** - Son elementos que se fabrican de manera artificial, por lo que su procedencia son el productor de la industria petroquímica y textil (Mestanza, 2018).

**Propiedades aglutinantes.** - Es una de las características del cemento, el cual, mediante reacciones químicas con moléculas de agua, logra formar una masa que al secarse funciona como un aglutinador de los elementos que lo componen (Kosmatka et al., 2004).

**Resistencia a la flexión.** - Según Kosmatka et al. (2004) se puede determinar como una fracción de la resistencia a la compresión. Por lo general, se puede estimar como 1.99 a 2.65 veces la raíz cuadrada de la resistencia a la compresión, cuando esta última se encuentra en kilogramos por centímetro cuadrado.

**Resistencia a la tensión.** - También denominado resistencia a tracción directa del concreto. Se puede determinar de manera indirecta con el 8 % al 12 % de la resistencia a compresión; y se puede estimar un valor si se considera de 1.3 a 2.2 veces la raíz de la resistencia a la compresión del concreto en  $\text{kg/cm}^2$  (Kosmatka et al., 2004).

**Resistencia a la torsión.** - Esta propiedad del concreto está relacionada con el módulo de ruptura y las dimensiones de la estructura (Kosmatka et al., 2004).

## 2.4. Hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis general

El PET- PCR como aditivo mejora las propiedades del concreto para losas aligeradas.

### 2.4.2. Hipótesis específicas

- a) El PET- PCR como aditivo mejora sustancialmente las propiedades físicas del concreto para losas aligeradas.
- b) El PET- PCR como aditivo mejoran significativamente las propiedades mecánicas del concreto para losas aligeradas.

## 2.5. Variables

### 2.5.1. Definición conceptual de la variable

**Variable independiente (X): PET - PCR.** – Es un polímero termoplástico con el que se elaboran envases. Tiene esta denominación porque hace referencia posterior al consumo (Ley N°30884, 2018).

**Variable dependiente (Y): Propiedades del concreto.** – Se puede comprender como propiedades a las características propias y visibles del concreto, por lo que son medibles, estas pueden ser físicas o mecánicas (Silva, 2019).

### 2.5.2. Definición operacional de la variable

**Variable independiente (X): PET - PCR.** – Se utilizó tiras de PET – PCR de 3 x 1 cm como aditivo en porcentajes del 0.5 %, 1 % y 1.5% respecto del peso del cemento.

**Variable dependiente (Y): Propiedades del concreto.** – Se midió en cuanto a las propiedades físicas: el asentamiento, temperatura, tiempo de fragua, aire incorporado, exudación, peso

unitario, rendimiento y fisuración; para las propiedades mecánicas se consideró la resistencia a la compresión y flexión.

Del análisis de las variables descritas anteriormente se tiene que existe una relación funcional entre el uso del aditivo PET – PCR y las propiedades físicas y mecánicas del concreto utilizando en losas aligeradas; sin embargo, esta relación tiene restricciones para su uso establecidas en rangos proporcionales, por lo que no es factible su aplicación fuera del rango propuesto debido a que su aplicación fuera de este, tienen efectos negativos

### 2.5.3. Operacionalización de la variable

Tabla 9. Operacionalización de las variables.

Variables	Dimensiones	Indicadores
<b>Variable independiente (X):</b> PET - PCR	Tiras de PET – PCR	Cantidad en porcentaje
<b>Variable dependiente (Y):</b> propiedades del concreto	Propiedades físicas del concreto para losas aligeradas	Asentamiento
		Temperatura
	Propiedades mecánicas del concreto para losas aligeradas	Tiempo de fragua
		Aire incorporado
		Exudación
		Peso unitario
		Rendimiento
		Fisuración
	Propiedades mecánicas del concreto para losas aligeradas	Resistencia a compresión
		Resistencia a flexión

Fuente : Elaboración propia

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Método de investigación**

En el desarrollo de esta investigación se utilizó el método científico como método general, pues este se basa en una secuencia de pasos ordenados sistematizadas para generar conocimientos, basados en un conocimiento inductivo o deductivo. En este sentido la presente investigación inició con la observación del problema, formulación del problema, planteamiento de hipótesis de acuerdo a los antecedentes, la experimentación de las tiras de PET – PCR en el comportamiento del concreto para finalmente establecer conclusiones.

#### **3.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación fue aplicada, debido a que para su desarrollo se utilizó conocimiento existente con la finalidad de solucionar un problema real. En tal situación se pretendió mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto utilizada en losas aligeradas, rediciéndose el problema de fisuración con el uso alternativo del tereftalato de polietileno posconsumo reciclado (PET - PCR), recurriendo a lo estipulado en el

Reglamento Nacional de Edificaciones y las normas técnicas peruanas referentes a agregados y concreto.

### 3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue descriptivo explicativo, lo que implica en primer lugar describir la realidad problemática a través de todos sus componentes y luego establecer la relación entre las variables consideradas (cantidad de PET - PCR y las propiedades del concreto para losas aligeradas) la causa y el efecto entre ambas, para ello se consideró al PET – PCR como aditivo del concreto en porcentajes de 0.5, 1 y 1.5 % en relación al peso del cemento, el cual es la variable “causa”.

### 3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación fue el experimental, pues se manipuló la variable independiente, es decir el PET – PCR en distintos porcentajes (0.5, 1 y 1.5 %) a fin de evaluar el comportamiento del concreto para losas aligeradas de acuerdo a sus propiedades físicas y mecánicas.

### 3.5. Población y muestra

#### 3.5.1. Población

La población correspondió al concreto elaborado con adiciones de PET – PCR, los cuales se analizaron a nivel de laboratorio.

Tabla 10. Cantidad de muestras para las propiedades físicas.

Muestras	Concreto convencional	Concreto modificados		
		PET - PCR al 0.5 %	PET - PCR al 1 %	PET - PCR al 1.5 %
Asentamiento	5	5	5	5
Temperatura	5	5	5	5
Tiempo de fragua	3	3	3	3
Contenido de aire	5	5	5	5
Exudación	3	3	3	3
Peso unitario	3	3	3	3
Rendimiento	3	3	3	3
Fisuración	4	4	4	4
Total				124

Como se muestra en la Tabla 10 , la población para determinar las propiedades físicas del concreto para losas aligeradas correspondió a 124 especímenes.

Tabla 11. Cantidad de muestras para las propiedades mecánicas.

Muestras	Resistencia a compresión				Resistencia a flexión		
	7 días	14 días	21 días	28 días	7 días	21 días	28 días
Concreto convencional	3	3	3	3	3	3	3
Concretos modificados	PET - PCR al 0.5 %	3	3	3	3	3	3
	PET - PCR al 1 %	3	3	3	3	3	3
	PET - PCR al 1.5 %	3	3	3	3	3	3
Total							84

De la misma manera, en la Tabla 11 se consigna la cantidad necesaria de especímenes para determinar las principales propiedades mecánicas del concreto, haciendo un total de 84 especímenes.

De acuerdo a lo mencionado, la población total fue de 208 especímenes.

### 3.5.2. Muestra

En este estudio no se utilizó la técnica de muestreo si no el censo, dado que se consideró el total de la población, es decir a los 208 especímenes motivo del presente análisis.

## 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

### 3.6.1. Técnicas

#### a) Observación directa

Esta técnica fue aplicada en la ejecución del trabajo en laboratorio, mediante la cual se pudo caracterizar el agregado, realiza el diseño de mezcla y medir las propiedades físicas y mecánicas del concreto para losas aligeradas con PET- PCR como aditivo.

## **b) Análisis de documentos**

Mediante la recopilación de información concerniente al concreto, se logró establecer el método y fórmulas para el diseño de mezcla; además que permitió tener información para planificar el trabajo en laboratorio y en especial para establecer los pasos para el desarrollo de cada uno de los ensayos.

## **c) Trabajo en campo**

El trabajo en campo hace referencia a todo el procedimiento seguido para el desarrollo de la investigación; esto involucra a la recolección del PET – PCR, la recolección del agregado, el diseño de mezcla y la ejecución de los ensayos de laboratorio.

La secuencia seguida en este trabajo de investigación se describe a continuación:

- Recolección de muestras del PET – PCR, estas fueron recolectadas de la planta recicladora “EPS de residuos sólidos MAR”, ubicada en el distrito de El Tambo, provincia de Huancayo, departamento de Junín.
- Procesamiento de las muestras de PET – PCR, se limpió y secó para posteriormente recortarlas en tiras de 3 x 1 cm.
- Selección de cantera para los agregados, se consideró la cantera ubicada en el distrito 3 de diciembre, provincia de Chupaca en el departamento de Junín.
- Extracción y preparación de muestras para el agregado, según la norma NTP 400.010:2020.
- Análisis granulométrico que se realizó de acuerdo a la norma NTP 400.012:2013 (revisada el 2018).

- Determinación del peso unitario de los agregados de acuerdo a la norma NTP 400.017:2020.
- Determinación del peso específico y absorción del agregado fino según la norma NTP 400.022:2013 (revisada el 2018).
- Determinación del peso específico y absorción del agregado grueso según la norma NTP 400.023:2020.
- Diseño de mezcla que se realizó mediante el método ACI.
- Determinación del asentamiento del concreto mediante la norma NTP 339.035:2015.
- Estimación del peso unitario, rendimiento y contenido de aire del concreto, de acuerdo a la norma NTP 339.046:2019.
- Cálculo de la exudación del concreto mediante la norma NTP 339.077:2013 (revisada el 2018).
- Estimación del contenido del aire por presión en el concreto fresco, de acuerdo a la norma NTP 339.081:2017.
- El cálculo del tiempo de fraguado se realizó en función a lo recomendado por la norma NTP 339.082:2017.
- La temperatura del concreto fue determinada mediante los especificado en la norma NTP 339.184:2013 (revisada el 2018).
- Para la medición del concreto en estado endurecido se elaboraron los especímenes de acuerdo a lo mencionado en la norma NTP 339.183:2013 (revisada el 2018).
- Se determinó el esfuerzo a compresión de acuerdo a la norma NTP 339.034:2015.

- Para obtener la resistencia a la flexión se utilizó la norma NTP 339.079:2012 (revisada 2017).
- Para la medición de las fisuras, se elaboró losas aligerada de 1 x 1 m de cada adición considerada (0.5, 1 y 1.5 %).
- Finalmente, se compararon la cantidad de fisuraciones que aparecieron a los 28 días.

### **3.6.2. Instrumentos**

Los instrumentos utilizados para el desarrollo de la presente tesis, fueron aquellos que las normas técnicas peruanas (NTP) e internacionales (ASTM) recomiendan para la ejecución de cada ensayo del concreto en estado fresco y endurecido.

### **3.7. Procesamiento de la información**

El procesamiento de los datos recolectados en campo fue mediante el desarrollo de matrices tabuladas, desarrolladas en el software Microsoft Excel. Esto coadyuvó a la generación de gráficos y tablas de resumen, las cuales se colocaron en los resultados.

Además, para una adecuada interpretación de los valores obtenidos se utilizó bibliografía especializada en tecnología del concreto y la norma E.060 del reglamento nacional de edificaciones.

### **3.8. Técnicas y análisis de datos**

Para el análisis de datos fueron necesarios utilizar técnicas con un enfoque cuantitativo, es decir, se aplicó estadística descriptiva para la descripción de los resultados y estadística inferencial para la contratación de las hipótesis.

#### **3.8.1. Organización de los datos**

La organización de los datos se logró gracias a un adecuado registro de todos los ensayos realizados, estos se procesaron en hojas de cálculo, con el fin de proceder un tratamiento a la

información recolectada, para ello se aplicó la estadística descriptiva.

### 3.8.2. Análisis de datos

Para el análisis de datos, se consideró la técnica establecida para datos cuantitativos, basada en la estadística, esto para la descripción, realización de figuras, el análisis, la comparación, el establecimiento de la relación y sobre todo para resumir los datos obtenido en laboratorio, además de probar la hipótesis de la investigación.

Para lo cual se tiene los siguientes:

#### a) Descripción de la variable

Para la descripción de las variables se utilizó el promedio, el porcentaje y gráficos de barras; según la estadística descriptiva.

#### b) Prueba de normalidad de la información

Se determinó la distribución muestral de los datos recolectados con la utilización del IBM SPSS Statistics 22, específicamente con la prueba estadística Shapiro – Wilk, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 12. Normalidad de las propiedades físicas.

Indicadores	Tratamientos	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Asentamiento	Sin PET - PCR	0.75	3.00	0.00
	Con PET - PCR al 0.5 %	0.75	3.00	0.00
	Con PET - PCR al 1 %	0.75	3.00	0.00
	Con PET - PCR al 1.5 %	0.75	3.00	0.00
Temperatura	Sin PET - PCR	0.96	3.00	0.64
	Con PET - PCR al 0.5 %	0.75	3.00	0.00
	Con PET - PCR al 1 %	0.75	3.00	0.00
	Con PET - PCR al 1.5 %	0.96	3.00	0.64
Tiempo de fragua	Sin PET - PCR	0.75	3.00	0.00
	Con PET - PCR al 0.5 %	0.75	3.00	0.00
	Con PET - PCR al 1 %	0.96	3.00	0.64
	Con PET - PCR al 1.5 %	0.75	3.00	0.00
	Sin PET - PCR	0.75	3.00	0.00

Contenido de aire	Con PET - PCR al 0.5 %	0.75	3.00	0.00
	Con PET - PCR al 1 %	0.75	3.00	0.00
	Con PET - PCR al 1.5 %	0.75	3.00	0.00
Peso unitario	Sin PET - PCR	0.96	3.00	0.64
	Con PET - PCR al 0.5 %	0.99	3.00	0.84
	Con PET - PCR al 1 %	0.87	3.00	0.30
	Con PET - PCR al 1.5 %	0.81	3.00	0.15
Rendimiento	Sin PET - PCR	0.96	3.00	0.64
	Con PET - PCR al 0.5 %	0.98	3.00	0.73
	Con PET - PCR al 1 %	0.84	3.00	0.22
	Con PET - PCR al 1.5 %	0.82	3.00	0.17
Exudación	Sin PET - PCR	0.84	3.00	0.22
	Con PET - PCR al 0.5 %	1.00	3.00	1.00
	Con PET - PCR al 1 %	0.96	3.00	0.64
	Con PET - PCR al 1.5 %	0.89	3.00	0.36
Fisuración	Sin PET - PCR	0.91	3.00	0.42
	Con PET - PCR al 0.5 %	1.00	3.00	1.00
	Con PET - PCR al 1 %	0.99	3.00	0.78
	Con PET - PCR al 1.5 %	0.75	3.00	0.00

Tabla 13. Normalidad de las propiedades mecánicas.

Indicadores	Tratamientos	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Resistencia a compresión	Sin PET - PCR	0.75	3.00	0.00
	Con PET - PCR al 0.5 %	1.00	3.00	1.00
	Con PET - PCR al 1 %	0.95	3.00	0.57
	Con PET - PCR al 1.5 %	0.96	3.00	0.64
Resistencia a flexión	Sin PET - PCR	1.00	3.00	1.00
	Con PET - PCR al 0.5 %	0.75	3.00	0.00
	Con PET - PCR al 1 %	0.90	3.00	0.38
	Con PET - PCR al 1.5 %	0.95	3.00	0.57

De acuerdo a lo obtenido en la Tabla 12 y Tabla 13, los datos de las propiedades físicas y mecánicas presentan una distribución no normal, porque no todos los niveles de significancia son mayores a 0.05 entonces según lo recomendado por Hernández, Fernández, y Baptista (2014) para probar la hipótesis es necesario considerar una prueba estadística no paramétrica, siendo esta la del análisis bidimensional de Friedman de varianza (Prueba de Friedman).

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Propiedades físicas del concreto con PET – PCR

##### 4.1.1. Asentamiento

Tabla 14. Asentamiento del concreto.

Muestras	Asentamiento (Pulgadas)	Variación porcentual
Concreto convencional	3.46	
Concreto con PET - PCR al 0.5 %	3.20	-7.51%
Concreto con PET - PCR al 1 %	3.02	-12.72%
Concreto con PET - PCR al 1.5 %	2.96	-14.45%

Los resultados de asentamiento promedio del concreto convencional y de los concretos modificados con PET – PCR al 0.5, 1 y 1.5 % respecto al agregado fino obtenidos tal como se muestra en la Tabla 14, van desde 2.96 a 3.46 pulgadas, llegando a reducirse en -14.45 % respecto al concreto convencional lo cual representa la reducción de la trabajabilidad del mismo mientras se va adicionando del PET – PCR.

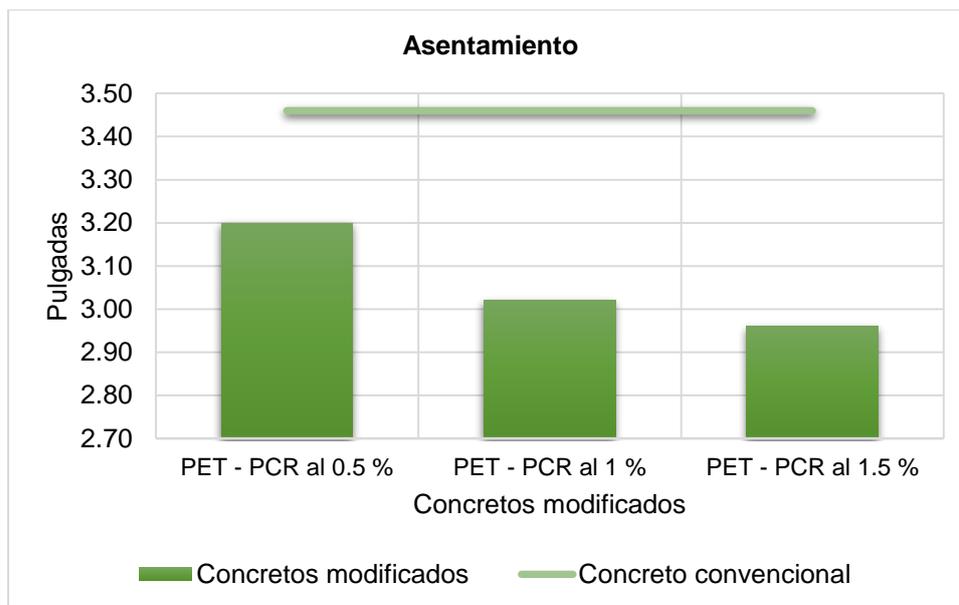


Figura 6. Asentamiento del concreto.

En la Figura 6 se denota que los concreto modificados con PET – PCR como aditivo en 0.5, 1 y 1.5 %, presentan menor asentamiento en comparación con el concreto convencional.

#### 4.1.2. Temperatura

Tabla 15. Temperatura del concreto.

Muestras	Temperatura (°C)	Variación porcentual
Concreto convencional	23.38	
Concreto con PET - PCR al 0.5 %	23.56	0.77%
Concreto con PET - PCR al 1 %	23.04	-1.45%
Concreto con PET - PCR al 1.5 %	23.34	-0.17%

Seguidamente, en la Tabla 15 se detalla los resultados de la temperatura promedio del concreto convencional y de los concretos modificados con PET – PCR al 0.5, 1 y 1.5 % respecto al agregado fino, los mismos que se encuentran entre 23.04 a 23.56 °C; no obstante, no es dable establecer una relación entre el contenido de PET – PCR con la temperatura.

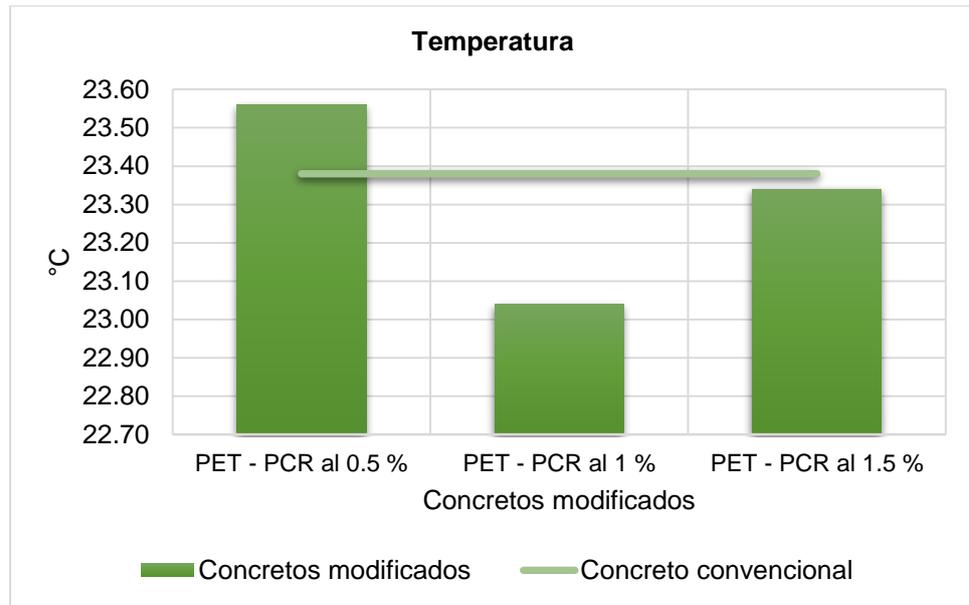


Figura 7. Temperatura del concreto.

Del mismo modo, en la Figura 7 se representa gráficamente la variabilidad del promedio de la temperatura de los concretos modificados con PET – PCR en comparación del concreto convencional.

#### 4.1.3. Tiempo de fragua

Tabla 16. Tiempo de fragua del concreto.

Muestras	Tiempo de fragua (horas)	Variación porcentual
Concreto convencional	3.48	
Concreto con PET - PCR al 0.5 %	3.45	-1.05%
Concreto con PET - PCR al 1 %	3.46	-0.57%
Concreto con PET - PCR al 1.5 %	3.37	-3.35%

Posteriormente, en la Tabla 16 se especifica los resultados del tiempo de fragua promedio del concreto convencional y de los concretos modificados con PET – PCR al 0.5, 1 y 1.5 % respecto al agregado fino, los mismos que se encuentran entre 3.45 a 3.48 horas; asimismo, se detalla que con el contenido de PET – PCR los tiempos de fragua son menores en relación al concreto convencional sin aditivo, llegando a una reducción de hasta -3.35 %.

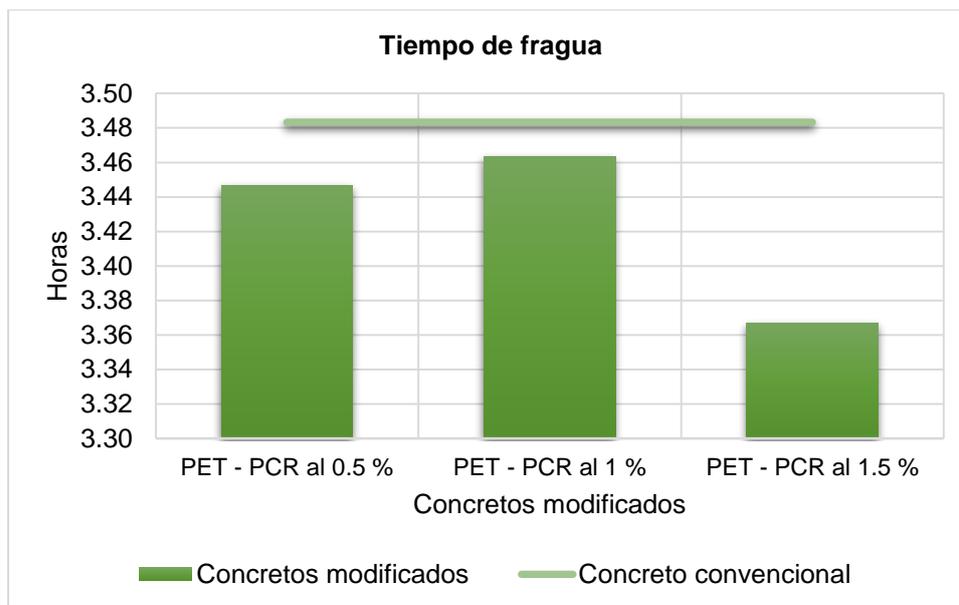


Figura 8. Tiempo de fragua del concreto.

En la Figura 8 se muestra cómo los concreto modificados con PET – PCR presentan un tiempo de fragua menor en relación al concreto convencional.

#### 4.1.4. Aire incorporado

Tabla 17. Aire incorporado del concreto.

Muestras	Aire incorporado (%)	Variación porcentual
Concreto convencional	1.53	
Concreto con PET - PCR al 0.5 %	1.77	15.22%
Concreto con PET - PCR al 1 %	1.93	26.09%
Concreto con PET - PCR al 1.5 %	2.27	47.83%

Asimismo, en la Tabla 17 se detalla los resultados promedio del aire incorporado del concreto convencional y de los modificados con PET – PCR al 0.5, 1 y 1.5 %, donde los valores se encuentran entre 1.77 a 2.27 %, de lo cual se denota que al incorporar mayor contenido de PET – PCR al concreto, el aire incorporado va en aumento en hasta 47.83 % más en comparación al concreto convencional.

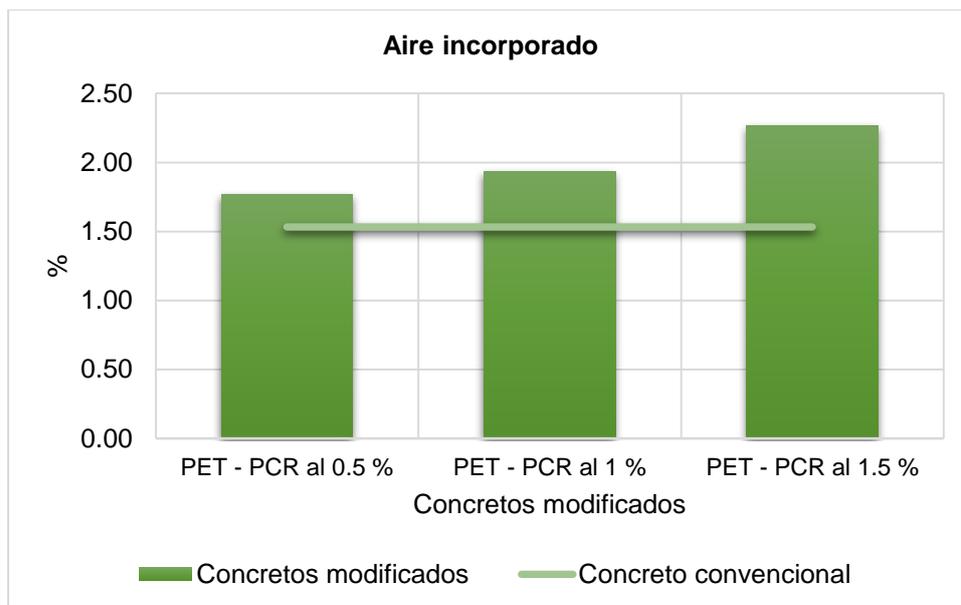


Figura 9. Aire incorporado del concreto.

Tal cual, a lo ya mencionado, en la Figura 9 se representa que a mayor contenido de PET – PCR el contenido de aire también se incrementa en relación al concreto convencional sin aditivo.

#### 4.1.5. Exudación

Tabla 18. Exudación del concreto.

Muestras	Exudación (%)	Variación porcentual
Concreto convencional	2.90	
Concreto con PET - PCR al 0.5 %	3.01	3.79%
Concreto con PET - PCR al 1 %	3.10	7.01%
Concreto con PET - PCR al 1.5 %	3.21	10.69%

Los resultados de exudación promedio tanto del concreto convencional y de los concretos con adición de PET - PCR al 0.5, 1 y 1.5 % se muestran en la Tabla 18, donde estos valores oscilan entre 2.90 a 3.21 %; asimismo, se tiene que la aplicación del PET – PCR como aditivo en el concreto hace que la exudación se incrementa en hasta 10.69 % más en el concreto con PET - PCR al 1.5 % en comparación al concreto convencional.

