

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



**TESIS:**

**PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE  
RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL  
SALVADOR – LIMA METROPOLITANA**

**PRESENTADO POR:**

**Bach: CONDORI MAMANI, Alex Fernando**

**Línea de Investigación Institucional:**

Nuevas tecnologías y procesos.

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO – PERÚ**

2022

Ing. MALLAUPOMA REYES, CHRISTIAN  
**Asesor**

## **DEDICATORIA**

A nuestro creador, quien en su infinito comprensión en todo nuestro camino con sabiduría e inteligencia para ser un profesional de bien. A mi madre Gregoria Mamani Condori quien siempre me sostuvo de su diestra y con su fuerza logres avanzars un peldaños más en mi vida.

A mi padre Eustaquio Condori Mamani que desde el cielo sigue cuidando de mí, quien en vida también me brindó su apoyo incondicional.

A mis hermanos que día a día siempre están brindándome su atención para ser un profesional con éxito.

Bach. Condori Mamani, Alex Fernando.

## **AGRADECIMIENTO**

A la UPLA y a su plana docente los mismos que son con sus experiencias y profesionalismos contribuyeron a mis formaciones académica y me inculcaron el amor a mi profesión. de mi asesor Ing. Mallaupoma Reyes, Christian quien me brindo todo su apoyo durante esta investigación.

Bach. Condori Mamani, Alex Fernando.

**HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO**

---

Dr. RUBÉN DARÍO TAPIA SILGUERA  
**Presidente**

---

ING. NATALY LUCIA CÓRDOVA ZORRILLA  
**Jurado Revisor**

---

ING. RANDO PORRAS OLARTE  
**Jurado Revisor**

---

ING. JULIO FREDY PORRAS MAYTA  
**Jurado Revisor**

---

MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA  
**Secretario Docente**

## INDICE

<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO.....</b>	<b>5</b>
<b>INDICE .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>9</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>10</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>12</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>13</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>14</b>
<b>CAPITULO I.....</b>	<b>18</b>
<b>EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION .....</b>	<b>18</b>
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	20
1.2.1. Problema general.....	20
1.2.2. Problemas específicos .....	20
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	20
1.3.1. Justificación práctica o social.....	20
1.3.2. Justificación científica o teórica .....	20
1.3.3. Justificación metodológica .....	20
1.4. DELIMITACIONES .....	20
1.4.1. Delimitación espacial .....	20
1.4.2. Delimitación temporal.....	20
1.4.3. Delimitación económica.....	20
1.5. LIMITACIONES .....	20
1.6. OBJETIVOS.....	21
1.6.1. Objetivo general .....	21
1.6.2. Objetivos específicos.....	21
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>22</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>22</b>
2.1. ANTECEDENTES.....	22
2.1.1. Antecedente Internacional.....	22

2.1.2. Antecedente Nacional .....	23
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	24
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS .....	30
2.4. HIPÓTESIS .....	32
2.4.1. Hipótesis General .....	32
2.4.2. Hipótesis Específicas.....	32
2.5. VARIABLES .....	32
<b>CAPITULO III.....</b>	<b>36</b>
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>36</b>
3.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN .....	36
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	36
3.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN .....	36
3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	36
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	37
3.5.1. Población y muestra .....	37
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	38
3.7. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN .....	38
3.8. TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE DATOS.....	38
3.8.1. Técnica .....	38
3.8.2. Instrumentos .....	40
3.8.3. Validez .....	40
3.8.4. Confiabilidad.....	40
<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>40</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
4.1. DETERMINACION DE LAS CANTIDADES .....	40
4.1.1. Determinación de la cantidad de materiales que se utilizó para el diseño de F'c=210 kg/cm <sup>2</sup> convencional y con incorporación de ceniza de rastrojo de trigo....	40
4.1.2. Determinación de dosificación de proporciones con adición de ceniza de rastrojo de trigo al 5%, 10% y 15% en reemplazo parcial de la arena para probetas cilíndricas. ....	41
4.1.3. Determinación Dosificación de proporciones con adición de ceniza de rastrojo de trigo al 5% 10% y 15% en reemplazo parcial de la arena para probetas cúbicas...	41

4.1.4. Resultados de los especímenes cilíndricos convencional y con la incorporación de ceniza de rastrojo de trigo.....	42
4.1.5. Esfuerzos a flexión del concreto convencional y con incorporación de cenizas de rastrojo de trigo en diferentes periodos. ....	43
4.1.6. Diseño de mezcla ideal con incorporación de ceniza de rastrojo de trigo reemplazando la arena gruesa. ....	44
4.1.7. Presupuesto de un pavimento rígido convencional con un pavimento rígido añadiendo la ceniza de rastrojo de trigo en reemplazo parcial de la arena gruesa. ....	45
4.1.8. Resultado del presupuesto de costo de un pavimento rígido incorporando la ceniza de rastrojo de trigo en un 5%. ....	46
<b>CAPITULO V</b> .....	<b>47</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>47</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>50</b>
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	<b>50</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	<b>51</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>53</b>
ANEXO 01:.....	54
MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	54
ANEXO 02.....	56
- Diseño de Mezcla.....	56
- Análisis granulométrico del agregado Fino. ....	56
- Análisis granulométrico del agregado Grueso. ....	56
- Gravedad específica y absorción. ....	56
- Peso unitario.....	56
ANEXO 03.....	67
-Mapa de ubicación de la cantera. ....	67
- Panel fotográfico de los materiales. ....	67
- Panel fotográfico de los ensayos de laboratorio. ....	67
- Resultados de esfuerzos a la compresión. ....	67
ANEXO 04.....	95
- Resultados de esfuerzos a flexión. ....	95
ANEXO 05.....	108
- Certificados de calibración .....	108

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Operacionalización de la variable. ....	34
<b>Tabla 2.</b> Variables y dimensiones.....	34
<b>Tabla 3.</b> Testigos cilíndricos de concreto. ....	37
<b>Tabla 4.</b> Testigos cúbicos. ....	38
<b>Tabla 5.</b> Resultado de granulometría de los agregados. ....	40
<b>Tabla 6.</b> Dosificación de ceniza de rastrojo de trigo. ....	41
<b>Tabla 7.</b> Dosificación de ceniza de rastrojo de trigo. ....	41
<b>Tabla 8.</b> Rendimiento de los especímenes cilíndricos.....	42
<b>Tabla 9.</b> Resultado de ensayo de esfuerzo a flexión de especímenes.....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diseño de mezcla con incorporación de ceniza de rastrojo de trigo.....	44
<b>Figura 2.</b> Presupuesto de costo pavimento rígido. ....	45
<b>Figura 3.</b> Presupuesto de costo pavimento rígido. ....	46
<b>Figura 4.</b> Ubicación de la cantera San Antonio - Huarochirí & cantera Trapiche. ....	68
<b>Figura 5.</b> Zona principal de ingreso a la cantera. ....	68
<b>Figura 6.</b> Momento que están elaborando el agregado grueso.....	68
<b>Figura 7.</b> Maquinaria para explotar los agregados.....	70
<b>Figura 8.</b> Procesando la piedra chancada. ....	70
<b>Figura 9.</b> Recopilación del agregado grueso. ....	70
<b>Figura 10.</b> Recopilación del agregado fino. ....	70
<b>Figura 11.</b> Manual operador para obtención de los agregados.....	70
<b>Figura 12.</b> Maquinarias en uso para la recopilación de agregados. ....	70
<b>Figura 13.</b> Obtención del agregado grueso de la cantera. ....	71
<b>Figura 14.</b> Explotación del agregado grueso.....	71
<b>Figura 15.</b> Material de la cantera a explotar.....	71
<b>Figura 16.</b> Ensayo para determinar el contenido de humedad del agregado grueso. ....	72
<b>Figura 17.</b> Ensayo para determinar el análisis granulométrico del agregado grueso.....	72
<b>Figura 18.</b> Ensayo para determinar el peso específico del agregado grueso.....	72
<b>Figura 19.</b> Ensayo para determinar el peso unitario del agregado grueso. ....	73
<b>Figura 20.</b> Cuarteo del agregado grueso. ....	73
<b>Figura 21.</b> Se obtiene la muestra representativa del agregado grueso. ....	73
<b>Figura 22.</b> Ensayo para determinar el contenido de humedad del agregado fino. ....	74
<b>Figura 23.</b> Ensayo para determinar el análisis granulométrico del agregado fino.....	74
<b>Figura 24.</b> Ensayo para determinar el peso específico del agregado fino. ....	74
<b>Figura 25.</b> Ensayo para determinar el peso unitario del agregado fino.....	75
<b>Figura 26.</b> Cuarteo del agregado fino.....	75
<b>Figura 27.</b> Se obtiene la muestra representativa del agregado fino.....	76
<b>Figura 28.</b> Ensayo para determinación de granulometría para saturación del agregado grueso. ....	76
<b>Figura 29.</b> Diseño de mezclas de concreto ACI – 211.....	77
<b>Figura 30.</b> Agregando la piedra chancada para la mezcla.....	77

<b>Figura 31.</b> Agregando la arena para la mezcla.....	78
<b>Figura 32.</b> Elaborando la mezcla.....	78
<b>Figura 33.</b> Prueba del SLUMP de concreto. ....	80
<b>Figura 34.</b> Moldes para los ensayos a compresión según normativa ASTM – C39. ....	80
<b>Figura 35.</b> Moldes de 15cm x 15cm x 50cm, para los ensayos a flexión según normativa ASTM C-78.....	80
<b>Figura 36.</b> Obtención de la ceniza de rastrojo de trigo. ....	80
<b>Figura 37.</b> Pesado de ceniza de rastrojo de trigo al 5%. ....	80
<b>Figura 38.</b> Ensayo de esfuerzos a la compresión. ....	93
<b>Figura 39.</b> Realizando los apuntes de la probeta 1 a compresión. ....	93
<b>Figura 40.</b> Probeta 4 a compresión.....	94
<b>Figura 41.</b> Realizando los apuntes de la probeta 6 a compresión. ....	94

## RESUMEN

La presente investigación titulada Pavimento rígido adicionado con cenizas de rastrojo de trigo, se formuló como problema ¿De qué manera influye en el pavimento rígido el adicionado de cenizas de rastrojo de trigo?, así mismo el objetivo general es Determinar la influencia en el pavimento rígido el adicionado de cenizas de rastrojo de trigo, la hipótesis general es: En el pavimento rígido es factible la adición de cenizas de rastrojo de trigo.

Por la naturaleza del estudio el tipo de investigación será aplicada de nivel explicativo y el diseño de investigación experimental. Las técnicas utilizadas son los documentales, registros y los instrumentos serán los diversos ensayos, además de las fichas técnicas.

Se llegó a la conclusión, el pavimento rígido adicionado con cenizas de rastrojo de trigo genera buena resistencia a la compresión.

**Palabras claves:** El pavimento rígido, Cenizas de rastrojo de trigo.

## **ABSTRACT**

The present investigation entitled Rigid pavement added with wheat stubble ashes, was formulated as a problem. How does the addition of wheat stubble ashes influence the rigid pavement? Likewise, the general objective is to determine the influence on the rigid pavement the addition of wheat stubble ashes, the general hypothesis is: In the rigid pavement the addition of wheat stubble ashes is feasible

Due to the nature of the study, the type of research will be applied at an explanatory level and the design of experimental research. The techniques used are documentaries, records and instruments will be the various essays, in addition to the technical sheets.

It was concluded, the rigid pavement added with wheat stubble ashes generates good compressive strength.

**Keywords:** Rigid pavement, Wheat stubble ashes.

## INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la construcción, en la actualidad se tiene un notable desarrollo y gran aceptación en el mercado a nivel mundial y nacional. Esta se encuentra en la etapa de innovación y búsqueda de nuevos métodos, sistemas que permitan facilitar los diversos trabajos para la ejecución de grandes proyectos teniendo en cuenta las necesidades específicas.

Un claro ejemplo es la preocupación por analizar y evaluar las propiedades y características de los materiales básicos usados en el mercado de la construcción, como es el caso del cemento, morteros, concreto, ladrillos, entre otros que son materia indispensable para esta industria.

**(Cueva & Quispe, 2017, p.65)** indican que: “El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes” (p.65).

Concordando con el Autor partiré del término propiedades que es el punto de inicio para la problemática, todo elemento contiene características particulares que hacen único al elemento; en este caso se busca que el concreto muestre un desempeño eficiente para su trabajabilidad.

**(Rivva López, 2000, p.22).** En el estudio de las propiedades del concreto es sustancial, se debe tener en cuenta que están ligadas con las proporciones relativas y características de los elementos complementarios; es decir su consistencia, naturaleza, porción de la pasta es primordial para las peculiaridades del concreto. Siendo la relación agua y cemento la más importante.

Ante lo expuesto de la relación agua- cemento, me enfocare en una propiedad de suma importancia; la retracción es un fenómeno que se genera por la pérdida de humedad del concreto, esto conlleva a un acortamiento de los elementos, lo que a su vez genera esfuerzos internos en las estructuras, si bien es cierto en algunos casos este fenómeno se distribuye de manera óptima en la estructura no ocasionando consecuencias visibles.

(Godoy y Gándara, 2018, p.36), en su artículo científico que lleva por título “El uso de ceniza volante y aditivos en la elaboración del concreto como solución ecológica”, Revista DELOS Desarrollo Local Sostenible, núm. 31, el objetivo de este estudio es el analizar las características que adquiere el concreto al añadir la ceniza volante para determinar los diversos beneficios cuando se varía el porcentaje de dosificación. Afirmando que: los aditivos ofrecen grandes beneficios al hormigón, optimizando sus propiedades, considerando una dosificación no mayor al 6% de la masa del cemento. Una de las grandes peculiaridades que brindan la gama de aditivos es la reducción en el contenido alto y bajo de agua, siendo retardadores de fraguado, son también inclusores de aire que reducen el sangrados y los acelerante de la resistencia inicial. Finalmente, el uso de la ceniza volante al ser añadido al hormigón no solo presenta beneficios técnicos; sino también nos brindan beneficios ambientales, dado que la elaboración de una tonelada de C.P., emana una tonelada de C.O.2. a la atmosfera; y al sustituirla por la ceniza se evitaría tanta producción de CO<sub>2</sub>.

(Huaquisto, 2015, p.178), en su artículo científico titulado “Efecto de la ceniza volante en la resistencia del concreto en condiciones de clima natural” de la revista científica” Investigación Andina”, la investigación es de carácter no experimental, de tipo correccional, considerando las variables de ceniza volante y resistencia al concreto, para ello se empleó 90 muestras distribuidas en los porcentajes 2.5%, 5% , 10% y 15% del peso del cemento para ser evaluados a los 7, 14 y 28 días ( el cemento a reemplazar es tipo I) teniendo una relación de agua y cemento de 0.56 de manera constante para un diseño de  $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$ . El autor concluyo que la ceniza volante empleada en los porcentajes de 3 % y 6% en el diseño de mezclas para mejorar la resistencia, indica que llega a sobrepasar la resistencia estimada cuando se evalúa en el periodo de 28 días. Por otro lado, cuando se reemplaza la ceniza en porcentajes mayores de 6% en el diseño hace perder el resultado final de la resistencia.

Una de las situaciones fundamentales está relacionado con la justificación del estudio que tiene la presente investigación que busca una alternativa ecológica donde se use materiales orgánicos con propiedades aglomerantes, especialmente con el trigo, que es muy fértil en el Perú, obteniendo así un concreto  $F'.c = 2.1.0. \text{ k.g. / cm}^2$  que se pueda emplear en los pavimentos rígidos, incorporando cenizas de rastrojo de trigo, logrando incrementar la resistencia del concreto en los pavimentos rígidos, respetando los parámetros mecánicos

indicados por la normativa vigente. Un resultado adicional es contribuir al empleo de las cenizas de rastrojo de trigo que, debido a su producción en grandes cantidades, a menudo se desecha y se quema. Se vuelve a recalcar que la pavimentación en el Perú no es la adecuada o simplemente por el tiempo de fabricación, está en un deterioro constante.

Este estudio de investigación es referido al mejoramiento del concreto utilizando cenizas de rastrojo de trigo como materia prima, y se define a la ceniza de este producto como agente que proporcionará mejoras al concreto y que dicha afirmación, será comprobada en el desarrollo de la investigación en el distrito de Villa el Salvador – Lima Metropolitana. No cuenta con investigaciones sobre el diseño de concreto de pavimentos que se incorpore materiales alternativos del Perú como las cenizas de rastrojo de trigo, hay poco interés cuando investigan nuevos materiales para usar en concreto, se rigen por los fabricantes tradicionales de concreto de la provincia. En tal sentido, La investigación tiene una repercusión en el campo de la invención tecnológica y la adquisición de conocimiento que genera estas nuevas investigaciones que contribuirán a la conservación del medio ambiente y contribuirán a la reducción de la contaminación ambiental ocasionado en su gran mayoría por las industrias de cemento. Por lo tanto, el uso de cenizas de rastrojo de trigo contribuye al uso de materiales renovables no contaminantes. Otro de los fines de la investigación es que también va a producir una mejor comprensión del empleo de materiales pulilánimos artificiales en el hormigón. Del mismo modo, las conclusiones del estudio permitirán demostrar que la incorporación de cenizas de rastrojo de trigo mejora la compresión del hormigón en sus propiedades.

Esta investigación tuvo como hipótesis general la Calidad de un pavimento rígido, tendrá mayor resistencia a compresión y flexión, incorporando las cenizas de rastrojo de trigo y las hipótesis específicas en el porcentaje de cenizas de rastrojo de trigo que se debe añadir al diseño de mezcla del concreto  $f'c. = 2.1.0. \text{ k.g./c.m.}^2$  en reemplazo parcial de la arena gruesa será del 5%, 10% y 15% respectivamente, La resistencia a la compresión que tiene el concreto a los 7, 14 y 28 días con adición de ceniza de rastrojo de trigo, será superior con respecto al concreto patrón , La resistencia a flexión que tiene el concreto a los 7, 14 y 28 días con adición de ceniza de rastrojo de trigo, será mayor con respecto al concreto patrón y el diseño de mezcla con adiciones de ceniza de rastrojo de trigo será de menor costo que el diseño de mezcla convencional.

Finalmente, “una de las partes fundamentales es los objetivos que en la investigación tuvo como general, Establecer la Calidad de un pavimento rígido incorporando la ceniza de rastrojo de trigo para mejorar la resistencia a compresión y” flexión.

Es específico conocer el porcentaje de cenizas de rastrojo de trigo que se debe añadir al diseño de mezcla del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en reemplazo parcial de la arena gruesa, determinar la resistencia a compresión del concreto convencional y con la adición de cenizas de rastrojo de trigo a los 7, 14 y 28 días, determinar la resistencia a flexión del concreto convencional y con la adición de ceniza de rastrojo de trigo a los 7, 14 y 28 días y elaborar el presupuesto del diseño de mezcla convencional en comparación con el diseño de mezcla añadiendo los porcentajes de las cenizas de rastrojo de trigo.

Por consiguiente, para tener un correcto desarrollo de la investigación, esta se compuso de 5 capítulos.

**Capítulo I:** En este capítulo se desarrolla el planteamiento del problema; formulación y organización del problema general y específicos; la justificación práctica o social, científica o teórica y metodológica; la delimitación espacial, temporal y económica; las limitaciones y objetivos general y específicos.

**Capítulo II:** Se expresan los antecedentes internacionales y nacionales, el marco conceptual relacionado a pavimentos rígidos, las normas técnicas, la definición de términos, el planteamiento de las hipótesis general y específicos, la definición de las variables conceptual y operacional y la operacionalización de las variables.

**Capítulo III:** En este capítulo se destaca el método de investigación; los tipos de investigación; el nivel de investigación; el diseño de la investigación; la población y muestra; las técnicas e instrumentos de recolección de datos, el procesamiento de la información; las técnicas y análisis de datos.

**Capítulo IV:** Aquí se determinan los resultados obtenidos sobre la adición de las cenizas de rastrojo de trigo, se obtiene los resultados del laboratorio y su proceso de cálculo para su análisis representativo.

**Capítulo V:** Se precisa los antecedentes del estudio y el marco conceptual desarrollado. Finalmente se especificaron las conclusiones, las recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos.

**Bach. Condori Mamani, Alex Fernando**

## CAPITULO I

### EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACION

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, no existen suficientes estudios sobre la adición de la ceniza de rastrojo de trigo en concretos tradicionales en el departamento de Lima, por ello surge la idea de poder adicionar este elemento en mezclas de concreto tradicionales, con la finalidad de obtener posibles mejoras en la resistencia a la compresión de este nuevo concreto adicionado con ceniza de rastrojo de trigo.

La ceniza es conocida por sus beneficios en términos de resistencia en mezclas de concreto; también la ceniza de rastrojo de trigo se considera como un material puzolánico; ya que posee un alto contenido de óxido de sílice y óxido de aluminio, los cuales junto con el hidróxido de calcio generan un material cementante.

Ante la necesidad de contar con productos que tengan un mejor comportamiento bajo la acción de tránsito vehicular y de los distintos factores ambientales, se han desarrollado procesos y fórmulas que permiten la fabricación de pavimentos que mejoren las propiedades físico mecánicas, mediante la acción de ser modificada.

En la ciudad de Lima debido a la variación de la temperatura, alto volumen de tránsito, la falta de control de carga para vehículos pesados y otras causas, existe la posibilidad que se presenten deterioros tempranos en sus pavimentos por efectos de la falla por deformación permanente.

En la zona urbana de Lima se encuentran diferentes pavimentos rígidos con fallas estructurales como: fisuras longitudinales, fisuras transversales, exudación, deformación por deficiencia estructural, ahuellamiento visco elástico, que posiblemente se dan por cambios bruscos de temperatura, precipitaciones, erosión, corrientes de agua, el creciente volumen de tránsito y la capacidad portante del suelo que soporta la infraestructura vial.

Ante la necesidad de contar con productos que tengan un mejor comportamiento bajo la acción del tránsito vehicular sobre la carpeta de rodadura y para conservar el medio ambiente local, es por eso que surge la investigación del pavimento rígido adicionado con cenizas de rastrojo de trigo con el fin de mejorar

sus propiedades físico- mecánicas, dándole otra alternativa de reciclaje a materiales inorgánicos no biodegradables.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es la Calidad de un pavimento rígido incorporando cenizas de rastrojo de trigo para mejorar la resistencia a compresión y flexión del pavimento rígido?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Qué porcentaje de cenizas de rastrojo de trigo se debe añadir al diseño de mezcla del concreto  $f'c = 2.1.0. \text{ k.g./c.m.}^2$  en reemplazo parcial de la arena gruesa?
- b) ¿Cuál es la resistencia a la compresión que tiene el concreto a los .7, .1.4 y 28 días con adición de cenizas de rastrojo de trigo, con respecto al concreto patrón?
- c) ¿Cuál es la resistencia a flexión que tiene el concreto a los 7., 1.4. y 2.8. días con adición de cenizas de rastrojo de trigo, con respecto al concreto patrón?
- d) ¿Cuál es la diferencia en costos entre el diseño de mezcla añadiendo la ceniza de rastrojo de trigo y el diseño de mezcla convencional?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN**

### **1.3.1. Justificación práctica o social**

La investigación se enmarca dentro de la tecnología y las Normas correspondientes, el aporte justificativo parte de lo aplicado tecnológicamente y está en un proceso de incorporación y aplicación dentro de la Ingeniería Peruana. Con la investigación, se caracterizará los agregados y se estipulará una metodología de cálculo, diseño y elaboración de los diseños de pavimento rígido.

### **1.3.2. Justificación científica o teórica**

Se justifica a través de la aplicación de una nueva concepción tecnológica para un modelo constructivo basado en la incorporación de cenizas de rastrojo de trigo en los

diseños de pavimento, teniendo en cuenta que la tecnología tradicional que se han aplicado no está garantizando estructuralmente las edificaciones en los pavimentos.

### **1.3.3. Justificación metodológica**

La metodología se basó en el enfoque cuantitativo, trabajo con una población de estudio que está conformado por 72 probetas de concreto; 36 probetas cilíndricas (0.15m x 0.30m.) y 36 probetas cúbicas (0.15 metros x 0.15 metros x 0.50 metros), las cuales se incorporó el 5%, 10% y 15% de ceniza de rastrojo de trigo, las cuales fueron evaluadas a 7, 14 y 28 días respectivamente; en tal sentido, se evaluó a los testigos cilíndricos con ensayos de resistencia a la compresión y las probetas cúbicas se realiza el ensayo a flexión.

## **1.4. DELIMITACIONES**

### **1.4.1. Delimitación espacial**

El estudio delimita espacialmente al departamento de Lima, provincia de Lima, distrito de Villa el salvador.

### **1.4.2. Delimitación temporal**

La investigación se ejecutó durante los meses de setiembre a febrero del 2020 año en el que se recopiló la información.

### **1.4.3. Delimitación económica**

La elaboración de la investigación fue autofinanciada, para la obtención de materiales, ensayos realizados en laboratorio y demás gastos que se hicieron para la culminación de esta investigación.

## **1.5. LIMITACIONES**

En la presente investigación hubo como limitación más importante la poca experiencia de los laboratorios en realización de ensayos.

Otra limitación fue el desconocimiento de la forma o proceso de aplicación de la ceniza de rastrojo de trigo.

## 1.6. OBJETIVOS

### 1.6.1. Objetivo general

Establecer la Calidad de un pavimento rígido incorporando la ceniza de rastrojo de trigo para mejorar la resistencia a compresión y flexión del pavimento rígido.

### 1.6.2. Objetivos específicos

- a) Conocer el porcentaje de ceniza de rastrojo de trigo que se debe añadir al diseño de mezcla del concreto f.'c. = .2.1.0. k.g./c.m.2. en reemplazo parcial de la arena gruesa.
- b) Determinar la resistencia a compresión del concreto convencional y con la adición de ceniza de rastrojo de trigo a los .7, .1.4. y .2.8. días.
- c) Determinar la resistencia a flexión del concreto convencional y con la adición de ceniza de rastrojo de trigo a los .7., .1.4. y .2.8. días.
- d) Elaborar el presupuesto del diseño de mezcla convencional en comparación con el diseño de mezcla añadiendo los porcentajes de la ceniza de rastrojo de trigo.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES

##### 2.1.1. Antecedente Internacional

Ribas (2016) en la tesis “Aplicación y Comparación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la conservación y mantenimiento del tramo pr 00+000 – pr 01+020 de la vía al LLano (dg 78 bis sur – calle 84 sur) en la UPZ Yomasa” Señala que en las metodologías V.I.Z.I.R. y P.C.I. se establecen los diferentes tipos de daños y mediciones, adoptadas a países en el exterior las cuales han sido modificadas y calibradas para nuestro ámbito local, es necesaria la implementación de estos métodos con el fin de dar un diagnóstico del desempeño del pavimento y así lograr identificar e interpretar el estado en el que se encuentra para con ello determinar el procedimiento o intervención que requiere la vía.

Escalera Cruz, (2008) En su tesis Estudio de Morteros de Cemento Portland con Ceniza de Rastrojo de Maíz: Posibilidad de uso en construcción rurales Universidad Politécnica de Valencia – España. En este trabajo de investigación se realiza una calcinación a temperaturas entre 400 a 1000 °C, entre estas temperaturas la que da una mejor composición mineralógica es la de 700 °C, con composición de Caolinita y Sanidina, que en su mayoría tiene contenido de Cal y Silicio; luego se realizó ensayos de resistencias a los 28 días, 56 días y 90 días; los resultados demuestran que tiene una composición de puzolana teniendo una resistencia a compresión similar a las de los morteros de control que se tuvieron en la investigación.

Instituto de Desarrollo Urbano I.D.U. (2008), el procedimiento más utilizado en la rehabilitación de pavimentos flexibles y rígidos ha sido la colocación de sobre-carpetas de concreto asfáltico; sin embargo, no ha sido una alternativa totalmente eficiente puesto que en muchas ocasiones no se ha considerado adecuadamente el estado y la capacidad estructural del pavimento fisurado y la calidad de la mezcla asfáltica a utilizarse como sobre-carpetas de rehabilitaciones, lo que

conlleva a la aparición de fallas prematuras, afectando el desempeño y vida útil del pavimento restaurado.

INVIAS (2007) el Instituto Nacional de Vías señala que la degradación progresiva de las estructuras parece estar asociada al aumento de cargas de los vehículos comerciales que superan las de diseño y a la generalizada ausencia de actividades de mantenimiento rutinario y periódico.

### **2.1.2. Antecedente Nacional**

Porta (2016) en la tesis “Evaluación y comparación de metodologías índice de condición de pavimento (pci) y visión e inspección de zonas e itinerarios de riesgo (vizir) en la avenida Mariscal Castilla tramo fundo el Porvenir – La Victoria” señala que a lo largo de su vida útil las estructuras de pavimento necesitan labores de mantenimiento y rehabilitación constante, en base a un diagnóstico oportuno, para determinar el estado situacional de las vías, comparar y analizar el porqué de los resultados y determinar la serviciabilidad de las mismas.

Meza Duran, León Medina (2016) en su tesis “Análisis por variabilidad de resistencia a compresión de calidad 210 kg/cm<sup>2</sup> concreto usando aditivos superplastificantes y micro sílice con cemento IP con agregado de la cantera de Huancabamba y pampas en la ciudad del Andahuaylas departamento de Apurímac”. Se demostró que al adicionar un superplastificante y micro sílice al 10% respecto al peso del cemento; incrementando su resistencia a la compresión hasta 397 kg/cm<sup>2</sup> con respecto a un concreto patrón de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Arévalo (2009) en la tesis “Rehabilitación de pavimentos rígidos en base al estudio de la carretera Taija – Potosí” señala que es de suma importancia la acertada evaluación e identificación de los diferentes tipos de fallas, esto determinará las causas de las fallas y permitirá analizar las posibles alternativas de solución y por consiguiente la acertada elección de la alternativa de rehabilitación del pavimento rígido.

Morales (2005) en la tesis “Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo, se hace mención a las diferentes propuestas para rehabilitar los pavimentos, de los cuales el más resaltante es: Diseño de sobrecapas de refuerzo sobre pavimentos rígidos (concreto asfáltico como

material de refuerzo y concreto de cemento portland como material de refuerzo), donde se detalla todos los procedimientos que se deben tener en cuenta para diseñar las sobrecapas, además también detalla sobre el proceso constructivo para cada propuesta de rehabilitación.

Rosaura Vásquez A., Bach. Patricia Vigil. (2000) en su tesis “Las cenizas de cascara de arroz, adición puzolánica en cemento y concreto”. Universidad de Piura. De la Investigación: Mediante la Calcinación controlada de la cascara de arroz, a 400°C se ha obtenido una ceniza que consiste esencialmente en sílice amorfa, con un alto contenido de SiO<sub>2</sub> (93%); los cementos Portland estudiados con la adición de la puzolana de Ceniza de Cáscara de Arroz, mejoran sus resultados en los ensayos de resistencia a la compresión; estos demuestran la factibilidad de la técnica de elaboración utilizada, el mejor comportamiento de la adición de esta ceniza es al 30% de su adicción.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. Pavimentos**

De acuerdo a la Norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), existen dos puntos de vista para definir un pavimento: el de la Ingeniería y el del usuario. De acuerdo a la Ingeniería, el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado período de tiempo. Desde el punto de vista del usuario, el pavimento es una superficie que debe brindar comodidad y seguridad cuando se transite sobre ella. Debe proporcionar un servicio de calidad, de manera que influya positivamente en el estilo de vida de las personas.

#### **A. Clasificación de los pavimentos**

No siempre un pavimento se compone de las capas señaladas en la figura. La ausencia o reemplazo de una o varias de esas capas depende de diversos factores, como por ejemplo del soporte de la subrasante, de la clase de material a usarse, de la intensidad de tránsito, entre otros. Por esta razón, pueden identificarse 3

tipos de pavimentos, que se diferencian principalmente por el paquete estructural que presentan: Pavimento flexible, Pavimento rígido, Pavimento híbrido.

#### **a) Pavimento flexible**

También llamado pavimento asfáltico, el pavimento flexible está conformado por una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, la cual permite pequeñas deformaciones en las capas inferiores sin que la estructura falle. Luego, debajo de la carpeta, se encuentran la base granular y la capa de subbase, destinadas a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito. Finalmente está la subrasante que sirve de soporte a las capas antes mencionadas. El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un período de vida de entre 10 y 15 años, pero tiene la desventaja de requerir mantenimiento periódico para cumplir con su vida útil.

#### **b) Pavimentos rígidos**

Son aquellos formados por una losa de concreto Pórtland sobre una base, o directamente sobre la sub-rasante. Transmite directamente los esfuerzos al suelo en una forma minimizada, es auto-resistente, y la cantidad de concreto debe ser controlada.

##### ➤ **Subrasante**

La subrasante es el soporte natural, preparado y compactado, en la cual se puede construir un pavimento. La función de la subrasante es dar un apoyo razonablemente uniforme, sin cambios bruscos en el valor soporte, es decir, mucho más importante es que la subrasante brinde un apoyo estable a que tenga una alta capacidad de soporte. Por lo tanto, se debe tener mucho cuidado con la expansión de suelos.

##### ➤ **Sub-base**

La capa de subbase es la porción de la estructura del pavimento rígido, que se encuentra entre la subrasante y la losa rígida. Consiste de una o más capas compactas de material granular o estabilizado; la función principal de la subbase es prevenir el bombeo de los suelos de granos finos. La subbase es obligatoria cuando la combinación de suelos, agua, y tráfico pueden generar el bombeo. Tales condiciones se presentan con frecuencia en el diseño de pavimentos para vías

principales y de tránsito pesado. Entre otras funciones que debe cumplir son:

1. Proporcionar uniformidad, estabilidad y soporte uniforme.
2. Incrementar el módulo (K) de reacción de la subrasante.
3. Minimizar los efectos dañinos de la acción de las heladas.
4. Proveer drenaje cuando sea necesario.
5. Proporcionar una plataforma de trabajo para los equipos de construcción.

➤ **Losa**

La losa es de concreto portland, tiene un costo inicial más elevado que el pavimento flexible y su período de vida varía entre 20 y 40 años. El mantenimiento que requiere es mínimo y se orienta generalmente al tratamiento de juntas de las losas.

**c) Pavimentos híbridos**

Al pavimento híbrido se le conoce también como pavimento mixto, y es una combinación de flexible y rígido. Por ejemplo, cuando se colocan bloquetas de concreto en lugar de la carpeta asfáltica, se tiene un tipo de pavimento híbrido.

**B. Definiciones de fallas**

La falla estructural implica una degradación de la estructura del pavimento. Se presenta cuando los materiales que conforman la estructura, al ser sometida a repeticiones de carga por acción del tránsito, sufren un agrietamiento estructural relacionado con la deformación o la tensión horizontal por tracción en la base de cada capa, esto se denomina falla por fatiga.

**Cuantificación de las fallas**

Las fallas visibles deben ser cuantificadas de acuerdo a los siguientes parámetros: tipo, severidad y extensión. El tipo se refiere a que, si son fallas funcionales o estructurales, la severidad queda definida por la apariencia de la falla expresada en porcentaje, en unidad de longitud por una descripción comparativa, o por una combinación de ellas, puede ser alta, media o baja. La extensión se expresa en orden de magnitud o en porcentaje de las juntas, del número de paños o de la longitud de la vía afectada.