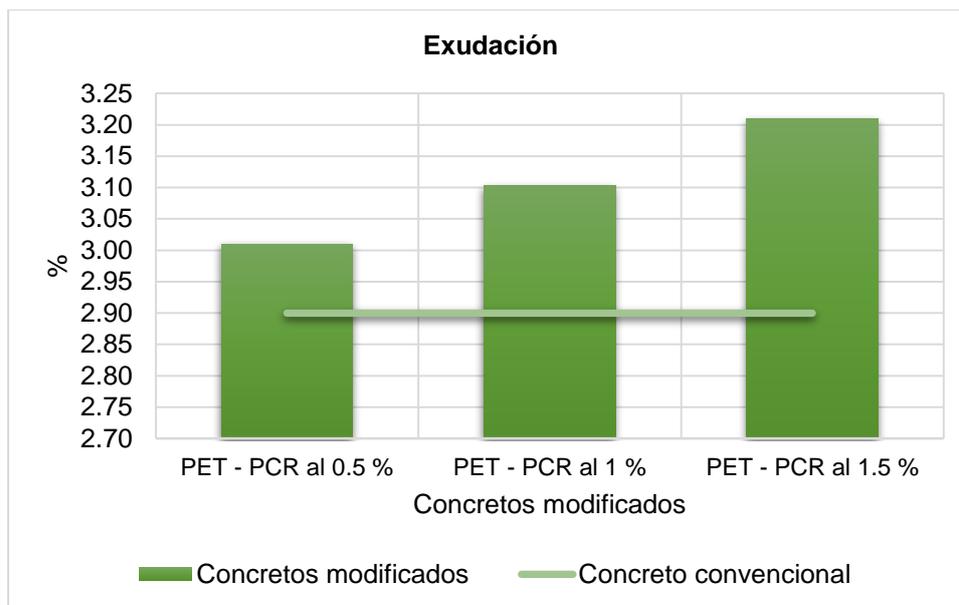


Figura 10. Exudación del concreto.

Mientras tanto, en la Figura 9 se representa que a mayor contenido de PET – PCR la exudación también se incrementa en relación al concreto convencional sin aditivo.

#### 4.1.6. Peso unitario

Tabla 19. Peso unitario del concreto.

Muestras	Peso unitario (kg/cm <sup>3</sup> )	Variación porcentual
Concreto convencional	2423.62	
Concreto con PET - PCR al 0.5 %	2369.05	-2.25%
Concreto con PET - PCR al 1 %	2360.76	-2.59%
Concreto con PET - PCR al 1.5 %	2322.05	-4.19%

De igual manera, en la Tabla 19 se especifica los valores promedio del peso unitario del concreto convencional y de los modificados con PET – PCR al 0.5, 1 y 1.5 %, donde estos se encuentran entre 2322.05 a 2423.62 kg/cm<sup>3</sup>, denotándose además que el contenido de PET – PCR en el concreto trae consigo la reducción del peso unitario en hasta -4.19 % en comparación al concreto convencional.

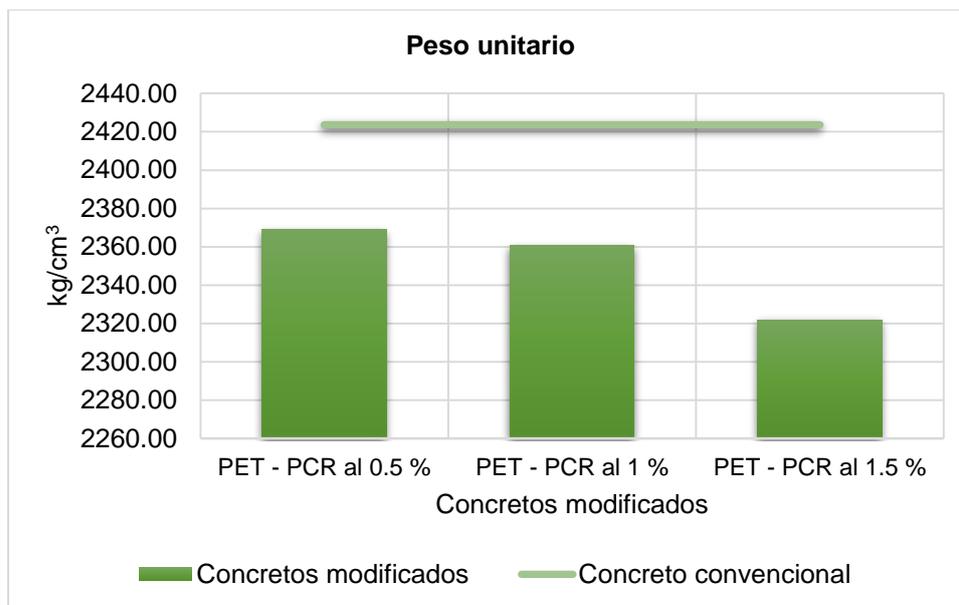


Figura 11. Peso unitario al concreto.

En consecuencia, de las implicaciones anteriores, se tiene la Figura 11 donde se muestra la reducción del peso unitario del concreto en relación a su contenido de PET – PCR, además se compara con el concreto convencional que presenta un valor mayor a los concretos modificados.

#### 4.1.7. Rendimiento

Tabla 20. Rendimiento del concreto.

Muestras	Rendimiento	Variación porcentual
Concreto convencional	0.97	
Concreto con PET - PCR al 0.5 %	1.00	3.14%
Concreto con PET - PCR al 1 %	1.01	4.32%
Concreto con PET - PCR al 1.5 %	1.03	6.42%

Mientras tanto, en la Tabla 20 se define los valores promedio del rendimiento del concreto convencional y de los modificados con PET – PCR al 0.5, 1 y 1.5 %, donde estos se encuentran entre 0.97 a 1.03, mostrándose también que el contenido de PET – PCR en el concreto se ve representado en el incremento del rendimiento del mismo en hasta 6.42 % en relación al concreto convencional

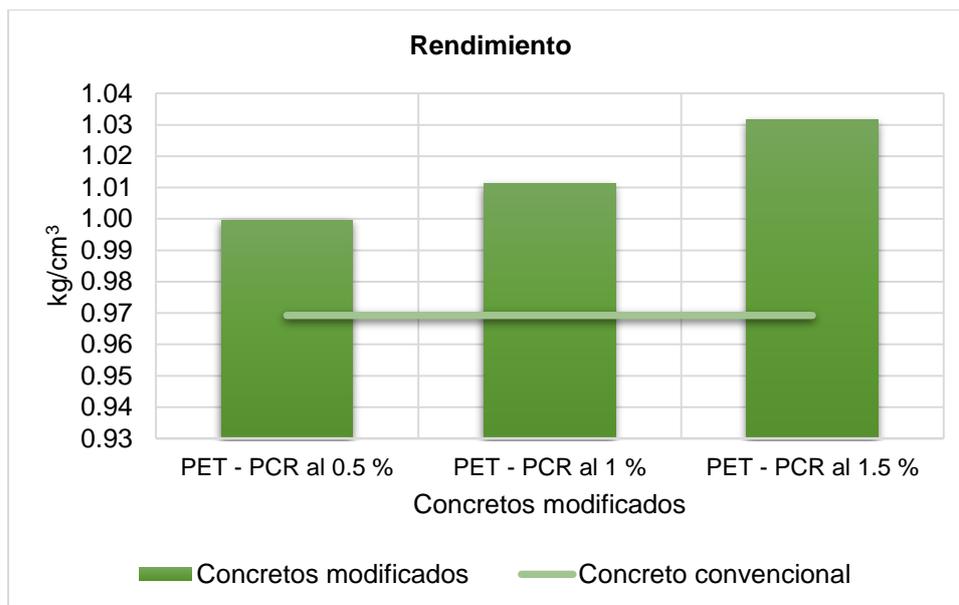


Figura 12. Rendimiento.

En efecto, en la Figura 12 se representa que a mayor contenido de PET – PCR el rendimiento se incrementa hasta obtener valores mayores al concreto convencional sin aditivo.

#### 4.1.8. Fisuración

Tabla 21. Fisuración en losas aligeradas.

Muestras	Fisuración (cm <sup>2</sup> )	Variación porcentual
Concreto convencional	0.37	
Concreto con PET - PCR al 0.5 %	0.21	-42.73%
Concreto con PET - PCR al 1 %	0.09	-74.55%
Concreto con PET - PCR al 1.5 %	0.07	-81.82%

Tal como se ilustra en la Tabla 21 los valores promedio de la fisuración del concreto convencional y de los modificados con PET – PCR al 0.5, 1 y 1.5 %, estos se encuentran entre 0.07 a 0.37 cm<sup>2</sup> en relación a las losas aligeradas de 1 m x 1 m, denotándose además que el contenido de PET – PCR en el concreto trae consigo la reducción del área de fisuración en hasta -81.82 % en comparación al concreto convencional.

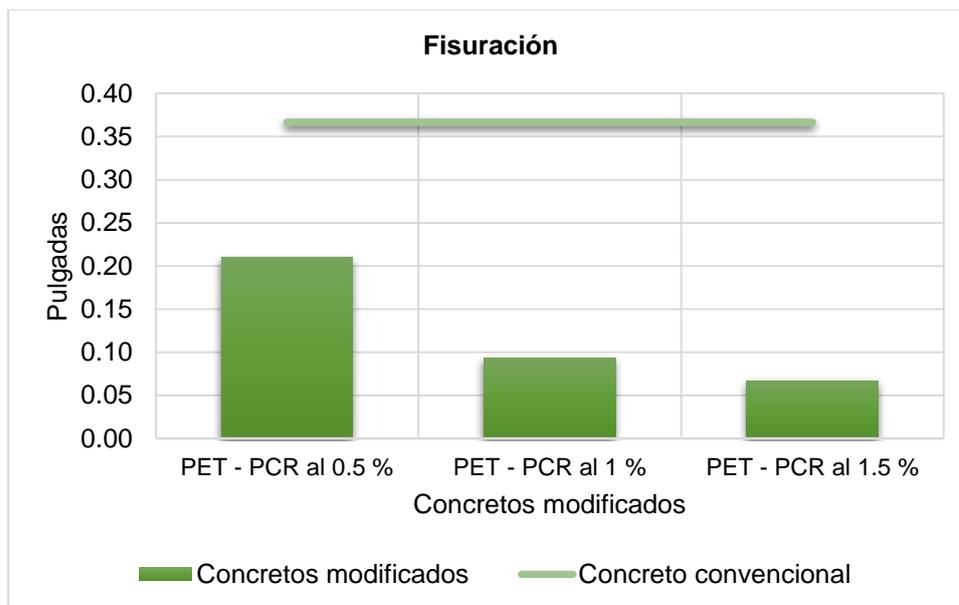


Figura 13. Fisuración en losas aligeradas.

En efecto, la Figura 13 consigna que a mayor contenido de PET – PCR el área de fisuración se reduce en comparación al concreto convencional sin aditivo.

## 4.2. Propiedades mecánicas del concreto con PET – PCR

### 4.2.1. Resistencia a compresión

Tabla 22. Variación de la resistencia a compresión del concreto.

Muestras	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )				Variación porcentual
	7	14	21	28	
Concreto convencional	184.10	196.00	209.30	226.10	
Concreto con PET - PCR al 0.5 %	192.50	207.20	228.20	249.90	10.53%
Concreto con PET - PCR al 1 %	202.30	220.50	252.70	301.70	33.44%
Concreto con PET - PCR al 1.5 %	183.40	197.40	213.50	228.20	0.93%

La Tabla 22 muestra la variación de la resistencia a compresión a los 7, 14, 21 y 28 días del concreto convencional y de los concretos modificados con PET – PCR al 0.5, 1 y 1.5 %, siendo así que en estos últimos la resistencia a compresión es mayor en comparación del convencional, en hasta 33.44 % más con una adición de 1 % de PET – PCR.

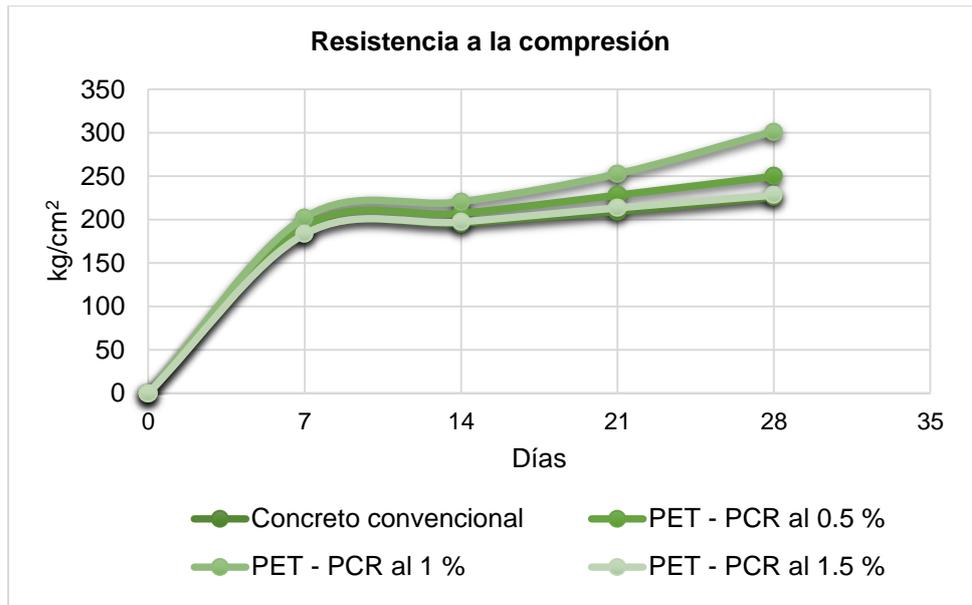


Figura 14. Variación de la resistencia a compresión del concreto.

En la Figura 14 se representa el comportamiento progresivo de la resistencia a compresión del concreto convencional y de los concretos modificados con PET – PCR.

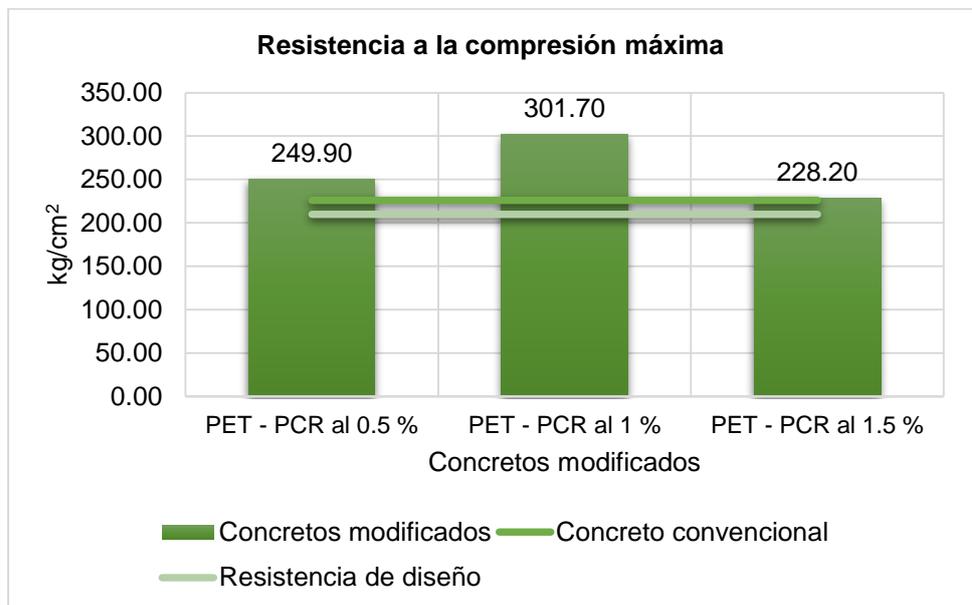


Figura 15. Resistencia a compresión máxima del concreto.

Del mismo modo, en la Figura 15 se consideró las resistencias máximas de los concretos analizados a los 28 días, donde es claro que el contenido de PET – PCR en los mismos, incrementa su resistencia a compresión en comparación al concreto convencional sin aditivo.

#### 4.2.2. Resistencia a flexión

Tabla 23. Variación de la resistencia a flexión del concreto.

Muestras	Resistencia a la flexión (kg/cm <sup>2</sup> )			Variación porcentual
	7	21	28	
Concreto convencional	45.78	46.38	46.53	
Concreto con PET - PCR al 0.5 %	46.04	47.38	49.38	6.11%
Concreto con PET - PCR al 1 %	47.20	49.38	52.42	12.66%
Concreto con PET - PCR al 1.5 %	36.82	38.38	38.16	-18.00%

Igualmente, en la Tabla 23 se muestra la variación de la resistencia a flexión a los 7, 21 y 28 días del concreto convencional y de los concretos modificados con PET – PCR al 0.5, 1 y 1.5 %, siendo así que en estos últimos se da mayor resistencia en comparación del convencional, siendo hasta 12.66 % más con una adición de 1 % de PET – PCR.

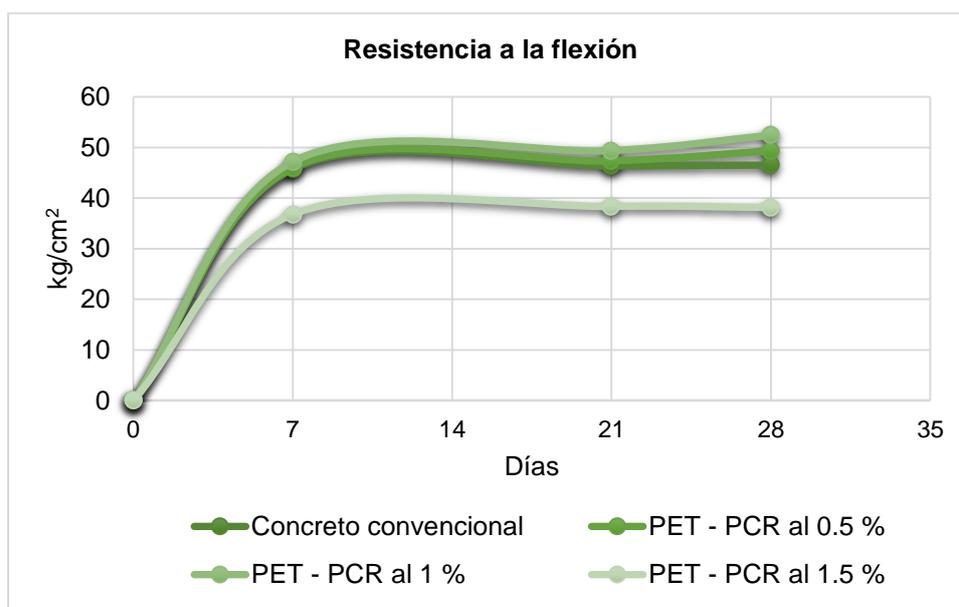


Figura 16. Variación de la resistencia a flexión del concreto.

Asimismo, la Figura 16 representa el comportamiento progresivo de la resistencia a flexión del concreto convencional y de los concretos modificados con PET – PCR.

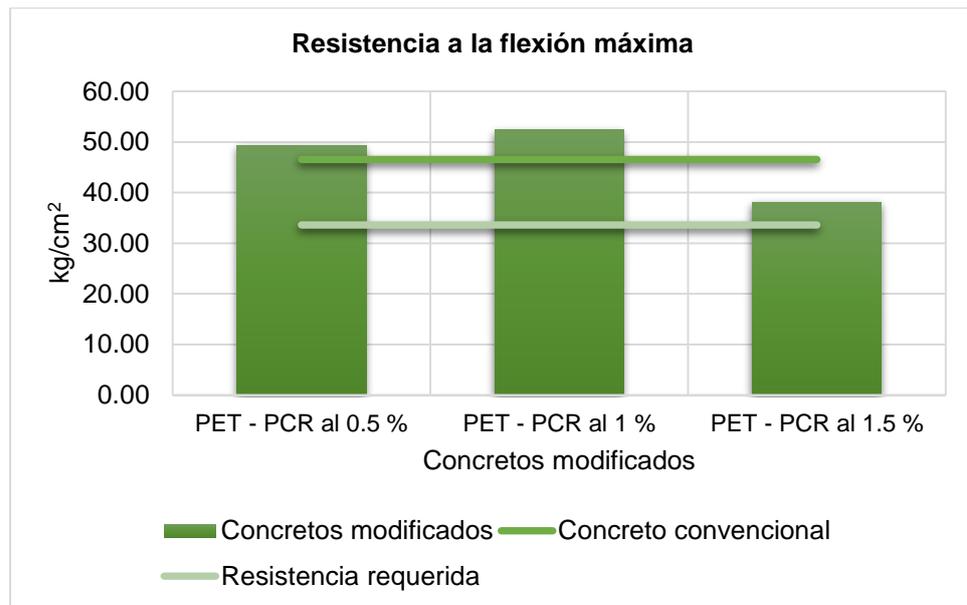


Figura 17. Resistencia a flexión máxima del concreto.

Por último, en la Figura 17 se consideró las resistencias máximas de los concretos analizados a los 28 días, denotándose que el uso del PET – PCR como aditivo, incrementa su resistencia a flexión en comparación al concreto convencional sin aditivo.

### 4.3. Prueba de hipótesis

De acuerdo a la distribución no normal de los datos, se obtuvo que es necesario utilizar un estadístico no paramétrico para la prueba de hipótesis, siendo así se consideró la prueba Friedman de varianza para muestras relacionadas, tal como se detalla en los siguientes:

#### 4.3.1. Hipótesis específica A: El PET- PCR como aditivo mejora sustancialmente las propiedades físicas del concreto para losas aligeradas

De acuerdo al enunciado planteado para la hipótesis A se ha propuesto dos tipos, la alterna ( $H_1$ ) y la nula ( $H_0$ ):

$H_0$ : El PET- PCR como aditivo no mejora sustancialmente las propiedades físicas del concreto para losas aligeradas.

H<sub>i</sub>: El PET- PCR como aditivo mejora sustancialmente las propiedades físicas del concreto para losas aligeradas.

Tabla 24. Prueba Friedman para las propiedades físicas.

Hipótesis nula	Significancia
Las distribuciones del asentamiento son las mismas.	0.02
Las distribuciones de la temperatura son las mismas.	0.014
Las distribuciones del tiempo de fragua son las mismas.	0.056
Las distribuciones del contenido de aire son las mismas.	0.002
Las distribuciones de la exudación son las mismas.	0.029
Las distribuciones del peso unitario son las mismas.	0.029
Las distribuciones del rendimiento son las mismas.	0.029
Las distribuciones de la fisuración son las mismas.	0.008

De acuerdo a la Tabla 24, se tiene que el nivel de significancia para todos los indicadores excepto para el tiempo de fragua es menor a 0.05 (por lo que se rechaza la hipótesis nula), de ahí que se tiene que el contenido de PET – PCR en el concreto influye significativamente en el asentamiento, temperatura, contenido de aire, exudación, peso unitario, rendimiento y fisuración, más no en el tiempo de fragua.

Igualmente, se deduce de acuerdo a esta prueba estadística que el PET – PCR influye en mayor determinación en el contenido de aire y fisuración con un nivel de significancia de 0.002 y 0.008.

Finalmente, como se muestra en la Tabla 24, las significancias obtenidas fueron menor a 0.05, por lo que se rechaza la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) y se acepta la hipótesis alterna (H<sub>1</sub>).

#### **a) Comparación de grupos**

Por último, se realizó la comparación entre los tratamientos a fin de establecer en cual se da la mayor incidencia del PET – PCR, según los siguientes:

Tabla 25. Comparación de tratamientos para el asentamiento.

Muestra 1	Muestra 2	Estad. de prueba	Error estándar	Desv. Estad.	Sig.	Sig. Ajust.
PET - PCR al 1.5 %	PET - PCR al 1 %	0.40	0.82	0.49	0.62	1.00
PET - PCR al 1.5 %	PET - PCR al 0.5 %	1.70	0.82	2.08	0.04	0.22
PET - PCR al 1.5 %	Sin PET - PCR	2.70	0.82	3.31	0.01	0.01
PET - PCR al 1 %	PET - PCR al 0.5 %	1.30	0.82	1.59	0.11	0.67
PET - PCR al 1 %	Sin PET - PCR	2.30	0.82	2.82	0.01	0.03
PET - PCR al 0.5 %	Sin PET - PCR	1.00	0.82	1.23	0.22	1.00

De acuerdo a la Tabla 25 se tiene que el concreto con adición de PET – PCR al 1.5 % es aquel que más difiere del concreto convencional sin PET – PCR (significancia de 0.01), seguido del concreto con PET – PCR al 1 % (significancia de 0.03); sin embargo se encontró que no existe diferencia con el concreto con PET – PCR al 0.5 % (significancia de 1).

Tabla 26. Comparación de tratamientos para la temperatura.

Muestra 1	Muestra 2	Estad. de prueba	Error estándar	Desv. Estad.	Sig.	Sig. Ajust.
PET - PCR al 1 %	PET - PCR al 1.5 %	-1.50	0.82	-1.84	0.07	0.40
PET - PCR al 1 %	Sin PET - PCR	1.70	0.82	2.08	0.04	0.22
PET - PCR al 1 %	PET - PCR al 0.5 %	2.40	0.82	2.94	0.03	0.02
PET - PCR al 1.5 %	Sin PET - PCR	0.20	0.82	0.25	0.81	1.00
PET - PCR al 1.5 %	PET - PCR al 0.5 %	0.90	0.82	1.10	0.27	1.00
Sin PET - PCR	PET - PCR al 0.5 %	-0.70	0.82	-0.86	0.39	1.00

Según la Tabla 26 se tiene que el concreto con adición de PET – PCR al 0.5 % y 1 % son aquellos que mayor diferencia presentan; no obstante, no se encontró diferencia significativa con el concreto convencional.

Tabla 27. Comparación de tratamientos para el contenido de aire.

Muestra 1	Muestra 2	Estad. de prueba	Error estándar	Desv. Estad.	Sig.	Sig. Ajust.
Sin PET - PCR	PET - PCR al 0.5 %	-1.20	0.82	-1.47	0.14	0.85
Sin PET - PCR	PET - PCR al 1 %	-1.80	0.82	-2.21	0.03	0.17
Sin PET - PCR	PET - PCR al 1.5 %	-3.00	0.82	-3.67	0.00	0.00
PET - PCR al 0.5 %	PET - PCR al 1 %	-0.60	0.82	-0.74	0.46	1.00
PET - PCR al 0.5 %	PET - PCR al 1.5 %	-1.80	0.82	-2.21	0.03	0.17
PET - PCR al 1 %	PET - PCR al 1.5 %	-1.20	0.82	-1.47	0.14	0.85

Consecuentemente, en la Tabla 27 se tiene que el concreto con adición de PET – PCR al 1.5 % es aquel que más difiere del concreto convencional sin PET – PCR (significancia de 0.00); sin embargo se encontró que no existe diferencia con el concreto con PET – PCR al 0.5 y 1 % (significancia de 0.85 y 0.17).

Tabla 28. Comparación de tratamiento para la exudación.

Muestra 1	Muestra 2	Estad. de prueba	Error estándar	Desv. Estad.	Sig.	Sig. Ajust.
Sin PET - PCR	PET - PCR al 0.5 %	-1.00	1.05	-0.95	0.34	1.00
Sin PET - PCR	PET - PCR al 1 %	-2.00	1.05	-1.90	0.06	0.35
Sin PET - PCR	PET - PCR al 1.5 %	-3.00	1.05	-2.85	0.04	0.03
PET - PCR al 0.5 %	PET - PCR al 1 %	-1.00	1.05	-0.95	0.34	1.00
PET - PCR al 0.5 %	PET - PCR al 1.5 %	-2.00	1.05	-1.90	0.06	0.35
PET - PCR al 1 %	PET - PCR al 1.5 %	-1.00	1.05	-0.95	0.34	1.00

Del mismo modo, en la Tabla 28 se tiene que el concreto con adición de PET – PCR al 1.5 % es aquel que más difiere del concreto convencional sin PET – PCR (significancia de 0.03); no obstante, se encontró que no existe diferencia con el concreto con PET – PCR al 0.5 y 1 % (significancia de 1 y 0.35).

Tabla 29. Comparación de tratamientos para el peso unitario.

Muestra 1	Muestra 2	Estad. de prueba	Error estándar	Desv. Estad.	Sig.	Sig. Ajust.
PET - PCR al 1.5 %	PET - PCR al 1 %	1.00	1.05	0.95	0.34	1.00
PET - PCR al 1.5 %	PET - PCR al 0.5 %	2.00	1.05	1.90	0.06	0.35
PET - PCR al 1.5 %	Sin PET - PCR	3.00	1.05	2.85	0.04	0.03
PET - PCR al 1 %	PET - PCR al 0.5 %	1.00	1.05	0.95	0.34	1.00
PET - PCR al 1 %	Sin PET - PCR	2.00	1.05	1.90	0.06	0.35
PET - PCR al 0.5 %	Sin PET - PCR	1.00	1.05	0.95	0.34	1.00

Por otra parte, la Tabla 29 consiga que, el concreto con adición de PET – PCR al 1.5 % es aquel que más difiere del concreto convencional sin PET – PCR (significancia de 0.03); no obstante, se encontró que no existe diferencia con el concreto con PET – PCR al 0.5 y 1 % (significancia de 1 y 0.35).

Tabla 30. Comparación de tratamientos para el rendimiento.

Muestra 1	Muestra 2	Estad. de prueba	Error estándar	Desv. Estad.	Sig.	Sig. Ajust.
Sin PET - PCR	PET - PCR al 0.5 %	-1.00	1.05	-0.95	0.34	1.00
Sin PET - PCR	PET - PCR al 1 %	-2.00	1.05	-1.90	0.06	0.35
Sin PET - PCR	PET - PCR al 1.5 %	-3.00	1.05	-2.85	0.04	0.03
PET - PCR al 0.5 %	PET - PCR al 1 %	-1.00	1.05	-0.95	0.34	1.00
PET - PCR al 0.5 %	PET - PCR al 1.5 %	-2.00	1.05	-1.90	0.06	0.35
PET - PCR al 1 %	PET - PCR al 1.5 %	-1.00	1.05	-0.95	0.34	1.00

La Tabla 30 muestra que, el concreto con adición de PET – PCR al 1.5 % es aquel que más difiere del concreto convencional sin PET – PCR (significancia de 0.03); no obstante, se encontró que no existe diferencia con el concreto con PET – PCR al 0.5 y 1 % (significancia de 1 y 0.35).

Tabla 31. Comparación de tratamientos para la fisuración.

Muestra 1	Muestra 2	Estad. de prueba	Error estándar	Desv. Estad.	Sig.	Sig. Ajust.
PET - PCR al 1.5 %	PET - PCR al 1 %	0.75	0.91	0.82	0.41	1.00
PET - PCR al 1.5 %	PET - PCR al 0.5 %	1.88	0.91	2.05	0.04	0.24
PET - PCR al 1.5 %	Sin PET - PCR	2.88	0.91	3.15	0.00	0.01
PET - PCR al 1 %	PET - PCR al 0.5 %	1.13	0.91	1.23	0.22	1.00
PET - PCR al 1 %	Sin PET - PCR	2.13	0.91	2.33	0.02	0.12
PET - PCR al 0.5 %	Sin PET - PCR	1.00	0.91	1.10	0.27	1.00

Por último, en la Tabla 31 se tiene que, el concreto con adición de PET – PCR al 1.5 % es aquel que más difiere del concreto convencional sin PET – PCR (significancia de 0.01); no obstante, se encontró que no existe diferencia con el concreto con PET – PCR al 0.5 y 1 % (significancia de 1 y 0.12).

#### **4.3.2. Hipótesis específica B: El PET- PCR como aditivo mejoran significativamente las propiedades mecánicas del concreto para losas aligeradas**

De acuerdo al enunciado planteado para la hipótesis B se ha propuesto dos tipos, la alterna ( $H_1$ ) y la nula ( $H_0$ ):

H<sub>0</sub>: El PET- PCR como aditivo no mejoran significativamente las propiedades mecánicas del concreto para losas aligeradas.

H<sub>i</sub>: El PET- PCR como aditivo mejoran significativamente las propiedades mecánicas del concreto para losas aligeradas.

Tabla 32. Prueba Friedman para las propiedades mecánicas.

Hipótesis nula	Significancia
La distribución de la resistencia a compresión son las mismas.	0.042
La distribución de la resistencia a flexión son las mismas.	0.029

Asimismo, en la Tabla 32 se tiene que el nivel de significancia para todos los indicadores es menor a 0.05, de ahí que se tiene que el contenido de PET – PCR en el concreto influye significativamente en la resistencia a compresión y flexión, por ende, en sus propiedades mecánicas.

Del mismo modo, se deduce de acuerdo a esta prueba estadística que el PET – PCR mejoran las propiedades físicas, pues debido a que la significancia fue menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) y se acepta la hipótesis alterna (H<sub>1</sub>).

### a) Comparación de grupos

Por último, se realizó la comparación entre los tratamientos a fin de establecer en cual se da la mayor incidencia del PET – PCR, según los siguientes:

Tabla 33. Comparación de tratamientos para la resistencia a compresión.

Muestra 1	Muestra 2	Estad. de prueba	Error estándar	Desv. Estad.	Sig.	Sig. Ajust.
Sin PET - PCR	PET - PCR al 1.5 %	-0.33	1.05	-0.32	0.75	1.00
Sin PET - PCR	PET - PCR al 0.5 %	-1.67	1.05	-1.58	0.11	0.68
Sin PET - PCR	PET - PCR al 1 %	-2.67	1.05	-2.53	0.01	0.07
PET - PCR al 1.5 %	PET - PCR al 0.5 %	1.33	1.05	1.27	0.21	1.00
PET - PCR al 1.5 %	PET - PCR al 1 %	2.33	1.05	2.21	0.03	0.16
PET - PCR al 0.5 %	PET - PCR al 1 %	-1.00	1.05	-0.95	0.34	1.00

Según la Tabla 33 se tiene que el concreto con adición de PET – PCR al 1 % es aquel que más difiere del concreto convencional sin PET – PCR (significancia de 0.07); sin embargo, se encontró que no

existe diferencia con el concreto con PET – PCR al 0.5 y 1.5 % (significancia de 0.68 y 1).

Tabla 34. Comparación de tratamientos para la resistencia a flexión.

Muestra 1	Muestra 2	Estad. de prueba	Error estándar	Desv. Estad.	Sig.	Sig. Ajust.
PET - PCR al 1.5 %	Sin PET - PCR	1.00	1.05	0.95	0.34	1.00
PET - PCR al 1.5 %	PET - PCR al 0.5 %	2.00	1.05	1.90	0.06	0.35
PET - PCR al 1.5 %	PET - PCR al 1 %	3.00	1.05	2.85	0.00	0.03
Sin PET - PCR	PET - PCR al 0.5 %	-1.00	1.05	-0.95	0.34	1.00
Sin PET - PCR	PET - PCR al 1 %	-2.00	1.05	-1.90	0.06	0.35
PET - PCR al 0.5 %	PET - PCR al 1 %	-1.00	1.05	-0.95	0.34	1.00

Por último, se tiene según la Tabla 34 que el concreto con adición de PET – PCR al 1 % es aquel que más difiere del concreto convencional sin PET – PCR (significancia de 0.07); sin embargo, se encontró que no existe diferencia con el concreto con PET – PCR al 0.5 y 1.5 % (significancia de 1).

#### 4.3.3. Hipótesis general

En función a lo determinado en las hipótesis específicas A y B, se concluye que el PET – PCR como aditivo incide en las propiedades físicas y mecánicas del concreto para losas aligeradas; por lo que se acepta la hipótesis planteada.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **5.1. Propiedades físicas del concreto con PET – PCR**

El concreto es el material más utilizado para la construcción, por tal razón, el estudio de sus principales propiedades al incorporar, sustituir o adicionar nuevos materiales es importante para el desarrollo de la tecnología del concreto. Es por ello que, para el desarrollo de la presente investigación se ha probado que la incidencia de fibras de PET – PCR en porcentajes de 0.5, 1 y 1.5 % modifican significativamente las propiedades físicas del concreto; las cuales se detallan a continuación.

La consistencia, según Abanto (2009), es la propiedad que mide indirectamente la trabajabilidad del concreto. Esta es muy importante cuando el material se encuentra en estado fresco, pues facilita su mezclado, traslado y colocación. En este sentido, los resultados obtenidos que se muestran en la Tabla 14 muestran una disminución del asentamiento a medida que se incrementa la concentración de PET – PCR; sin embargo, esta disminución puede ser aceptable, pues sus valores (especialmente en las concentraciones del 0.5 y 1 %) se consideran como mezclas trabajables. Lo mencionado coincide con los valores obtenidos por

Aguilera y Diestra (2017), quienes mencionan que la disminución de esta propiedad se debe a que el PET- PCR, adsorbe el agua, es decir, mantiene a su alrededor cierta cantidad de agua.

La temperatura del concreto, es una propiedad de suma importancia cuando se pretenda elaborarla en climas extremos. Esta depende en gran medida de las temperaturas que poseen de manera individual cada uno de sus componentes y de la reacción que tiene el agua con el cemento. Esto explica los resultados obtenidos (ver Tabla 15) en la que, la inclusión de fibras de PET – PCR no varía de manera significativamente con respecto al concreto patrón, pues como máximo una concentración del 1 % solo la disminuye en 1.45 %. En este sentido se puede mencionar la inclusión de tiras de PET – PCR no modificarán esta propiedad y por ende sólo se deberá tener en cuenta lo mencionado por la norma E0.60 del reglamento nacional de edificaciones; la cual restringe la fabricación del concreto a temperaturas de entre 5 °C y 32 °C.

Con respecto al tiempo de fragua del concreto, se puede mencionar que es una propiedad que depende de su temperatura, por lo cual solo variará, siempre y cuando se le incorpore un elemento demasiado caliente o frío. En tal sentido, los resultados obtenidos muestran que el tiempo total de fragua disminuye hasta en un 3.35 %, lo cual, de acuerdo al análisis estadístico, no es significativo, por lo que se puede mencionar que el incremento de las fibras de PET – PCR hasta en un porcentaje de 1.5 % no modificará el tiempo de fragua. Cabe resaltar que la inclusión de la fibra fue a temperatura ambiente.

Otro aspecto importante en el concreto es la cantidad de aire incorporado en la mezcla, pues su presencia, de acuerdo a Abanto (2009), tiene incidencia en la resistencia final. En este sentido se puede mencionar que, de acuerdo a los resultados obtenidos, la incorporación de fibras de PET-PCR incrementan la cantidad de aire hasta en 47.83 %. Si bien es cierto que este incremento es perjudicial, los valores demuestran que se encuentran por debajo del límite permisible (2 – 3 %) que la norma E.060

señala. Los valores obtenidos coinciden en gran proporción con los obtenidos por Mendoza, Aire y Dávila (2011), con lo que se demuestra que la inclusión del PET – PCR no perjudicará las propiedades mecánicas.

La exudación es una propiedad del concreto en el que se pierde humedad de manera acelerada, esto es perjudicial para el concreto si es que no es controlado adecuadamente. En este contexto, los resultados que se muestran en la Tabla 18 dan a comprender que la adición del PET – PCR puede incrementar esta propiedad hasta en 10.69 %. Cabe mencionar que a pesar que el incremento fue significativo (de acuerdo al análisis estadístico) no afectaron de manera considerable a la resistencia final del concreto, por lo que se puede establecer que este incremento no es perjudicial.

El peso unitario y el rendimiento, son propiedades muy relacionadas entre sí, e indican la cantidad de concreto que se puede obtener por unidad de volumen. En este sentido, los resultado con respecto a esta propiedad muestran que, a medida que se incrementa el porcentaje de PET – PCR en el concreto su valor disminuye hasta en 4.19 %, haciendo al concreto más liviano que uno convencional; esto beneficia al rendimiento del concreto, debido a que se logra incrementar hasta en un 6.42 % (al considerarse una concentración de 1.5 %); esto resultaría beneficioso si se aplica al concreto premezclado, pues según la NRMCA (2010), este valor tiende a disminuir por perdidas en el traslado y colocación. Estos valores difieren de Mendoza, Aire y Dávila (2011), debido a que en su investigación consideraron la inclusión de un superplastificante que mejoró las propiedades mencionadas.

La última propiedad física analizada fue la fisuración; para ello se realizó losas aligeradas de 1 x 1 m y 0.20 m de altura, debido a que son las dimensiones más comunes en la zona de estudio. De los resultados obtenidos se puede mencionar que a medida que se incrementa la cantidad de PET – PCR en el concreto hasta una concentración de 1.5 % las fisuras por contracción plástica se reducen hasta en un 81.82 %, esto concuerda

con lo determinado por Mendoza, Aire y Dávila (2011), quienes establecieron que una concentración de  $5 \text{ kg/m}^3$ , las fisuras desaparecen por completo. En tal sentido, los resultados muestran que una adecuada dosificación de PET – PCR modifican varias propiedades físicas del concreto, especialmente de la cantidad de fisuras.

## **5.2. Propiedades mecánicas del concreto con PET – PCR**

Las propiedades mecánicas del concreto, son el eje fundamental del diseño de mezclas, es decir, es el fin que se desea alcanzar para asegurar una adecuada resistencia ante cargas de flexión, compresión y tracción.

En el Perú por lo general, el valor de resistencia a la compresión para elementos estructurales como edificaciones es de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , es por ello que toda investigación que modifique las propiedades mecánicas del concreto debe buscar mantener o superar la resistencia de diseño. En este sentido, los resultados muestran que este valor se incrementa hasta en 33.44% al considerar una concentración de PET – PCR de 1 % y en 0.93 % si se opta por una concentración de 1.5 % de adición. Si bien estos resultados difieren con lo obtenido por Mendoza, Aire y Dávila (2011) y Mestanza (2018); es preciso señalar que en la presente tesis el PET – PCR es considerada como una adición, mas no como el reemplazo o la sustitución de algún componente.

Con respecto a la resistencia a la flexión del concreto, se puede mencionar que no es un factor importante cuando se trata de elementos estructurales como vigas, columnas, etc.; debido a que, por lo general la flexión es resistida por el refuerzo; sin embargo, esta propiedad cobra mayor relevancia si el concreto es usado en obras de pavimentación en la que soporta cargas vehiculares, y donde el refuerzo es escaso. En este sentido los resultados obtenidos muestran que las fibras de PET – PCR modifican de manera significativa el módulo de rotura (la resistencia a la flexión), pero no hay una tendencia al incremento o disminución, pues los valores obtenidos fueron dispersos; sin embargo, cabe resaltar que todas sobrepasan el valor mínimo de diseño ( $33.62 \text{ kg/cm}^2$ ). Esto concuerda con

lo obtenido por Mendoza, Aire y Dávila (2011), quienes al igual que la presente investigación, no generaliza esta propiedad.

Con base a lo descrito anteriormente, se puede establecer tres propiedades principales para determinar la mejor dosificación; el asentamiento, la resistencia a la compresión y la fisuración. Como se ha demostrado, tanto el asentamiento y el fisuramiento son propiedades que se cumplen de manera óptima con todas las adiciones consideradas (0.5, 1 y 1.5 %), por lo que la propiedad determinante fue la resistencia a la compresión. En tal sentido se determinó que la mejor opción es la dosificación del 1.5 %, quien a pesar de obtener solo una resistencia mayor en 0.93 % que la de diseño, su reducción en las fisuraciones fue del 81.82 %

## CONCLUSIONES

1. El PET – PCR como aditivo mejora sustancialmente en las propiedades del concreto para losas aligeradas, reduciendo su fisuramiento en 81.82 %, con un contenido de 1.5 % en relación al peso del cemento.
2. El PET – PCR como aditivo mejora de manera significativa el asentamiento, temperatura, contenido de aire, exudación, peso unitario, rendimiento y fisuración; no obstante, en el tiempo de fragua no se presenta incidencia significativamente; asimismo, se tiene que para el porcentaje de 1.5 % de PET – PCR en comparación al concreto convencional, se da una reducción del asentamiento (2.96 pulgadas) de -14.45 %, la temperatura (23.34 °C) se reduce en -0.17 %, el tiempo de fragua (3.37 h) se reduce en -3.35 %, el aire incorporado (2.27 %) se incrementa en 47.83 %, la exudación (3.21 %) se incrementa en 10.69 %, el peso unitario (2322.05 kg/cm<sup>3</sup>) se reduce -4.19 %, el rendimiento (1.03) se incrementa en 6.42 % y el área de fisuración (0.07 cm<sup>2</sup>) se reduce en -81.82 %.
3. El PET – PCR como aditivo modifica significativamente las propiedades mecánicas del concreto para losas aligeradas, donde para el contenido de 1.5 % de PET – PCR en comparación al concreto convencional diseñado para un f'c de 210 kg/cm<sup>2</sup>, se da un incremento de la resistencia a compresión (228.20 kg/cm<sup>2</sup>) de 0.93 % y en la resistencia a flexión (38.16 kg/cm<sup>2</sup>) se reduce en hasta -18.00 %, más este se encuentra dentro de lo requerido para un f'c de 210 kg/cm<sup>2</sup> que es 33.62 kg/cm<sup>2</sup>.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la utilización del PET – PCR como aditivo en una concentración de 1.5 % respecto al peso del cemento, pues este contribuye al mejoramiento de las propiedades del concreto para losas aligeradas reduciendo las fisuras.
2. Se recomienda utilizar tiras de PET – PCR de diferentes dimensiones a fin de determinar su comportamiento del concreto en losas aligeradas.
3. Se recomienda realizar estudios de las tiras de PET – PCR como aditivo en diferentes tipos de losas, a fin de evaluar su comportamiento y efectividad en las propiedades del concreto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abanto, F. (2009). Tecnología del concreto. (Segunda ed). Lima - Perú.
2. Acevedo, A., & Posada, J. (2018). Polietileno tereftalato como reemplazo parcial del agregado fino en mezclas de concreto. Revista Ingenierías Universidad de Medellín, 18(34), 45–56.
3. Aguilera, G., & Diestra, V. (2017). Influencia de la fibra de PET a partir de botellas recicladas sobre el comportamiento mecánico en un concreto aplicado en prefabricado. Universidad Nacional de Trujillo.
4. Alesmar, L., Rendon, N., & Korody, M. (2008). Diseños de mezcla de tereftalato de polietileno (pet) – cemento. Revista de La Facultad de Ingenieria Universidad Central de Venezuela.
5. Aquino, Y. (2019). Estudio comparativo de la influencia del plástico (PET) en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto reciclado y concreto convencional. Universidad Nacional de Trujillo.
6. ASTM:C1064. (2002). Método de ensayo normalizado para determinar la temperatura del hormigón fresco con cemento portland. EE.UU: American Society for Testing and Materials.
7. ASTM:C231. (2014). Método de ensayo normalizado de contenido de aire del concreto recién mezclado mediante el método por presión. (p. 15). p. 15. EE.UU: American Society for Testing and Materials.
8. ASTM:C403. (2013). Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado de mezclas por medio de la resistencia a la penetración. EE.UU: American Society for Testing and Materials.
9. ASTM:C94. (2003). Especificaciones normalizadas para el hormigón premezclado (p. 15). p. 15. EE.UU: American Society for Testing and Materials.
10. Astorga, A., & Rivero, P. (2009). Definición de términos básicos módulo III – sección I. Centro de Investigacion En Gestion Integral de Riesgos.

11. Correo, E. (2019, May). Junín prohíbe envases de plástico de un solo uso en su región. Diario Correo.
12. Del Cid, A., Sandoval, R., & Sandoval, F. (2007). Investigación. Fundamentos y metodología (Primera; H. Rivera, Ed.). México: Pearson Educación.
13. Google Earth. (2020). Google Earth Pro. Retrieved from <https://www.google.es/earth/download/gep/agree.html>
14. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. In Mc Graw Hill (5°). México D.F.
15. Kosmatka, S., Kerkhoff, B., Panarese, W., & Tanesi, J. (2004). Diseño y control de mezclas de Concreto. In Journal of Experimental Botany (Primera, Vol. 62). México: Portland Cement Association.
16. Ley N°30884. (2018). Ley que regula el plástico de un sólo uso y los recipientes o envases descartables (p. 5). p. 5. Lima - Perú: Congreso de la República del Perú.
17. Mendoza, C., Aire, C., & Dávila, P. (2011). Concreto reforzado con fibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estado plástico y endurecido. Investigación y Desarrollo, 2, 13.
18. Mestanza, osé L. (2018). Análisis de las propiedades físico-mecánicas de un hormigón elaborado con fibras recicladas de envase PET utilizando agregados de la cantera de Sna Antonio y cemento Holcim tipo GU. Universidad Central del Ecuador.
19. MINAM. (2018). Menos plastico mas vida, cifras del mundo y el Perú.
20. NRMCA. (2010). Discrepancias con el rendimiento. NRMCA Publication, 3(3 mm).
21. NTP:339.034. (2015). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas. (p. 22). p. 22. Lima - Perú: INACAL.
22. NTP:339.035. (2015). Método de ensayo para la medición del

- asentamiento del concreto de cemento portland. Lima - Perú: INACAL.
23. NTP:339.046. (2008). Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del hormigón (concreto). Lima - Perú: INACAL.
  24. NTP:339.077. (2013). Métodos de ensayo normalizados para exudación del concreto (p. 17). p. 17. Lima - Perú: INACAL.
  25. NTP:339.078. (2012). Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo. Lima - Perú: INACAL.
  26. NTP:339.114. (2016). Concreto. Concreto premezclado. Requisitos (p. 39). p. 39. Lima - Perú.
  27. Reyes, I. (2018). Diseño de un concreto con fibras de Polietileno Tereftalato (PET) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano Amauta - Ate - Lima Este (2018). Universidad Ricardo Palma.
  28. Rodriguez, K. (2016). Aplicación del concreto autocompactante con aditivo incorporador de aire para el estudio de fisuras en losas de concreto armado. Universidad Nacional del Centro del Perú.
  29. Silva, R. (2019). Sistema constructivo a base de concreto con PET recuperado como refuerzo. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente.
  30. Yaya, M. (2017). Diseño de mezclas. Trujillo-Perú.

## **ANEXOS**

## **ANEXO N° 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**Matriz de consistencia**

<b>Tesis: “Influencia del PET – PCR como aditivo en las propiedades del concreto para losas aligeradas”</b>						
<b>Problema</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metodología</b>
<p><b>Problema general:</b> ¿Cómo influye el PET-PCR como aditivo en las propiedades del concreto para losas aligeradas?</p> <p><b>Problemas específicos:</b> a) ¿De qué manera el PET-PCR como aditivo incide en las propiedades físicas del concreto para losas aligeradas? b)¿Cómo influye el PET-PCR como aditivo en las propiedades mecánicas del concreto para losas aligeradas ?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Evaluar la influencia del PET-PCR como aditivo en las propiedades del concreto para losas aligeradas.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> a) Analizar de qué manera el PET-PCR como aditivo incide en las propiedades físicas del concreto para losas aligeradas. b) Establecer la influencia del PET-PCR como aditivo en las propiedades mecánicas del concreto para losas aligeradas.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> El PET-PCR como aditivo mejora las propiedades del concreto para losas aligeradas.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> a) El PET-PCR como aditivo mejora sustancialmente las propiedades físicas del concreto para losas aligeradas. b) El PET-PCR como aditivo mejoran significativamente las propiedades mecánicas del concreto para losas aligeradas.</p>	<p><b>Variable independiente (X):</b> PET - PCR.</p> <p><b>Variable dependiente (Y):</b> propiedades del concreto</p>	<p>- Tiras de PET – PCR.</p> <p>- Propiedades físicas del concreto para losas aligeradas</p> <p>- Propiedades mecánicas del concreto para losas aligeradas</p>	<p>Cantidad en porcentaje.</p> <p>- Asentamiento. - Temperatura. - Aire incorporado. - Exudación. - Peso unitario. - Rendimiento. - Fisuración.</p> <p>- Resistencia a compresión. - Resistencia a flexión.</p>	<p><b>Método general:</b> Método científico.</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada.</p> <p><b>Nivel:</b> Descriptivo - Explicativo.</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> Experimental.</p> <p><b>Población:</b> La población correspondió al concreto elaborado con adiciones de PET – PCR, los cuales se analizaron a nivel de laboratorio considerando un total de 208 especímenes.</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra fue censal, porque fue el mismo que la población; por lo tanto, se ha considerado un total de 208 especímenes.</p>

**ANEXO N° 02: PROCESAMIENTO DE RESULTADOS DE  
LABORATORIO**

Tabla 35. Procesamiento de resultados de laboratorio.

Muestras	Asentamiento (Pulgadas)	Temperatura (°C)	Tiempo de fragua (Horas)	Aire incorporado (%)	Fisuración (cm <sup>2</sup> )	Exudación (%)	Peso unitario de concreto (kg/cm <sup>3</sup> )	Rendimiento	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )				Flexión (kg/cm <sup>2</sup> )		
									7	14	21	28	7	21	28
Concreto convencional de f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> - M1	3.40	23.20	3.45	1.50	0.39	2.85	2422.86	0.97	184.80	193.20	212.10	226.80	45.87	46.27	46.40
Concreto convencional de f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> - M2	3.50	23.40	3.50	1.60	0.29	2.92	2424.57	0.97	182.70	195.30	210.00	224.70	46.00	46.40	46.67
Concreto convencional de f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> - M3	3.50	23.50	3.50	1.50	0.42	2.93	2423.43	0.97	184.80	199.50	205.80	226.80	45.47	46.47	46.53
Concreto convencional de f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> - M4	3.40	23.30		1.50	0.37										
Concreto convencional de f'c: 210 kg/cm <sup>2</sup> - M5	3.50	23.50		1.60											
Concreto con PET al 0.5 % - M1	3.20	23.50	3.45	1.80	0.21	3.01	2368.00	1.00	193.20	205.80	226.80	247.80	46.00	47.33	49.33
Concreto con PET al 0.5 % - M2	3.20	23.80	3.44	1.70	0.17	2.98	2370.00	1.00	189.00	207.90	231.00	252.00	46.00	47.47	49.47
Concreto con PET al 0.5 % - M3	3.30	23.50	3.45	1.80	0.25	3.04	2369.14	1.00	195.30	207.90	226.80	249.90	46.13	47.33	49.33
Concreto con PET al 0.5 % - M4	3.20	23.30		1.80	0.26										
Concreto con PET al 0.5 % - M5	3.10	23.70		1.80											
Concreto con PET al 1 % - M1	3.00	22.90	3.46	2.00	0.07	3.07	2361.14	1.01	199.50	214.20	249.90	289.80	47.33	49.33	52.80
Concreto con PET al 1 % - M2	3.10	23.00	3.45	2.00	0.12	3.11	2359.71	1.01	205.80	220.50	256.20	310.80	47.47	49.47	53.20
Concreto con PET al 1 % - M3	3.00	23.00	3.48	1.80	0.09	3.13	2361.43	1.01	201.60	226.80	252.00	304.50	46.80	49.33	51.27
Concreto con PET al 1 % - M4	3.00	23.00		2.00	0.07										
Concreto con PET al 1 % - M5	3.00	23.30		1.80											
Concreto con PET al 1.5 % - M1	3.00	23.20	3.40	2.20	0.07	3.18	2317.14	1.03	182.70	195.30	214.20	224.70	36.80	38.47	38.41
Concreto con PET al 1.5 % - M2	2.90	23.30	3.35	2.30	0.06	3.30	2330.71	1.03	184.80	199.50	212.10	231.00	36.53	38.33	39.00
Concreto con PET al 1.5 % - M3	2.90	23.50	3.35	2.30	0.07	3.15	2318.29	1.03	182.70	197.40	214.20	228.90	37.13	38.33	37.06
Concreto con PET al 1.5 % - M4	3.00	23.40		2.20	0.06										
Concreto con PET al 1.5 % - M5	3.00	23.30		2.30											

## **ANEXO N° 03: ENSAYOS EN LABORATORIO**

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO NORMAL CON CEMENTO PORTLAND

SOLICITA : ING. BACHILLER PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
 PROYECTO/OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO PARA LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS  
 UBICACIÓN : HUANCAYO - JURU  
 CANTERA : ARENA ZARANGADA Y PIEDRA CHANCADA  
 TIPO DE CONSTRUCCION : OSAS ALIGERADAS  
 RESISTENCIA A LA COMPRESION ESPECIFICADA A LOS 28 DIAS  $f_c =$  210 Kg/cm<sup>2</sup>.  
 TECNICO : J.S.C.V.  
 FECHA : 06/01/2020

PESO ESPECIFICO DEL CEMENTO TIPO I		3.150	MARGA: ANDINO					
CARACTERISTICA DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS								
	A.F.	A.G.						
PESO ESPECIFICO EN MASA	2.57	2.65						
PESO UNITARIO SECO COMPACTADO	1.790	1.551						
PORCENTAJE DE ABSORCION	1.36	0.73						
CONTENIDO DE HUMEDAD	2.53	1.15						
MODULO DE FINEZA	2.80	6.62						
TAMARO MAXIMO DE AGREGADOS (pulgadas)		1"						
ASENTAMIENTO O REVESTIMIENTO (mm)		3"-4"						
VOLUMEN UNITARIO DE AGUA (Kg/m <sup>3</sup> )		205.000						
PORCENTAJE DE AIRE ATRAPADO		2.000						
RELACION AGUAJEMENTO		0.560						
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO POR m <sup>3</sup> DE CONCRETO		0.870						
PESO DE CEMENTO		388.071						
PESO DE AGREGADO GRUESO		1039.170						
VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO		0.116						
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGUA		0.205						
VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE		0.020						
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO GRUESO		0.392						
VOLUMEN ABSOLUTO DE AGREGADO FINO		0.267						
PESO SECO DEL AGREGADO FINO		684.483						
PESO DEL AGREGADO FINO HUMEDO		701.801						
PESO DEL AGREGADO GRUESO HUMEDO		1051.120						
HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO FINO		1.170						
HUMEDAD SUPERFICIAL DEL AGREGADO GRUESO		0.419						
APORTE DE AGUA DEL FINO		6.009						
APORTE DE AGUA DEL GRUESO		4.354						
APORTE DE AGUA DEL AGREGADO		12.383						
AGUA EFECTIVA		192.637						
DISEÑO EN SECO (Kg/m <sup>3</sup> )	CEMENTO :	388.07	A.F.	684.48	A.G.	1039.170	AGUA	205.000
DISEÑO EN OBRA (Kg/m <sup>3</sup> )	CEMENTO :	388.07	A.F.	701.80	A.G.	1051.120	AGUA	192.64
CANT. MAT. AG.	BOLSAS :	8.61	M3. A.F.	0.392	M.3. A.G.	0.678	GAL. AGUA	50.89
PROPORCION : TANDA EN PIE3	CEMENTO :	1	A.F.	1.593	A.G.	2.754	AGUA	0.53