**a. Fallas funcionales**

Son leves relativamente, cuando un pavimento ha perdido su función inicial o asignada de antemano, se acepta que tiene falla funcional; generalmente está localizada en la capa superficial del pavimento y causa cierta incomodidad en los pasajeros que transitan la vialidad. Pueden detectarse por simple observación visual. Entre las principales fallas funcionales tenemos: escalonamiento que es la principal causa de la rugosidad, superficie pulida, baches pequeños, fisuramiento por retracción, desintegración, etc.

#### **b. Fallas estructurales**

Pueden originarse en una o varias capas del pavimento, son graves, consisten en el rompimiento del pavimento por la falla estructural de alguna o varias de sus capas o por la incapacidad del suelo que lo soporta. Estos deterioros cuando están muy avanzados, imposibilitan al pavimento para resistir las cargas que se le imponen en la superficie. Entre las principales fallas estructurales tenemos: grietas (longitudinal, transversal, de esquina), punzonados, levantamientos, agrietamiento por durabilidad, etc. Muchas de estas fallas no son provocadas por la acción del tránsito sino por otras causas como son: malas técnicas de construcción, agrietamiento por baja temperatura, etc. No obstante, esto, la acción del tráfico acelera el proceso de deterioro.

- Fallas por defectos constructivos: Se trata de pavimentos que quizá estuvieron formados por materiales suficientemente resistentes, pero en cuya construcción se han producido errores o defectos que afectan el comportamiento conjunto.
- Fallas por fatiga comunes en los pavimentos rígidos: Existen distintas fallas comunes en los pavimentos, fallas por cortante, agrietamiento longitudinal, consolidación del terreno de cimentación.
- Consolidación del terreno de cimentación: La consolidación del terreno de cimentación produce distorsión del pavimento independientemente de los espesores o de su condición estructural. Se puede producir agrietamientos longitudinales y con trayectoria circular.
- Factores que pueden afectarse a la Fallas por Fatigas:

#### **a. Índices medios diarios**

Es el volumen de tránsito promedio ocurrido en un período de 24 horas promedio del año. (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, DG- , Perú). Los aspectos que se han de considerarse son: tránsito, Conteo de tráfico histórico y actuales, carga y presión de inflado, número de repeticiones de las cargas, radio de influencia de las cargas, configuración de ejes y llantas, distribución transversal del tráfico, velocidad y frenado de los vehículos, estadísticas de sobre cargas de los vehículos. Con toda esta información se analiza la estructura dándonos la posibilidad de adquirir un adecuado nivel de entendimiento sobre el comportamiento del pavimento existente, se emiten los primeros diagnósticos de situación. Todo esto puede influenciar a una falla por fatiga, es por esta razón que todos estos elementos se tienen que considerar; y analizar los patrones de influencia en la falla por fatiga.

#### **b. Clima**

Definimos como los conjuntos de características atmosféricas de un lugares o zona geográfica.

#### **c. Materiales a Utilizar**

Materiales de orígenes pétreos compuestos por partículas de orígenes aluvial o por trituraciones de roca.

### **2.2.2. Ceniza de rastrojo de trigo**

#### **A. Definición del rastrojo de trigo**

El estudio se trabajará con Plantas de trigo obtenidas en el departamento de Lima, provincia de Lima, distrito de Villa el Salvador; Esta planta tiene un crecimiento rápido; el tallo es recto y cilíndrico de tipo herbáceo poco ramificado y hueco. Presenta hojas alargadas y rectas paralelinervias y terminada en puntas con una longitud de 15 a 25 cm. Cada planta tiene de 4 a 6 hojas. En cada nudo nace una hoja, esta se compone de vaina y limbo, entre estas dos partes existe una que recibe el nombre de cuello de cuyas partes laterales salen unas prolongaciones llamadas aurículas. (Cruz, 2008)

#### **B. Definiciones de cenizas de rastrojos de trigos**

El rastrojos se llama en sí a las plantas secas; al ser calcinado a 400°C, alcanza un nivel de composición de Caolinita (A.1.2.S.i.2.o.5. (O.H.)4., N.a.4.C.a.

(S.o.4.)3., K.C.a. (P.O.3.).3.; y sanidina (N.a,k)A.1..S.i.3.O.8.); que tienen alta composición de puzolana.

### **1. Resistencia a la compresión**

La resistencia a la compresión se define como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto. Expresado en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm<sup>2</sup>), mega pascales (M.P.a.) o en libras por pulgadas cuadradas (lb/pulg<sup>2</sup> o PSI) a una edad de 28 días. Se pueden utilizar otras edades para las pruebas, pero es importante saber componente simbología porcentaje existente silicio (S.i.O.2.) 7.0.2.0.% Aluminio (A.1.2.O.3.) 0.8.8.% Calcioa (C.a.O.) 5.10% 40 la relación entre la resistencia a los 28 días y las resistencias en otras edades. La resistencia a los 7 días normalmente se estima como 75% P de la resistencia a los 28 días. La resistencia a la compresión especificada se designa con el símbolo de f'c. La resistencia a la compresión del concreto se mide mediante unos testigos de 30cm de altura por 15 centímetros de diámetro, llevándole hasta la ruptura mediante cargas que se incrementan relativamente rápidos esto dura unos pocos minutos. La resistencia a la compresión del concreto es la medida más común de desempeño que emplea los ingenieros para diseñar edificios y otras estructuras. La resistencia a la compresión se mide fracturando probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayo de compresión . La resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de ruptura dividida por el área de la sección que resiste a la carga y se reporta. Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se emplean fundamentalmente para determinar que la mezcla de concreto suministrada cumpla con los requerimientos de la resistencia específica, f<sub>c</sub>, en la especificación de trabajo. (Farfán, 2000).

### **2. Resistencias a las flexiones**

Las resistencias a la flexión es una medida de las resistencias a las tracciones del concreto. Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor. La resistencia a la flexión se expresa como el módulo de rotura (M.r.). El módulo de rotura es cerca del 1.0.% al 2.0.% de las resistencias a compresiones, en dependencias del tipos,

dimensiones y volúmenes del agregado grueso utilizando, sin embargo, la mejor correlación para los materiales específicos es obtenida mediante ensayos de laboratorio para los materiales dados y el diseño de la mezcla. El módulo de rotura determinada por la viga cargada en los puntos tercios es más bajo que el módulo de rotura determinado por la viga cargada en el punto medio. Los diseñadores de pavimentos utilizan una teoría basada en la resistencia a la flexión, se utiliza muy poco el ensayo a flexión para el concreto estructural. (Farfán, 2000)

### **3. Módulo de rotura**

Resistencia máxima determinada en un ensayo de flexión o torsión. En un ensayo de flexión, el módulo de rotura en la flexión es el esfuerzo máximo en la fibra cuando se produce el fallo. En un ensayo de torsión, el módulo de rotura en la torsión es el esfuerzo de cizalladura máximo de la fibra extrema de un miembro circular cuando se produce el fallo. Sinónimos: resistencia a la flexión. El Módulo de rotura tiene una relación entre el 10 y 20% de la resistencia a la compresión ( $f'c$ ). (RivaLopez, 2010).

## **2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS**

**Absorción de Agua.** - Masa de agua necesaria para llevar un material pétreo del estado seco al estado saturado superficialmente seco. Se expresa como porcentaje referido a la masa del pétreo seco.

**Ahuellamiento** (pavimento flexible).- Depresión longitudinal del pavimento que coincide con la zona donde pasan con mayor frecuencia las ruedas de los vehículos (huella).

**Árido Grueso.** - Árido retenido en el tamiz de abertura nominal 5 mm cuando se emplea en hormigón y 2,5 mm cuando se utiliza en asfalto.

**Árido Integral.** - Árido grueso y árido fino mezclados en proporción no definida.

**Árido Natural.** - Árido procedente de yacimientos pétreos y que no ha sido sometido a tratamiento alguno.

**Briqueta.** - Espécimen de prueba estándar de 64 mm (2 ½") de alto y 102 mm (4") de diámetro usado en el método Marshall.

**Cara Fracturada.** - una cara angular, lisa o superficie fracturada de una partícula de agregado formada por trituración, otros medios artificiales o por la naturaleza.

**Cemento asfáltico.** - Asfalto clasificado de acuerdo a ciertos criterios establecidos para Mezclas en caliente y otros usos.

**Equivalente de Arena.** - Porcentaje de arena propiamente tal con respecto al total de arena y de impurezas coloidales floculadas, particularmente arcillosas, húmicas y eventualmente ferruginosas, presentes en un pétreo fino (bajo tamiz 5 mm).

**Esponjamiento (arenas).** - Aumento aparente de un volumen dado de arena cuando aumenta su humedad libre.

**Grado de saturación.** - Se dice que un suelo está saturado cuando el agua ocupa la totalidad de sus huecos. El grado de saturación es el cociente entre el volumen de agua y el volumen total de vacío. Se expresa en porcentaje.

**Granulometría de un Árido.** - Distribución porcentual en masa de los distintos tamaños de partículas que constituyen un árido, determinada de acuerdo con el A0506.

### **Pavimentos**

De acuerdo a la Norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), existen dos puntos de vista para definir un pavimento: el de la Ingeniería y el del usuario.

### **Rastrojo de trigo.**

El estudio se trabajará con Plantas de trigo en el departamento de Lima, provincia de Lima, distrito de Villa el Salvador; Esta planta tiene un crecimiento rápido; el tallo es recto y cilíndrico de tipo herbáceo poco ramificado y hueco. Presenta hojas alargadas y rectas paralelinervias y terminada en puntas con una longitud de 15 a 25 cm. Cada planta tiene de 4 a 6 hojas. En cada nudo nace una hoja, esta se compone de vaina y limbo, entre estas dos partes existe una que recibe el nombre de cuello de cuyas partes laterales salen unas prolongaciones llamadas aurículas. . (Cruz, 2008)

### **Ceniza de rastrojo de trigo**

El rastrojo se llama en si a la planta seca; al ser calcinado a 400°C, alcanza un nivel de composición de Caolinita ( $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ ),  $Na_4Ca(SO_4)_3$ ,  $KCa(PO_3)_3$ ; y sanidina ( $(Na,k)AlSi_3O_8$ ); que tienen alta composición de puzolana.

### **Resistencia a la flexión**

La resistencia a la flexión es una medida de la resistencia a la tracción del concreto. Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada.

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. Hipótesis General**

La Calidad de un pavimento rígido Tendrá mayor resistencia a compresión y flexión, incorporando la ceniza de rastrojo de trigo del pavimento rígido.

### **2.4.2. Hipótesis Específicas**

- a) El porcentaje de ceniza de rastrojo de trigo que se debe añadir al diseño de mezcla del concreto f.'c. = 2.1.0. k.g./c.m.2. en remplazo parcial de la arena gruesa será del 5.%, 10.% y 15.% respectivamente.
- b) La resistencia a la compresión que tiene el concreto a los 7., 1.4. y 2.8. días con adición de ceniza de rastrojo de trigo, será superior con respecto al concreto patrón.
- c) La resistencia a flexión que tiene el concreto a los 7., 1.4. y 2.8. días con adición de ceniza de rastrojo de trigo, será mayor con respecto al concreto patrón.
- d) El diseño de mezcla con adiciones de ceniza de rastrojo de trigo será de menor costo que el diseño de mezcla convencional.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. Definición conceptual de la variable**

#### **A. Variable independiente (X)**

- **Calidad de un pavimento rígido incorporando la ceniza de rastrojo de trigo.** - incorporando la ceniza de rastrojo de trigo para mejorar la resistencia a compresión y flexión, tiene una línea de investigación de

Diseño de Infraestructura Vial. Este trabajo se evaluó la resistencia mecánica del concreto en diferentes periodos.

#### **B. Variable dependiente (Y)**

- **Resistencia a compresión y flexión del concreto.** - Este concreto tiene la propiedad de tener un alto nivel de elasticidad y de elevados esfuerzos mecánicos de resistencia a lo que es sometido, demostrando la eficiencia y la durabilidad del pavimento. También cabe mencionar que este pavimento está compuesto de diferentes capas que a continuación se estudiará (Sánchez, 2002, p.15)

### **2.5.2. Definición operacional de la variable**

#### **A. Variable independiente (X)**

- **Calidad de un pavimento rígido incorporando la ceniza de rastrojo de trigo.** – Calidad de un pavimento rígido incorporando la ceniza de rastrojo de trigo para mejorar la resistencia a compresión y flexión, es específico conocer el porcentaje de ceniza de rastrojo de trigo que se debe añadir al diseño de mezcla del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  en remplazo parcial de la arena gruesa, determinar la resistencia a compresión del concreto convencional y con la adición de ceniza de rastrojo de trigo a los 7, 14 y 28 días, determinar la resistencia a flexión del concreto convencional y con la adición de ceniza de rastrojo de trigo a los 7, 14 y 28 días y elaborar el presupuesto del diseño de mezcla convencional en comparación con el diseño de mezcla añadiendo los porcentajes de la ceniza de rastrojo de trigo.

#### **B. Variable dependiente (Y)**

- **Resistencia a compresión y flexión del concreto.** - La población de estudio está conformada por 72 probetas, de las cuales 36 probetas son para esfuerzos a compresión y 36 a flexión, que en cada caso se incorporaron 5%, 10% y 15% de ceniza de rastrojo de trigo y que fueron realizados las pruebas a los 7, 14 y 28 días respectivo; así mismo, tiene como objetivo Incorporar la ceniza de rastrojo de trigo para mejorar la resistencia a compresión y flexión del pavimento rígido. Los resultados obtenidos a los 28 días con incorporación de ceniza de rastrojo de trigo de 5% fue de 2.2.1.3.3. k.g./c.m.2., mientras del concreto convencional y con la incorporación de ceniza de rastrojo de trigo de 10%, 15%, fue de 2.1.6.6.7. kg/cm<sup>2</sup>, 2.1.8.6.7. k.g./c.m.2. y 2.1.7.00 k.g./c.m.2. respectivamente, en tal sentido, se obtuvo

una mayor resistencia a la compresión con 5% de incorporación de ceniza de rastrojo de trigo.

### 2.5.3. Operacionalización de la variable

*Tabla 1. Operacionalización de la variable.*

<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: PAVIMENTO RIGIDO</b>	<b>PROPIEDADES MECANICAS</b>	Calidades de unos pavimentos rígidos incorporando la ceniza de rastrojo de trigo	<b>FORMATOS DE LABORATORIO</b>
<b>VARIABLE DEPENDIENTE: ADICION DE CENIZAS DE TRIGO</b>	<b>PORCENTAJE DE CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO</b>	Resistencias a compresiones y flexiónese de los concreto	<b>FICHAS DE LABORATORIO</b>

Fuente: Elaboración del tesista

*Tabla 2. Variables y dimensiones.*

Fuente: Elaboración del tesista

<b>VARIABLES Y DIMENSIONES</b>	
<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>
<b>CALIDADES DE UNOS PAVIMENTOS RÍGIDOS INCORPORANDOS LA CENIZA DE RASTROJO DE TRIGO</b>	Análisis Granulométrico
	Diseño de mezcla con la incorporación del 5%, 10% y 15%
<b>RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIONES DE LOS CONCRETO</b>	A.S.T.M.: C.3.9.-.2.0.0.4. . Este ensayo permite la determinación de las resistencias a la compresión ( $f'c$ ) de los especímenes cilíndricos de concreto.
	A.S.T.M. C.-.7.8.: Ensayo de resistencia a la flexión.

## **CAPITULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN**

Los métodos a utilizar según Bernal, (2000), se utilizará como métodos teóricos el deducción e inducción; y como métodos específicos se utilizará la observación y la experimentación; los teóricos se interesan por la comprensión general para entender el comportamiento específico, además los específicos se interesan por identificar las cualidades y características del hecho y al mismo tiempo manipular las variables.

### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación por la naturaleza del estudio será aplicado, según Carrasco, (2005), “ella trata de comprender y resolver el problema”, para el estudio pavimento rígido adicionado con cenizas de rastrojo de trigo.

### **3.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN**

El estudio por el nivel de profundidad será **Explicativo** según Caballero (2009), manifiesta “Responden a la pregunta: ¿Por qué?, es decir, por qué es así la realidad objeto de investigación. Son causales, ya que plantean hipótesis explicativas mediante el cruce o relación de variables”.

### **3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

La investigación realizada tiene un enfoque cuantitativo de manera que los conceptos expuestos son verificados con teorías ya resueltas en antiguos proyectos de investigación, pudiendo cuantificar las variables.

Este estudio es el experimental, tiene un modelo que se emplea para el diseño de mezcla añadiendo la ceniza de rastrojo de trigo que está registrado en el comité ACI 211.

El diseño de este estudio es el siguiente:

O	X1	M1	M2	M3	M4
---	----	----	----	----	----

Dónde:

O: Unidades de análisis

X: Estímulos

M: Métodos de variables

### 3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

#### 3.5.1. Población y muestra

La población de estudio está conformada por 72 probetas de concreto; 36 probetas cilíndricas (0.15 metros x 0.30 metros.) y 36 probetas cúbicas (0.15 metros x 0.15 metros x 0.50 metros), las cuales se incorporó el 5%, 10% y 15% de ceniza de rastrojo de trigo, las cuales fueron evaluadas a 7, 14 y 28 días respectivamente; en tal sentido, se evaluó a los testigos cilíndricos con ensayos de resistencia a la compresión y las probetas cúbicas se realiza el ensayo a flexión.

En el Distrito de Villa el Salvador – Lima Metropolitana se obtuvo el material a incorporar (ceniza de rastrojo de trigo) en los diferentes centros de acopio, por otro lado, el diseño de mezcla requiere de agregados que se obtuvo de la Cantera Piedra Azul 8, San Antonio – Huarochirí y Cantera Trapiche - Lima – Perú.