DOSIFICACION SEGUN DISEÑO 210 KG/CM<sup>2</sup>

MATERIALES	PET %		
	0.5%	1.0%	1.5%
%	0.254	0.508	0.762
PET-PCR KG	50.788	50.788	50.788
CEMENTO KG	139.859	139.859	139.859
AGREGADO GRUESO	80.912	80.912	80.912
AGREGADO FINO	28.441	28.441	28.441
AGUA LT	300.264	300.608	300.762
TOTAL KG			

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 JAVIER I. SANTA CRUZ VELIZ  
 ING. EN GEOTECNIA

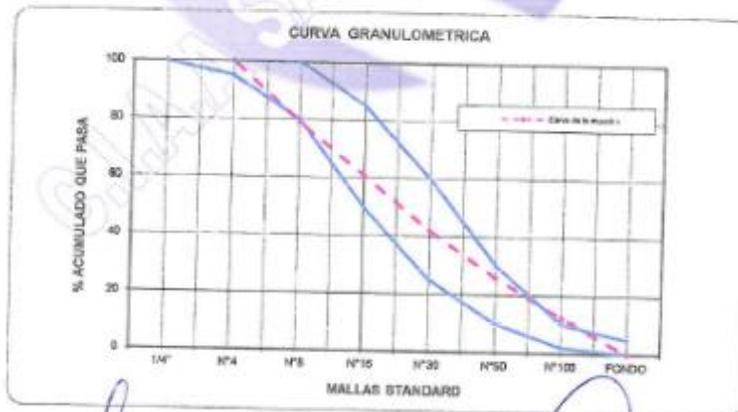


**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**AGREGADO FINO**

SOLICITA / PETICIONARIO: Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS  
 SECTOR :  
 CANTERA / UBICACIÓN : ARENA GRUESA - 3 DE DICIEMBRE- CHUPACA - JUNIN  
 UBICACIÓN DE OBRA :  
 Distrito : HUANCAYO  
 Provincia : HUANCAYO TECNICO : J.S.C.V  
 Region : JUNIN FECHA : 08/01/2020

N° MALLA	PESO RETENIDO (g)	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%ACUMUL. QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO	
					Inf.	Sup.
1/4"				100.00	100	100
N°4	0.00	0.00	0.00	100.00	95	100
N°8	233.00	21.11	21.11	78.89	80	100
N°16	198.00	17.93	39.04	60.96	50	85
N°30	210.00	19.02	58.06	41.94	25	60
N°50	178.00	16.12	74.18	25.82	10	30
N°100	150.00	13.59	87.77	12.23	2	10
FONDO	135.00	12.23	100.00	0.00	0	5
TOTAL	1104.00					

MODULO DE FINURA M.F. = 2.50



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 JAVIER I. SANTA CRUZ VELIZ  
 TEC. EN GEOTECNIA

José Manuel Perceña Araujo  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CONSEJO INGENIEROS N° 18900

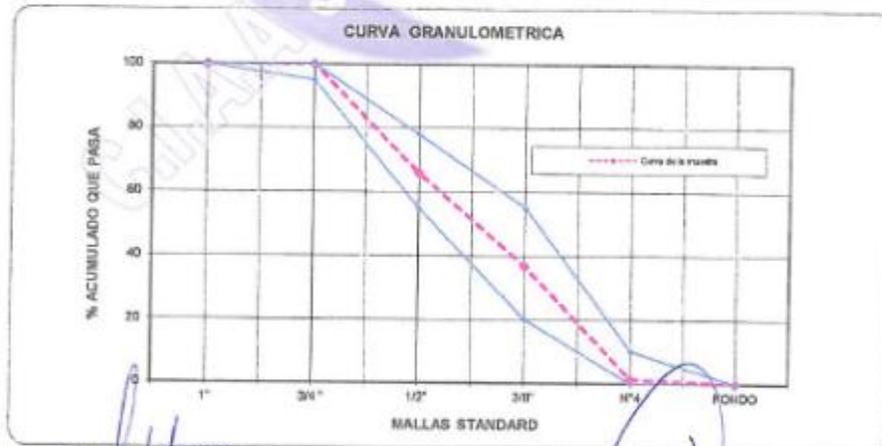
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO  
AGREGADO GRUESO**

SOLICITA / PETICIONARIO: Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS  
 SECTOR :  
 CANTERA / UBICACION : PEDRA CHANCADA - 3 DE DICIEMBRE- CHUPACA - JUNIN  
 UBICACION DE OBRA : Distrito : HUANCAYO  
 Provincia : HUANCAYO TECNICO : J. S. C. V  
 Region : JUNIN FECHA : 06/01/2020

N° MALLA	PESO RETENIDO gr.	% RETENIDO	%RETENIDO ACUMULADO	%ACUMUL QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO	
					inf.	Sup.
1"				100.00	100	100
3/4"	0.0	0.00	0.00	100.00	85	100
1/2"	712.0	33.96	33.96	66.04	55	78
3/8"	615.0	29.33	63.29	36.71	20	65
N°4	743.0	35.44	98.73	1.27	0	10
FONDO	26.6	1.27	100.00	0.00	0	0
TOTAL	2096.6					

MODULO DE FINURA M.F. = 6.62  
 TAMAÑO MAXIMO NOMINAL T.M.N. = 3/4"  
 TAMAÑO MAXIMO T.M. = 1"

T.M.N. La malla que produce el primer retenido 1/2"  
 T.M. La menor malla por la que pasa el 100%. 3/4"



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 JAVIER J. SANTA CRUZ VELIZ  
 TEG. EXP. EN GEOTECNIA

Edgardo Arellano  
 INGENIERO EN GEOTECNIA  
 REG. N° 16807

**PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS**

SOLICITA / PETICIONARIO : Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS  
 CANTERA / UBICACION : ARENA ZARANDADA Y PIEDRA CHANGADA RIO MANTARO  
 UBICACION DE OBRA : Distrito HUANCAYO  
 Provincia HUANCAYO TECNICO : J. Santa Cruz V.  
 Region JUNIN FECHA : 06/01/2020

DESCRIPCION	AGREGADO GRUESO			
	SUELTO		COMPACTADO	
Volumen del Molde	2,140.00	2,140.00	2,140.00	2,140.00
Peso del Molde	6,650.00	6,650.00	6,650.00	6,650.00
Peso del Molde + Muestra	9,900.00	9,905.00	10,275.00	10,260.00
Peso de la Muestra	3,250.00	3,255.00	3,625.00	3,610.00
Peso Unitario m <sup>3</sup>	1.519	1.521	1.694	1.667
	1.520		1.690	

DESCRIPCION	AGREGADO FINO			
	SUELTO		COMPACTADO	
Volumen del Molde	2,140.00	2,140.00	2,140.00	2,140.00
Peso del Molde	6,650.00	6,650.00	6,650.00	6,650.00
Peso del Molde + Muestra	10,270.00	10,265.00	10,480.00	10,460.00
Peso de la Muestra	3,620.00	3,615.00	3,830.00	3,810.00
Peso Unitario m <sup>3</sup>	1.692	1.689	1.730	1.730
	1.690		1.785	

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
 JAVIER I. SANTA CRUZ VELIZ  
 TECNICO EN GEOTECNIA

  
 Javier I. Santa Cruz Veliz  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. COLEGIADO N° 13320

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS**

SOLICITA / PETICIONARIO : Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES

PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL  
CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS

CANTERA N° / UBICACIÓN : PIEDRA CHANCADA Y ARENA ZARANDEADA

UBICACIÓN DE OBRA Distrito HUANCAYO

Provincia HUANCAYO

Región JUNÍN

TECNICO : J.S.C.V

FECHA : 05/01/2020

MUESTRA 1				
AGREGADO GRUESO MTC - 206				
N°	IDENTIFICACION	M-1	M-2	PROMEDIO
A	Peso de Material sat. Sup. Seca (en aire)	980	950	
B	Peso de Material sat. Sup. Seca (en agua)	610	590	
C	Vol. Masa /Vol. Vacios = A - B	370	360	
D	Peso de Mat. seca en estufa (105° c)	973	943	
E	Vol. masa = C-(A-D)	383	353	
	P. Esp. Bulk (Base seca) = D/C	2.630	2.619	
	P. Esp. Bulk (Base saturado) = A/C	2.649	2.639	
	P. Esp. Aparente (Base seca) = D/E	2.680	2.671	
	% de Absorcion = ((A-D) /D) x 100	0.719	0.742	0.731
	Peso Especifico Adoptado			2.644

AGREGADO FINO MTC - 205				
N°	IDENTIFICACION	M1	M-2	PROMEDIO
A	Peso de Mat. Sat. Sup. Seca ( en aire)	250	250	
B	Peso del fresco + H2O	205.2	205.6	
C	Peso del fresco + H2O + Arena = A+B	456.2	455.6	
D	Peso del mat. + H2O en el fresco	358	359	
E	Vol. de masa + Vol. de vacios = C-D	98.2	96.6	
F	Peso del material seco en estufa (105° c)	246.8	246.5	
G	Volumen de masa = E-(A-F)	95	93.1	
	P. Esp. Bulk (Base seca) = F/E	2.513	2.552	
	P. Esp. Bulk (Base saturada) = A/E	2.546	2.588	
	P. Esp. Aparente ( Base seca ) = F/G	2.588	2.648	
	% de Absorcion = ((A-F) /F) x100	1.297	1.420	1.358
	Peso Especifico Adoptado			2.567

LABORATORIO DE MECANICA  
DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
IAVIEDI SANTA CRUZ VELIZ  
REC. ESP. EN GEOTECNIA

Ing. Marcel Peresya Araujo  
Ingeniero Civil  
REG. COLABO D INGENIEROS N° 18800

**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINACION CUANTITATIVA DE SULFATOS Y CLORUROS EN SUELOS**  
- NTP 339.178 (2002)

SOLICITA / PETICIONARIO : Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL  
 SECTOR : CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS  
 CANTERA N° / UBICACIÓN : 3 DE DICIEMBRE- CHUPACA - JUNIN  
 CALICATA : C-01  
 MUESTRA : M-01  
 UBICACIÓN DE OBRA : Distrito : HUANCAYO  
 Provincia : HUANCAYO TECNICO : J. Santa Cruz V.  
 Region : JUNIN FECHA : 06/01/2020

RESULTADOS				
PIEDRA	CLORUROS CL	SULFATOS (SO <sub>4</sub> )	SALES TOTALES %	PH MTC E - 129 ASTM - 4792
	ASTM D-3370-1999 NTP 339.177,2002 %	ASTM E-225,2001 NTP 339.178,2002 %		
GRAVA	0.0079	0.02400	0.0319	6.57
ARENA	0.0052	0.0190	0.0242	6.98

LABORATORIO DE MECANICA  
DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
JAVIERA SANTA CRUZ VELAZQUEZ  
INGENIERA EN GEOTECNIA

Jose Manuel Pazayza Arzujo  
INGENIERO CIVIL  
REG. COLABORADOR INGENIEROS N° 16600

## ENSAYO DE DURABILIDAD

MTC E 209 EM 2000

PROYECTO / OBRA : Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
 SOLICITA / PETICIONARIO : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL  
 SECTOR : CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS  
 CANTERA N° / UBICACIÓN : 3 DE DICIEMBRE CHUPICA - JUNIN  
 UBICACIÓN DE OBRA : Distrito HUANCAYO  
 Provincia HUANCAYO  
 Región JUNIN

TECNICO : J. Santa Cruz V.  
 FECHA : 06/01/2020

TAMAÑO DE PARTICULA	GRANULOMETRIA ORIGINAL	PESO DE LA FRACCION ENSAYADA		% PERDIDA TOTAL	PERDIDA MEDIA
		ANTES	DESPUES		
3/4"	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1/2"	33.98	712.00	685.00	3.79	1.29
3/8"	29.33	615.00	589.00	4.23	1.24
PIEDRA CHANCADA	35.44	743.00	710.00	4.44	1.57
	1.27	26.60	26.00	2.26	0.03
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>	<b>2096.60</b>			<b>4.13</b>

TAMAÑO DE PARTICULA	GRANULOMETRIA ORIGINAL	PESO DE LA FRACCION ENSAYADA		% PERDIDA TOTAL	PERDIDA MEDIA
		ANTES	DESPUES		
N°8	21.11	233.00	215.00	7.73	1.63
N°16	17.93	196.00	185.00	6.57	1.18
N°30	19.02	210.00	192.00	8.57	1.63
N°50	16.12	178.00	165.00	7.30	1.18
AGREGADO FINO	25.82	285.00	265.00	7.02	1.81
<b>TOTAL</b>	<b>100.00</b>	<b>1104.00</b>			<b>7.43</b>

LABORATORIO DE MECANICA  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 MAJER SANTA CRUZ VELIZ  
 ING. EN GEOTECNIA

Jose Manuel Perez  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. GUBERNACION INGENIEROS N° 1440

## EQUIVALENTE DE ARENA

MTC E-114

PROYECTO / OBRA : Bch. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
 SOLICITA / PETICIONARIO : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL  
 SECTOR : CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS  
 CANTERA N° / UBICACIÓN : 3 DE DICIEMBRE- CHUPACA - JUNIN  
 UBICACIÓN DE OBRA :  
 Distrito : HUANCAYO  
 Provincia : HUANCAYO TECNICO : J.S.C.V  
 Region : JUNIN FECHA : ENERO DEL 2020

No	DESCRIPCION	EQUIVALENTE DE ARENA		
		M-1	M-2	M-1
	TAMAÑO MAXIMO	4.75 mm.	4.75 mm.	4.75 mm.
A	HORA ENTRADA A SATURACION	10.1	10.12	10.14
2	SALIDA DE SATURACION	10.2	10.22	10.24
B	HORA ENTRADA A DECANTACION	10.22	10.24	10.24
4	SALIDA DECANTACION	10.42	10.44	10.40
5	ALTURA MATERIAL FINO (pulg)	5.20	5.00	5.20
6	ALTURA ARENA (pulg)	3.90	3.80	3.90
7	EQUIV. ARENA	75.00	76.00	75.00
	PROMEDIO DE EQUIV. ARENA (%)		75.33	

LABORATORIO DE MECANICA  
DE SUELOS Y FUNDAMENTOS

JAVIER S. SANTA CRUZ VELIZ  
ING. ESP. EN GEOTECNIA



Jose Blumenthal Peryera Arzujo  
INGENIERO CIVIL  
REG. COLEGIO D INGENIEROS N° 19890

**CONTROL DE SLUMP-REVENIMIENTO (pulg.)**

SOLICITADO/PETICIONARIO Bach. PEREZ GALDERON EDWARD CHARLES

PROYECTO/OBRA: INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALICERADAS

ESPECIMENES /CANTIDAD: 5 MUESTRAS

UBICACIÓN DE LA OBRA: Distrito: Huancayo  
Provincia: Huancayo Técnico: J SANTA CRUZ V.  
Región: Junín Fecha: 12/01/2020

Nº	Nº INTERNO	TIPO DE DISEÑO	ELEMENTO	REVENIMIENTO (pulg.)	FECHA	HORA DE MUESTRA
1	DISEÑO 210	CONTENSOVAL	LOSA ALICERADA	3.4"	12/01/2020	10:35
2	DISEÑO 210	CONTENSOVAL	LOSA ALICERADA	3.5"	12/01/2020	10:40
3	DISEÑO 210	CONTENSOVAL	LOSA ALICERADA	3.5"	12/01/2020	10:45
4	DISEÑO 210	CONTENSOVAL	LOSA ALICERADA	3.4"	12/01/2020	10:50
5	DISEÑO 210	CONTENSOVAL	LOSA ALICERADA	3.5"	12/01/2020	10:55

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
JAVIER J. SANTA CRUZ VELIZ  
TEC. ESP. EN GEOTECNIA

Juan Manuel PETRYTA AÑUJO  
ING. CIVIL  
REG. PROFESIONALES INGENIEROS N° 10800

**CONTROL DE SLUMP-REVENIMIENTO (pulg.)**

SOLICITADO/PETICIONARIO Bach. PEREZ CALDERON EDUARDO CHARLES

PROYECTO/OBRA: INFLUENCIA DEL PET - POR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS

ESPECIMENES /CANTIDAD: 5 MUESTRAS

UBICACIÓN DE LA OBRA: Distrito: Huancayo  
Provincia: Huancayo Técnico: J SANTA CRUZ V.  
Región: Junín Fecha: 13/01/2020

N°	N° INTERNO	TIPO DE DISEÑO	ELEMENTO	REVENIMIENTO (pulg.)	FECHA	HORA DE MUESTRA
1	DISEÑO 210	0.3 -% PET	LOSA ALIGERADA	3.2"	13/01/2020	10:35
2	DISEÑO 210	0.5 -% PET	LOSA ALIGERADA	3.2"	13/01/2020	10:40
3	DISEÑO 210	0.7 -% PET	LOSA ALIGERADA	3.3"	13/01/2020	10:45
4	DISEÑO 210	0.5 -% PET	LOSA ALIGERADA	3.2"	13/01/2020	10:50
5	DISEÑO 210	0.1 -% PET	LOSA ALIGERADA	3.1"	13/01/2020	10:55

 *[Signature]*  
INGENIERO CIVIL  
REG. COLEGIO D. INGENIEROS N° 12850

*[Signature]*  
LABORATORIO DE MECANICA  
DE SUELOS Y FUNDACIONES  
JAVIER SANTA CRUZ VELIZ  
ING. ESP. EN GEOTECNIA

**CONTROL DE SLUMP-REVENIMIENTO (pulg.)**

SOLICITADO/PETICIONARIO Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES

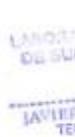
PROYECTO/OBRA: INFUSION DEL PET - POR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALGERADAS

ESPECIMENES /CANTIDAD: 5 MUESTRAS

UBICACION DE LA OBRA: Distrito: Huancayo  
Provincia: Huancayo Técnico: J SANTA CRUZ V.  
Región: Junín Fecha: 14/01/2020

N°	N° INTERNO	TIPO DE DISEÑO	ELEMENTO	REVENIMIENTO (pulg.)	FECHA	HORA DE MUESTRA
1	DISEÑO 210	1.0 -% PET	LOSA ALGERADA	3.0"	14/01/2020	10:38
2	DISEÑO 210	1.0 -% PET	LOSA ALGERADA	3.1"	14/01/2020	10:43
3	DISEÑO 210	1.0 -% PET	LOSA ALGERADA	3.0"	14/01/2020	10:49
4	DISEÑO 210	1.0 -% PET	LOSA ALGERADA	3.0"	14/01/2020	10:58
5	DISEÑO 210	1.0 -% PET	LOSA ALGERADA	3.0"	14/01/2020	11:05

 José Nicolás Perceval Alayo  
Ingeniero Civil  
REG. COLEGIO INGENIEROS (17 1823)

 LABORATORIO DE MECANICA  
DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
JAVIER SANTA CRUZ VELIZ  
TEC. ESP. EN GEOTECNIA

**CONTROL DE SLUMP-REVENIMIENTO (pulg.)**

SOLICITADO/PETICIONARIO Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES

PROYECTO/OBRA: INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS

ESPECIMENES (CANTIDAD): 5 MUESTRAS

UBICACIÓN DE LA OBRA: Distrito: Huancayo  
Provincia: Huancayo Técnico: J SANTA CRUZ V.  
Región: Junín Fecha: 15/01/2020

Nº	Nº INTERNO	TIPO DE DISEÑO	ELEMENTO	REVENIMIENTO (pulg.)	FECHA	HORA DE MUESTRA
1	DISEÑO 210	1.5 -% PET	LOSA ALIGERADA	3.0"	15/01/2020	10:45
2	DISEÑO 210	1.5 -% PET	LOSA ALIGERADA	2.9"	15/01/2020	10:50
3	DISEÑO 210	1.5 -% PET	LOSA ALIGERADA	2.9"	15/01/2020	10:53
4	DISEÑO 210	1.5 -% PET	LOSA ALIGERADA	3.0"	15/01/2020	10:55
5	DISEÑO 210	1.5 -% PET	LOSA ALIGERADA	2.9"	15/01/2020	11:00

  
José Manuel Pérez, Ar.º en  
Ingeniería Civil,  
REG. SOCIEDAD INGENIEROS Y  
ARQUITECTOS

  
LABORATORIO DE MECANICA  
DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
V.º  
INGENIERIA SANTA CRUZ VELIZ  
REG. SUP. EN GEOTECNIA



**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS ASESORES**  
**SANTA CRUZ SCRL**

SOLICITADO / Peticionario : **ELABORACION DE PROYECTOS - EJECUCION DE OBRAS - CONTROL DE CALIDAD EN MECANICA DE SUELOS**  
PROYECTO / OBRA : **INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LORAS ALISERADAS**

ESPECIMENES / CANTIDAD : **5 ESPECIMENES DISEÑO 210KG/CM2**  
UBICACIÓN DE OBRA : **HUANCAYO - JUNIN ADITIVO CONVENCIONAL**

**CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO - MÉTODO DE OPRESIÓN**  
MTC E 706 - 2000 - ASTM C 231 - AÑEJO T 162  
OLLA WASHINGTON MARCA FORNEY

ENSAYO A CONCRETO FRESCO DISEÑO 210 KG/CM2 - CONVENCIONAL						
N° DE ENSAYO	FECHA DE ENSAYO	DESCRIPCION	% AIRE INCORPORADO	TEMPERATURA °C	HORA DE ENSAYO	AIRE TOTAL
1	12/01/2020	FC 210 GR/CM2	CONVENCIONAL	23.20	10.30	1.50%
2	12/01/2020	FC 210 GR/CM2	CONVENCIONAL	23.40	10.32	1.60%
3	12/01/2020	FC 210 GR/CM2	CONVENCIONAL	23.50	10.40	1.50%
4	12/01/2020	FC 210 GR/CM3	CONVENCIONAL	23.30	10.42	1.50%
5	12/01/2020	FC 210 GR/CM2	CONVENCIONAL	23.50	10.45	1.60%



**JAVIER ALBERTO GUTIERREZ**  
INGENIERO CIVIL  
REG. COLABOR. INGENIERIA 871049

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH-PEREZ-CALDERON EDUARDO CHARLES - EJECUCION DE OBRAS - CONTROL DE CALIDAD EN MECANICA DE SUELOS  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALGERIARIAS

ESPECIMENES / CANTIDAD : 5 ESPECIMENES DISEÑO 21KG/CM2  
 UBICACIÓN DE OBRA : HUANCAYO - JUNIN ADITIVO 0.5 % PET

**CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO - METODO DE OPRESION**

MTS E 706 - 2009 - ASTM C 231 - AASHTO T 152  
 OLLA WASHINGTON MARCA FORNEY

ENSAYO A CONCRETO FRESCO DISEÑO 210 KG/CM2- 0.5 % PET						
N° DE ENSAYO	FECHA DE ENSAYO	DESCRIPCION	% AIRE INCORPORADO	TEMPERATURA C°	HORA DE ENSAYO	AIRE TOTAL
1	13/01/2020	FC 210 GR/CM2	0.5% PET	23.50	10.45	1.80%
2	13/01/2020	FC 210 GR/CM2	0.5% PET	23.80	10.50	1.80%
3	13/01/2020	FC 210 GR/CM2	0.5% PET	23.50	10.53	1.70%
4	13/01/2020	FC 210 GR/CM3	0.5% PET	23.30	10.58	1.80%
5	13/01/2020	FC 210 GR/CM2	0.5% PET	23.70	10.59	1.80%

*[Handwritten signature]*  
 ING. NANCY VILLALBA  
 REG. CALIDAD INGENIEROS Y ARQUITECTOS

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
 JAVIER SANTA CRUZ VELAZ  
 INGENIERO EN GEOTECNIA



**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS ASESORES  
SANTA CRUZ SCRL**

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH: PEREZ CALDERON EDUARDO CHARLES - EJECUCION DE OBRAS - CONTROL DE CALIDAD EN MECANICA DE SUELOS  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS

ESPECIMENES / CANTIDAD : 5 ESPECIMENES DISEÑO 210KG/CM2  
 UBICACION DE OBRA : HUANCAYO - JUNIN ADITIVO 1.0 % PET

**CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO - METODO DE OPRESION**

MTC E 706 - 2000 - ASTM C 231 - AASHTO T 192  
 OLLA WASHINGTON MARCA FORNEY

ENSAYO A CONCRETO FRESCO DISEÑO 210 KG/CM2- 1.0% PET						
N° DE ENSAYO	FECHA DE ENSAYO	DESCRIPCION	% AIRE INCORPORADO	TEMPERATURA C°	HORA DE ENSAYO	AIRE TOTAL
1	14/01/2020	FC 210 GR/CM2	1.0% PET	22.90	10.25	2.00%
2	14/01/2020	FC 210 GR/CM2	1.0% PET	23.00	10.28	2.00%
3	14/01/2020	FC 210 GR/CM2	1.0% PET	23.00	10.32	1.80%
4	14/01/2020	FC 210 GR/CM3	1.0% PET	23.00	10.35	2.00%
5	14/01/2020	FC 210 GR/CM2	1.0% PET	23.00	10.37	1.80%

LABORATORIO CENTRAL DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES  
 JAVIER VALDEZ CRUZ VELIZ  
 TECNICO EN GEOTECNIA  
 REG. COLEGIO INGENIEROS N. 10.4

SOLICITADO / PETICIONARIO : BACH. PEREZ CALDERON EDUARDO CHARLES - EJECUCION DE OBRAS - CONTROL DE CALIDAD EN MECANICA DE SUELOS  
PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS

ESPECIMENES / CANTIDAD : 5 ESPECIMENES DISEÑO 210KG/CM2  
UBICACIÓN DE OBRA : HUANCAYO - JUNIN ADITIVO 1.5 % PET

**CONTENIDO DE AIRE EN EL CONCRETO FRESCO - METODO DE OPRESION**

MTS E 706 - 2009 - ASTM C 231 - AASHTO T 152  
OLLA WASHINGTON MARCA FORNEY

ENSAYO A CONCRETO FRESCO DISEÑO 210 KG/CM2 - 1.5 % PET						
N° DE ENSAYO	FECHA DE ENSAYO	DESCRIPCION	% AIRE INCORPORADO	TEMPERATURA C°	HORA DE ENSAYO	AIRE TOTAL
1	15/01/2020	FC 210 GR/CM2	1.5% PET	23.20	10.25	2.30%
2	15/01/2020	FC 210 GR/CM2	1.5% PET	23.30	10.28	2.30%
3	15/01/2020	FC 210 GR/CM2	1.5% PET	23.50	10.32	2.30%
4	15/01/2020	FC 210 GR/CM3	1.5% PET	23.40	10.35	2.30%
5	15/01/2020	FC 210 GR/CM2	1.5% PET	23.30	10.37	2.30%

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES  
ING. JAVIER SANTA CRUZ VELIZ  
ING. EN GEOTECNIA  
RUC. 15474 EXCOTECHNA

ING. JAVIER SANTA CRUZ VELIZ  
ING. EN MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES  
RUC. 15474 EXCOTECHNA

ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO NTP 339.077 - ASTM C232

TESISTA : EDWARD CHARLES PÉREZ CALDERÓN  
TESIS : "INFLUENCIA DEL PET- PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
FECHA : FEBRERO - 2020

CONCRETO PATRÓN

DATOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Tiempo real (h:min)	Tiempo absoluto acumulado (minutos)	Área (cm <sup>2</sup> )	Volumen de exudación (cm <sup>3</sup> )	Velocidad de exudación (kg/m <sup>3</sup> /hr)	Volumen de exudación (cm <sup>3</sup> )	Velocidad de exudación (kg/m <sup>3</sup> /h)	Volumen de exudación (cm <sup>3</sup> )	Velocidad de exudación (kg/m <sup>3</sup> /h)
12:32:00 p.m.	0	182.4	0.00	—	0.00	—	0.00	—
12:42:00 p.m.	10	182.4	1.10	0.36	1.25	0.41	1.35	0.44
12:52:00 p.m.	20	182.4	1.20	0.39	1.10	0.36	1.50	0.48
01:02:00 p.m.	30	182.4	1.50	0.49	2.15	0.71	1.80	0.59
01:12:00 p.m.	40	182.4	1.70	0.56	2.10	0.69	1.80	0.59
01:42:00 p.m.	70	182.4	2.80	0.31	2.50	0.27	2.35	0.28
02:12:00 p.m.	100	182.4	2.90	0.32	2.50	0.27	2.50	0.27
02:42:00 p.m.	130	182.4	2.10	0.23	1.70	0.19	1.90	0.21
03:12:00 p.m.	160	182.4	1.60	0.18	1.20	0.13	1.90	0.16
03:42:00 p.m.	190	182.4	0.20	0.02	0.70	0.08	0.53	0.06
04:12:00 p.m.	220	182.4	—	—	0.30	0.03	0.30	0.03
04:42:00 p.m.	250	—	—	—	—	—	—	—
Volumen de exudación acumulado:			15.10	cm <sup>3</sup>	15.50	cm <sup>3</sup>	15.53	cm <sup>3</sup>

Muestra	Fecha de vaciado	Peso de recipiente (g)	Peso de recipiente + concreto (g)	Peso de concreto (g)	Agua de mezclado neto (kg/m <sup>3</sup> )	Peso total de materiales (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen total de exudación (cm <sup>3</sup> )
		A	B	F = B - A	C	D	E
M - 1	15/04/2020	3759.00	9511.00	5752.00	216.00	2349.06	15.10
M - 2	15/04/2020	3755.00	9521.00	5766.00	216.00	2349.06	15.50
M - 3	15/04/2020	3754.00	9521.00	5767.00	216.00	2349.06	15.53

MUESTRA	Exudación	Exudación promedio
	EA(C/D)*F	
M - 1	2.65%	2.90%
M - 2	2.92%	
M - 3	2.93%	

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
JAVIER SANTA CRUZ VELIZ  
TEC. EN GEOTECNIA

JOSE MANUEL PEREZ CALDERON  
INGENIERO CIVIL  
REG. COLABO D INGENIEROS N.º 10000

**ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO NTP 339.077 - ASTM C232**

TESISTA : EDWARD CHARLES PÉREZ CALDERÓN  
 TESIS : "INFLUENCIA DEL PET- PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
 FECHA : FEBRERO - 2020

CONCRETO + 0.5 % PET

**DATOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS**

Tiempo real (H:min)	Tiempo absoluto acumulado (minutos)	Área (cm <sup>2</sup> )	Volumen de exudación (cm <sup>3</sup> )	Velocidad de exudación (kg/m <sup>3</sup> /hr)	Volumen de exudación (cm <sup>3</sup> )	Velocidad de exudación (kg/m <sup>3</sup> /h)	Volumen de exudación (cm <sup>3</sup> )	Velocidad de exudación (kg/m <sup>3</sup> /h)
12:32:00 p.m.	0	182.4	0.00	—	0.00	—	0.00	—
12:42:00 p.m.	10	182.4	1.30	0.43	1.10	0.36	1.20	0.39
12:52:00 p.m.	20	182.4	1.20	0.39	1.40	0.48	1.80	0.59
01:02:00 p.m.	30	182.4	1.50	0.48	1.80	0.59	2.10	0.69
01:12:00 p.m.	40	182.4	1.80	0.59	1.90	0.62	1.80	0.59
01:42:00 p.m.	70	182.4	2.40	0.26	2.80	0.31	2.30	0.25
02:12:00 p.m.	100	182.4	2.60	0.29	2.50	0.27	2.10	0.23
02:42:00 p.m.	130	182.4	2.10	0.23	1.90	0.21	1.90	0.21
03:12:00 p.m.	160	182.4	2.50	0.27	1.50	0.16	1.50	0.16
03:42:00 p.m.	190	182.4	0.50	0.05	0.80	0.07	1.10	0.12
04:12:00 p.m.	220	182.4	—	—	0.30	0.03	0.30	0.03
04:42:00 p.m.	250	—	—	—	—	—	—	—
Volumen de exudación acumulado:			15.80	cm <sup>3</sup>	15.80	cm <sup>3</sup>	15.10	cm <sup>3</sup>

Muestra	Fecha de vaciado	Peso de recipiente (g)	Peso de recipiente + concreto (g)	Peso de concreto (g)	Agua de mezclado neto (kg/m <sup>3</sup> )	Peso total de materiales (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen total de exudación (cm <sup>3</sup> )
		A	B	F = B - A	C	D	E
M - 1	15/04/2020	3759.00	9511.00	5752.00	216.00	2349.06	15.80
M - 2	15/04/2020	3755.00	9521.00	5766.00	216.00	2349.06	15.80
M - 3	15/04/2020	3754.00	9521.00	5767.00	216.00	2349.06	15.10

MUESTRA	Exudación	Exudación promedio
	E/(C0)*F	
M - 1	3.01%	3.01%
M - 2	2.98%	
M - 3	3.04%	

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
 JAVIER E. SANTA CRUZ VELIZ  
 TERCERA ESPECIALIDAD EN GEOTECNIA

EDWARD CHARLES PÉREZ CALDERÓN  
 REG. COLUCO INGENIEROS N° 1860

ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO NTP 339.077 - ASTM C232

TESISTA : EDWARD CHARLES PÉREZ CALDERÓN  
TESIS : "INFLUENCIA DEL PET- PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
FECHA : FEBRERO - 2020

CONCRETO + 1 % PET

DATOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Tiempo real (H:min)	Tiempo absoluto acumulado (minutos)	Área (cm <sup>2</sup> )	Volumen de exudación (cm <sup>3</sup> )	Velocidad de exudación (kg/m <sup>3</sup> /hr)	Volumen de exudación (cm <sup>3</sup> )	Velocidad de exudación (kg/m <sup>3</sup> /h)	Volumen de exudación (cm <sup>3</sup> )	Velocidad de exudación (kg/m <sup>3</sup> /h)
12:32:00 p.m.	0	182.4	0.00	—	0.00	—	0.00	—
12:42:00 p.m.	10	182.4	1.70	0.56	1.20	0.36	1.30	0.43
12:52:00 p.m.	20	182.4	1.80	0.59	1.60	0.53	1.70	0.56
01:02:00 p.m.	30	182.4	1.50	0.49	2.00	0.66	1.90	0.62
01:12:00 p.m.	40	182.4	1.80	0.59	2.10	0.69	2.10	0.69
01:42:00 p.m.	70	182.4	2.50	0.27	2.80	0.31	2.60	0.29
02:12:00 p.m.	100	182.4	2.60	0.29	2.50	0.27	2.70	0.30
02:42:00 p.m.	130	182.4	2.20	0.24	1.90	0.21	1.90	0.21
03:12:00 p.m.	160	182.4	1.95	0.21	1.40	0.15	1.40	0.15
03:42:00 p.m.	190	182.4	0.20	0.02	0.70	0.08	0.70	0.08
04:12:00 p.m.	220	182.4	—	—	0.30	0.03	0.30	0.03
04:42:00 p.m.	250	—	—	—	—	—	—	—
Volumen de exudación acumulado:			16.25	cm <sup>3</sup>	16.50	cm <sup>3</sup>	16.60	cm <sup>3</sup>

Muestra	Fecha de vaciado	Peso de recipiente (g)	Peso de recipiente + concreto (g)	Peso de concreto (g)	Agua de mezclada neto (kg/m <sup>3</sup> )	Peso total de materiales (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen total de exudación (cm <sup>3</sup> )
		A	B	F = B - A	C	D	E
M - 1	15/04/2020	3759.00	9511.00	5752.00	216.00	2349.06	16.25
M - 2	15/04/2020	3755.00	9521.00	5766.00	216.00	2349.06	16.50
M - 3	15/04/2020	3754.00	9521.00	5767.00	216.00	2349.06	16.60

MUESTRA	Exudación	Exudación promedio
	E/(C*D)*F	
M - 1	3.07%	3.10%
M - 2	3.11%	
M - 3	3.13%	

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
JAVIER J. SANTA CRUZ VELAZ  
ING. ESP. EN GEOTECNIA

REG. CARGO D. INGENIERIA CIVIL

ENSAYO DE EXUDACIÓN DEL CONCRETO NTP 339.077 - ASTM C232

TESISTA : EDWARD CHARLES PÉREZ CALDERÓN  
TESIS : "INFLUENCIA DEL PET- PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
FECHA : FEBRERO - 2020

CONCRETO + 1 % PET

DATOS Y RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Tiempo real (H:min)	Tiempo absoluto acumulado (minutos)	Área (cm <sup>2</sup> )	Volumen de exudación (cm <sup>3</sup> )	Velocidad de exudación (kg/m <sup>2</sup> hr)	Volumen de exudación (cm <sup>3</sup> )	Velocidad de exudación (kg/m <sup>2</sup> h)	Volumen de exudación (cm <sup>3</sup> )	Velocidad de exudación (kg/m <sup>2</sup> h)
12:32:00 p.m.	0	182.4	0.00	—	0.00	—	0.00	—
12:42:00 p.m.	10	182.4	1.30	0.43	1.40	0.46	1.10	0.36
12:52:00 p.m.	20	182.4	1.60	0.53	1.90	0.62	1.80	0.59
01:02:00 p.m.	30	182.4	1.90	0.62	2.30	0.76	2.00	0.66
01:12:00 p.m.	40	182.4	1.70	0.56	2.10	0.69	2.10	0.69
01:42:00 p.m.	70	182.4	2.80	0.31	2.90	0.31	2.90	0.32
02:12:00 p.m.	100	182.4	2.90	0.32	2.50	0.27	2.50	0.27
02:42:00 p.m.	130	182.4	2.10	0.23	1.90	0.21	1.90	0.21
03:12:00 p.m.	160	182.4	1.80	0.20	1.40	0.15	1.40	0.15
03:42:00 p.m.	190	182.4	0.70	0.08	0.90	0.10	0.70	0.08
04:12:00 p.m.	220	182.4	—	—	0.30	0.03	0.30	0.03
04:42:00 p.m.	250	—	—	—	—	—	—	—
Volumen de exudación acumulado:			10.80	cm <sup>3</sup>	17.50	cm <sup>3</sup>	16.70	cm <sup>3</sup>

Muestra	Fecha de vaciado	Peso de recipiente (g)	Peso de recipiente + concreto (g)	Peso de concreto (g)	Agua de mezclado neto (kg/m <sup>3</sup> )	Peso total de materiales (kg/m <sup>3</sup> )	Volumen total de exudación (cm <sup>3</sup> )
		A	B	F = B - A	C	D	E
M - 1	15/04/2020	3759.00	9511.00	5752.00	216.00	2349.06	16.80
M - 2	15/04/2020	3755.00	9521.00	5766.00	216.00	2349.06	17.50
M - 3	15/04/2020	3754.00	9521.00	5767.00	216.00	2349.06	16.70

MUESTRA	Exudación	Exudación promedio
	$E/(G \cdot D)^2 \cdot F$	
M - 1	3.18%	3.21%
M - 2	3.30%	
M - 3	3.15%	

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES  
JAVIER LÓPEZ CRUZ VELIZ  
INGENIERO EN GEOTECNIA

Joel Maza  
INGENIERO CIVIL  
REG. COMERCIO DE SANTIAGO N. 11111

## ENSAYO DE PESO UNITARIO Y RENDIMIENTO DEL CONCRETO NTP 339.046 - ASTM C138

TESISTA : EDWARD CHARLES PÉREZ CALDERÓN TESIS : "INFLUENCIA DEL PET- PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS"  
FECHA : FEBRERO - 2020

El peso unitario de concreto in situ (PUC real) se calcula dividiendo el peso del concreto entre el volumen del recipiente. El rendimiento del diseño de mezcla, se obtiene de dividir el peso unitario del concreto in situ (PUC real) entre el peso unitario de los materiales corregidos por humedad y absorción (PUC diseño).

$$PUC_{REAL} = \frac{PESO\ CONCRETO}{VOLUMEN\ RECIPIENTE}$$

$$RENDIMIENTO = \frac{PUC_{DISEÑO}}{PUC_{REAL}}$$

MUESTRA	FECHA DE VACIADO	VOLUMEN RECIPIENTE (m <sup>3</sup> )	PESO RECIPIENTE (kg)	PESO RECIPIENTE + CONCRETO (kg)	PESO CONCRETO (kg)	PUC REAL (kg/m <sup>3</sup> )	PUC DISEÑO (kg/m <sup>3</sup> )	RENDIMIENTO	PUC REAL (kg/m <sup>3</sup> ) prom.	RENDIMIENTO Prom.
CONCRETO : PATRON										
M1	15/04/2020	0.0070	3.484	20.444	16.960	2427.86	2349.06	0.9695	2423.62	0.969
M2	15/04/2020	0.0070	3.484	20.436	16.972	2424.57	2349.06	0.9689		
M3	15/04/2020	0.0070	3.484	20.448	16.964	2423.43	2349.06	0.9693		
CONCRETO : CONCRETO MAS 0.5 % DE PET										
M1	15/04/2020	0.0070	3.484	20.660	16.576	2368.00	2368.25	1.0001	2369.05	1.000
M2	15/04/2020	0.0070	3.484	20.674	16.590	2370.00	2368.25	0.9993		
M3	15/04/2020	0.0070	3.484	20.668	16.584	2369.14	2368.25	0.9996		
CONCRETO : CONCRETO MAS 1 % DE PET										
M1	15/04/2020	0.0070	3.484	20.812	16.528	2361.14	2386.98	1.0109	2360.76	1.011
M2	15/04/2020	0.0070	3.484	20.802	16.518	2359.71	2386.98	1.0116		
M3	15/04/2020	0.0070	3.484	20.814	16.530	2361.43	2386.98	1.0108		
CONCRETO : CONCRETO MAS 1.5 % DE PET										
M1	15/04/2020	0.0070	3.484	19.704	15.726	2317.14	2393.13	1.0337	2322.05	1.031
M2	15/04/2020	0.0070	3.484	19.799	16.315	2320.71	2393.13	1.0276		
M3	15/04/2020	0.0070	3.484	19.712	16.228	2318.29	2393.13	1.0331		

OBSERVACION: Los resultados de los ensayos apropiadamente realizados por el mismo operador en la misma muestra de concreto no deben diferir en más de 20.6 kg/m<sup>3</sup>

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
JAVIER VELAZQUEZ CRUZ VELIZ  
ING. CIVIL - GEOTECNIA



FISURACIÓN EN LOSAS ALIGERADAS

TESISTA : EDWARD CHARLES PÉREZ CALDERÓN

TESIS : "INFLUENCIA DEL PET-PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS"

FECHA : FEBRERO - 2020

CONCRETO PATRÓN - LOSA DE 1 m x 1 m

DATOS Y RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE FISURACIÓN

Número de fisura	Ancho			Longitud (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Ancho			Longitud (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	
	< 0.05 mm	De 0.1 mm a 0.2 mm	De 0.2 mm a 0.4 mm			< 0.05 mm	De 0.1 mm a 0.2 mm	De 0.2 mm a 0.4 mm			
1		1.00		1.00	0.02				2.50	0.02	
2		1.00		1.20	0.02				3.00	0.04	
3			1.00	1.00	0.04	1.00			1.00	0.01	
4	1.00			0.50	0.01		1.00		1.10	0.02	
5		1.00		0.30	0.02		1.00		0.40	0.02	
6		1.00		0.25	0.02	1.00			0.35	0.01	
7			1.00	1.10	0.04		1.00		0.60	0.02	
8	1.00			0.50	0.01		1.00		0.70	0.02	
9		1.00		0.50	0.02		1.00		1.20	0.02	
10		1.00		0.20	0.02			1.00	1.30	0.04	
11		1.00		0.50	0.02		1.00		0.80	0.02	
12			1.00	0.30	0.04		1.00		0.70	0.02	
13			1.00	1.20	0.04			1.00	1.20	0.04	
14			1.00	3.00	0.04						
15			1.00	1.00	0.04						
Número de fisuras				15.00	Ud.	Número de fisuras				13.00	Ud.
Área acumulada				0.39	cm <sup>2</sup>	Área acumulada				0.29	cm <sup>2</sup>

Número de fisura	Ancho			Longitud (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Ancho			Longitud (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	
	< 0.05 mm	De 0.1 mm a 0.2 mm	De 0.2 mm a 0.4 mm			< 0.05 mm	De 0.1 mm a 0.2 mm	De 0.2 mm a 0.4 mm			
1		1.00		0.50	0.02			1.00	1.60	0.01	
2	1.00			1.30	0.01	1.00			2.00	0.01	
3		1.00		0.60	0.02			1.00	1.30	0.02	
4			1.00	1.30	0.04		1.00		0.80	0.02	
5			1.00	0.50	0.04			1.00	0.40	0.04	
6			1.00	0.60	0.04			1.00	0.25	0.04	
7	1.00			1.40	0.01			1.00	1.10	0.04	
8	1.00			0.80	0.01		1.00		0.50	0.02	
9			1.00	0.60	0.04		1.00		0.50	0.02	
10		1.00		1.30	0.02		1.00		0.20	0.02	
11			1.00	1.20	0.04			1.00	0.60	0.04	
12			1.00	0.80	0.04		1.00		0.40	0.02	
13			1.00	0.60	0.04		1.00		0.30	0.02	
14		1.00		1.50	0.02		1.00		0.50	0.02	
15			1.00	0.50	0.04			1.00	2.00	0.04	
Número de fisuras				15.00	Ud.	Número de fisuras				15.00	Ud.
Área acumulada				0.42	cm <sup>2</sup>	Área acumulada				0.37	cm <sup>2</sup>

Muestra	Área de fisuración (cm <sup>2</sup> )	Fisuración promedio (cm <sup>2</sup> )	Índice de fisuración	Promedio de fisuras / 1 m <sup>2</sup>
M - 1	0.39	0.37	0.00%	15.00
M - 2	0.39		0.00%	
M - 3	0.42		0.00%	
M - 4	0.37		0.00%	

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

JAVIER SANTACRUZ VELIZ  
TIC. ESP. EN GEOTECNIA

Av. Orosi N° 2 - Concepción - Telef: 581405 - Cel. Mov. 975151126 - \*413854 - 964512425 - \*105302 - 954431184 - claro 964326911  
Email CIAA\_SANTACRUZ@hotmail.com

FISURACIÓN EN LOSAS ALIGERADAS

TESISTA : EDWARD CHARLES PÉREZ CALDERÓN

TESIS : "INFLUENCIA DEL PET- PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS"

FECHA : FEBRERO - 2020

CONCRETO + 0.5 % PET - LOSA DE 1 m x 1 m

DATOS Y RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE FISURACIÓN

Número de fisura	Ancho			Longitud (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Ancho			Longitud (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )
	< 0.05 mm	De 0.1 mm a 0.2 mm	De 0.2 mm a 0.4 mm			< 0.05 mm	De 0.1 mm a 0.2 mm	De 0.2 mm a 0.4 mm		
1		1.00		0.50	0.02		1.00		2.50	0.02
2		1.00		0.60	0.02			1.00	3.00	0.04
3			1.00	1.20	0.04	1.00			1.00	0.01
4	1.00			0.70	0.01		1.00		1.10	0.02
5		1.00		0.80	0.02		1.00		0.40	0.02
6		1.00		0.40	0.02	1.00			0.35	0.01
7			1.00	1.60	0.04		1.00		0.60	0.02
8	1.00			2.00	0.01		1.00		0.70	0.02
9		1.00		1.50	0.02		1.00		1.20	0.02
10		1.00		0.20	0.02					
11										
12										
13										
14										
15										

Número de fisuras	10.00	Ud.	Número de fisuras	9.00	Ud.
Área acumulada	0.21	cm <sup>2</sup>	Área acumulada	0.17	cm <sup>2</sup>

Número de fisura	Ancho			Longitud (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Ancho			Longitud (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )
	< 0.05 mm	De 0.1 mm a 0.2 mm	De 0.2 mm a 0.4 mm			< 0.05 mm	De 0.1 mm a 0.2 mm	De 0.2 mm a 0.4 mm		
1		1.00		0.70	0.02	1.00			1.50	0.01
2	1.00			1.40	0.01	1.00			2.00	0.01
3		1.00		0.60	0.02		1.00		1.40	0.02
4			1.00	2.00	0.04		1.00		0.90	0.02
5		1.00		0.40	0.02			1.00	0.50	0.04
6		1.00		0.70	0.02			1.00	0.30	0.04
7	1.00			1.50	0.01		1.00		1.50	0.02
8		1.00		0.60	0.02		1.00		0.60	0.02
9		1.00		0.10	0.02		1.00		0.80	0.02
10		1.00		0.50	0.02	1.00			0.40	0.01
11			1.00	1.00	0.04		1.00		0.80	0.02
12		1.00		0.50	0.02		1.00		0.40	0.02
13							1.00		0.70	0.02
14										
15										

Número de fisuras	12.00	Ud.	Número de fisuras	13.00	Ud.
Área acumulada	0.25	cm <sup>2</sup>	Área acumulada	0.26	cm <sup>2</sup>

Muestra	Área de fisuración (cm <sup>2</sup> )	Fisuración promedio (cm <sup>2</sup> )	Índice de fisuración	Promedio de fisuras / 1 m <sup>2</sup>
M - 1	0.21	0.21	0.00%	11.00
M - 2	0.17		0.00%	
M - 3	0.25		0.00%	
M - 4	0.26		0.00%	



Av. principal CP. N.º 2006 PANAMA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS - Tel. 581405 - Cel. Mov. 975151126 - \*413854 - 964512425 - \*165302 - 954431184 - claro 964326911  
Email CIAA\_SANTACRUZ@hotmail.com

TAVIERA SANTA CRUZ VELIZ

FISURACIÓN EN LOSAS ALIGERADAS

TESISTA : EDWARD CHARLES PÉREZ CALDERÓN

TESIS : "INFLUENCIA DEL PET-PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS"

FECHA : FEBRERO - 2020

CONCRETO + 1 % PET - LOSA DE 1 m x 1 m

DATOS Y RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE FISURACIÓN

Número de fisura	Ancho			Longitud (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Ancho			Longitud (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	
	< 0.05 mm	De 0.1 mm a 0.2 mm	De 0.2 mm a 0.4 mm			< 0.05 mm	De 0.1 mm a 0.2 mm	De 0.2 mm a 0.4 mm			
1	1.00			1.00	0.01						
2	1.00			1.20	0.01	1.00				0.02	
3				1.00	0.00	1.00				0.01	
4	1.00			0.50	0.01					0.01	
5		1.00		0.30	0.02		1.00			0.02	
6		1.00		0.25	0.02	1.00				0.02	
7	1.00			1.10	0.01					0.01	
8	1.00			0.50	0.01		1.00			0.02	
9							1.00			0.02	
10											
11											
12											
13											
14											
15											
Número de fisuras				8.00	Ud.	Número de fisuras				8.00	Ud.
Área acumulada				0.07	cm <sup>2</sup>	Área acumulada				0.12	cm <sup>2</sup>

Número de fisura	Ancho			Longitud (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Ancho			Longitud (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	
	< 0.05 mm	De 0.1 mm a 0.2 mm	De 0.2 mm a 0.4 mm			< 0.05 mm	De 0.1 mm a 0.2 mm	De 0.2 mm a 0.4 mm			
1		1.00		0.50	0.02	1.00			1.80	0.01	
2	1.00			1.30	0.01	1.00			2.00	0.01	
3		1.00		0.80	0.02				1.30	0.02	
4	1.00			1.30	0.01	1.00			0.80	0.02	
5		1.00		0.50	0.02		1.00		0.40	0.00	
6	1.00			0.80	0.01	1.00			0.25	0.01	
7	1.00			1.40	0.01	1.00			1.10	0.01	
8	1.00			0.80	0.01	1.00			0.50	0.01	
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
Número de fisuras				8.00	Ud.	Número de fisuras				8.00	Ud.
Área acumulada				0.09	cm <sup>2</sup>	Área acumulada				0.07	cm <sup>2</sup>

Muestra	Área de fisuración (cm <sup>2</sup> )	Fisuración promedio (cm <sup>2</sup> )	Índice de fisuración	Promedio de fisuras / 1 m <sup>2</sup>
M - 1	0.07	0.09	0.00%	8.00
M - 2	0.12		0.00%	
M - 3	0.08		0.00%	
M - 4	0.07		0.00%	


 José Manuel Perceiza A.M.P.  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. COLEGIADO INGENIEROS N° 16504

Av. agente N° 772 - Concepción - Telef. 581405 - Cel. Mov. 975151126 - \*413854 - 964512425 - \*165302 - 954431184 - c/cara 964328911  
 LABORATORIO DE FUNDACIONES Y PAVIMENTOS  
 Email: CIAA\_SANTACRUZ@hotmail.com

JAVIER L. SANTA CRUZ VELIZ  
 INGENIERO EN GEOTECNIA

FISURACIÓN EN LOSAS ALIGERADAS

TESISTA : EDWARD CHARLES PÉREZ CALDERÓN

TESIS : "INFLUENCIA DEL PET- PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS"

FECHA : FEBRERO - 2020

CONCRETO + 1.5 % PET - LOSA DE 1 m x 1 m

DATOS Y RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DE FISURACIÓN

Número de fisura	Ancho			Longitud (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Ancho			Longitud (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )
	< 0.05 mm	De 0.1 mm a 0.2 mm	De 0.2 mm a 0.4 mm			< 0.05 mm	De 0.1 mm a 0.2 mm	De 0.2 mm a 0.4 mm		
1	1.00			1.00	0.01	1.00			0.60	0.01
2	1.00			0.90	0.01	1.00			0.40	0.01
3	1.00			0.70	0.01	1.00			1.50	0.01
4	1.00			0.40	0.01		1.00		0.80	0.02
5		1.00		0.30	0.02		1.00		0.70	0.02
6		1.00		0.60	0.02	1.00			0.40	0.01
7	1.00			0.80	0.01					
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										

Número de fisuras	7.00	Ud.	Número de fisuras	6.00	Ud.
Área acumulada	0.07	cm <sup>2</sup>	Área acumulada	0.06	cm <sup>2</sup>

Número de fisura	Ancho			Longitud (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Ancho			Longitud (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )
	< 0.05 mm	De 0.1 mm a 0.2 mm	De 0.2 mm a 0.4 mm			< 0.05 mm	De 0.1 mm a 0.2 mm	De 0.2 mm a 0.4 mm		
1		1.00		0.50	0.02		1.00		0.80	0.02
2	1.00			0.50	0.01	1.00			1.20	0.01
3		1.00		0.60	0.02	1.00			0.30	0.01
4	1.00			0.40	0.01		1.00		1.20	0.02
5	1.00			0.50	0.01	1.00			0.80	0.01
6	1.00			0.60	0.01	1.00			0.80	0.01
7	1.00			0.70	0.01					
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										

Número de fisuras	7.00	Ud.	Número de fisuras	6.00	Ud.
Área acumulada	0.07	cm <sup>2</sup>	Área acumulada	0.06	cm <sup>2</sup>

Muestra	Área de fisuración (cm <sup>2</sup> )	Fisuración promedio (cm <sup>2</sup> )	Índice de fisuración	Promedio de fisuras / 1 m <sup>2</sup>
M-1	0.07	0.06	0.00%	7.00
M-2	0.06		0.00%	
M-3	0.07		0.00%	
M-4	0.06		0.00%	



EDWARD CHARLES PÉREZ CALDERÓN  
INGENIERO EN GEOTECNIA

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Pavimentos - Tel: 591405 - Cel. Mov. 975101126 - \*413854 - 964512425 - \*165302 - 954431184 - claro 964326911  
Email CIAA\_SANTACRUZ@hotmail.com

JAVIER SANTA CRUZ VELIZ  
TEC. ESP. EN GEOTECNIA

**ROTURA DE CONCRETO A LA COMPRESION**

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS

ESPECIMENES / CANTIDAD : 03 ESPECIMENES

UBICACIÓN DE OBRA : Distrito : HUANCAYO  
 Provincia : HUANCAYO  
 Departamento: JUNIN

DISEÑO FC = 210Kg/cm<sup>2</sup>  
 TECNICO J. SANTA CRUZ V  
 FECHA 19/01/2020

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE**

Nº de Testigo	Estructura	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia en %
1	DISEÑO CONVENCIONAL 210 KG/CM <sup>2</sup>	12/01/2020	19/01/2020	7	14970.00	185	88
2	DISEÑO CONVENCIONAL 210 KG/CM <sup>2</sup>	12/01/2020	19/01/2020	7	14800.00	183	87
3	DISEÑO CONVENCIONAL 210 KG/CM <sup>2</sup>	12/01/2020	19/01/2020	7	14965.00	185	88

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
 JAVIER L. SANTA CRUZ VILIZ  
 TECNICO EN GEOTECNIA

José María Pérez Calderón  
 Ingeniero Civil  
 REG. PROFESIONALES INGENIEROS

**ROTURA DE CONCRETO A LA COMPRESION**

**SOLICITADO / PETICIONARIO :** Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
**PROYECTO / OBRA :** INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS

**ESPECIMENES / CANTIDAD :** 03 ESPECIMENES  
**UBICACIÓN DE OBRA :** Distrito : HUANCAYO  
 Provincia : HUANCAYO  
 Departamento: JUNIN

**DISEÑO** FC=210Kg/cm<sup>2</sup>  
**TECNICO** J SANTA CRUZ V  
**FECHA** 26/01/2020

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE**

N° de Testigo	Estructura	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia en %
1	DISEÑO CONVENCIONAL 210 KG/CM <sup>2</sup>	12/01/2020	26/01/2020	14	15650.00	193	92
2	DISEÑO CONVENCIONAL 210 KG/CM <sup>2</sup>	12/01/2020	26/01/2020	14	15800.00	195	93
3	DISEÑO CONVENCIONAL 210 KG/CM <sup>2</sup>	12/01/2020	26/01/2020	14	16085.00	199	95

**OBSERVACIONES:** Los especimenes de concreto fueron efectuados y trasladado a laboratorio para su rotura a la compresion por el interesado, siendo de entera responsabilidad la identificación y la originalidad de los mismos.