*Tabla 3. Testigos cilíndricos de concreto.*

Edad (días)	Número total de testigos cilíndricos				
	Mezcla patrón	Mezcla 5%	Mezcla 10%	Mezcla 15%	N° de Probetas
7	3	3	3	3	36
14	3	3	3	3	
28	3	3	3	3	

*Fuente: Elaboración del tesista*

**Tabla 4. Testigos cúbicos.**

Edad (días)	Número total de testigos prismáticos				
	Mezcla patrón	Mezcla 5%	Mezcla 10%	Mezcla 15%	N° de Probetas
7	3	3	3	3	36
14	3	3	3	3	
28	3	3	3	3	

*Fuente: Elaboración del tesista*

### **3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Las técnicas de recopilación de datos serán fuentes documentales, registros y los instrumentos serán los diversos ensayos, además de las fichas técnicas.

### **3.7. PROCESAMIENTOS DE LAS INFORMACIONES**

Para el análisis de los datos se utilizará la siguiente técnica de investigación: Se trabajará cuadros y figuras estadísticas. Las figuras y cuadros servirán para presentar en forma ordenada el análisis de las variables. Se usarán los siguientes **softwares spss - 23, Excel**, que permitirán procesar datos obtenidos con los instrumentos de recolección.

### **3.8. TÉCNICAS Y ANÁLISIS DE DATOS**

#### **3.8.1. Técnicas**

Observación: se realizó a través de formatos estandarizado por NTP, donde se registran los datos de los diferentes resultados obtenidos en las pruebas que son sometidos los especímenes para obtener análisis confiables posteriormente.

Las pruebas estadísticas que se utilizarán en su aplicación serán a nivel descriptivo – comparativo, según Sampieri (2014, p. 318), medidas de tendencia “son estadísticos que permiten presentar los resultados y establecer las comparaciones entre ellas”.

### **3.8.2. Instrumentos**

Los instrumentos empleados fueron los del laboratorio para las diferentes pruebas y ensayos; así mismo, se emplearon formatos estandarizados para el registro de resultados obtenidos de acuerdo a las N.T.P., entre estas normas tenemos:

Las Normas aplicadas son;

- A.S.T.M. D.-.2.2.1.6. Para determinar el contenido de humedad.
- A.S.T.M. C.3.9.-2004. Para determinaciones de las resistencias a las compresiones.
- A.S.T.M. C.3.3-8.3. Especificaciones estándares para agregados para concreto que define los requerimientos de granulometrías y la calidades de los agregados finos y gruesos para usarse en el concreto.
- A.S.T.M. C.-.7.8. Para determinar la resistencia a la flexión.

### **3.8.3. Validez**

Los diferentes ensayos y pruebas realizados en la presente investigación se realizaron en el laboratorio GMIG SAC de la provincia de Lima, ya que cuenta con una logística implementada tanto en equipos de última generación y personal calificado que garantizan resultados confiables que se obtiene en sus instalaciones.

### **3.8.4. Confiabilidades**

La confiabilidad de los resultados está garantizados por tener un equipamiento moderno de equipos en su laboratorio, ya que cuentan con la certificación respectiva de acuerdo a las normas peruanas que exige para su funcionamiento del mismo.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. DETERMINACION DE LAS CANTIDADES

##### 4.1.1. Determinaciones de la cantidad de materiales que se utilizó para los diseños de $F'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> convencionales y con incorporaciones de cenizas de rastrojo de trigo.

Una de las fases importantes es conocer que materiales se van emplear en el diseño del concreto ya que de ello depende la calidad y durabilidad en el tiempo de un pavimento, en tal sentido conocer las proporciones de cada agregado y el método empleado en el laboratorio fue del comité 2.1.1. A.C.I. según la normatividad vigente.

*Tabla 5. Resultado de granulometría de los agregados.*

Características físicas de los agregados		Agregado fino	Agregado grueso
Pesos específicos	Grs/cm <sup>3</sup>	2.26	2.08
Absorciones	%	1.27	1.42
Peso unitarios sueltos	Kg/m <sup>3</sup>	1541.00	1409
Peso unitarios compactados	Kg/m <sup>3</sup>	1700.00	1591
Tamaños Máximos	Pulg.	-	1
Tamaño Máximo nominal	Pulg.	-	$\frac{3}{4}$
Módulo de fineza	-	2.70	-
Contenido de Humedad	%	5.92	1.47

*Fuente: Resultados de los ensayos en laboratorio*

#### INTERPRETACIÓN.

De acuerdo al resultado de la tabla, se observa que el peso específico de los agregados es de 2.26 y 2.08 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente. También se obtuvo el contenido de humedad del agregado fino y del agregado grueso fueron de 5,92 % y 1.47% respectivamente, de acuerdo a los diámetros del agregado grueso con dimensión nominal de 3/4'' que se efectuó de acuerdo al diseño de mezcla por el Método ACI 211.

**4.1.2. Determinación de dosificaciones de proporciones con adiciones de ceniza de rastrojos de trigos al 5%, 10% y 15% en reemplazos parciales de las arenas para probetas cilíndricas.**

*Tabla 6. Dosificación de ceniza de rastrojo de trigo.*

Material	Convencional ( $f_c=210\text{kg/cm}$ )	Reemplazo al 5%	Reemplazo al 10%	Reemplazo al 15%
Cemento (Kg)	6.72	6.72	6.72	6.72
Arena (Kg)	3.50	3.325	3.150	2.975
Piedra (Kg)	22.70	22.70	22.70	22.70
Agua (L)	3.58	3.58	3.58	3.58
Ceniza de trigo (Kg)	0.00	0.175	0.350	0.525

Fuente: Diseño de mezcla por el método ACI211

**INTERPRETACIONES:**

Las probetas cilíndricas empleadas tienen un volumen de 0.0055 m<sup>3</sup>, así mismo, se obtuvo la cantidad de material de cemento, arena, piedra que fue de 6.72 kg, 3.50kg, 22.70kg respectivamente. Por otra parte, se obtuvo la cantidad de ceniza de rastrojo de trigo al 5%, 10% y 15% que fue de 0.174 kg, 0.358 kg y 0.515 kg respectivamente, los cuales reemplazaron es parcial mentes a la arenas en cantidades óptimas para el diseños de las probetas de ensayo.

**4.1.3. Determinación Dosificación de proporciones con adición de ceniza de rastrojo de trigo al 5% 10% y 15% en reemplazo parcial de la arena para probetas cúbicas.**

*Tabla 7. Dosificación de ceniza de rastrojo de trigo.*

Material	Convencional ( $f_c=210\text{kg/cm}$ )	Reemplazo al 5%	Reemplazo al 10%	Reemplazo al 15%
Cemento (Kg)	11.76	11.76	13.71	12.75
Arena (Kg)	23.26	22.05	22.82	20.622
Piedra (Kg)	34.18	36.18	34.13	35.19
Agua (L)	6.16	6.16	6.16	7.19
Ceniza de trigo (Kg)	0.00	1.21	2.42	3.63

## INTERPRETACIÓN:

De acuerdo a los resultados en la tabla, para el diseño de mezcla obtenida, se calculó con respecto al diseño de mezcla de los materiales (agregados finos y gruesos), para las probetas de forma cúbica de un volumen de 0.034 m<sup>3</sup> obteniendo así una óptima cantidad en kilogramos de los diferentes materiales que está compuesto la mezcla y añadiendo porcentajes de ceniza de rastrojo de trigo al peso parcial de la arena gruesa, el cual se obtuvo la cantidad de cemento, arena, piedra, ceniza de rastrojo de trigo que fue de 11.75kg, 22.15 kg, 36.18kg y 1.31kg respectivamente a un 5% de incorporación de ceniza de rastrojo de trigo.

### 4.1.4. Resultados de los especímenes cilíndricos convencional y con la incorporación de ceniza de rastrojo de trigo

*Tabla 8. Rendimiento de los especímenes cilíndricos.*

N° de espécimen	Edad	Diámetro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Observaciones
1	7	15	182.67	28,660.00	156.67	Convencional
<b>2</b>	<b>7</b>	<b>15</b>	<b>181.67</b>	<b>31,963.00</b>	<b>175.67</b>	<b>5% de rastrojo de trigo en reemplazo de arena</b>
3	7	15	181.33	30,795.00	169.67	10% de rastrojo de trigo en reemplazo de arena
4	7	15	181.33	30,738.00	169.33	15% de rastrojo de trigo en reemplazo de arena
5	14	15	181.67	33,996.00	186.67	Convencional
<b>6</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>181.67</b>	<b>35,781.00</b>	<b>196.67</b>	<b>5% de rastrojo de trigo en reemplazo de arena</b>
7	14	15	181.33	34,743.00	191.67	10% de rastrojo de trigo en reemplazo de arena
8	14	15	180.67	34,679.00	192.00	15% de rastrojo de trigo en reemplazo de arena
9	28	15	181.33	39,402.00	216.67	Convencional
<b>10</b>	<b>28</b>	<b>15</b>	<b>181.00</b>	<b>40,118.00</b>	<b>221.33</b>	<b>5% de rastrojo de trigo en reemplazo de arena</b>
11	28	15	182.00	39,845.00	218.67	10% de rastrojo de trigo en reemplazo de arena
12	28	15	181.00	39,287.00	217.00	15% de rastrojo de trigo en reemplazo de arena

## INTERPRETACIÓN:

Los rendimientos obtenidos de los esfuerzos a compresión que se muestra en la presente tabla 8, correspondiente a las probetas cilíndricas, las cuales fueron sometidas a cargas axiales en el laboratorio G.M.I.G. S.A.C., se obtuvo una resistencia de 175.67 kg/cm<sup>2</sup>, 196.67 kg/cm<sup>2</sup> y 221.33 kg./cm<sup>2</sup> respectivamente a los 7, 14 y 28 días con un 5 % de incorporación de cenizas de rastrojo de trigo que en comparación con el convencional y con la incorporación del 10% y 15% fue mayor la resistencia.

### 4.1.5. Esfuerzos a flexiónese del concretos convencionales y con incorporación de cenizas de rastrojo de trigo en diferentes periodos.

*Tabla 9. Resultado de ensayo de esfuerzo a flexión de especímenes*

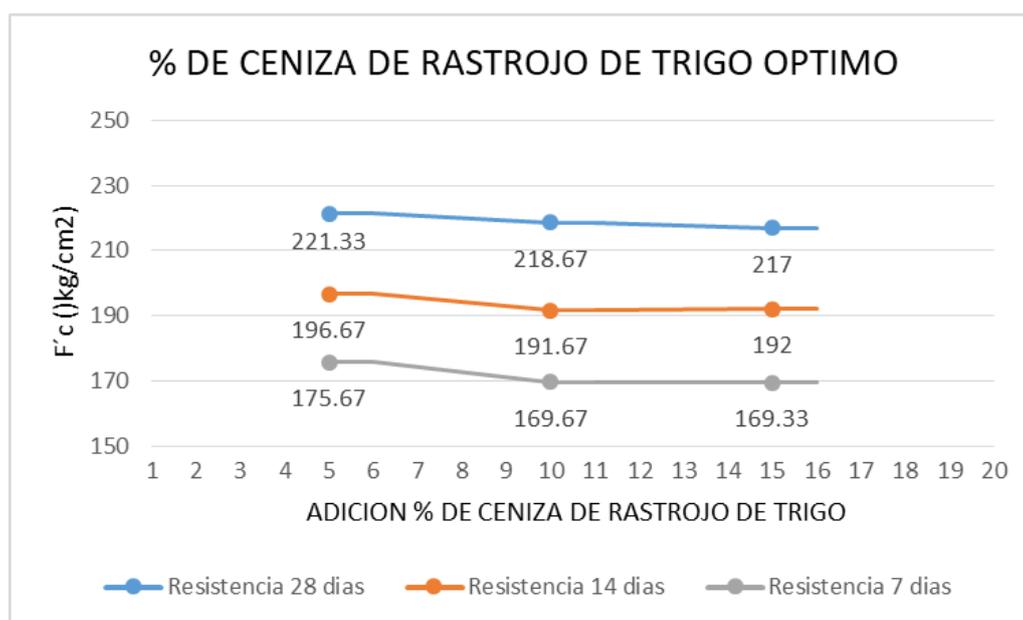
Nº de espécimen	L (cm)	b (cm)	d (cm)	Edad (Dias)	Lectura Pant. (Kg)	Carga total (Kg)	Módulo Rot. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Observaciones
1	50.80	15.27	15.23	7	1919	1905	25.37	Convencional
<b>2</b>	<b>50.80</b>	<b>15.30</b>	<b>15.23</b>	<b>7</b>	<b>2213</b>	<b>2199</b>	<b>29.15</b>	<b>5% de ceniza de trigo en reemplazo de arer</b>
3	50.80	15.13	15.23	7	1841	1827	24.58	10% de ceniza de trigo en reemplazo de aren
4	50.80	15.27	15.30	7	1986	1972	26.09	15% de ceniza de trigo en reemplazo de aren
5	50.80	15.30	15.27	14	2193	2179	28.81	Convencional
<b>6</b>	<b>50.80</b>	<b>15.17</b>	<b>15.23</b>	<b>14</b>	<b>2651</b>	<b>2635</b>	<b>35.02</b>	<b>5% de ceniza de trigo en reemplazo de arer</b>
7	50.80	15.10	15.27	14	1984	1971	26.35	10% de ceniza de trigo en reemplazo de aren
8	50.80	15.17	15.27	14	2158	2144	28.55	15% de ceniza de trigo en reemplazo de aren
9	50.80	15.23	15.23	28	2440	2425	32.16	Convencional
<b>10</b>	<b>50.80</b>	<b>15.20</b>	<b>15.23</b>	<b>28</b>	<b>2851</b>	<b>2835</b>	<b>37.59</b>	<b>5% de ceniza de trigo en reemplazo de arer</b>
11	50.80	15.20	15.23	28	2315	2301	30.66	10% de ceniza de trigo en reemplazo de aren
12	50.80	15.20	15.27	28	2283	2269	30.15	15% de ceniza de trigo en reemplazo de aren

## INTERPRETACIÓN:

De acuerdo a los datos obtenidos que se muestra en la tabla 9, se determinó la capacidad de resistencia del concreto a flexión de una viga cargada en los tercios de la luz, así dando como resultados de un módulo de ruptura de 28.15 kg/cm<sup>2</sup>, 35.02 kg/cm<sup>2</sup> y 36.59 kg/cm<sup>2</sup>, a los 7, 14 y 28 días respectivamente con la incorporación de un 5% de cenizas de rastrojo de trigo, que en comparación con el convencional y añadiendo un .1.0. % y .1.5. % de cenizas de rastrojo de trigo fue mayor.

### 4.1.6. Diseños de mezclas ideales con incorporación de cenizas de rastrojos de trigo reemplazando la arena gruesa.

*Figura 1. Diseño de mezcla con incorporación de ceniza de rastrojo de trigo.*



*Fuente: Realizado por el tesista*

## INTERPRETACIÓN:

De acuerdo a los datos obtenidos, se observa la capacidad de resistencia que se tiene a compresión los 7, 64 y 27 días respectivamente, con la incorporación de cenizas de rastrojo de trigo para el concreto que fue sometido a cargas de prueba en el

laboratorio. Así mismo, se observa la variación de resistencia con el transcurrir los días según la gráfica elaborada.

#### 4.1.7. Presupuestos de un pavimentos rígidos convencionales con un pavimentos rígido añadiendo la ceniza de rastrojo de trigo en reemplazo parcial de la arena gruesa.

*Figura 2. Presupuesto de costo pavimento rígido.*

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>					
ESTO: "PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO LA CENIZA DE RASTROJO DE TRIGO PARA AUMENTAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN".					
					
PRESUPUESTO: PAVIMENTO RÍGIDO CONCRETO CONVENCIONAL					
CANTIDAD: 1 m3/Día MO: 14.0000					
CANTIDAD: 1 m3					
ESPECIFICACIONES: CONCRETO FC 210 KG/CM2 (CONVENCIONAL)					
	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
<b>Mano de Obra</b>					
MO	hh	2.0000	1.1429	22.95	26.23
	hh	1.0000	0.5714	18.16	10.38
	hh	8.0000	4.5714	16.39	74.93
					<b>111.53</b>
<b>Materiales</b>					
ARENA FINCADEADA DE 3/4	m3		0.6442	70.00	45.09
ARENA FINCADEADA DE 3/4	m3		0.4896	60.00	29.38
CEMENTO PORTLAND TIPO I	BOL		9.1000	23.50	213.85
	m3		0.1640	5.00	0.82
					<b>289.14</b>
<b>Equipos</b>					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	111.54	5.58
MEZCLADORA DE CONCRETO					
3 HP	hm	1.0000	0.5714	25.00	14.29
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP	hm	1.0000	0.5714	20.00	11.43
					<b>31.29</b>
<b>Costo unitario directo por: m3</b>					<b>431.96</b>

*Fuente: Realizado por el tesista*

#### INTERPRETACIÓN:

Según la figura 2, se observa el costo obtenido para un metro cubico del concreto convencional de pavimento rígido fue de S/.428.96, donde se emplearon materiales, mano de obra y equipos (herramientas manuales, mezcladores de concreto y vibrador de concreto) con sus respectivos cantidades y costos.