LABORATORIO DE MECANICA DE CUERPOS DEFORMABLES  
 JAVIER Y SANTA CRUZ VELIZ  
 TEG ESP IN GEOTECNIA

*(Firma y Sello)*  
 ING. COLAGGIO P. INGENIERO N. 2000

Av oriente N° 772-Concepcion Telef. -581405 - Cel. Mov. 975151126 - \*413854 - 964512425 - \*165302 - 954431184 - claro 964328911  
 Email CIAA\_SANTACRUZ@hotmail.com

**ROTURA DE CONCRETO A LA COMPRESION**

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS

ESPECIMENES / CANTIDAD : 03 ESPECIMENES  
 UBICACIÓN DE OBRA : Distrito : HUANCAYO  
 Provincia : HUANCAYO  
 Departamento: JUNIN

DISEÑO : FC=210Kg/cm2  
 TECNICO : J SANTA CRUZ V  
 FECHA : 02/02/2020

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE**

Nº de Testigo	Estructura	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm2.	Resistencia en %
1	DISEÑO CONVENCIONAL 210 KG/CM2	12/01/2020	02/02/2020	21	17200.00	212	101
2	DISEÑO CONVENCIONAL 210 KG/CM2	12/01/2020	02/02/2020	21	17000.00	210	100
3	DISEÑO CONVENCIONAL 210 KG/CM2	12/01/2020	02/02/2020	21	16600.00	205	98

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES  
 JAVIER L. SANTA CRUZ VELAZQUEZ  
 TEG. EN GEOTECNIA

REG. CALIDAD N° 1002

**ROTURA DE CONCRETO A LA COMPRESION**

**SOLICITADO / PETICIONARIO :** Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
**PROYECTO / OBRA :** INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS

**ESPECIMENES / CANTIDAD :** 03 ESPECIMENES  
**UBICACIÓN DE OBRA :** Distrito : HUANCAYO  
 Provincia : HUANCAYO  
 Departamento: JUNJI

**DISEÑO :** FC=210Kg/cm2  
**TECNICO :** J SANTA CRUZ V  
**FECHA :** 09/02/2020

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE**

Nº de Testigo	Estructura	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm2	Resistencia en %
1	DISEÑO CONVENCIONAL 210 KG/CM2	12/01/2020	09/02/2020	28	18400.00	227	108
2	DISEÑO CONVENCIONAL 210 KG/CM2	12/01/2020	09/02/2020	28	18200.00	225	107
3	DISEÑO CONVENCIONAL 210 KG/CM2	12/01/2020	09/02/2020	28	18350.00	227	108

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
 JAVIER I. SANTA CRUZ VELIZ  
 TEG. DE INGENIERIA Y GEOTECNIA

INGENIERO EN GEOTECNIA  
 JAVIER I. SANTA CRUZ VELIZ

Av. Alfonso Nº 772-Concepción Telef. 581405 - Cel. Mov. 975151126 - \*413854 - 964512425 - \*165302 - 954431184 - claro 964328911  
 Email CIAA\_SANTACRUZ@hotmail.com

**ROTURA DE CONCRETO A LA COMPRESION**

**SOLICITADO / PETICIONARIO :** Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
**PROYECTO / OBRA :** INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS

**ESPECIMENES / CANTIDAD :** 03 ESPECIMENES  
**UBICACIÓN DE OBRA :** Distrito : HUANCAYO  
Provincia : HUANCAYO  
Departamento: JUNIN

**DISEÑO** FC=210Kg/cm2  
**TECNICO** J SANTA CRUZ V  
**FECHA** 20/01/2020

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE**

Nº de Testigo	Estructura	Fecha Moledo	Fecha Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm2.	Resistencia en %
1	DISEÑO PET - 0.3% - 210 KG/CM2	13/01/2020	20/01/2020	7	15650.00	193	92
2	DISEÑO PET - 0.5% - 210 KG/CM2	13/01/2020	20/01/2020	7	15300.00	189	90
3	DISEÑO PET - 0.5% - 210 KG/CM2	13/01/2020	20/01/2020	7	15800.00	195	93

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES  
JAVIER E. SANTA CRUZ VELLE  
ING. CIVIL - GEOTECNIA

JOSÉ MANUEL PÉREZ CALDERÓN  
ING. CIVIL - GEOTECNIA  
REG. GORRÓN 201503689089

**ROTURA DE CONCRETO A LA COMPRESION**

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS

ESPECIMENES / CANTIDAD : 03 ESPECIMENES

UBICACIÓN DE OBRA : Distrito : HUANCAYO  
 Provincia : HUANCAYO  
 Departamento: JUNIN

DISEÑO FC=210Kg/cm2  
 TECNICO J SANTA CRUZ V  
 FECHA 27/01/2020

ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE							
Nº de Testigo	Estructura	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm2.	Resistencia en %
1	DISEÑO PET - 0.5% - 210 KG/CM2	13/01/2020	27/01/2020	14	16650.00	206	98
2	DISEÑO PET - 0.5% - 210 KG/CM2	13/01/2020	27/01/2020	14	16650.00	208	99
3	DISEÑO PET - 0.5% - 210 KG/CM2	13/01/2020	27/01/2020	14	15800.00	195	93

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
 JAVIER I. SANTA CRUZ VELIZ  
 TERCERO DE INGENIERIA

José Manuel Perceña Rodríguez  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. COLEGIO INGENIEROS Nº 10220

**ROTURA DE CONCRETO A LA COMPRESION**

**SOLICITADO / PETICIONARIO :** Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
**PROYECTO / OBRA :** INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS

**ESPECIMENES / CANTIDAD :** 03 ESPECIMENES  
**UBICACIÓN DE OBRA :** Distrito : HUANCAYO DISEÑO FC = 210Kg/cm2  
 Provincia : HUANCAYO TECNICO J SANTA CRUZ V  
 Departamento: JUNIN FECHA 03/02/2020

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE**

Nº de Testigo	Estructura	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad en días	Carga en Kílos	Resistencia en kg/cm2.	Resistencia en %
1	DISEÑO PET - 0.5% - 210 KG/CM2	13/01/2020	03/02/2020	21	18350.00	227	108
2	DISEÑO PET - 0.5% - 210 KG/CM2	13/01/2020	03/02/2020	21	18750.00	231	110
3	DISEÑO PET - 0.5% - 210 KG/CM2	13/01/2020	03/02/2020	21	18350.00	227	108

*[Handwritten Signature]*  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES  
 JAVIER J. SANTA CRUZ VILLAZ  
 TECNICO EN GEOTECNIA

*[Handwritten Signature]*  
 REG. OCUPADO EN INGENIERIA N° 10000  
 REG. OCUPADO EN INGENIERIA N° 10000

**ROTURA DE CONCRETO A LA COMPRESION**

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS

ESPECIMENES / CANTIDAD : 03 ESPECIMENES

UBICACIÓN DE OBRA : Distrito : HUANCAYO  
 Provincia : HUANCAYO  
 Departamento : JUNIN

DISEÑO FC=210Kg/cm<sup>2</sup>  
 TECNICO J SANTA CRUZ V  
 FECHA 10/02/2020

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE**

Nº de Testigo	Estructura	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm <sup>2</sup> .	Resistencia en %
1	DISEÑO PET - 0.5% - 210 KG/CM <sup>2</sup>	13/01/2020	10/02/2020	28	20050.00	248	118
2	DISEÑO PET - 0.5% - 210 KG/CM <sup>2</sup>	13/01/2020	10/02/2020	28	20400.00	252	120
3	DISEÑO PET - 0.5% - 210 KG/CM <sup>2</sup>	13/01/2020	10/02/2020	28	20250.00	250	119

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
 JAVIER L. SANTA CRUZ VELIZ  
 TECNICO EN GEOTECNIA

CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS ASESORES  
 SANTA CRUZ SCRL  
 REG. COLEGIO D INGENIEROS N° 1294

**ROTURA DE CONCRETO A LA COMPRESION**

**SOLICITADO / PETICIONARIO :** Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
**PROYECTO / OBRA :** INFLUENCIA DEL PET - POR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS

**ESPECIMENES / CANTIDAD :** 03 ESPECIMENES  
**UBICACIÓN DE OBRA :** Distrito : HUANCAYO  
 Provincia : HUANCAYO  
 Departamento: JUNIN

**DISEÑO :** FC=210Kg/cm2  
**TECNICO :** J. SANTA CRUZ V  
**FECHA :** 21/01/2020

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE**

Nº de Testigo	Estructura	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm2	Resistencia en %
1	DISEÑO PET - 1.0% - 210 KG/CM2	14/01/2020	21/01/2020	7	16085.00	199	95
2	DISEÑO PET - 1.0% - 210 KG/CM2	14/01/2020	21/01/2020	7	16650.00	206	98
3	DISEÑO PET - 1.0% - 210 KG/CM2	14/01/2020	21/01/2020	7	16250.00	201	96

LABORATORIO DE MECANICA  
 DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
 JAVIER L. SANCHEZ VILLAS  
 TCC. ESP. EN GEOTECNIA



JOSÉ SANCHEZ PEREZ  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. COLEGIO D INGENIEROS DE PERU

**ROTURA DE CONCRETO A LA COMPRESION**

**SOLICITADO / PETICIONARIO :** Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
**PROYECTO / OBRA :** INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL  
 CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS

**ESPECIMENES / CANTIDAD :** 03 ESPECIMENES

**UBICACIÓN DE OBRA :**  
 Distrito : HUANCAYO  
 Provincia : HUANCAYO  
 Departamento: JUNIN

**DISEÑO** FC = 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
**TECNICO** J SANTA CRUZ V  
**FECHA** 28/01/2020

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE**

Nº de Testigo	Estructura	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia en %
1	DISEÑO PET - 1.0% - 210 KG/CM <sup>2</sup>	14/01/2020	28/01/2020	14	17350.00	214	102
2	DISEÑO PET - 1.0% - 210 KG/CM <sup>2</sup>	14/01/2020	28/01/2020	14	17800.00	220	105
3	DISEÑO PET - 1.0% - 210 KG/CM <sup>2</sup>	14/01/2020	28/01/2020	14	18320.00	226	108

LABORATORIO DE MECANICA  
 DE SUELOS Y FUNDACIONES  
 JAVIER I. SANTA CRUZ VELAZ  
 TNO. SUP. EN GEOTECNIA

Jose Manuel Velazquez  
 Ingeniero de Civil  
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N.º 1584

**ROTURA DE CONCRETO A LA COMPRESION**

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bch. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS

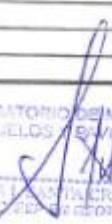
ESPECIMENES / CANTIDAD : 03 ESPECIMENES

UBICACIÓN DE OBRA :  
 Distrito : HUANCAYO  
 Provincia : HUANCAYO  
 Departamento : JUNIN

DISEÑO : FC = 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 TECNICO : J SANTA CRUZ V  
 FECHA : 04/02/2020

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE**

Nº de Testigo	Estructura	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm <sup>2</sup> .	Resistencia en %
1	DISEÑO PET - 1.0% - 210 KG/CM <sup>2</sup>	14/01/2020	04/02/2020	21	20235.00	250	119
2	DISEÑO PET - 1.0% - 210 KG/CM <sup>2</sup>	14/01/2020	04/02/2020	21	20750.00	256	122
3	DISEÑO PET - 1.0% - 210 KG/CM <sup>2</sup>	14/01/2020	04/02/2020	21	20450.00	252	120

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
  
 JAVIER SANTA CRUZ VELITZ  
 INGENIERO GEOTECNIA


  
 REG. GOBIERNO D. AGENCIADO N. 20144

**ROTURA DE CONCRETO A LA COMPRESION**

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS

ESPECIMENES / CANTIDAD : 03 ESPECIMENES

UBICACIÓN DE OBRA : Distrito : HUANCAYO  
Provincia : HUANCAYO  
Departamento: JUNIN

DISEÑO FC=210Kg/cm2  
TECNICO J SANTA CRUZ V  
FECHA 11/02/2020

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE**

Nº de Testigo	Estructura	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm2.	Resistencia en %
1	DISEÑO PET - 1.0% - 210 KG/CM2	14/01/2020	11/02/2020	28	23500.00	290	138
2	DISEÑO PET - 1.0% - 210 KG/CM2	14/01/2020	11/02/2020	28	25200.00	311	148
3	DISEÑO PET - 1.0% - 210 KG/CM2	14/01/2020	11/02/2020	28	24600.00	304	145

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
JAVIER I. SANTA CRUZ VELIZ  
TEC. EN GEOTECNIA

José Manuel Encayta Aranda  
INGENIERO CIVIL  
REG. COLEGIO D INGENIEROS N° 16590

**ROTURA DE CONCRETO A LA COMPRESION**

**SOLICITADO / PETICIONARIO :** Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
**PROYECTO / OBRA :** INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS

**ESPECIMENES / CANTIDAD :** 03 ESPECIMENES

**UBICACIÓN DE OBRA :** Distrito : HUANCAYO  
 Provincia : HUANCAYO  
 Departamento: JUNIN

**DISEÑO :** FC = 210Kg/cm2  
**TECNICO :** J SANTA CRUZ V  
**FECHA :** 22/01/2020

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE**

Nº de Testigo	Estructura	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm2.	Resistencia en %
1	DISEÑO PET - 1.5% - 210 KG/CM2	15/01/2020	22/01/2020	7	14850.00	183	87
2	DISEÑO PET - 1.5% - 210 KG/CM2	15/01/2020	22/01/2020	7	15000.00	185	88
3	DISEÑO PET - 1.5% - 210 KG/CM2	15/01/2020	22/01/2020	7	14800.00	183	87

INGENIERIA Y GEOTECNIA  
 LABORATORIO DE ENsayOS DE SUELOS Y MATERIALES  
 JAVIER SANTA CRUZ VELIZ  
 T.C. EN GEOTECNIA

INGENIEROS & ARQUITECTOS ASESORES  
 CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ SCRL  
 REG. COLEGIO D INGENIEROS N° 16800

**ROTURA DE CONCRETO A LA COMPRESION**

SOLICITADO / Peticionario : Bch. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS

ESPECIMENES / CANTIDAD : 03 ESPECIMENES

UBICACIÓN DE OBRA : Distrito : HUANCAYO  
Provincia : HUANCAYO  
Departamento: JUNIN

DISEÑO FC = 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
TECNICO J SANTA CRUZ V  
FECHA 29/01/2020

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE**

Nº de Testigo	Estructura	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm <sup>2</sup> .	Resistencia en %
1	DISEÑO PET - 1.5% - 210 KG/CM <sup>2</sup>	15/01/2020	29/01/2020	14	15785.00	195	93
2	DISEÑO PET - 1.5% - 210 KG/CM <sup>2</sup>	15/01/2020	29/01/2020	14	16200.00	200	95
3	DISEÑO PET - 1.5% - 210 KG/CM <sup>2</sup>	15/01/2020	29/01/2020	14	15950.00	197	94

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
JAVIER SANTA CRUZ VELIZ  
TIC. ESP. EN GEOTECNIA

José Eduardo Pérez  
INGENIERO CIVIL  
REG. CONSEJO INGENIEROS

**ROTURA DE CONCRETO A LA COMPRESION**

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS  
ESPECIMENES / CANTIDAD : 03 ESPECIMENES  
UBICACION DE OBRA : Distrito : HUANCAYO  
Provincia : HUANCAYO  
Departamento: JUNIN  
DISEÑO FC = 210Kg/cm2  
TECNICO J SANTA CRUZ V  
FECHA 05/02/2020

**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE**

Nº de Testigo	Estructura	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia en %
1	DISEÑO PET - 1.5% - 210 KG/CM <sup>2</sup>	15/01/2020	05/02/2020	21	17350.00	214	102
2	DISEÑO PET - 1.5% - 210 KG/CM <sup>2</sup>	15/01/2020	05/02/2020	21	17150.00	212	101
3	DISEÑO PET - 1.5% - 210 KG/CM <sup>2</sup>	15/01/2020	05/02/2020	21	17345.00	214	102

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
IAVIERA SANTA CRUZ VELIZ  
INGENIERO EN GEOTECNIA

Jose Manuel Rodriguez A.  
INGENIERO CIVIL  
REG. COLEGIO INGENIEROS N° 12897

**ROTURA DE CONCRETO A LA COMPRESION**

**SOLICITADO / PETICIONARIO :** Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
**PROYECTO / OBRA :** INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS

**ESPECIMENES / CANTIDAD :** 03 ESPECIMENES

**UBICACIÓN DE OBRA :**  
 Distrito : HUANCAYO  
 Provincia : HUANCAYO  
 Departamento: JUNIN

**DISEÑO :** FC = 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
**TECNICO :** J SANTA CRUZ V  
**FECHA :** 12/02/2020

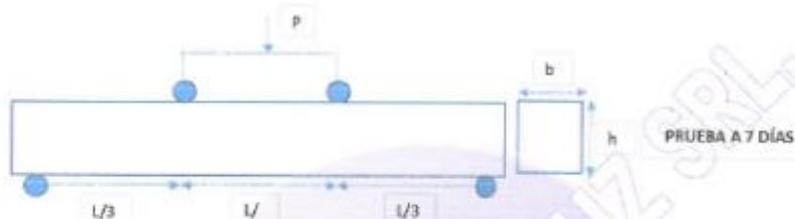
**ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE**

Nº de Testigo	Estructura	Fecha Moldeo	Fecha Rotura	Edad en días	Carga en Kilos	Resistencia en kg/cm <sup>2</sup>	Resistencia en %
1	DISEÑO PET - 1.5% - 210 KG/CM <sup>2</sup>	15/01/2020	12/02/2020	28	18250.00	225	107
2	DISEÑO PET - 1.5% - 210 KG/CM <sup>2</sup>	15/01/2020	12/02/2020	28	18720.00	231	110
3	DISEÑO PET - 1.5% - 210 KG/CM <sup>2</sup>	15/01/2020	12/02/2020	28	18550.00	229	109

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
 JAVIER L. SANTA CRUZ VELIZ  
 TAC. SUP. EN GEOTECNIA

JOSÉ ANTONIO ROSA ARRIAGA  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. COLEGIO D INGENIEROS N° 11203

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bepi. PEREZ GALDERON EDWARD CHARLES  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS  
 ESPECIMENES / CANTIDAD : VIGA DE 15 X 15 X 51 CM DISEÑO 210KG/CM2 CONVENSIONAL  
 UBICACION DE OBRA : HUANCAYO ADITIVO  
 FECHA DE VAGADO 12/01/2020  
**MODULO DE ROTURA EN VIGAS NTP 339.078-ASTM C78**



si falla ocurre dentro del trazo medio de la luz, el MR será de la siguiente forma:

$$MR = \frac{PL}{bxh^2}$$

L: luz libre entre apoyos.  
 b: ancho promedio de la viga.  
 h: altura promedio de la viga.

PRUEBA	N°1	N°2	N°3
P:	0 Kn	0 Kn	0 Kn
P:	3440 Kg	3450 Kg	3410 Kg
L:	45 cm	45 cm	45 cm
b:	15 cm	15 cm	15 cm
h:	15 cm	15 cm	15 cm

MR= 45.867 kg/cm2 46.000 kg/cm2 45.467 kg/cm2

PROMEDIO	45.78	kg/cm2
----------	-------	--------

si falla ocurre fuera del trazo medio de la luz y a una distancia no mayor del 5% de la luz libre (L) ,el MR será de la siguiente forma:

$$MR = \frac{3Pa}{bxh^2}$$

P:	0 Kn	
P:	0 Kg	
a:	0 cm	a: distancia entre línea de falla y apoyo mas cercana ,medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga.
b:	0 cm	
h:	0 cm	

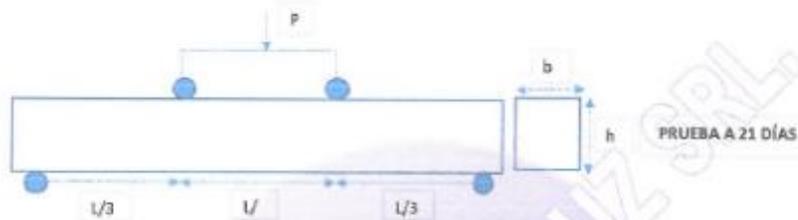
MR= kg/cm2

consideraciones:  
 la velocidad de rotura estará entre 0.9Mpa/min a 1.2 Mpa/min

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
 JAVIER SANTA CRUZ VELIZ  
 TECNICO EN GEOTECNIA

REG. COLEGIO D INGENIEROS N° 16029

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bch. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS  
 ESPECIMENES / CANTIDAD : VIGA DE 15 X 15 X 51 CM DISEÑO 210K03CM2 CONVENCIONAL  
 UBICACIÓN DE OBRA : HUANCAYO ADITIVO  
 FECHA DE VACIADO 12/01/2020  
**MODULO DE ROTURA EN VIGAS NTP 339.078-ASTM C78**



si falla ocurre dentro del trazo medio de la luz ,el MR sera de la siguiente forma:

$$MR = \frac{PL}{bxh^2}$$

L; luz libre entre apoyos.  
 b, ancho promedio de la viga.  
 h, altura promedio de la viga.

PRUEBA	N°1	N°2	N°3
P:	0 Kn	0 Kn	0 Kn
P:	3470 Kg	3480 Kg	3485 Kg
L:	45 cm	45 cm	45 cm
b:	15 cm	15 cm	15 cm
h:	15 cm	15 cm	15 cm

MR= 46.267 kg/cm2 46.400 kg/cm2 46.467 kg/cm2

PROMEDIO	46.38	kg/cm2
----------	-------	--------

si falla ocurre fuera del trazo medio de la luz y a una distancia no mayor del 5% de la luz libre (L) ,el MR sera de la siguiente forma :

$$MR = \frac{3Pa}{bxh^2}$$

P:	0 Kn	a; distancia entre línea de falla y apoyo mas cercana ,medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga.
P:	0 Kg	
a:	0 cm	
b:	0 cm	
h:	0 cm	

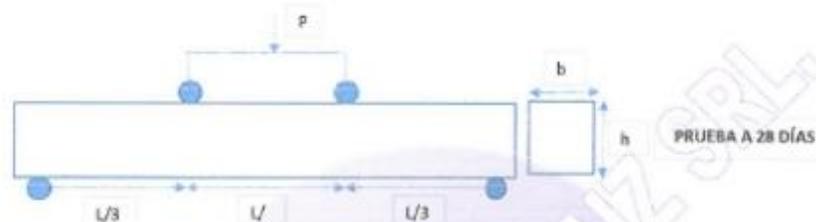
MR= kg/cm2

consideraciones:  
 la velocidad de rotura estara entre 0.8 Mpa/min a 1.2 Mpa/min

EDWARD CHARLES PEREZ CALDERON  
 INGENIERO CIVIL  
 INGENIERO EN GEOTECNIA

EDUARDO PINEDA  
 INGENIERO EN GEOTECNIA  
 REG. COLABORADOR INGENIEROS N° 10799

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOBAS ALGERIDAS  
 ESPECIMENES / CANTIDAD : VIGA DE 15 X 15 X 51 CM DISEÑO 210KG/CM2 CONVENCIONAL  
 UBICACIÓN DE OBRA : HUANCAYO ADITIVO  
 FECHA DE VACIADO 12/01/2020  
 MODULO DE ROTURA EN VIGAS NTP 339.078-ASTM C78



si falla ocurre dentro del tecto medio de la luz ,el MR sera de la siguiente forma :

$$MR = \frac{PL}{bxh^2}$$

L,luz libre entre apoyos.  
 b,ancho promedio de la viga.  
 h,altura promedio de la viga.

PRUEBA	N°1	N°2	N°3
P:	0 Kn	0 Kn	0 Kn
P:	3480 Kg	3500 Kg	3490 Kg
L:	45 cm	45 cm	45 cm
b:	15 cm	15 cm	15 cm
h:	15 cm	15 cm	15 cm

MR= 46.400 kg/cm2 46.667 kg/cm2 46.533 kg/cm2

PROMEDIO	46.53	kg/cm2
----------	-------	--------

si falla ocurre fuera del tecto medio de la luz y a una distancia no mayor del 5% de la luz libre (l) ,el MR sera de la siguiente forma :

$$MR = \frac{3Pa}{bxh^2}$$

P:	0 Kn	
P:	0 Kg	
a:	0 cm	a,distancia entre linea de falla y apoyo mas cercana ,medida a lo largo de la linea central de la superficie inferior de la viga.
b:	0 cm	
h:	0 cm	

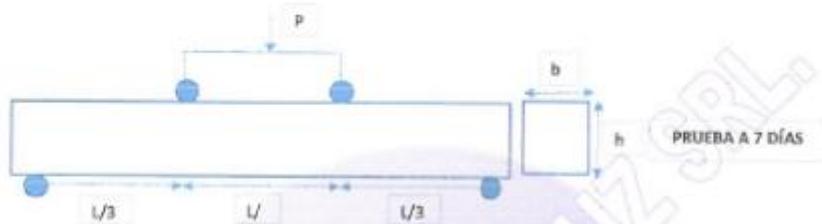
MR= kg/cm2

consideraciones:  
 la velocidad de rotura estara entre 0,9Mpa/min a 1,2 Mpa/min

LABORATORIO DE MECANICA  
 DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 SANTA CRUZ VELIZ  
 TALLER EN GEOTECNIA

Jose Manuel Pereyra Antuña  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. COLABOR. INGENIEROS N° 11008

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS  
 ESPECIMENES / CANTIDAD : VIGA DE 15 X 15 X 51 CM DISEÑO 210KG/CM2  
 UBICACIÓN DE OBRA : HUANCAYO ADITIVO PET AL 0.5%  
 FECHA DE VACIADO 13/01/2020  
 MODULO DE ROTURA EN VIGAS NTP 339.078-ASTM C78



si falla ocurre dentro del trazo medio de la luz, el MR será de la siguiente forma :

$$MR = \frac{PL}{bxh^2}$$

L; luz libre entre apoyos.  
 b; ancho promedio de la viga.  
 h; altura promedio de la viga.

PRUEBA	N°1	N°2	N°3
P:	0 Kn	0 Kn	0 Kn
P:	3450 Kg	3450 Kg	3460 Kg
L:	45 cm	45 cm	45 cm
b:	15 cm	15 cm	15 cm
h:	15 cm	15 cm	15 cm

MR= 46.000 kg/cm<sup>2</sup> 46.000 kg/cm<sup>2</sup> 46.133 kg/cm<sup>2</sup>

PROMEDIO	46.04	kg/cm <sup>2</sup>
----------	-------	--------------------

si falla ocurre fuera del trazo medio de la luz y a una distancia no mayor del 5% de la luz libre (L), el MR será de la siguiente forma :

$$MR = \frac{3Pa}{bxh^2}$$

P:	0 Kn	
P:	0 Kg	
a:	0 cm	a; distancia entre línea de falla y apoyo más cercana, medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga.
b:	0 cm	
h:	0 cm	

MR= kg/cm<sup>2</sup>

consideraciones:

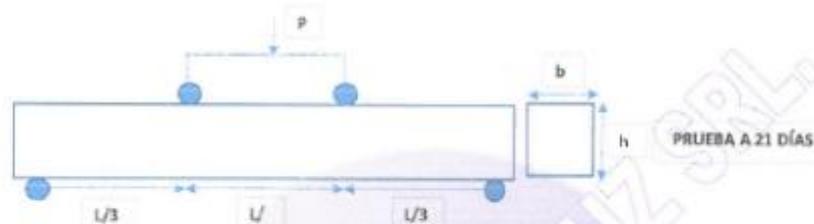
la velocidad de rotura estará entre 0.9 Mpa/min a 1.2 Mpa/min

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS

JAVIER L. SANTA CRUZ VELIZ  
 TECNICO EN GEOTECNIA

Jose Carlos Pineda Cordero  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. COLPRO INGENIEROS N° 14399

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS  
 ESPECIMENES / CANTIDAD : VIGA DE 15 X 15 X 51 CM DISEÑO 210KG/CM2  
 UBICACION DE OBRA : HUANCAYO ADITIVO PET AL 0.5%  
 FECHA DE VACIADO 13/01/2020  
 MODULO DE ROTURA EN VIGAS NTP 339.078-ASTM C78



si falla ocurre dentro del tercio medio de la luz ,el MR sera de la siguiente forma :

$$MR = \frac{PL}{bxh^2}$$

L:luz libre entre apoyos.  
 b:ancho promedio de la viga.  
 h:altura promedio de la viga.