**4.1.8. Resultados del presupuestos de costos de un pavimentos rígidos incorporandos la ceniza de rastrojo de trigo en un 5%.**

*Figura 3. Presupuesto de costo pavimento rígido.*

<b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>						
PRESUPUESTO: "PAVIMENTO RÍGIDO INCORPORANDO LA CENIZA DE RASTROJO DE TRIGO PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN".						
SUBPRESUPUESTO: PAVIMENTO RÍGIDO - CONCRETO INCORPORANDO LA CENIZA DE RASTROJO DE TRIGO						
RENDIMIENTO: m3/Dia MO:14.0000						
UNIDAD: m3						
ESPECIFICACIONES: CONCRETO FC 210 KG/CM2 (INCorp. CENIZA DE RASTROJO DE TRIGO)						
Descripción		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Recurso</b>						
<b>Mano de Obra</b>						
OPERARIO		hh	2.0000	1.1429	22.95	26.23
OFICIAL		hh	1.0000	0.5714	18.16	10.38
PEON		hh	8.0000	4.5714	16.39	74.93
						<b>111.53</b>
<b>Materiales</b>						
PIEDRA CHANCADA DE 3/4		m3		0.6442	70.00	45.09
ARENA GRUESA		m3		0.4651	60.00	27.91
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 KG)		BOL		9.1000	23.50	213.85
CENIZA DE RASTROJO DE TRIGO		KG		0.0245	2.00	0.05
AGUA		m3		0.1640	5.00	0.82
						<b>287.72</b>
<b>Equipos</b>						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	111.54	5.58
MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9-11 P3		hm	1.0000	0.5714	25.00	14.29
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50		hm	1.0000	0.5714	20.00	11.43
						<b>31.29</b>
<b>Costo unitario directo por: m3</b>						
						<b>430.54</b>

*Fuente: Realizado por el tesista*

**INTERPRETACIÓN:**

Según la figura 3, se observa el costo que 1m3 de pavimento rígido con incorporación del 5% de ceniza de rastrojo de trigo fue de S/.430.54; en tal sentido, se puede afirmar que, usando los mismos materiales, pero reemplazando las cenizas de rastrojo de trigo por la arena gruesa el costo que se obtiene fue de 1.42 soles menos que del concreto convencional, esto tiene una gran relevancia en grandes cantidades la disminución en costos es significativo.

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

**PASTOR, Hary**, en su investigación considero que al realizar dichas pruebas de asentamiento o Slump, las mezclas testeadas arrojaron el asentamiento deseado de 3", tal como se estableció en el diseño de mezcla, este investigador considero a la ceniza como un aditivo al añadir a la mezcla; sin embargo, en la investigación realizada donde se añadió la ceniza de rastrojo de trigo en un 5% 10% y 15% para la sustitución parcial de la arena gruesa tuvo más consistencia llegando a las 3", sin embargo para el investigador deduce que en las pruebas realizadas a los 28 días, disminuyo la resistencia a compresión, no obstante en mis resultados de compresión a los 28 días este concreto con adición del 5% aumento la resistencia.

**P.R.A.K.A.S.H. S., G.U.N.A.S.E.K.A.R.A.N. K., K.A.L.P.A.N.A. P.r.i.y.a. y G.A.N.A.P.A.T.H.Y.R.A.M.A.S.A.M.Y. N.,**

en su investigación determinaron que el reemplazo de los desechos cerámicos se puede optimizar como un agregado fino, además afirman que las propiedades de resistencia disminuyeron en comparación con el concreto convencional al reemplazar 10%, 20%,30%, 40% y 50%, dicha afirmaciones se pueden corroborarse con mi investigación ya que existió unas disminuciones en las resistencias al reemplazarse cada vez más los porcentajes de agregados finos.

**J. B., S.H.A.M.S.U.L. Y. M. N. M.A.Z.L.E.E.,** concluye que, al realizar esta investigación, se descubrió que el rastrojo de trigo se puede utilizar como refuerzo y las cenizas volantes se pueden aplicar como una sustitución de arena en el desarrollo de compuesto verde a base de rastrojo de trigo, mi investigación sigue el mismo patrón ya que la ceniza de rastrojo de trigo agregado en porcentajes bajos demostró obtener en las probetas una mayor resistencia a la flexión.

**G.O.D.O.Y., M.A.R.ÍA Y G.A.N.D.A.R.A, C.A.R.L.O.S.**, concluyeron, El uso de los aditivos brinda rendimiento al hormigón, mejorando sus propiedades, siempre y cuando no se utilice en una dosificación mayor al 5 por ciento de la porción de cemento, al comparar estos resultados con mi investigación la mejor resistencia se generó al agregar hasta el 5% de ceniza de rastrojo de trigo, en los demás porcentajes se observó una disminución notoria en la resistencia, por otro lado no coincido con la afirmación de los investigadores cuando mencionan que al reemplazar el 20% de la proporción del cemento el concreto presentara mayor resistencia que una mezcla común, ya que mis ensayos demostraron una disminución en la resistencia.

**H.U.A.Q.U.I.S.T.O. S.**, en su investigación concluye que al añadir el 3% y el 6% al diseño de mezcla este supera la resistencia, siendo favorable el valor medio de este rango; y en comparación pasado los 28 días obtiene mayores resistencias que un concreto normal además con una incorporación superior del 6% de ceniza disminuye la resistencia del diseño de mezcla, corroborando también de esta forma mis resultados que aumentando más del 5% de ceniza de rastrojo de trigo disminuye la resistencia del concreto.

## CONCLUSIONES

1. Se logró Establecer la Calidad de un pavimento rígido incorporando la ceniza de rastrojo de trigo, de acuerdo con los resultados del laboratorio obteniendo 181.33 kg/cm<sup>2</sup> de esfuerzo a las compresiones y a flexiónese los módulos de rupturas es de 36.59 kg/cm<sup>2</sup> en un periodo de 28 días, con la incorporación del 5% de cenizas de rastrojo de trigo, En tal sentido, la calidad del pavimento rígido con ceniza de rastrojo de trigo es superior al convencional.
2. Los resultados recolectados en el ensayo de resistencia a compresión de las probetas cilíndricas a los 28 días para el concreto convencional obtuvo un 181.67 kg/cm<sup>2</sup>, para el concreto añadido el 5% de ceniza de rastrojo de trigo se obtuvo un 207.33 kg/m<sup>2</sup>, para el concreto con adición del 10% de ceniza de rastrojo de trigo se obtuvo un 209.67 kg/m<sup>2</sup> y para el concreto con adición del 15% de ceniza de rastrojo de trigo se obtuvo un 217.00 kg/cm<sup>2</sup>, en reemplazo parcial del peso de la arena gruesa obteniendo un mejor resultado con la adición del 5%.
3. Para los resultados del ensayo de resistencia a flexión del concreto en las vigas simplemente apoyadas en los dos tercios del tramo, a los 28 días para el concreto convencional se obtuvieron un 33.15 kg/cm<sup>2</sup>, y con la incorporación de ceniza de rastrojo de trigo del 5%, 10% y 15%, se obtuvieron 36.61 kg/cm<sup>2</sup>, 33.55 k.g./c.m.2. y 31.22 k.g./c.m.2. respectivamente, en este caso para el reemplazo parcial del peso de la arena gruesa se obtuvo en un 5% manteniendo así la resistencia esperada en el ensayo de vigas.
4. Para los resultados de los costos unitarios que obtuve comparando un pavimento rígido convencional con un pavimento rígido incorporando la ceniza de rastrojo de trigo concluí que la diferencia de precio es un total de 1.55 soles, obteniendo que un pavimento convencional tiene el precio de 429.76 soles y con adiciones de cenizas un total de 428.28 soles.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los investigadores que optan por tomar este estudio de investigación como referencias, realicen sus estudios tomando en cuenta la normativa A.C.I. .2.1.1 para su diseño de mezcla ideal cumpliendo con los procesos respectivos a dichos resultados y además teniendo en cuenta las características físicas de los agregados a emplearse en el proceso.
2. Se recomienda a las personas que realizan este tipo de investigación con adición de materiales puzolánicos como viene hacer las cenizas y materiales orgánicos, tener en cuenta que a un mayor porcentaje de ceniza disminuirá las propiedades de resistencia tanto en compresión como en flexión, pero es necesario buscar un adecuado porcentaje de adición de ceniza para cumplir los parámetros de resistencia.
3. Se recomienda la investigación con diversos materiales que tenga propiedades de aglomeramiento como en este caso las cenizas, por ejemplo, existen materiales como desechos de concretos que se puedan adherir y reforzar las propiedades mecánicas del concreto.
4. La diferencia de costos que varía entre el diseño de mezcla convencional y el diseño de mezcla con adición de cenizas de rastrojo de trigo varia en 1.98 soles en precios unitarios, se recomienda realizar en grandes cantidades como por ejemplo en una obra de gran envergadura para que el ahorro del presupuesto sea favorable.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Arévalo (2009) en la tesis “Rehabilitación de pavimentos rígidos en base al estudio de la carretera Taija – Potosí”.
2. Bernal, (2000), Metodología de la investigación – Colombia.
3. Carrasco, (2005), Metodología de la investigación, lima, editorial San Marcos.
4. Escalera Cruz, (2008) En sus tesis “Estudio de Morteros de Cemento Portland con Ceniza de Rastrojo de Maíz: Posibilidad de uso en construcción rurales” Universidad Politécnica de Valencia – España.
5. Especificaciones técnicas generales para construcción de carreteras (EG-2013).
6. Hernández, (2014), Metodología de la investigación, México, 6ta edición.
7. Instituto de Desarrollo Urbano IDU (2008), el procedimiento más utilizado en la rehabilitación de pavimentos flexibles y rígidos ha sido la colocación de sobre-carpetas de concreto asfáltico.
8. INVIAS (2007) el Instituto Nacional de Vías señala que la degradación progresiva de las estructuras parece estar asociada al aumento de cargas de los vehículos comerciales que superan las de diseño y a la generalizada ausencia de actividades de mantenimiento rutinario y periódico.
9. Manual de ensayo de materiales para carreteras (EM - 2016).
10. Meza Duran, León Medina (2016) en su tesis “Análisis por variabilidad de resistencia a compresión de calidad 210 kg/cm<sup>2</sup> concreto usando aditivos superplastificantes y micro sílice con cemento IP con agregado de la cantera de Huancabamba y pampas en la ciudad del Andahuay el departamento de Apurímac”.
11. Morales (2005) en la tesis “Técnicas de rehabilitación de pavimentos de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo”.
12. Porta (2016) en la tesis “Evaluación y comparación de metodologías índice de condición de pavimento (pci) y visión e inspección de zonas e itinerarios de riesgo (vizir) en la avenida Mariscal Castilla tramo fundo el Porvenir – La Victoria”.
13. Ribas (2016) en la tesis “Aplicación y Comparación de las diferentes metodologías de diagnóstico para la conservación y mantenimiento del tramo pr 00+000 – pr 01+020 de la vía al LLano (dg 78 bis sur – calle 84 sur) en la UPZ Yomasa”.
14. Rosaura Vásquez A., Bach. Patricia Vigil. (2000) en su tesis “Las cenizas de cascara de arroz, adición puzolánica en cemento y concreto”.

15. Norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).
16. Cruz, A. E. (2008). Estudio de Morteros de Cemento Portland con Ceniza de Rastrojo de Maíz: Posibilidades de uso en Construcciones Rurales. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
17. Diaz Farfán, J. (2000). Tecnología del Concreto. Cusco-Peru: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
18. Rivva Lopez (2010). Tecnología del concreto. Lima.

**ANEXOS**

## ANEXO 01:

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

## TÍTULO: “PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR – LIMA METROPOLITANA”

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

## TÍTULO: “PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR – LIMA METROPOLITANA”

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
<p><b>Problema general:</b> ¿Cuál es la Calidad de un pavimento rígido incorporando la ceniza de rastrojo de trigo para mejorar la resistencia a compresión y flexión?</p> <p><b>Problemas Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ ¿Qué porcentaje de ceniza de rastrojo de trigo se debe añadir al diseño de mezcla del concreto <math>f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> en remplazo parcial de la arena gruesa?</li> <li>✓ ¿Cuál es la resistencia a la compresión que tiene el concreto a los 7, 14 y 28 días con adición de ceniza de rastrojo de trigo, con respecto al concreto patrón?</li> <li>✓ ¿Cuál es la resistencia a flexión que tiene el concreto a los 7, 14 y 28 días con adición de ceniza de rastrojo de trigo, con respecto al concreto patrón?</li> <li>✓ ¿Cuál es la diferencia en costos entre el diseño de mezcla añadiendo la ceniza de rastrojo de trigo y el diseño de mezcla convencional?</li> </ul>	<p><b>Objetivo General:</b> Establecer la calidad de un pavimento rígido incorporando la ceniza de rastrojo de trigo para mejorar la resistencia a compresión y flexión.</p> <p><b>Objetivos Específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Conocer el porcentaje de ceniza de rastrojo de trigo que se debe añadir al diseño de mezcla del concreto <math>f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> en remplazo parcial de la arena gruesa.</li> <li>✓ Determinar la resistencia a compresión del concreto convencional y con la adición de ceniza de rastrojo de trigo a los 7, 14 y 28 días.</li> <li>✓ Determinar la resistencia a flexión del concreto convencional y con la adición de ceniza de rastrojo de trigo a los 7, 14 y 28 días.</li> <li>✓ Elaborar el presupuesto del diseño de mezcla convencional en comparación con el diseño de mezcla añadiendo los porcentajes de la ceniza de rastrojo de trigo.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general</b> La Calidad de un pavimento rígido tendrá mayor resistencia a compresión y flexión, incorporando la ceniza de rastrojo de trigo.</p> <p><b>Hipótesis Específicas.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ El porcentaje de ceniza de rastrojo de trigo que se debe añadir al diseño de mezcla del concreto <math>f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2</math> en remplazo parcial de la arena gruesa será del 5%, 10% y 15% respectivamente.</li> <li>✓ La resistencia a la compresión que tiene el concreto a los 7, 14 y 28 días con adición de ceniza de rastrojo de trigo, será superior con respecto al concreto patrón.</li> <li>✓ La resistencia a flexión que tiene el concreto a los 7, 14 y 28 días con adición de rastrojo de trigo, será mayor con respecto al concreto patrón.</li> <li>✓ El diseño de mezcla con adiciones de ceniza de rastrojo de trigo será de menor costo que el diseño de mezcla convencional.</li> </ul>	<p><b>Técnicas</b> Observación directa en el laboratorio: A través de formatos estandarizados por NTP.</p> <p><b>Instrumentos</b> La Norma ASTM – 2216: con este ensayo se determina el contenido de humedad.  ASTM C33-83: Especificación estándar de agregados para concreto.</p>

Diseño de investigación	Población y Muestra	Variables y dimensiones		
		Variab les	Dimensiones	
<p>El diseño de este estudio es el siguiente:</p> <p><u>O</u> <u>X</u>1 M1 M2 M3 M4</p> <p>Donde:</p> <p>O= Unidad de análisis. X= Estimulo. M= Método de variable.</p>	<p>La población de estudio está conformado por 72 probetas de concreto; 36 probetas cilíndricas (0.15 m x 0.30 m.) y 36 probetas cúbicas (0.15m x 0.15m x 0.50m), las cuales se incorporó el 5%, 10% y 15% de ceniza de rastrojo de trigo, las cuales fueron evaluadas a 7, 14 y 28 días respectivamente; en tal sentido, se evaluó a los testigos cilíndricos con ensayos de resistencia a la compresión y las probetas cúbicas se realizan el ensayo a flexión.</p>	<p>Calidad de un pavimento rígido incorporando <u>la ceniza de rastrojo de trigo</u>.</p>	<p>Análisis Granulométrico.</p>	<p>ASTM: C39-2004: Este ensayo permite la determinación de las resistencias a la compresión (<math>f'c</math>) de los especímenes cilíndricos de concreto.</p>
		<p>Resistencia a compresión y flexión del concreto.</p>	<p>Diseño de mezcla con la incorporación del 5%, 10% y 15%.</p>	

**ANEXO 02**

- Diseño de Mezcla.
- Análisis granulométrico del agregado Fino.
- Análisis granulométrico del agregado Grueso.
- Gravedad específica y absorción.
- Peso unitario.

## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Proyecto:

### PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR – LIMA METROPOLITANA

Preparado para:

**Condori Mamani Alex Fernando**

Preparado por:



Dirección: Mz. E Lt. 13 As. Papa Juan Pablo II  
SMP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
[www.gmigingenieros.com](http://www.gmigingenieros.com)



  
CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173



## DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

<b>Proyecto :</b>	PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA
<b>Solicitante :</b>	Condori Mamani Alex Fernando
<b>Ubicación :</b>	Villa el Salvador - Lima
<b>Cantera :</b>	Trapiche - San Antonio de Huarochiri - Lima

Fecha: Junio - 2021

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

#### 1. MATERIALES

##### 1.1. Cemento

Se proyecta para Cemento Pórtland Tipo I. Peso Específico: 3.15

##### 1.2. Agregados

**Agregado Fino.** - Consiste en arena gruesa procedente de la cantera Trapiche.

Granulometría	
Malla	% Retenido
N° 4	---
N° 8	25.1
N° 16	46.6
N° 30	59.2
N° 50	64.6
N° 100	74.8
N° 200	90.1
FONDO	100.0

Módulo de Fineza	2.70
P.E. Seco	2.26 Kg/m <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	5.92%
Porcentaje de Absorción	1.27%



*Carlos Enrique Tito Silva*  
 CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

**Agregado Grueso.** - Consiste en piedra chancada procedente de la cantera San Antonio – Huarochirí - Lima.

Granulometría	
Malla	% Retenido
1"	---
3/4"	6.30
1/2"	43.4
3/8"	72.9
N°4	97.0
N°8	100.0

Tamaño máximo	1"
Tamaño máximo Nominal	3/4"
P.E. Seco	2.08 Kg/m <sup>3</sup>
P.U. Compactado seco	1.591 Kg/m <sup>3</sup>
Contenido de Humedad	1.47%
Porcentaje de Absorción	1.42%

### 1.3. Agua

Potable, de la red de servicio público.

## 2. DOSIFICACIÓN

### 2.1. Características Generales

Denominación	$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ $f_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$
Asentamiento	3" - 4"
Relación a/c de diseño final	0.56
Relación a/c de obra final	0.51
	C Piedra Arena Agua
Proporciones de diseño	1: 2.72 : 1.07 23.7 lt
Proporciones de obra	1: 2.76 : 1.13 21.5 lt

### 2.2. Cantidad de Material por m<sup>3</sup> de Concreto de Obra

Cemento	369 kg/m <sup>3</sup>
Piedra	1017 kg/m <sup>3</sup>
Arena	418 kg/m <sup>3</sup>
Agua	187 lt/m <sup>3</sup>



  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173



## LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

### 2.3. Cantidad de Material por Bolsa de Cemento de Obra

Cemento	42.50 kg
Piedra	117.1 kg
Arena	48.1 kg
Agua	21.5 lt

#### OBSERVACIONES: --

- El diseño se ha realizado de acuerdo a las normas del Comité A.C.I. - 211 y al contenido de humedad de los agregados.
- La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.
- Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM C-136, NTP 400.012)

**PROYECTO** : PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA  
**SOLICITANTE** : CONDORI MAMANI ALEX FERNANDO  
**UBICACIÓN** : VILLA EL SALVADOR - LIMA  
**Cantera** : Trapiche  
**Material** : Agregado Fino  
**Muestra** : M - 1  
**Profundidad (m)** : Acopio

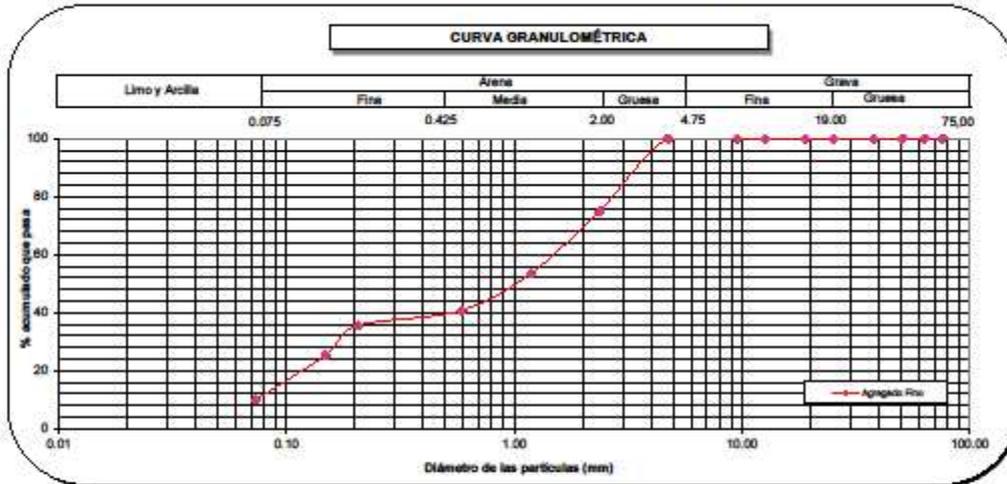
**Fecha:** Junio - 2021

PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	Tamiz		Acumulado		% Retenido en cada tamiz
	Nº	Abertura (mm)	% que pasa	% retenido	
	3"	76.200	100.0	0.0	0.0
	2 1/2"	63.500	100.0	0.0	0.0
	2"	50.800	100.0	0.0	0.0
	1 1/2"	38.100	100.0	0.0	0.0
	1"	25.400	100.0	0.0	0.0
	3/4"	19.100	100.0	0.0	0.0
	1/2"	12.700	100.0	0.0	0.0
	3/8"	9.520	100.0	0.0	0.0
	Nº 4	4.760	100.0	0.0	0.0
	Nº 8	2.380	74.9	25.1	25.1
	Nº 16	1.190	53.4	46.6	21.5
	Nº 30	0.590	40.8	59.2	12.7
	Nº 50	0.207	35.4	64.6	5.3
	Nº 100	0.149	25.2	74.8	10.2
	Nº 200	0.074	9.9	90.1	15.3

CONTENIDO DE HUMEDAD ( ASTM - D2216 )	
Peso de tara (g)	163.5
Peso tara + suelo humedo (g)	1645.8
Peso tara + suelo seco (g)	1563.0
Peso del agua (g)	82.8
Peso del suelo seco (g)	1399.5
Contenido de Humedad ( % ) (%)	5.92%

Distribución Granulométrica		
% Grava	GG%	0.0
	GF%	0.0
% Arena	AG%	25.1
	AM%	34.2
	AP%	30.9
% Finos		9.9

**Módulo de Fineza** : 2.70



Observaciones : —



Las muestras han sido identificadas y entregadas por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
 Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

Dirección: Mz. E.L. 13 As. Papa Juan Pablo II - SMP - Lima - Perú  
 Teléfono Of. Lima: (01) 8209981 / 999025105  
 www.gmigingenieros.com

  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO  
(ASTM C-136, NTP 400.012)**

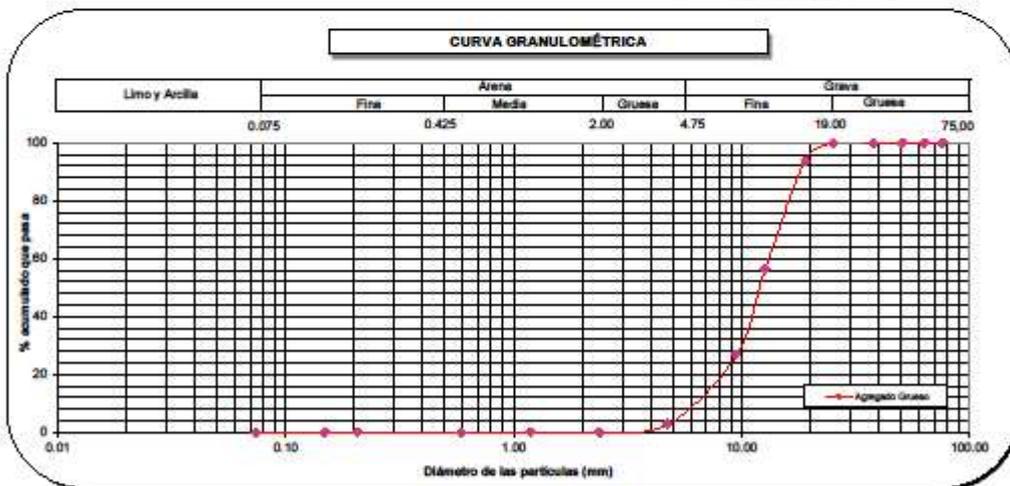
PROYECTO : PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA  
 SOLICITANTE : CONDORI MAMANI ALEX FERNANDO  
 UBICACIÓN : VILLA EL SALVADOR - LIMA  
 Carretera : San Antonio - Huarochiri - Lima  
 Material : Agregado Grueso  
 Muestra : M-1  
 Profundidad (m) : Acopio  
 Fecha : Junio - 2021

PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	Tamiz		Acumulado		% Retenido en cada tamiz
	Nº	Abertura (mm)	% que pasa	% retenido	
	3"	76.200	100.0	0.0	0.0
	2 1/2"	63.500	100.0	0.0	0.0
	2"	50.800	100.0	0.0	0.0
	1 1/2"	38.100	100.0	0.0	0.0
	1"	25.400	100.0	0.0	0.0
	3/4"	19.100	93.7	6.3	6.3
	1/2"	12.700	56.6	43.4	37.1
	3/8"	9.520	27.1	72.9	29.5
	Nº 4	4.760	3.0	97.0	24.1
	Nº 8	2.380	0.0	100.0	2.9
	Nº 16	1.190	0.0	100.0	0.0
	Nº 30	0.590	0.0	100.0	0.0
	Nº 50	0.297	0.0	100.0	0.0
	Nº 100	0.149	0.0	100.0	0.0
	Nº 200	0.074	0.0	100.0	0.0

CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)	
Peso de tara (g)	876.3
Peso tara + suelo húmedo (g)	6872.5
Peso tara + suelo seco (g)	6785.6
Peso del agua (g)	86.9
Peso del suelo seco (g)	5909.3
Contenido de Humedad (%) (%)	1.47%

Distribución Granulométrica		
% Grava	GG%	6.3
	GF%	90.7
% Arena	AG%	2.9
	AM%	0.0
	AF%	0.0
% Finos		0.0

Módulo de Fineza : —



Observaciones : —



Las muestras han sido identificadas y entregadas por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
 Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

Dirección: Mz. E LL 13 As. Pape Juan Pablo II - SMP - Lima - Perú  
 Teléfono Of. Lima: (01) 620606 / 009025105  
 www.gemigingenieros.com

  
 CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO**  
(ASTM C-128 , NTP 400.022, MTC E-205)

**PROYECTO** : PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR  
- LIMA METROPOLITANA

**SOLICITANTE** : CONDORJI MAMANI ALEX FERNANDO

**UBICACIÓN** : VILLA EL SALVADOR - LIMA

**Cantera** : Trapiche

**Material** : Agregado Fino

**Muestra** : M - 1

**Prof. (m)** : A copio

**Fecha:** Junio - 2021

AGREGADO FINO				
TEMPERATURA DEL ENSAYO (°C)	20°C			PROMEDIO
NÚMERO DE FRASCO	1	2	3	
Peso del material saturado superficialmente seco (g)	500.00	500.00	500.00	
Peso del frasco + agua (g)	1185.3	1192.7	1188.4	
Peso del frasco + material + agua (g)	1685.30	1692.70	1688.40	
Peso del frasco + material + agua en el frasco (g)	1467.0	1475.0	1469.0	
Volumen de la masa + volumen de vacíos (g)	218.3	217.7	219.4	
Peso del material seco (g)	493.8	493.7	493.7	
Volumen de la masa (g)	212.1	211.4	213.1	
<b>Peso específico de masa (g/cm<sup>3</sup>)</b>	2.262	2.268	2.250	<b>2.260</b>
Peso específico saturado superficialmente seco (g/cm <sup>3</sup> )	2.290	2.297	2.279	2.289
Peso específico aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2.328	2.335	2.317	2.327
<b>Porcentaje de absorción (%)</b>	1.256	1.276	1.278	<b>1.270</b>

**Observaciones:** El ensayo se realizó de todo el material representativo.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.




**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173



**GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO**  
(ASTM C-127 , NTP 400.021, MTC E-206)

**PROYECTO** : PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**SOLICITANTE** : CONDORI MAMANI ALEX FERNANDO

**UBICACIÓN** : VILLA EL SALVADOR - LIMA

**Cantera** : San Antonio - Huarochiri - Lima

**Material** : Agregado Grueso

**Muestra** : M - 1

**Prof. (m)** : Acopio

**Fecha:** Junio - 2021

AGREGADO GRUESO				
TEMPERATURA DEL ENSAYO (°C)	20°C			PROMEDIO
NÚMERO DE FRASCO	1	2	3	
Peso mat. Sat. Superf. seca (al aire) (g)	2792.20	2842.50	2770.90	
Peso mat. Sat. Superf. seca (en agua) (g)	1446.70	1510.40	1468.50	
Volumen de la masa + volumen de vacíos (g)	1345.50	1332.10	1302.40	
Peso del material seco (g)	2752.20	2803.90	2732.20	
Volumen de masa (g)	1305.50	1293.50	1263.70	
<b>Peso específico de masa (g/cm<sup>3</sup>)</b>	2.045	2.105	2.098	<b>2.08</b>
Peso específico saturado superficialmente seco (g/cm <sup>3</sup> )	2.075	2.134	2.128	2.11
Peso específico aparente (g/cm <sup>3</sup> )	2.108	2.168	2.162	2.15
<b>Porcentaje de absorción (%)</b>	1.45	1.38	1.42	<b>1.42</b>

Observaciones: Se empleó cesta metálica (canastilla con malla N°8)

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO  
( ASTM C - 29, NTP 400.017, MTC E-203 )**

**PROYECTO** : PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR – LIMA METROPOLITANA

**SOLICITANTE** : CONDOR MAMANI ALEX FERNANDO

**UBICACIÓN** : VILLA EL SALVADOR - LIMA

**MUESTRA** : AGREGADO FINO

**Fecha:** Junio - 2021

CONTENIDO DE HUMEDAD						
CANTERA	MATERIAL	PROF.	IDENTIFICACIÓN			Promedio
			I	II	III	
	Trapiche					
	Agregado Fino					
		Acopio				
Peso de tara	(g)		162.80	158.30	154.60	
Peso de tara + muestra húmeda	(g)		746.30	685.50	812.60	
Peso de tara + muestra seca	(g)		737.10	677.30	801.30	
<b>Contenido de humedad</b>	(%)		1.60	1.58	1.75	<b>1.643</b>

PESO UNITARIO SUELTO						
CANTERA	MATERIAL	PROF.	IDENTIFICACIÓN			Promedio
			I	II	III	
	Trapiche					
	Agregado Fino					
		Acopio				
Peso del recipiente + muestra	(Kg)		9325.3	9226.8	9382.6	
Peso del recipiente	(Kg)		4860.8	4860.8	4860.8	
Peso de la muestra	(Kg)		4464.5	4366.0	4521.8	
Volumen	(m <sup>3</sup> )		2842.0	2842.0	2842.0	
Peso unitario suelto húmedo	(Kg/m <sup>3</sup> )		1.571	1.536	1.591	
<b>Peso unitario suelto seco</b>	(Kg/m <sup>3</sup> )		1.546	1.512	1.564	<b>1.541</b>

PESO UNITARIO COMPACTADO						
CANTERA	MATERIAL	PROF.	IDENTIFICACIÓN			Promedio
			I	II	III	
	Trapiche					
	Agregado Fino					
		Acopio				
Peso del recipiente + muestra	(Kg)		9723.5	9825.3	9762.5	
Peso del recipiente	(Kg)		4860.8	4860.8	4860.8	
Peso de la muestra	(Kg)		4862.7	4964.5	4901.7	
Volumen	(m <sup>3</sup> )		2842.0	2842.0	2842.0	
Peso unitario compactado húmedo	(Kg/m <sup>3</sup> )		1.711	1.747	1.725	
<b>Peso unitario compactado seco</b>	(Kg/m <sup>3</sup> )		1.684	1.720	1.695	<b>1.700</b>

**Observaciones:** El ensayo se realizó con material representativo

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.




**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

**PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO**  
( ASTM C - 29, NTP 400.017, MTC E-203 )

**PROYECTO** : PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**SOLICITANTE** : CONDORI MAMANI ALEX FERNANDO

**UBICACIÓN** : VILLA EL SALVADOR - LIMA

**MUESTRA** : AGREGADO GRUESO

**Fecha:** Junio - 2021

CONTENIDO DE HUMEDAD						
CANTERA	MATERIAL	PROF.	IDENTIFICACIÓN			Promedio
			I	II	III	
	San Antonio - Huarochiri - Lima	Agregado Grueso				
		Acopio				
Peso de tara	(g)		170.30	155.60	157.20	
Peso de tara + muestra húmeda	(g)		1035.20	986.20	1112.80	
Peso de tara + muestra seca	(g)		1030.60	982.60	1108.20	
<b>Contenido de humedad</b>	(%)		0.53	0.44	0.48	<b>0.485</b>

PESO UNITARIO SUELTO						
CANTERA	MATERIAL	PROF.	IDENTIFICACIÓN			Promedio
			I	II	III	
	San Antonio - Huarochiri - Lima	Agregado Grueso				
		Acopio				
Peso del recipiente + muestra	(Kg)		49616.0	49628.2	49753.7	
Peso del recipiente	(Kg)		10295.0	10295.0	10295.0	
Peso de la muestra	(Kg)		39321.0	39333.2	39458.7	
Volumen	(m <sup>3</sup> )		27799.0	27799.0	27799.0	
Peso unitario suelo húmedo	(Kg/m <sup>3</sup> )		1.414	1.415	1.419	
<b>Peso unitario suelo seco</b>	(Kg/m <sup>3</sup> )		1.407	1.409	1.413	<b>1409</b>

PESO UNITARIO COMPACTADO						
CANTERA	MATERIAL	PROF.	IDENTIFICACIÓN			Promedio
			I	II	III	
	San Antonio - Huarochiri - Lima	Agregado Grueso				
		Acopio				
Peso del recipiente + muestra	(Kg)		54783.0	54567.5	54903.2	
Peso del recipiente	(Kg)		10295.0	10295.0	10295.0	
Peso de la muestra	(Kg)		44488.0	44272.5	44608.2	
Volumen	(m <sup>3</sup> )		27799.0	27799.0	27799.0	
Peso unitario compactado húmedo	(Kg/m <sup>3</sup> )		1.600	1.593	1.605	
<b>Peso unitario compactado seco</b>	(Kg/m <sup>3</sup> )		1.592	1.586	1.597	<b>1591</b>

**Observaciones:** El ensayo se realizó con material representativo

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

**ANEXO 03**

- Mapa de ubicación de la cantera.
- Panel fotográfico de los materiales.
- Panel fotográfico de los ensayos de laboratorio.
- Resultados de esfuerzos a la compresión.