PRUEBA	N°1	N°2	N°3
P:	0 Kn	0 Kn	0 Kn
P:	3550 Kg	3560 Kg	3550 Kg
L:	45 cm	45 cm	45 cm
b:	15 cm	15 cm	15 cm
h:	15 cm	15 cm	15 cm

MR= 47.333 kg/cm2 47.467 kg/cm2 47.333 kg/cm2

PROMEDIO	47.38	kg/cm2
----------	-------	--------

si falla ocurre fuera del tercio medio de la luz y a una distancia no mayor del 5% de la luz libre (l) ,el MR sera de la siguiente forma :

$$MR = \frac{3Pa}{bxh^2}$$

P:	0 Kn
P:	0 Kg
a:	0 cm
b:	0 cm
h:	0 cm

a:distancia entre línea de falla y apoyo mas cercana ,medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga.

MR= kg/cm2

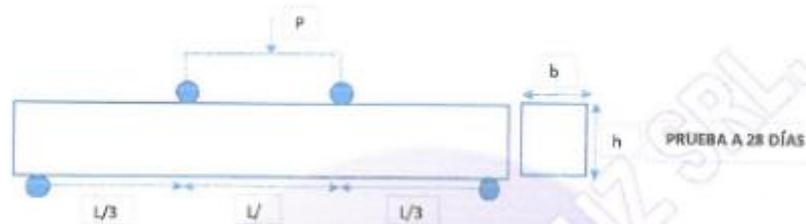
consideraciones:

la velocidad de rotura estara entre 0.90Mpa/min a 1.2 Mpa/min

LABORATORIO DE MECANICA  
DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
JAVIER I. SANTA CRUZ VELIZ  
T.C. EN GEOTECNIA

Ing. Mag. Dr. Patricia Araujo  
INGENIERA CIVIL  
REG. COLEGIO D INGENIEROS N° 10306

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bach. PEREZ CALDERON EDUARDO CHARLES  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS  
 ESPECIMENES / CANTIDAD : VIGA DE 15 X 15 X 51 CM DISEÑO 210KG/CM2  
 UBICACIÓN DE OBRA : HUANCAYO ADITIVO PET AL 0.5%  
 FECHA DE VACIADO 13/01/2020  
 MODULO DE ROTURA EN VIGAS NTP 339.078-ASTM C78



si falla ocurre dentro del trazo medio de la luz ,el MR sera de la siguiente forma:

$$MR = \frac{PL}{bxh^2}$$

L:luz libre entre apoyos.  
 b:ancho promedio de la viga.  
 h:altura promedio de la viga.

PRUEBA	N°1	N°2	N°3
P:	0 Kn	0 Kn	0 Kn
P:	3700 Kg	3710 Kg	3700 Kg
L:	45 cm	45 cm	45 cm
b:	15 cm	15 cm	15 cm
h:	15 cm	15 cm	15 cm

MR=	49.333 kg/cm2	49.467 kg/cm2	49.333 kg/cm2
PROMEDIO	49.38		kg/cm2

si falla ocurre fuera del trazo medio de la luz y a una distancia no mayor del 5% de la luz libre (L) ,el MR sera de la siguiente forma :

$$MR = \frac{3Pa}{bxh^2}$$

P:	0 Kn	
P:	0 Kg	
a:	0 cm	a:distancia entre linea de falla y apoyo mas cercana ,medida a lo largo de la linea central de la superficie inferior de la viga.
b:	0 cm	
h:	0 cm	

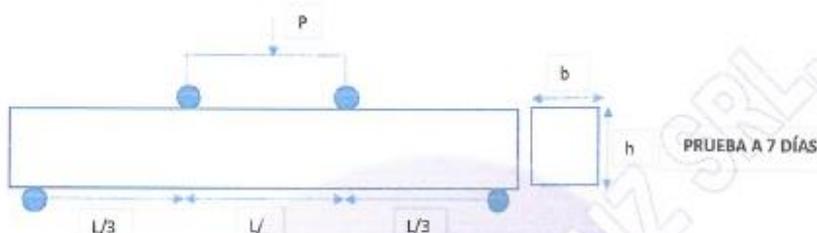
MR= kg/cm2

consideraciones:  
 la velocidad de rotura estara entre 0.9Mpa/min a 1.2 Mpa/min

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
 TAVELIN, SANTA CRUZ VELLIS  
 TEL: 89P 811 9070

Jose Manuel Rodriguez Jimeno  
 Ingeniero Civil  
 REG. COLEGIO D INGENIEROS Y ARQUITECTOS

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bch. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERDAS  
 ESPECIMENES / CANTIDAD : VIGA DE 15 X 15 X 51 CM DISEÑO 210KG/CM2  
 UBICACIÓN DE OBRA : HUANCAYO ADITIVO PET AL 1.0%  
 FECHA DE VACIADO 14/01/2020  
**MODULO DE ROTURA EN VIGAS NTP 339.078-ASTM C78**



si falla ocurre dentro del tecto medio de la luz ,el MR sera de la siguiente forma :

$$MR = \frac{PL}{bxh^2}$$

L:luz libre entre apoyos.  
 b:ancho promedio de la viga  
 h:altura promedio de la viga

PRUEBA	N°1	N°2	N°3
P:	0 Kn	0 Kn	0 Kn
P:	3550 Kg	3560 Kg	3510 Kg
L:	45 cm	45 cm	45 cm
b:	15 cm	15 cm	15 cm
h:	15 cm	15 cm	15 cm

MR= 47.333 kg/cm2 47.467 kg/cm2 46.800 kg/cm2

PROMEDIO	47.20	kg/cm2
----------	-------	--------

si falla ocurre fuera del tecto medio de la luz y a una distancia no mayor del 5% de la luz libre (L) ,el MR sera de la siguiente forma :

$$MR = \frac{3Pa}{bxh^2}$$

P:	0 Kn
P:	0 Kg
a:	0 cm
b:	0 cm
h:	0 cm

a;distancia entre linea de falla y apoyo mas cercana ,medida a lo largo de la linea central de la superficie inferior de la viga.

MR= kg/cm2

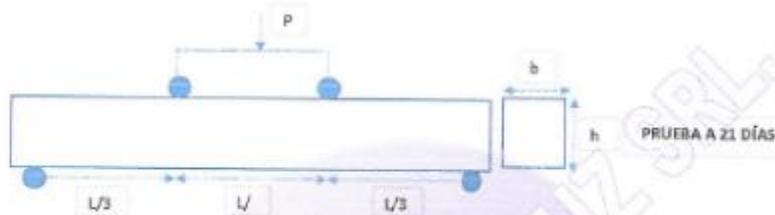
consideraciones:

la velocidad de rotura estara entre 0.9Mpa/min a 1.2 Mpa/min

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 JAVIER SANTA CRUZ VELIZ  
 TEC. ESP. EN GEOTECNIA

REG. COLEGIO D INGENIEROS N° 10214

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERIDAS  
 ESPECIMENES / CANTIDAD : VIGA DE 15 X 15 X 51 CM DISEÑO 210KG/CM2  
 UBICACION DE OBRA : HUANCAYO ADITIVO PET AL 1.0%  
 FECHA DE VACIADO 14/01/2020  
**MODULO DE ROTURA EN VIGAS NTP 339.078-ASTM C78**



si falla ocurre dentro del tercio medio de la luz ,el MR sera de la siguiente forma :

$$MR = \frac{PL}{bxh^2}$$

L,luz libre entre apoyos.  
 b, ancho promedio de la viga.  
 h, altura promedio de la viga.

PRUEBA	N°1	N°2	N°3
P:	0 Kn	0 Kn	0 Kn
P:	3700 Kg	3710 Kg	3700 Kg
L:	45 cm	45 cm	45 cm
b:	15 cm	15 cm	15 cm
h:	15 cm	15 cm	15 cm

MR= 49.333 kg/cm2 49.467 kg/cm2 49.333 kg/cm2

PROMEDIO	49.38	kg/cm2
----------	-------	--------

si falla ocurre fuera del tercio medio de la luz y a una distancia no mayor del 5% de la luz libre (L) ,el MR sera de la siguiente forma :

$$MR = \frac{3Pa}{bxh^2}$$

P:	0 Kn	
P:	0 Kg	
a:	0 cm	a,distancia entre linea de falla y apoyo mas cercana ,medida a lo largo de la linea central de la superficie inferior de la viga.
b:	0 cm	
h:	0 cm	

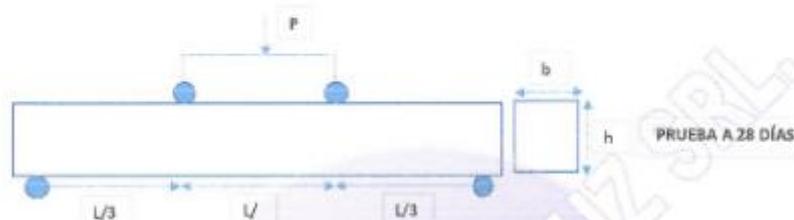
MR= kg/cm2

consideraciones:  
 la velocidad de rotura estara entre 0.9Mpa/min a 1.2 Mpa/min

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES  
 JAVIER C. SANTA CRUZ VILLIZ  
 TEG. ESP. EN GEOTECNIA

REG. COLEGIO D NÚMEROS N° 15286

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS  
 ESPECIMENES / CANTIDAD : VIGA DE 15 X 15 X 51 CM DISEÑO 210KG/CM2  
 UBICACION DE OBRA : HUANCAYO ADITIVO PET AL 1.0%  
 FECHA DE VACIADO 14/01/2020  
 MODULO DE ROTURA EN VIGAS NTP 339.078-ASTM C78



si falla ocurre dentro del tercio medio de la luz, el MR sera de la siguiente forma:

$$MR = \frac{PL}{bxh^2}$$

L, luz libre entre apoyos.  
 b, ancho promedio de la viga.  
 h, altura promedio de la viga.

PRUEBA	N°1	N°2	N°3
P:	0 Kn	0 Kn	0 Kn
P:	3960 Kg	3990 Kg	3845 Kg
L:	45 cm	45 cm	45 cm
b:	15 cm	15 cm	15 cm
h:	15 cm	15 cm	15 cm

MR= 52.800 kg/cm2 53.200 kg/cm2 51.267 kg/cm2

PROMEDIO	52.42	kg/cm2
----------	-------	--------

si falla ocurre fuera del tercio medio de la luz y a una distancia no mayor del 5% de la luz libre (L), el MR sera de la siguiente forma:

$$MR = \frac{3Pa}{bxh^2}$$

P:	0 Kn	
P:	0 Kg	
a:	0 cm	a, distancia entre línea de falla y apoyo mas cercana , medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga.
b:	0 cm	
h:	0 cm	

MR= kg/cm2

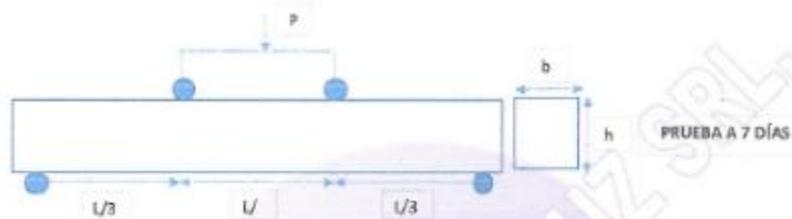
consideraciones:  
 la velocidad de rotura estara entre 0.9Mpa/min a 1.2 Mpa/min

LABORATORIO TECNICA  
 DE SUELOS Y FUNDACIONES  
 INGENIERIA SANTA CRUZ VALIZ  
 TRC EPP INGENIERIA

Jose Manuel Torres Arango  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. COMISIO D INGENIEROS N° 14807

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bsch. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - POR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOBAS ALIGERADAS  
 ESPECIMENES / CANTIDAD : VIGA DE 15 X 15 X 51 CM DISEÑO 210KG/CM2  
 UBICACIÓN DE OBRA : HUANCAYO ADITIVO PET AL 1.5%  
 FECHA DE VACIADO 15/01/2020

**MODULO DE ROTURA EN VIGAS NTP 339.078-ASTM C78**



si falla ocurre dentro del tercio medio de la luz ,el MR será de la siguiente forma :

$$MR = \frac{PL}{bh^2}$$

L,luz libre entre apoyos.  
 b,ancho promedio de la viga.  
 h,altura promedio de la viga.

PRUEBA	N°1	N°2	N°3
P:	0 Kn	0 Kn	0 Kn
P:	2760 Kg	2740 Kg	2785 Kg
L:	45 cm	45 cm	45 cm
b:	15 cm	15 cm	15 cm
h:	15 cm	15 cm	15 cm

MR= 36.800 kg/cm2      36.533 kg/cm2      37.133 kg/cm2

PROMEDIO	36.82	kg/cm2
----------	-------	--------

si falla ocurre fuera del tercio medio de la luz y a una distancia no mayor del 5% de la luz libre (L) ,el MR será de la siguiente forma :

$$MR = \frac{3Pa}{bxh^2}$$

P:	0 Kn	a,distancia entre línea de falla y apoyo mas cercana ,medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga.
P:	0 Kg	
a:	0 cm	
b:	0 cm	
h:	0 cm	

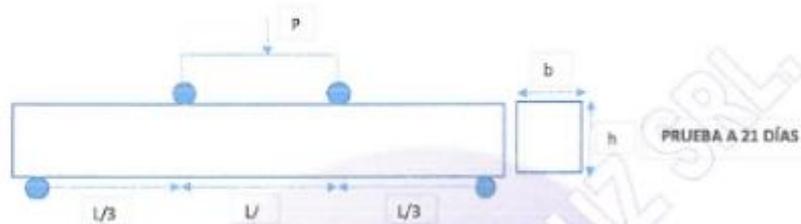
MR= kg/cm2

consideraciones:  
 la velocidad de rotura estara entre 0.9Mpa/min a 1.2 Mpa/min

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
 JAVIER J. SANTA CRUZ VELIZ  
 TEG. ESP. EN GEOTECNIA

*[Signature]*  
 Juan Manuel Perroya Anzueto  
 INGENIERO EN GEOTECNIA  
 R.D. 096492 de 2006

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOSAS ALIGERADAS  
 ESPECIMENES / CANTIDAD : VIGA DE 15 X 15 X 51 CM DISEÑO 210KG/CM2  
 UBICACIÓN DE OBRA : HUANCAYO ADITIVO PET AL 1.5%  
 FECHA DE VACIADO 15/01/2020  
 MODULO DE ROTURA EN VIGAS NTP 339.078-ASTM C78



si falla ocurre dentro del tercio medio de la luz ,el MR sera de la siguiente forma :

$$MR = \frac{PL}{bxh^2}$$

L,luz libre entre apoyos.  
 b,ancho promedio de la viga.  
 h,altura promedio de la viga.

PRUEBA	N°1	N°2	N°3
P:	0 Kn	0 Kn	0 Kn
P:	2885 Kg	2875 Kg	2875 Kg
L:	45 cm	45 cm	45 cm
b:	15 cm	15 cm	15 cm
h:	15 cm	15 cm	15 cm

MR= 38.467 kg/cm2 38.333 kg/cm2 38.333 kg/cm2

PROMEDIO	38.38	kg/cm2
----------	-------	--------

si falla ocurre fuera del tercio medio de la luz y a una distancia no mayor del 5% de la luz libre (L), el MR sera de la siguiente forma :

$$MR = \frac{3Pa}{bxh^2}$$

P:	0 Kn	
P:	0 Kg	
a:	0 cm	a,distancia entre linea de falla y apoyo mas cercana ,medida a lo largo de la linea central de la superficie inferior de la viga.
b:	0 cm	
h:	0 cm	

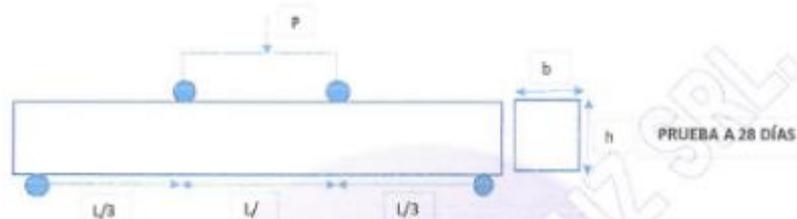
MR= kg/cm2

consideraciones:  
 la velocidad de rotura estara entre 0.9Mpa/min a 1.2 Mpa/min

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
 SANTA CRUZ VELIZ  
 ING. ESP. EN GEOTECNIA

Jose Manuel Torres Almon  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. COLEGIO D INGENIEROS

SOLICITADO / PETICIONARIO : Bach. PEREZ CALDERON EDWARD CHARLES  
 PROYECTO / OBRA : INFLUENCIA DEL PET - PCR COMO ADITIVO EN LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO PARA LOBAS ALIGERDAS  
 ESPECIMENES / CANTIDAD : VIGA DE 15 X 15 X 51 CM DISEÑO 210KG/CM2  
 UBICACION DE OBRA : HUANCAYO ADITIVO PET AL 1.5%  
 FECHA DE VACADO 15/01/2020  
**MODULO DE ROTURA EN VIGAS NTP 339.078-ASTM C78**



si falla ocurre dentro del tramo medio de la luz, el MR será de la siguiente forma:

$$MR = \frac{PL}{bxh^2}$$

L, luz libre entre apoyos.  
 b, ancho promedio de la viga.  
 h, altura promedio de la viga.

PRUEBA	N°1	N°2	N°3
P:	0 Kn	0 Kn	0 Kn
P:	2880 Kg	2930 Kg	2775 Kg
L:	45 cm	45 cm	45 cm
b:	15 cm	15 cm	15 cm
h:	15 cm	15 cm	15 cm

MR= 38.400 kg/cm<sup>2</sup>      39.067 kg/cm<sup>2</sup>      37.000 kg/cm<sup>2</sup>

PROMEDIO	38.16	kg/cm <sup>2</sup>
----------	-------	--------------------

si falla ocurre fuera del tramo medio de la luz y a una distancia no mayor del 5% de la luz libre (L), el MR será de la siguiente forma:

$$MR = \frac{3Pa}{bxh^2}$$

P:	0 Kn	
P:	0 Kg	
a:	0 cm	a, distancia entre línea de falla y apoyo más cercana, medida a lo largo de la línea central de la superficie inferior de la viga.
b:	0 cm	
h:	0 cm	

MR=                      kg/cm<sup>2</sup>

consideraciones:  
 la velocidad de rotura estará entre 0.9Mpa/min a 1.2 Mpa/min

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDAMENTOS  
 INGENIERIA SANTA CRUZ VELIZ  
 REG. INGENIERIA N° 16287

Jose Manuel Perceira Araujo  
 Ingeniero Civil  
 REG. COLEGIO D INGENIEROS N° 16287

**ANEXO N° 04: CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE  
INSTRUMENTOS**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMM-060-2020**

Laboratorio de Mesa

Pág. 2 de 3

**Resultados de Medición**

**INSPECCION VISUAL**

AJUSTES DE ACERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

**ENSAYO DE RETABILIDAD**

Temperatura	Inicial 25.4 °C	Final 25.4 °C
-------------	-----------------	---------------

Medicion N°	Carga L1= 15000 g			Carga L2= 30000 g		
	I (g)	L (g)	E (g)	I (g)	L (g)	E (g)
1	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
2	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
3	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
4	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
5	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
6	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
7	15001	0.4	4.6	30001	0.7	3.3
8	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
9	15001	0.4	4.6	30001	0.7	3.3
10	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4

Carga (gr)	Emax-Emin (gr)	e.m.p. (gr)
15000	0.000	20
30000	0.100	30

2	5	Posicion de las Cargas	Ensayo de Excentricidad	Temperatura	Inicial 25.4 °C	Final 25.4 °C
1						
3	4					



Posicion de la Carga	Carga min (g)	Carga				Carga L (g)	e.m.p			
		I (g)	L (g)	E0 (g)	E (g)		Ec (g)	± gr		
1	10	10	0.3	4.7	10000	10000	0.5	3.5	-1.2	20
2		10	0.3	4.7		10000	0.4	3.6	-1.1	20
3		10	0.2	4.8		10000	0.4	3.5	-1.2	20
4		10	0.2	4.8		10000	0.3	4.7	-0.1	20
5		10	0.2	4.8		10000	0.4	4.6	-0.2	20

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
**LMM-061-2020**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 3

**Expediente** 2060  
**Solicitante** CONSTRUCTORA INGENIEROS Y  
 ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ  
 SOCIDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD  
 LIMISOC.COM.RESPONS.LTDA

**Dirección** AV. ORIENTE NRO 772(FRENTE A FABRICA DE  
 EMBUTIDOS  
 HUAYCHULO)JUNIN-CONCEPCION-CONCEPCION

**Instrumento de Medición** BALANZA NO AUTOMATICA

**Marca (o Fabricante)** OHAUS

**Modelo** SE402F

**Numero de Serie** B145294233

**Procedencia** USA

**Tipo** Electronica

**Identificación** NO INDICA

**Alcance de Indicación** 0 gr a 400 gr

**División de escala (d)  
o resolución** 0.1 gr

**Div.verifc. De escala ( e )** 0,01 gr (")

**Capacidad Mínima** 2 gr (")

**Clase de exactitud** III

**Ubic. Del Instrumento** Instalaciones del solicitante CALIBRACIONES PE

**Lugar de Calibración** Laboratorio de Masa CALIBRACIONES PERU S.A

**Fecha de Calibración** 2020-01-17

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibración de  
 Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIIA" del SNM-INDECOPI. Edición tercera Enero 2009.

**Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales de METROIL, en  
 concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

**Patrones utilizados :** M-0964-2019

Sello



Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración

KAREN VANESSA ZARRA TUPA  
 GERENTE GENERAL  
 CALIBRACIONES PERU S.A.C.  
 RUC: 20604149721

CALIBRACIONES PERU S.A.C. - RUC: 20600820959  
 Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú  
 Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: ventas@calibracionesperu.pe  
 laboratorio@calibracionesperu.pe  
 www.calibracionesperu.pe

**MOLDE Y MARTILLO PROCTOR MODIFICADO**

Los Moldes y Martillos están usados para determinar la relación entre el contenido de humedad y la densidad de suelos compactados. Hechos de acero niquelado, incluye collar, cuerpo del molde y base (plato). Los martillos están usados para compactar la muestra de suelo en los moldes Proctor y son hechos de acero niquelado. Diferentes modelos están disponibles, cumpliendo con los estándares pertinentes.

**\* Los siguientes datos corresponden al molde de 6":**

Marca: KAIZACORP

Serie: No indica

Medidas: 6pulg (152.4 mm diámetro x 4.584pul (116.43mm)

Placa base: 12,7 mm x 200 mm x 200 mm

Collar: Diámetro interior de 152,4 mm (6") | Altura de 60,33 mm

**\* Los siguientes datos corresponden al martillo de 6":**

Marca: KAIZACORP

Serie: No indica

Medidas: Martillo 2 pulg.(50.8 mm) diámetro

Peso: 10Lbf (4.55kgf)

Caída: Altura de 18 pulg.(457.2 mm)

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
**LMT-017-2020**

Laboratorio de Temperature

Pág. 1 de 3

<b>Expediente</b>	2016	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>Solicitante</b>	CONSTRUCTORA INGENIEROS Y ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA SOC.COM.RESPONS. LTDA	
<b>Dirección</b>	AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA DE EMBUTIDOS HUAYOHULLO) JUNIN - CONCEPCION - CONCEPCION	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
<b>Equipo</b>	ESTUFA (HORNO)	
<b>Marca (o Fabricante)</b>	EUROTCH	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
<b>Modelo</b>	DHG-9025A	
<b>Numero de Serie</b>	BMS-EST15-201804001	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
<b>Procedencia</b>	GERMANY	
<b>Identificación</b>	NO INDICA	
<b>Instrumento de Medición</b>	Termometro con Indicación Digital.	
<b>Marca/ Modelo</b>	JTD-2000	
<b>Alcance de Indicación</b>	50 °C a 300 °C	
<b>Div. de escala (Resoluc)</b>	0.1 °C	
<b>Identificación</b>	No indica	
<b>Selector</b>	Digital	
<b>Marca/ Modelo</b>	JTD-2000	
<b>Alcance de Indicación</b>	50 °C a 300 °C	
<b>Div. de escala (Resoluc)</b>	0.1 °C	
<b>Lugar de Calibración</b>	Laboratorio Temperatura Calibraciones Peru S.A.C	
<b>Fecha de Calibración</b>	1/17/2020	

**Método de Calibración**

La calibración se realizó por comparación según el PC - 16, 2da.Ed., "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como medio Termostático".

**Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

**Patrones utilizados:** T - 2739 - 2019

**Condiciones Ambientales**

 Temperatura ambiental : Inicial 20.8 °C : Final : 20.8 °C  
 Humedad Relativa ambiental : Inicial 68 HR % : Final : 68 HR %

**Sello**                      **Fecha de emisión**                      **Jefe del laboratorio de calibración**


2020-01-17

  
 KAREN VANESSA IZARRA LUPIA  
 GERENTE GENERAL  
 CALIBRACIONES PERU S.A.C.  
 RUC: 20604149721

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LF-039-2019**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

**Expediente** 1818  
**Solicitante** CONSTRUCTORA INGENIEROS Y ARQUITECTOS  
 ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD COMERCIAL  
 DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

**Dirección** AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA DE  
 EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN - CONCEPCION -  
 CONCEPCION

**Instrumento de Medición** Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos  
 Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión

**Equipo Calibrado** PRENSA MARSHALL(DIGITAL)

**Marca (o Fabricante)** A&A INSTRUMENT  
**Modelo** STM-1  
**Número de Serie** 130802  
**Identificación** NO INDICA  
**Procedencia** CHINO  
**Indicador de Lectura** INDICADOR DIGITAL  
**Alcance de Indicación** 0 Kgf a 5000 Kgf  
**Resolución** 0.1 Kgf  
**Marca (o Fabricante)** HIWEIGH  
**Modelo**  
**Número de Serie** NO INDICA  
**Identificación**  
**Transductor de Fuerza** CELDA TIPO S  
**Marca (o Fabricante)** ZEMIC  
**Modelo** H3-C3-5.0t-6B  
**Número de Serie** S.O.T P2C 032509

**Ubic. Del Equipo** INSTALACION DEL SOLICITANTE

**Lugar de Calibración** INSTALACION DEL SOLICITANTE

**Fecha de Calibración** 2019-07-18

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

**Sello** **Fecha de emisión**  
 2019-07-18

Jefe del Laboratorio de Calibración

Roberto Quirós  
 CALIBRAD

KAIZACORP S.A.C. - RUC: 20600820959  
 Jr. Pasco N° 3312 San Martín de Porres, Lima - Peru  
 Telf.: (01) 397 8754 Cel : 949 985 016 / 987 325 869

E-mail: metrologia@kaizacorp.com  
 ventas@kaizacorp.com  
 Web: www.kaizacorp.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMT-017-2020**

Laboratorio de Temperatura

Pág. 2 de 3

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	T <sub>Ind</sub> (°C) (Termómetro del equipo)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN										T <sub>prom</sub> °C	T <sub>map-T<sub>min</sub></sub> °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110.0	110.0	109.9	110.0	109.0	110.0	109.9	108.9	110.0	110.0	109.0	109.6	3.0
2	110.0	109.0	110.0	110.4	110.2	110.8	110.6	108.0	110.0	110.9	110.8	110.2	4.5
4	110.0	110.0	109.2	110.0	110.3	110.0	110.1	110.6	109.0	109.5	109.8	109.9	2.0
6	110.0	110.6	109.0	109.8	110.0	110.0	110.0	109.9	109.9	109.9	110.0	109.9	3.4
8	110.0	110.0	109.5	110.2	109.0	110.1	110.2	108.0	110.2	110.2	109.1	109.8	3.4
10	110.0	110.6	109.5	110.6	110.6	109.9	109.5	110.3	109.8	109.9	110.0	109.8	2.3
12	110.0	110.5	109.0	110.4	109.9	110.0	110.2	111.6	110.9	110.8	110.5	110.4	3.2
14	110.0	109.5	110.6	110.5	109.0	110.0	110.2	110.2	110.2	109.9	110.0	110.0	3.4
16	110.0	110.0	109.9	109.0	109.0	109.9	109.8	109.2	110.0	110.5	110.0	109.7	3.7
18	110.0	110.0	109.0	110.0	109.0	110.0	109.9	108.9	110.0	110.0	109.0	109.8	4.3
20	110.0	109.0	110.0	110.4	110.2	110.8	110.8	109.0	110.0	110.9	110.8	110.2	3.6
22	110.0	109.9	110.9	110.0	109.7	109.8	109.9	110.6	110.0	109.9	110.0	110.1	3.4
24	110.0	110.6	109.9	110.5	109.9	110.6	109.5	109.6	109.7	109.8	110.0	110.0	2.2
26	110.0	110.4	109.9	109.9	109.9	110.1	110.1	109.9	109.9	110.7	110.7	110.0	3.4
28	110.0	110.0	110.0	111.2	110.2	110.2	110.4	109.9	109.9	109.8	109.8	110.1	3.0
30	110.0	110.0	110.5	110.1	110.6	110.5	113.9	113.1	109.9	110.0	109.8	110.8	3.8
32	110.0	110.2	110.6	110.3	109.9	109.9	110.7	109.9	110.1	109.7	109.8	110.1	3.7
34	110.0	109.9	109.8	111.0	110.1	109.9	109.9	110.0	110.0	110.2	110.1	110.1	3.7
36	110.0	109.9	109.9	110.0	109.9	109.8	109.8	109.9	110.2	109.9	110.0	110.0	3.7
38	110.0	110.4	109.9	109.9	109.9	110.1	110.1	109.9	109.9	110.7	110.7	110.2	3.6
40	110.0	110.0	110.0	111.2	110.2	110.2	110.4	109.9	109.9	109.8	109.8	110.1	3.8
42	110.0	110.0	110.5	110.1	110.6	110.5	113.9	113.1	109.9	110.0	109.8	110.0	3.6
44	110.0	109.9	110.9	110.0	109.7	109.8	109.9	110.6	110.0	109.9	110.0	109.9	3.6
46	110.0	110.6	109.9	110.5	109.9	110.6	109.5	109.6	109.7	109.8	110.0	110.0	3.7
48	110.0	110.4	109.9	109.9	109.9	110.1	110.1	109.9	109.9	110.7	110.7	110.0	3.0
50	110.0	105.3	110.2	109.3	109.7	108.5	110.2	110.1	109.7	107.2	109.0	109.5	3.4
52	110.0	110.0	110.6	110.6	109.0	110.0	110.2	110.2	110.2	109.9	110.0	110.0	3.6
54	111.0	110.0	111.6	109.0	109.0	112.9	114.8	111.2	110.0	110.5	110.0	109.0	3.6
56	110.0	109.5	109.0	110.0	109.0	110.0	109.0	108.9	110.0	110.0	109.0	110.0	2.9
58	110.0	109.5	110.0	111.2	110.2	110.2	110.4	109.9	109.9	109.8	109.8	109.9	2.8
60	110.0	109.5	110.5	110.1	110.6	110.5	113.9	113.1	109.9	110.0	109.8	110.0	3.7
T <sub>PRON</sub>	110.0	109.5	110.1	101.1	109.2	110.2	109.5	105.3	109.7	110.1	110.2	110.3	
T <sub>MAX</sub>	110.0	109.2	110.1	101.1	109.2	110.2	109.5	105.3	109.7	110.1	110.1	110.2	
T <sub>MIN</sub>	110.0	110.2	109.4	110.1	110.0	110.2	110.0	110.0	110.0	110.0	110.0	110.1	
DTT	0.0	3.6	4.5	3.0	3.6	3.7	3.7	3.1	3.6	3.6	3.7		



Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura Medida	111.0	0.5
Mínima Temperatura Medida	109.9	0.5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	4.5	0.2
Desviación de Temperatura en el Espacio	3.4	0.2
Estabilidad Medida (±)	0.2	0.1
Uniformidad Medida	4.5	0.1

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LF-039-2019**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 2 de 2

**Método de Calibración**

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

**Trazabilidad**

Se utilizó patrón calibrado con trazabilidad al SI, calibrado por la Pontificia Universidad Católica del Perú Con Certificado N° INF - LE 213-18

**Resultados de medición**

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	q(%)	b(%)	U(%)
10	500	505	505	505	505	2,8	0,0	0,2
20	1000	1005	1005	1005	1005	1,3	0,0	0,2
30	1500	1010	1010	1010	1010	0,8	0,0	0,2
40	2000	2010	2010	2010	2010	0,7	0,0	0,2
50	2500	2510	2510	2510	2510	0,9	0,0	0,2
60	3000	3010	3010	3010	3010	0,8	0,0	0,2
70	3500	35150	35150	35150	35150	0,6	0,0	0,2
80	4000	4020	4020	4020	4020	0,4	0,0	0,2
90	4500	4525	4525	4525	4525	0,5	0,0	0,2
100	5000	5030	5030	5030	5030	0,3	0,0	0,2
Lectura máquina en cero		0	0	0	—	0	0	Error máx. de cero(0)=0,00

Temperatura promedio durante los ensayos 20.8 °C; Varación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

**Evaluación de los resultados**

Los errores encontrados entre el 20% y el 100% del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento



2020-01-17

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
**LMM-061-2020**

Laboratorio de Mesa

Pág. 2 de 3

Resultados de Medición

**INSPECCION VISUAL**

AJUSTES DE ACERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	NO TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

**ENSAYO DE RETABILIDAD**

Temperatura	Inicial	25.1 °C	Final	25.1 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Medición N°	Carga L1= 300,00 g			Carga L2= 400,00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	300,00	0,1	0,00	400,00	0,06	0,09
2	300,00	0,0	0,01	400,00	0,06	0,09
3	300,00	0,0	0,01	400,00	0,06	0,09
4	300,00	0,1	0,00	400,00	0,07	0,09
5	300,00	0,0	0,01	400,00	0,06	0,08
6	300,00	0,0	0,01	400,00	0,06	0,09
7	300,00	0,1	0,00	400,00	0,06	0,09
8	300,00	0,0	0,01	400,00	0,07	0,08
9	300,00	0,0	0,01	400,00	0,06	0,09
10	300,00	0,1	0,00	400,00	0,06	0,09

Carga (gr)	E <sub>max</sub> -E <sub>min</sub> (gr)	e.m.p. (gr)
300,00	0,01	0,3
400,00	0,01	0,3

2	5
1	
3	4

 Posición  
de las  
Cargas

**Ensayo de Excentricidad**

Temperatura	Inicial	25.1 °C	Final	25.71 °C
-------------	---------	---------	-------	----------



Posición de la Carga	Carga min (g)	Carga			Carga				e.m.p. ± gr
		I (g)	ΔL (g)	E0 (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1	1,00	1,00	0,04	0,01	200,00	0,04	0,01	0,00	0,1
2	1,00	1,00	0,03	0,02	200,00	0,04	0,01	-0,01	0,1
3	1	1,00	0,04	0,01	200,00	0,04	0,01	0,00	0,1
4	1,00	1,00	0,03	0,02	200,00	0,04	0,01	-0,01	0,1



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-016-2020**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 2 de 2

**Método de Calibración**

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376, Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

**Trazabilidad**

Se utilizó patrón calibrado con trazabilidad al SI, calibrado por la Pontificia Universidad Católica del Perú  
Con Certificado N° INF - LE 238-19

**Resultados de medición**

Lectura de la máquina (Fi)	Lectura del patrón				Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
	Primera	Segunda	Tercera	Exactitud		Propagados		
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	q(%)	b(%)	U(%)
10	500	501.0	501.0	501.0	501.0	-0.2	0.0	0.38
20	1000	1001.0	1001.0	1001.0	1001.0	-0.1	0.0	0.28
30	1500	1503.0	1503.0	1503.0	1503.0	-0.2	0.0	0.26
40	2000	2005.0	2005.0	2005.0	2005.0	-0.2	0.0	0.25
50	2500	2505.0	2505.0	2505.0	2505.0	-0.2	0.0	0.25
60	3000	3006.0	3006.0	3006.0	3006.0	-0.2	0.0	0.24
70	3500	3507.0	3507.0	3507.0	3507.0	-0.2	0.0	0.24
80	4000	4009.0	4009.0	4009.0	4009.0	-0.2	0.0	0.24
90	4500	4510.0	4510.0	4510.0	4510.0	-0.2	0.0	0.24
100	5000	5010.0	5010.0	5010.0	5010.0	-0.2	0.0	0.24
Lectura máquina en cero	0	0	0	—	0	0	0	Error máx. de cero(0)=0.00

Temperatura promedio durante los ensayos 18.0 °C. Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

**Evaluación de los resultados**

Los errores encontrados entre el 20% y el 100% del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

Fin del documento





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMM-O60-2020**

Laboratorio de Masa

Pág. 1 de 3

Expediente 2059  
 Solicitante CONSTRUCTORA INGENIEROS Y ARQUITECTOS  
 ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD COMERCIAL  
 DE RESPONSABILIDAD LIMITADA SOC.COM.RESPONS.  
 LTDA  
 Dirección AV. ORIENTE NRO. 772 FRENTE A FABRICA DE  
 EMBUTIDOS HUAYCHULO JUNIN - CONCEPCION -  
 CONCEPCION  
 Instrumento de Medición BALANZA NO AUTOMATICA  
 Marca (o Fabricante) OHAUS  
 Modelo R31P30  
 Numero de Serie 8335440482  
 Procedencia USA  
 Tipo Electronica  
 Identificación No indica  
 Alcance de Indicación 0 gr a 30000 gr  
 División de escala (d) o resolución 1 gr  
 Div.verific. De escala (e) 10 gr (\*)  
 Capacidad Minima 20 gr (\*\*)  
 Clase de exactitud III (\*\*\*)  
 Lugar de Calibración Laboratorio de Masa de CALIBRACIONES PERU

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente e sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son validos.

Fecha de Calibración 2020-01-17

La calibración se realizó según el método descrito en el FC-001, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase-III" del SNM-INDECOPI. Edición Tercera Enero 2009.

**Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

**Patrones utilizados :**

M-0084-2010, M-0082-2010, M-0082-2010, M-0081-2010

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2020-01-17

KAREN VANESSA IZARRA TUPA  
GERENTE GENERAL  
CALIBRACIONES PERU S.A.C.  
RUC: 20604149721



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-016-2020**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

**Expediente** 2013  
ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ  
**Solicitante** SOCIEDAD COMERCIAL DE  
RESPONSABILIDAD LIM1 SOC.COM.RESPONS.  
LTDA  
**Dirección** AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA DE  
EMBUTIDOS HUAYCHILLO) JUNIN - CONCEPCION  
**Instrumento de Medición** Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos  
Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión  
**Equipo Calibrado** PRENSA DE CBR (DIGITAL)  
**Alcance de Indicación** 5000 KGF  
**Marca (o Fabricante)** NO INDICA  
**Modelo** NO INDICA  
**Número de Serie** NO INDICA  
**Identificación** NO INDICA  
**Procedencia** NO INDICA  
**Indicador de Lectura** DIGITAL  
**Marca (o Fabricante)** CARDINAL  
**Modelo** 204  
**Número de Serie** NO INDICA  
**Identificación** NO INDICA  
**Procedencia** NO INDICA  
**Alcance de Indicación** 0 KGF A 5000 KGF  
**Resolución** 0.1 KGF  
**Transductor de Fuerza** CELDA S  
**Alcance de Indicación** 5000 KGF  
**Marca (o Fabricante)** LOADTRON  
**Modelo** LST-10K  
**Número de Serie** G619132  
**Fecha de Calibración** 2020-01-17  
**Ubic. Del Equipo** INSTALACIONES DEL SOLICITANTE  
**Lugar de Calibración** LABORATORIO DE FUERZA DE CALIBRACIONES PERU SAC

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2020-01-17

  
KAREN VANESSA IZARRA TUPA  
GERENTE GENERAL  
CALIBRACIONES PERU S.A.C.  
RUC: 20604149721



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMT-017-2020**

Laboratorio de Temperatura

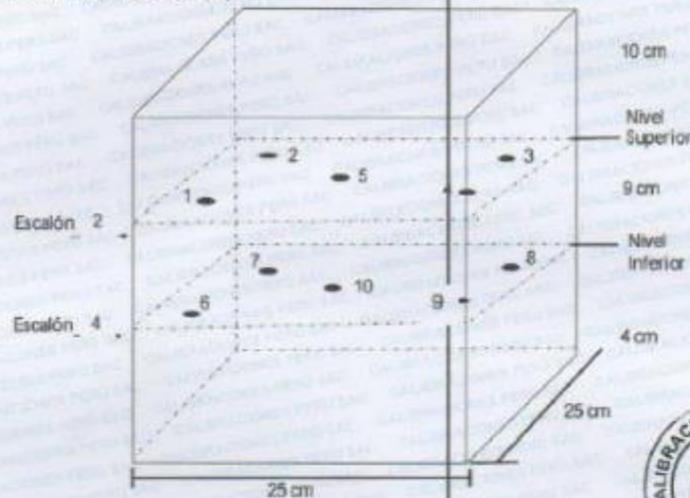
Pág. 3 de 3

- T.PROM : Promedio de la temperatura una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T.PROM : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX : Temperatura Máxima.  
T.MIN : Temperatura Mínima.  
DTT : desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre 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.

**Distribución de termopares en el equipo**



Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos parrillas.  
Los termopares 1 al 5 están ubicados a 2 cm por encima de la parrilla superior.  
Los termopares 6 al 10 están ubicados a 2 cm por encima de la parrilla inferior.  
Los termopares 1 y 4 y del 6 al 9 están ubicados a 4.5 cm de las paredes laterales y a 5 cm del frente y fondo de la estufa.  
Los escalones indican las posiciones de las parrillas.

**Observaciones:**

- \* Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- \* La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-015-2020**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

**Expediente** 2012  
ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ

**Solicitante** SOCIEDAD COMERCIAL DE  
RESPONSABILIDAD LIMI SOC.COM RESPONS.  
LTDA

**Dirección** AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA DE  
EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN - CONCEPCION -  
CONCEPCION

**Instrumento de Medición** Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos  
Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión

**Equipo Calibrado** PRENSA DE CONCRETO (DIGITAL)

Alcance de Indicación 100000 KGF  
Marca (o Fabricante) TAMIEQUIPOS LTDA  
Modelo TCP038  
Número de Serie 507  
Identificación NO INDICA  
Procedencia COLOMBIA

**Indicador de Lectura** DIGITAL  
Marca (o Fabricante) HIGH WEIGHT  
Modelo NO INDICA  
Número de Serie 507  
Identificación NO INDICA  
Procedencia CHINA

Alcance de Indicación 0 KGF A 100000 KGF  
Resolución 10 KGF

**Transductor de Fuerza** TRANSDUCTOR  
Alcance de Indicación 70 Mpa  
Marca (o Fabricante) ZEMIC  
Modelo NO INDICA  
Número de Serie NO INDICA

**Fecha de Calibración** 2020-01-17

**Ubic. Del Equipo** INSTALACIONES DEL SOLICITANTE

**Lugar de Calibración** LABORATORIO DE FUERZA DE CALIBRACIONES PERU SAC

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2020-01-17

  
KAREN VANESSA IZARRA TUPIA  
GERENTE GENERAL  
CALIBRACIONES PERU S.A.C.  
RUC: 20904149721



5 | 100 | 0.03 | 0.02 | 200.00 | 0.04 | 0.01 | -0.01 | 0.1

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**LMM-061-2020**

Laboratorio de Masa

Pág. 3 de 3

**ENSAYO DE PESAJE**

Temperatura	Inicial	25.1 °C	Final	25.1 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Carga L (g)									e.m.p
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	± g
Ex 1	100	0.04	0.49						
2	2.00	0.05	-0.09	-0.10	2.00	0.04	-0.09	0.00	1
5	5.00	0.05	-0.09	-0.08	5.00	0.04	-0.10	-0.10	1
90	100.00	0.05	-0.09	-0.09	90.00	0.05	-0.09	-0.09	1
100	150.00	0.05	-0.09	-0.10	100.00	0.05	-0.11	-0.1	1
150	250.00	0.06	-0.11	-0.11	150.00	0.05	-0.09	-0.09	2
200	400.00	0.06	-0.09	-0.13	200.00	0.06	-0.10	-0.11	2
250	250.00	0.06	-0.10	-0.12	250.00	0.06	-0.09	-0.12	2
300	530.00	0.05	-0.10	-0.12	300.00	0.05	-0.10	-0.12	3
350	350.00	0.06	-0.11	-0.13	350.00	0.05	-0.11	-0.13	3
400	400.00	0.06	-0.11	-0.13	400.00	0.06	-0.11	-0.13	3

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. E: Error encontrado  
 I: Indicaciones de la balanza. E<sub>0</sub>: Error en cero  
 ΔL: Carga adicional. E<sub>c</sub>: Error corregido

Incertidumbre expandida de medición  $U = 2 \times \sqrt{0.00169 + 0.000000013463} R^2$

Lectura corregida  $R_{CORREGIDA} = R + 0.0004016071 R$

**Observaciones**

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con indicaciones "CALIBRADO".

La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por

el factor de cobertura  $k=2$  para una distribución normal de aproximadamente 95%.

(\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(\*\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(\*\*\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.



Fin del documento



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 013 - CLW - 2020**

Pág. 1 de 2

Fecha de Emisión	1/17/2020	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura <math>k=2</math>. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p> <p>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.</p> <p>CA LIBRACIONES PERU S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento.</p>
Expediente:	369	
1 Solicitante	CONSTRUCTORA INGENIEROS Y ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIM1 SOC.COM.RESPONS.LTDA.	
Dirección	AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA DE EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN - CONCEPCION - CONCEPCION	
2 Instrumento de Medición	MAQUINA DE OBRASION DE LOS ANGELES	
Marca (o Fabricante)	PINZUAR	
Modelo	PC-117	
Numero de Serie	1245	
Indicación	NO INDICA	
Procedencia	COLOMBIANA.	
Cant. De Bólas	12	
Fecha de Calibración	1/17/2020	
3 METODO DE CALIBRACIÓN	La calibración del equipo se realizó por el método de comparación directa usando un Tacómetro Patron, marca MONARCH, con certificado de calibración S8789(Monarca Calibración Lab.	
4 LUGAR DE CALIBRACION	Instalación de Calibraciones Peru SAC.	

Sello



Jefe del laboratorio de calibración

ROBERTO QUINTO C.

17/01/2020

**ESPECIFICACIONES TECNICAS DE  
MOLDE CBR - 3 JGO**

**MOLDE:** 152.4 mm diám. Int. x 177.8 mm alt. (6 x 7 pulg.)  
**SERIE:** NO INDICA  
**MARCA:** KAIZACORP  
**ESPESOR DE PARED:** 6.5 MM  
**COLLARIN:** 50.8 mm (2 pulg. Alt.) se acopla al molde por ambos lados  
**PLACA BASE:** Perforada; se acopla al molde  
**FABRICACION:** Enteramente en acero enchapado.  
**PESO APROX.:** Neto 9 Kg (20 libras)

**PLACA DE AUMENTO DE VOLUMEN**

**PLACA:** 149,2 mm. Diámetro (5-7/8 pulgadas); perforada  
**CABEZA DE CONTACTO:** Ajustable, queda bloqueada en el vástago mediante una tuerca moleteada  
**FABRICACION:** Bronce/Acero  
**PESO APROX.:** Neto 1,1 Kg. (2-1/2 Libras).

**SOBRECARGA CIRCULARES Y ANULARES**

**FABRICACION:** Maquinadas en acero.  
**ACABADO:** Enchapado  
**PESO APROX.:** 5 Libras

**CUMPLE CON LAS NORMAS ASTM D-1883; AASHTO T-193**



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 010-LL-2020**

202

Página 1 de 1

Fecha de Emisión : 2020/01/17  
Expediente : 2010

1. SOLICITANTE : CONSTRUCTORA INGENIEROS Y  
ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ  
SOCIEDAD COMERCIAL DE  
RESPONSABILIDAD LIMITEADA  
SOC.COM.RESPONS. LTDA

DIRECCIÓN : AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA  
DE EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN -  
CONCEPCION - CONCEPCION

2. EQUIPO DE  
MEDICIÓN : CAZUELA CASAGRANDE

Marca : SOILTEST

Modelo : CL 207

Número de serie : SN

Procedencia : NO INDICA

FECHA DE  
CALIBRACIÓN : 2020/01/17

**3 PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros  
patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional  
de Temperatura de 1990 (ITS-90).

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN PATRON 180035**

La calibración se realizó en el laboratorio de CALIBRACIONES PERU S.A.C.

La incertidumbre reportada en el  
presente certificado es la  
incertidumbre expandida de  
medición que resulta de  
multiplicar la incertidumbre  
estándar por el factor de  
cobertura  $k=2$ . La incertidumbre  
fue determinada según la "Guía  
para la Expresión de la  
incertidumbre en la medición".  
Generalmente, el valor de la  
magnitud está dentro del  
intervalo de los valores  
determinados con la  
incertidumbre expandida con una  
probabilidad de  
aproximadamente 95 %.

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.

CALIBRACIONES PERU 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.

**TABLA DE RESULTADOS**

10 mm	$\pm 1$ mm	10 mm
-------	------------	-------



*[Handwritten Signature]*  
KAREN VANESSA IZARRA TUMANA  
GERENTE GENERAL  
CALIBRACIONES PERU S.A.C.  
RUC: 20604149721



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 013 - CLW- 2020**

Pág. 2 de 2

**6 OBSERVACIONES**

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibración".

**7 RESULTADOS**

N°	DIAMETRO (MM)	PESO (g)
1	47,31	417,7
2	46,62	412,9
3	46,61	411,9
4	46,60	412,6
5	46,66	413,1
6	46,68	414,7
7	46,29	405,6
8	46,31	407,9
9	46,59	412,1
10	46,69	414,2
11	46,61	413,7
12	49,23	448,8
Peso total		4686,2

TIEMPO (s)	N DE VUELTAS	GIRO DEL TAMBOR (rpm)
60	31	33,2
120	63	31,2
180	96	32,5
240	128	33,2
300	160	32,3
360	193	31,4
420	224	32,7
480	257	33,1
540	288	32,8
600	320	32,9
660	354	32,3
720	385	33,1
780	417	33,1
840	451	33,3
900	485	33,5



Fin del documento

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
**MM-060-202**

Laboratorio de Masa

Pág. 3 de 3

**ENSAYO DE PESAJE**

Temperatura	Inicial	25.4	°C	Final	25.4	°C
-------------	---------	------	----	-------	------	----

Carga L (g)	E				E				e.m.p ± g
	I (g)	-L (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	-L (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0.4	4.6						
20	20	0.4	4.6	0.0	20	0.3	4.7	0.1	10
500	500	0.3	4.7	0.1	500	0.3	4.7	0.1	10
1000	1000	0.3	4.7	0.1	1000	0.4	4.6	0.0	10
5000	5001	0.4	4.6	0.0	5001	0.3	4.7	0.1	10
8000	8001	0.4	4.6	0.0	8001	0.4	4.6	0.0	20
10000	10001	0.5	4.5	-0.1	10001	0.4	4.6	0.0	20
15000	15001	0.5	4.5	-0.1	15001	0.5	4.5	-0.1	20
20000	20001	0.5	4.5	-0.1	20001	0.5	3.5	-1.1	20
25000	25001	0.5	3.5	-1.1	25001	0.6	3.4	-1.2	30
30000	30001	0.6	3.4	-1.2	30001	0.6	3.4	-1.2	30

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. E: Error encontrado.  
 I: Indicaciones de la balanza. E<sub>0</sub>: Error en cero.  
 -L: Carga adicional. E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición  $U = 2 \times \sqrt{0.16928 + 0.0000000100932 R^2}$

Lectura corregida  $R_{\text{correcta}} = 0.0000230780 R$

**Observaciones**

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva color verde con indicaciones "CALIBRADO"

La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$  para una distribución normal de aproximadamente 95%

(\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(\*\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(\*\*\*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.



Fin del documento

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-015-2020**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 2 de 2

**Método de Calibración**

La calibración se realizó tomando como referencia el método descrito en la norma ISO 7500-1 / ISO 376. Verificación de Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos, Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión Verificación y Calibración del Sistema de Medición de Fuerza.

**Trazabilidad**

Se utilizó patrón calibrado con trazabilidad al SI, calibrado por la Pontificia Universidad Católica del Perú Con Certificado N° INF - LE 238-19

**Resultados de medición**

Lectura de la máquina (Fi)		Lectura del patrón			Promedio	Cálculo de errores		Incertidumbre
		Primera	Segunda	Tercera		Exactitud	Repetibilidad	
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	a(%)	b(%)	U(%)
10	10000	10005	10005	10005	10005	0.0	0.0	0.24
20	20000	20010	20010	20010	20010	0.0	0.0	0.24
30	30000	30010	30010	30010	30010	0.0	0.0	0.24
40	40000	40010	40010	40010	40010	0.0	0.0	0.24
50	50000	50010	50010	50010	50010	0.0	0.0	0.24
60	60000	60020	60020	60020	60020	0.0	0.0	0.24
70	70000	70020	70020	70020	70020	0.0	0.0	0.24
80	80000	80030	80030	80030	80030	0.0	0.0	0.24
90	90000	90040	90040	90040	90040	0.0	0.0	0.24
100	100000	100080	100080	100080	100080	-0.1	0.0	0.24
Lectura máquina en cero		0	0	0	—	0	0	Error máx. de cero(0)=0.00

Temperatura promedio durante los ensayos 18.0 °C; Variación de temperatura en cada ensayo < 2 °C.

**Evaluación de los resultados**

Los errores encontrados entre el 20% y el 100% del rango nominal considerado no superan los valores máximos permitidos establecidos en la norma ISO 7500-1.

**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k=2 para una distribución normal de aproximadamente 95 %.

**Fin del documento**


## **ANEXO N° 05: PANEL FOTOGRÁFICO**



Fotografía 1. Acopio del PET - PCR.



Fotografía 2. Selección del PET - PCR.



Fotografía 3. Vista de los agregados a utilizar.



Fotografía 4. Pesaje de los componentes del concreto.



Fotografía 5. Material listo para la mezcla.



Fotografía 6. Vista del PET - PCR.



Fotografía 7. Preparación de muestras para flexión.



Fotografía 8. Preparación de muestra de asentamiento.



Fotografía 9. Medición del asentamiento.



Fotografía 10. Vista de la preparación de la muestra para el contenido de aire.



Fotografía 11. Pesaje de las muestras para el contenido de aire.



Fotografía 12. Cálculo del contenido de aire del PET – PCR al 1 %.



Fotografía 13. Preparación de muestras para el tiempo de fraguado.



Fotografía 14. Medición inicial del tiempo de fraguado.



Fotografía 17. Preparación de las muestras.



Fotografía 15. Medición final del fraguado del concreto.



Fotografía 18. Preparación de viguetas para el ensayo de flexión.



Fotografía 16. Pesaje de la fibra de PET – PCR para la elaboración de muestras.



Fotografía 19. Preparación de muestra para resistencia a compresión.



Fotografía 20. Vista de los testigos elaborados.



Fotografía 23. Rotura de probetas a los 28 días.



Fotografía 21. Ensayo de rotura de viguetas con 1% de PET - PCR.



Fotografía 24. Encofrado de losas aligeradas.



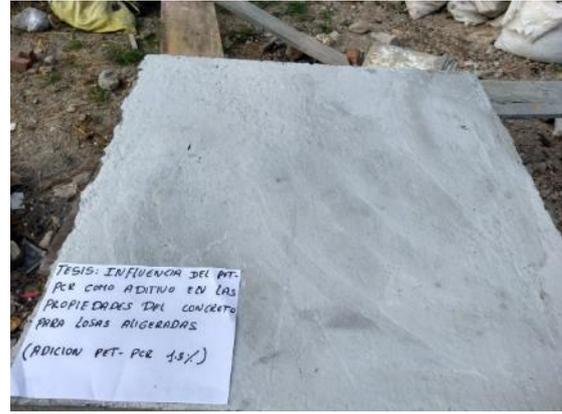
Fotografía 22. Rotura de testigos para el ensayo a compresión.



Fotografía 25. Vaciado del concreto en losas aligeradas.



Fotografía 26. Acabado final del concreto en losas aligeradas.



Fotografía 29. Fisuras a los 28 días de la losa con adición del PET – PCR en 1.5 %.



Fotografía 27. Fisuras a los 28 días de la losa con adición del PET – PCR en 0.5 %.



Fotografía 30. Fisuras a los 28 días de la losa convencional



Fotografía 28. V Fisuras a los 28 días de la losa con adición del PET – PCR en 1.0 %.