**Figura 4.** Ubicación de la cantera San Antonio – Huarochiri & cantera Trapiche.



Fuente: Google maps

**Figura 5.** Zona principal de ingreso a la cantera.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 6.** Momento que están elaborando el agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 7.** *Maquinaria para explotar los agregados.*



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 8.** *Procesando la piedra chancada.*



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 9.** *Recopilación del agregado grueso.*



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 10.** *Recopilación del agregado fino.*



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 11.** *Manual operador para obtención de los agregados.*



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 12.** *Maquinarias en uso para la recopilación de agregados.*



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 13.** Obtención del agregado grueso de la cantera.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 14.** Explotación del agregado grueso.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 15.** Material de la cantera a explotar.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 16.** Ensayo para determinar el contenido de humedad del agregado grueso.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 17.** Ensayo para determinar el análisis granulométrico del agregado grueso.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 18.** Ensayo para determinar el peso específico del agregado grueso.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 19.** Ensayo para determinar el peso unitario del agregado grueso.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 20.** Cuarteo del agregado grueso.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 21.** Se obtiene la muestra representativa del agregado grueso.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 22.** Ensayo para determinar el contenido de humedad del agregado fino.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 23.** Ensayo para determinar el análisis granulométrico del agregado fino.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 24.** Ensayo para determinar el peso específico del agregado fino.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 25.** Ensayo para determinar el peso unitario del agregado fino.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 26.** Cuarteo del agregado fino.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 27.** Se obtiene la muestra representativa del agregado fino.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 28.** Ensayo para determinación de granulometría para saturación del agregado grueso.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 29.** Diseño de mezclas de concreto ACI – 211.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 30.** Agregando la piedra chancada para la mezcla.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 31.** Agregando la arena para la mezcla.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 32.** Elaborando la mezcla.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 33.** Prueba del SLUMP de concreto.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 34.** Moldes para los ensayos a compresión según normativa ASTM – C39.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 35.** Moldes de 15cm x 15cm x 50cm, para los ensayos a flexión según normativa ASTM C-78.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 36.** Obtención de la ceniza de rastrojo de trigo.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 37.** Pesado de ceniza de rastrojo de trigo al 5%.



*Fuente: Elaboración propia*

## ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAxIAL EN TESTIGOS DE CONCRETO NORMA ASTM C - 39

**Proyecto :** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**Solicitante:** CONDORI MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

Zona / Sector: ---

Estructura: ---

Tipo de Material: Concreto

Diseño de Mezcla (fc): 210 kg/cm<sup>2</sup> (Patrón)

Fecha de emisión: 12/07/2021

### Resultados de los ensayos realizados

#### Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto

ASTM C39 / C39M - 10 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

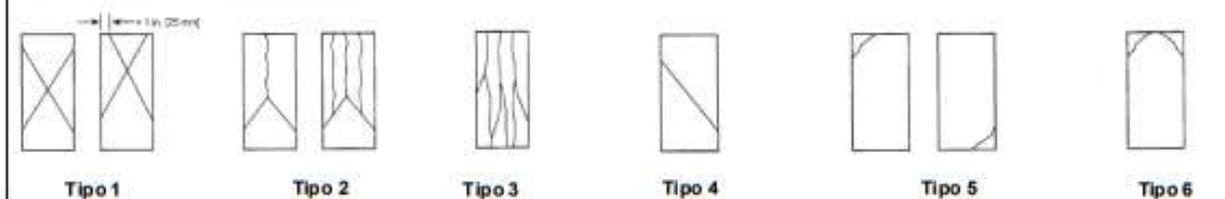
Código Muestra (Cilindro N°)	Fecha de obtención	Fecha de Rotura	Edad Muestra (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura	Carga Total (kgf)	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión (PSI)
CP-P1	02/07/2021	09/07/2021	7	183	3	28687	157	2233.1
CP-P2	02/07/2021	09/07/2021	7	182	3	29184	160	2275.7
CP-P3	02/07/2021	09/07/2021	7	183	2	28109	153	2176.2

#### Observaciones:

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

#### Esquema de los patrones de fractura típica



### ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAxIAL EN TESTIGOS DE CONCRETO NORMA ASTM C - 39

**Proyecto :** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**Solicitante:** CONDORI MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

Zona / Sector: ---

Estructura: ---

Tipo de Material: Concreto

Diseño de Mezcla (fc): 210 kg/cm<sup>2</sup> (Patrón) Fecha de emisión: 17/07/2021

#### Resultados de los ensayos realizados

##### Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto

ASTM C39 / C39M - 10 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

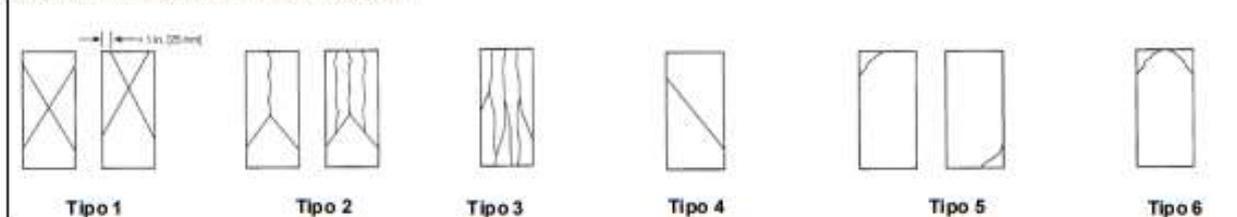
Código Muestra (Cilindro N°)	Fecha de obtención	Fecha de Rotura	Edad Muestra (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura	Carga Total (kgf)	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión (PSI)
CP-P4	02/07/2021	16/07/2021	14	181	2	33962	187	2659.8
CP-P5	02/07/2021	16/07/2021	14	182	3	33825	185	2631.3
CP-P6	02/07/2021	16/07/2021	14	182	2	34201	188	2674.0

#### Observaciones:

Las muestras han sido identificadas y entregadas por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

#### Esquema de los patrones de fractura típica



### ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAIXIAL EN TESTIGOS DE CONCRETO NORMA ASTM C - 39

**Proyecto :** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**Solicitante:** CONDORI MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

Zona / Sector: ---

Estructura: ---

Tipo de Material: Concreto

Diseño de Mezcla (fc): 210 kg/cm<sup>2</sup> (Patrón) Fecha de emisión: 31/07/2021

#### Resultados de los ensayos realizados

#### Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto

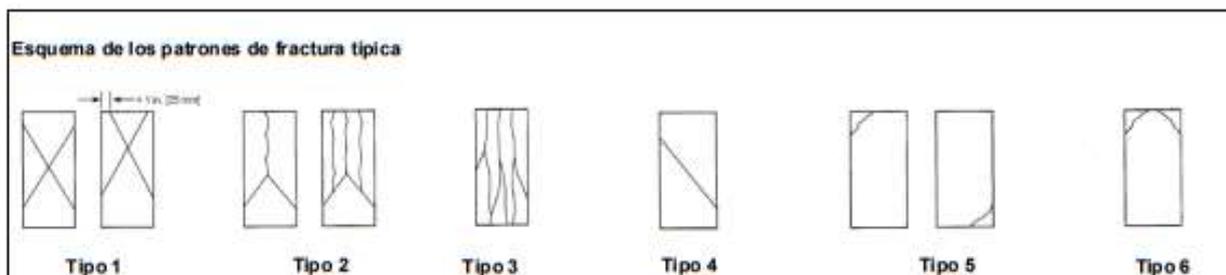
ASTM C39 / C39M - 10 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Código Muestra (Cilindro N°)	Fecha de obtención	Fecha de Rotura	Edad Muestra (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura	Carga Total (kgf)	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión (PSI)
CP-P7	02/07/2021	30/07/2021	28	181	2	39418	217	3086.5
CP-P8	02/07/2021	30/07/2021	28	182	2	39237	215	3058.0
CP-P9	02/07/2021	30/07/2021	28	181	2	39552	218	3100.7

#### Observaciones:

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



## ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAxIAL EN TESTIGOS DE CONCRETO NORMA ASTM C - 39

**Proyecto :** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**Solicitante:** CONDORI MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

Zona / Sector: ---

Estructura: ---

Tipo de Material: Concreto

Diseño de Mezcla (fc): 210 kg/cm<sup>2</sup> con 5% de rastrojo de trigo Fecha de emisión: 12/07/2021

### Resultados de los ensayos realizados

#### Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto

ASTM C39 / C39M - 10 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

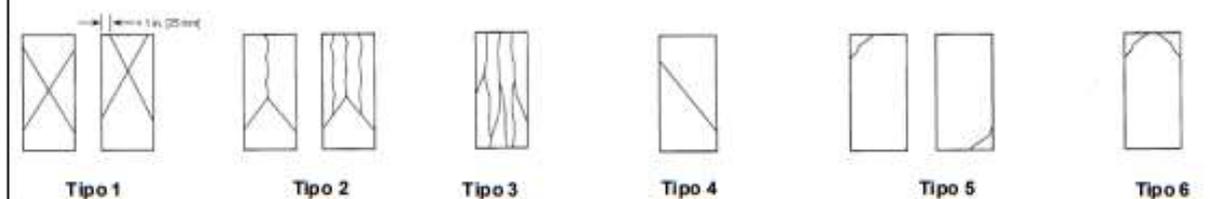
Código Muestra (Cilindro N°)	Fecha de obtención	Fecha de Rotura	Edad Muestra (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura	Carga Total (kgf)	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión (PSI)
CRT-P1	02/07/2021	09/07/2021	7	182	3	32046	176	2503.3
CRT-P2	02/07/2021	09/07/2021	7	182	3	31871	174	2474.9
CRT-P3	02/07/2021	09/07/2021	7	181	2	31973	177	2517.5

#### Observaciones:

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

#### Esquema de los patrones de fractura típica



**ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAxIAL EN TESTIGOS DE CONCRETO  
NORMA ASTM C - 39**

**Proyecto :** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**Solicitante:** CONDORI MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

Zona / Sector: ---

Estructura: ---

Tipo de Material: Concreto

Diseño de Mezcla (fc): 210 kg/cm<sup>2</sup> con 5% de rastrojo de trigo Fecha de emisión: 17/07/2021

**Resultados de los ensayos realizados**

**Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto**

ASTM C39 / C39M - 10 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

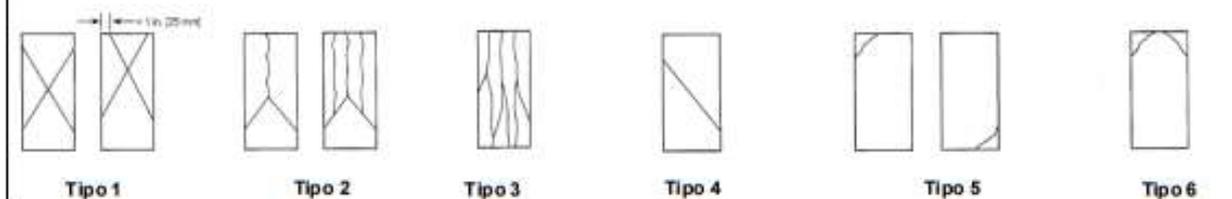
Código Muestra (Cilindro N°)	Fecha de obtención	Fecha de Rotura	Edad Muestra (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura	Carga Total (kgf)	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión (PSI)
CRT-P4	02/07/2021	16/07/2021	14	181	2	35472	196	2787.8
CRT-P5	02/07/2021	16/07/2021	14	182	2	36011	197	2802.0
CRT-P6	02/07/2021	16/07/2021	14	182	2	35862	197	2802.0

**Observaciones:**

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

**Esquema de los patrones de fractura típica**



**ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAxIAL EN TESTIGOS DE CONCRETO  
NORMA ASTM C - 39**

**Proyecto :** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**Solicitante:** CONDORI MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

Zona / Sector: ---

Estructura: ---

Tipo de Material: Concreto

Diseño de Mezcla (fc): 210 kg/cm<sup>2</sup> con 5% de rastrojo de trigo

Fecha de emisión: 31/07/2021

**Resultados de los ensayos realizados**

**Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto**

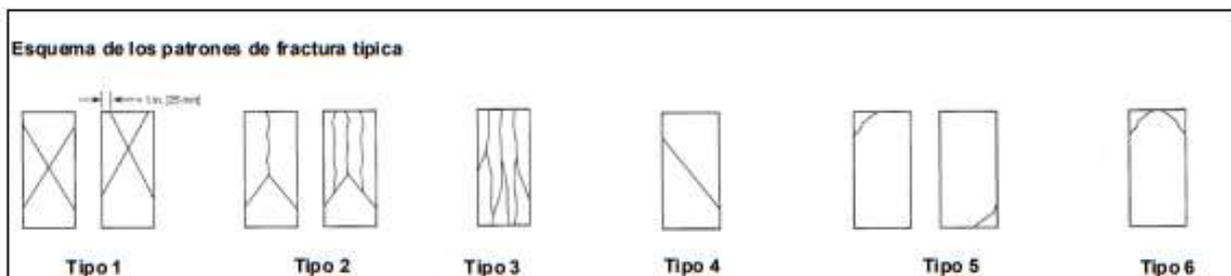
ASTM C39 / C39M - 10 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Código Muestra (Cilindro N°)	Fecha de obtención	Fecha de Rotura	Edad Muestra (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura	Carga Total (kgf)	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión (PSI)
CRT-P7	02/07/2021	30/07/2021	28	181	2	40358	223	3171.8
CRT-P8	02/07/2021	30/07/2021	28	180	2	39870	221	3143.4
CRT-P9	02/07/2021	30/07/2021	28	182	3	40126	220	3129.1

**Observaciones:**

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



**ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAxIAL EN TESTIGOS DE CONCRETO  
NORMA ASTM C - 39**

**Proyecto :** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**Solicitante:** CONDORI MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

Zona / Sector: ---

Estructura: ---

Tipo de Material: Concreto

Diseño de Mezcla (fc): 210 kg/cm<sup>2</sup> con 10% de rastrojo de trigo

Fecha de emisión: 12/07/2021

**Resultados de los ensayos realizados**

**Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto**

ASTM C39 / C39M - 10 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

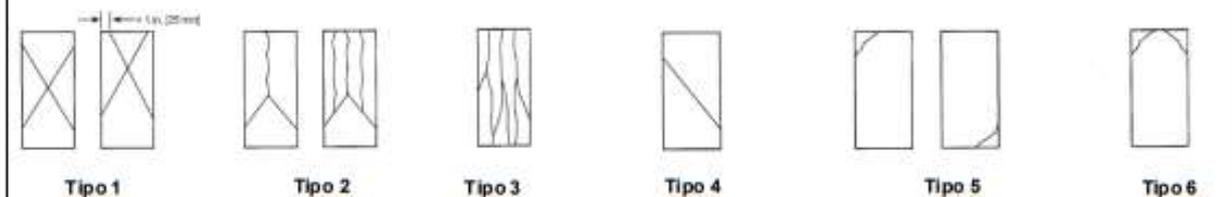
Código Muestra (Cilindro Nº)	Fecha de obtención	Fecha de Rotura	Edad Muestra (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura	Carga Total (kgf)	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión (PSI)
CRT-P1	02/07/2021	09/07/2021	7	181	3	31126	172	2446.4
CRT-P2	02/07/2021	09/07/2021	7	182	2	30723	168	2389.5
CRT-P3	02/07/2021	09/07/2021	7	181	2	30537	169	2403.7

**Observaciones:**

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

**Esquema de los patrones de fractura típica**



**ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAxIAL EN TESTIGOS DE CONCRETO  
NORMA ASTM C - 39**

**Proyecto :** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**Solicitante:** CONDORI MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

Zona / Sector: ---

Estructura: ---

Tipo de Material: Concreto

Diseño de Mezcla (fc): 210 kg/cm<sup>2</sup> con 10% de rastrojo de trigo Fecha de emisión: 17/07/2021

**Resultados de los ensayos realizados**

**Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto**

ASTM C39 / C39M - 10 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

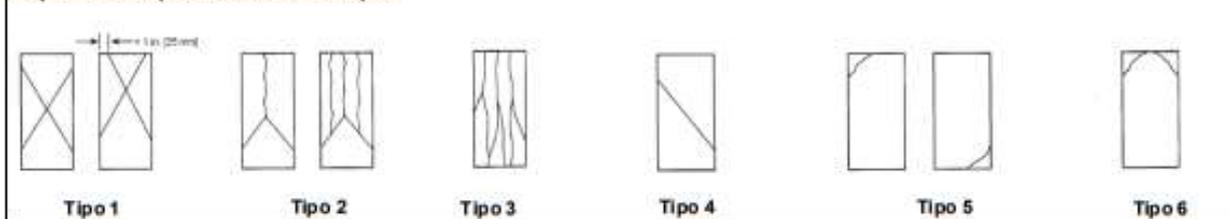
Código Muestra (Cilindro N°)	Fecha de obtención	Fecha de Rotura	Edad Muestra (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura	Carga Total (kgf)	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión (PSI)
CRT-P4	02/07/2021	16/07/2021	14	181	3	34666	192	2730.9
CRT-P5	02/07/2021	16/07/2021	14	182	2	34826	191	2716.7
CRT-P6	02/07/2021	16/07/2021	14	181	2	34738	192	2730.9

**Observaciones:**

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotecnico y de Concreto.

**Esquema de los patrones de fractura típica**



## ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAxIAL EN TESTIGOS DE CONCRETO NORMA ASTM C - 39

**Proyecto :** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**Solicitante:** CONDORI MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

Zona / Sector: ---

Estructura: ---

Tipo de Material: Concreto

Diseño de Mezcla (fc): 210 kg/cm<sup>2</sup> con 10% de rastrojo de trigo Fecha de emisión: 31/07/2021

### Resultados de los ensayos realizados

#### Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto

ASTM C39 / C39M - 10 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

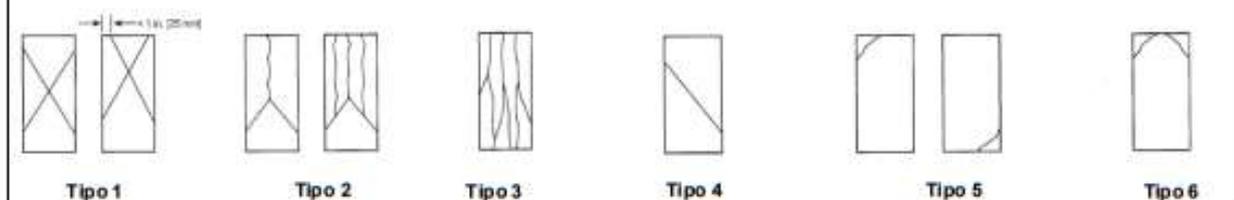
Código Muestra (Cilindro N°)	Fecha de obtención	Fecha de Rotura	Edad Muestra (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura	Carga Total (kgf)	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión (PSI)
CRT-P7	02/07/2021	30/07/2021	28	182	2	40029	220	3129.1
CRT-P8	02/07/2021	30/07/2021	28	182	2	39577	217	3086.5
CRT-P9	02/07/2021	30/07/2021	28	182	3	39931	219	3114.9

#### Observaciones:

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

#### Esquema de los patrones de fractura típica



## ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAxIAL EN TESTIGOS DE CONCRETO NORMA ASTM C - 39

**Proyecto :** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**Solicitante:** CONDORI MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

**Zona / Sector:** ---

**Estructura:** ---

**Tipo de Material:** Concreto

**Diseño de Mezcla (fc):** 210 kg/cm<sup>2</sup> con 15% de rastrojo de trigo **Fecha de emisión:** 12/07/2021

### Resultados de los ensayos realizados

#### Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto

ASTM C39 / C39M - 10 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

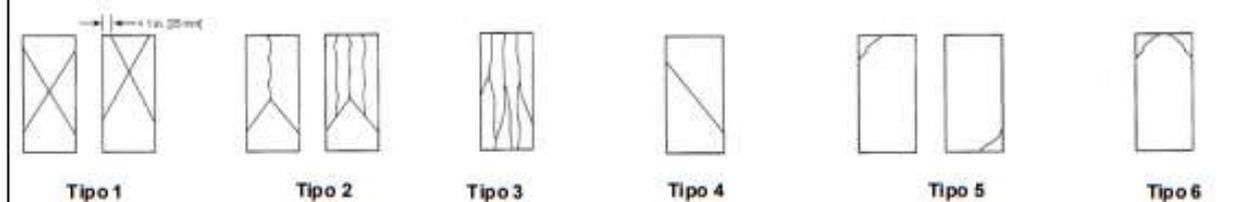
Código Muestra (Cilindro Nº)	Fecha de obtención	Fecha de Rotura	Edad Muestra (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura	Carga Total (kgf)	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión (PSI)
CRT-P1	02/07/2021	09/07/2021	7	181	2	30564	169	2403.7
CRT-P2	02/07/2021	09/07/2021	7	182	2	30826	169	2403.7
CRT-P3	02/07/2021	09/07/2021	7	181	3	30826	170	2418.0

#### Observaciones:

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

#### Esquema de los patrones de fractura típica



## ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAxIAL EN TESTIGOS DE CONCRETO NORMA ASTM C - 39

**Proyecto :** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**Solicitante:** CONDORI MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

Zona / Sector: ---

Estructura: ---

Tipo de Material: Concreto

Diseño de Mezcla (fc): 210 kg/cm<sup>2</sup> con 15% de rastrojo de trigo Fecha de emisión: 17/07/2021

### Resultados de los ensayos realizados

#### Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto

ASTM C39 / C39M - 10 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

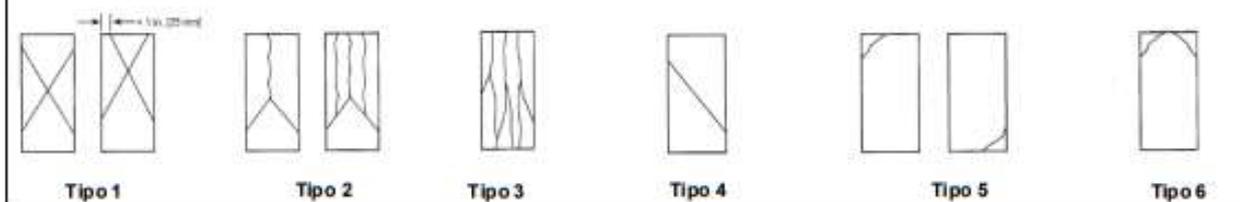
Código Muestra (Cilindro N°)	Fecha de obtención	Fecha de Rotura	Edad Muestra (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura	Carga Total (kgf)	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión (PSI)
CRT-P4	02/07/2021	16/07/2021	14	181	2	34865	193	2745.1
CRT-P5	02/07/2021	16/07/2021	14	180	2	34635	192	2730.9
CRT-P6	02/07/2021	16/07/2021	14	181	2	34538	191	2716.7

#### Observaciones:

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

#### Esquema de los patrones de fractura típica



**ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAxIAL EN TESTIGOS DE CONCRETO  
NORMA ASTM C - 39**

**Proyecto :** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**Solicitante:** CONDORI MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

Zona / Sector: ---

Estructura: ---

Tipo de Material: Concreto

Diseño de Mezcla (fc): 210 kg/cm<sup>2</sup> con 15% de rastrojo de trigo

Fecha de emisión: 31/07/2021

**Resultados de los ensayos realizados**

**Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto**

ASTM C39 / C39M - 10 Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

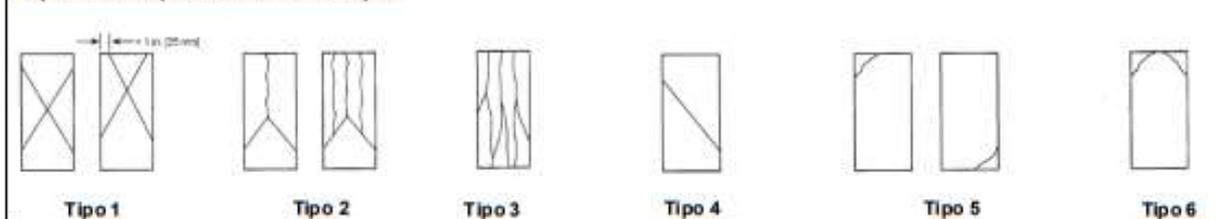
Código Muestra (Cilindro N°)	Fecha de obtención	Fecha de Rotura	Edad Muestra (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Tipo de Fractura	Carga Total (kgf)	Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión (PSI)
CRT-P7	02/07/2021	30/07/2021	28	181	2	39005	216	3072.2
CRT-P8	02/07/2021	30/07/2021	28	180	3	39106	217	3086.5
CRT-P9	02/07/2021	30/07/2021	28	182	2	39751	218	3100.7

**Observaciones:**

Las muestras han sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.

Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

**Esquema de los patrones de fractura típica**



**Figura 38.** *Ensayo de esfuerzos a la compresión.*



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 39.** *Realizando los apuntes de la probeta 1 a compresión.*



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 40.** Probeta 4 a compresión.



*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 41.** Realizando los apuntes de la probeta 6 a compresión.



*Fuente: Elaboración propia*

**ANEXO 04**

- Resultados de esfuerzos a flexión.

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO  
NORMA ASTM C - 78**

**Proyecto :** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**Solicitante:** CONDOR MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

**Zona / Sedor:** --

**Fecha de emisión:** 12/07/2021

**Estructura:** --

**Tipo de Material:** Concreto

**Diseño de Mezcla (fc):** 210 kg/cm<sup>2</sup> (Patrón)

**Resultados Ensayos realizados**

**Resistencias a la flexión del Concreto (Usando vigas prismáticas de tamaño estándar, cargadas en el tercio central) - ASTM C78**

Código Muestra (Testigo N°)	Fecha de Moldeo	Fecha de Ensayo	Edad Muestra (Días)	Dimensiones (mm)				P máx		R		Ubicación de la Falla
				b	h	L	L <sub>0</sub>	(N)	(kg)	(Mpa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	
CP-V1	2021-07-02	2021-07-09	7	15.3	15.3	50.8	46.0	18482.8	1886	2.45	24.94	(Lo/3)
CP-V2	2021-07-02	2021-07-09	7	15.3	15.2	50.8	46.0	19168.8	1956	2.56	26.12	(Lo/3)
CP-V3	2021-07-02	2021-07-09	7	15.2	15.2	50.8	46.0	18355.4	1873	2.46	25.04	(Lo/3)
<b>Prom.:</b>										2.49	25.37	
<b>D.E.:</b>										0.06	0.85	
<b>C.V. (%)</b>										2.58	2.58	

**Dónde:**

- b, h: Ancho y alto promedio según la posición de ensayo del testigo (medidas en superficie de rotura).
- L, L<sub>0</sub>: Longitud total (menor) del testigo y luz libre entre apoyos de ensayo.
- P máx.: Carga máxima aplicada al testigo.
- R: Módulo de Rotura del testigo, expresado en los sistemas de unidades indicados.
- (Lo/3) Zona de falla ubicada dentro del tercio central.
- Prom, D.E y C.V.: Promedio, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación del Módulo de Rotura de la muestra.

**Notas:**

- El peso propio de la viga no está incluido en el cálculo del Módulo de Rotura "R".
- Los ensayos de flexión fueron realizados con una Máquina de Compresión Axial Electro Hidráulica, calibrada con patrones de referencia trazables al NIST (United States National Institute of Standards & Technology).



**Observaciones:**

Las muestras han sido identificadas y entregadas por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO  
NORMA ASTM C - 78**

**Proyecto :** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**Solicitante:** CONDOR MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

Zona / Sector: --

Fecha de emisión: 17/07/2021

Estructura: --

Tipo de Material: Concreto

Diseño de Mezcla (fc): 210 kg/cm<sup>2</sup> (Patrón)

**Resultados Ensayos realizados**

**Resistencia a la flexión del Concreto (Usando vigas prismáticas de tamaño estándar, cargadas en el tercio central) - ASTM C78**

Código Muestra (Testigo N°)	Fecha de Moldeo	Fecha de Ensayo	Edad Muestra (Días)	Dimensiones (mm)				P máx		R		Ubicación de la Falla
				b	h	L	L <sub>0</sub>	(N)	(kg)	(Mpa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	
CP-V4	2021-07-02	2021-07-16	14	15.3	15.2	50.8	46.0	21236.6	2167	2.83	28.89	{Lo/3}
CP-V5	2021-07-02	2021-07-16	14	15.3	15.3	50.8	46.0	21324.8	2176	2.81	28.63	{Lo/3}
CP-V6	2021-07-02	2021-07-16	14	15.3	15.3	50.8	46.0	21520.8	2196	2.84	28.91	{Lo/3}
<b>Prom.:</b>										2.83	28.81	
<b>D.E.:</b>										0.02	0.16	
<b>C.V. (%)</b>										0.55	0.55	

**Dónde:**

b, h: Ancho y alto promedio según la posición de ensayo del testigo (medidas en superficie de rotura).

L, L<sub>0</sub>: Longitud total (menor) del testigo y luz libre entre apoyos de ensayo.

P máx.: Carga máxima aplicada al testigo.

R: Módulo de Rotura del testigo, expresado en los sistemas de unidades indicados

{Lo/3} Zona de falla ubicada dentro del tercio central

Prom, D.E y C.V.: Promedio, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación del Módulo de Rotura de la muestra

**Notas:**

- El peso propio de la viga no está incluido en el cálculo del Módulo de Rotura "R".
- Los ensayos de flexión fueron realizados con una Máquina de Compresión Axial Electro Hidráulica, calibrada con patrones de referencia trazables al NIST (United States National Institute of Standards & Technology).



**Observaciones:**

Las muestras han sido identificadas y entregadas por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto

  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

## ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO NORMA ASTM C - 78

**Proyecto :** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENizas DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA.

**Solicitante:** CONDORI MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

**Zona / Sector:** --

**Fecha de emisión:** 31/07/2021

**Estructura:** --

**Tipo de Material:** Concreto

**Diseño de Mezcla (fc):** 210 kg/m<sup>2</sup> (Patrón)

### Resultados Ensayos realizados

**Resistencias a la flexión del Concreto (Usando vigas prismáticas de tamaño estándar, cargadas en el tercio central) - ASTM C78**

Código Muestra (Testigo N°)	Fecha de Moldeo	Fecha de Ensayo	Edad Muestra (Días)	Dimensiones (mm)				P máx		R		Ubicación de la Falla
				b	h	L	L <sub>0</sub>	(N)	(kg)	(Mpa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	
CP-V7	2021-07-02	2021-07-30	28	15.2	15.2	50.8	46.0	23882.6	2437	3.19	32.50	(Lo/3)
CP-V8	2021-07-02	2021-07-30	28	15.3	15.3	50.8	46.0	23196.6	2367	3.06	31.16	(Lo/3)
CP-V9	2021-07-02	2021-07-30	28	15.2	15.2	50.8	46.0	24235.4	2473	3.21	32.78	(Lo/3)
<b>Prom.:</b>										3.15	32.16	
<b>D.E.:</b>										0.06	0.85	
<b>C.V. (%)</b>										2.66	2.66	

### Dónde:

b, h: Ancho y alto promedio según la posición de ensayo del testigo (medidas en superficie de rotura).

L, L<sub>0</sub>: Longitud total (menor) del testigo y luz libre entre apoyos de ensayo.

P máx.: Carga máxima aplicada al testigo.

R: Módulo de Rotura del testigo, expresado en los sistemas de unidades indicados.

(Lo/3) Zona de falla ubicada dentro del tercio central.

Prom. D.E. y C.V.: Promedio, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación del Módulo de Rotura de la muestra.

### Notas:

- El peso propio de la viga no está incluido en el cálculo del Módulo de Rotura "R".
- Los ensayos de flexión fueron realizados con una Máquina de Compresión Axial Electro Hidráulica, calibrada con patrones de referencia trazables al NIST (United States National Institute of Standards & Technology).



### Observaciones:

Las muestras han sido identificadas y entregadas por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO  
NORMA ASTM C - 78**

**Proyecto :** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**Solicitante:** CONDOR MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

**Zona / Sector:** --

**Fecha de emisión:** 12/07/2021

**Estructura:** --

**Tipo de Material:** Concreto

**Diseño de Mezcla (fc):** 210 kg/cm<sup>2</sup> con 5% de rastrojo de trigo

**Resultados Ensayos realizados**

**Resistencias a la flexión del Concreto (Usando vigas prismáticas de tamaño estándar, cargadas en el tercio central) - ASTM C78**

Código Muestra (Testigo N°)	Fecha de Moldeo	Fecha de Ensayo	Edad Muestra (Días)	Dimensiones (mm)				P máx		R		Ubicación de la Falla
				b	h	L	L <sub>0</sub>	(N)	(kg)	(Mpa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	
CRT-V1	2021-07-02	2021-07-09	7	15.3	15.3	50.8	46.0	22001	2245	2.91	29.68	{Lo/3}
CRT-V2	2021-07-02	2021-07-09	7	15.3	15.2	50.8	46.0	21128.8	2156	2.80	28.58	{Lo/3}
CRT-V3	2021-07-02	2021-07-09	7	15.3	15.2	50.8	46.0	21540.4	2198	2.86	29.18	{Lo/3}
<b>Prom.:</b>										2.86	29.15	
<b>D.E.:</b>										0.05	0.55	
<b>C.V. (%)</b>										1.89	1.89	

**Dónde:**

b, h: Ancho y alto promedio según la posición de ensayo del testigo (medidas en superficie de rotura).

L, L<sub>0</sub>: Longitud total (menor) del testigo y luz libre entre apoyos de ensayo.

P máx.: Carga máxima aplicada al testigo.

R: Módulo de Rotura del testigo, expresado en los sistemas de unidades indicados

{Lo/3} Zona de falla ubicada dentro del tercio central

Prom, D.E y C.V.: Promedio, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación del Módulo de Rotura de la muestra

**Notas:**

- El peso propio de la viga no está incluido en el cálculo del Módulo de Rotura "R".
- Los ensayos de flexión fueron realizados con una Máquina de Compresión Axial Electro Hidráulica, calibrada con patrones de referencia trazables al NIST (United States National Institute of Standards & Technology).



**Observaciones:**

Las muestras han sido identificadas y entregadas por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO  
NORMA ASTM C - 78**

**Proyecto:** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENizas DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR – LIMA METROPOLITANA

**Solicitante:** CONDOR MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

**Zona / Sector:** --

**Fecha de emisión:** 17/07/2021

**Estructura:** --

**Tipo de Material:** Concreto

**Diseño de Mezcla (fc):** 210 kg/cm<sup>2</sup> con 5% de rastrojo de trigo

**Resultados Ensayos realizados**

**Resistencias a la flexión del Concreto (Usando vigas prismáticas de tamaño estándar, cargadas en el tercio central) - ASTM C78**

Código Muestra (Testigo N°)	Fecha de Moldeo	Fecha de Ensayo	Edad Muestra (Días)	Dimensiones (mm)				P máx		R		Ubicación de la Falla
				b	h	L	L <sub>0</sub>	(N)	(kg)	(Mpa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	
CRT-V4	2021-07-02	2021-07-16	14	15.1	15.2	50.8	46.0	25117.4	2563	3.38	34.42	{Lo/3}
CRT-V5	2021-07-02	2021-07-16	14	15.2	15.2	50.8	46.0	26038.6	2657	3.45	35.22	{Lo/3}
CRT-V6	2021-07-02	2021-07-16	14	15.2	15.3	50.8	46.0	26332.6	2687	3.47	35.42	{Lo/3}
<b>Prom.:</b>										3.43	35.02	
<b>D.E.:</b>										0.05	0.53	
<b>C.V. (%)</b>										1.50	1.50	

**Dónde:**

b, h: Ancho y alto promedio según la posición de ensayo del testigo (medidas en superficie de robura).

L, L<sub>0</sub>: Longitud total (menor) del testigo y luz libre entre apoyos de ensayo.

P máx: Carga máxima aplicada al testigo.

R: Módulo de Rotura del testigo, expresado en los sistemas de unidades indicados

{Lo/3} Zona de falla ubicada dentro del tercio central

Prom, D.E y C.V.: Promedio, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación del Módulo de Rotura de la muestra

**Nota:**

1. El peso propio de la viga no está incluido en el cálculo del Módulo de Rotura "R".
2. Los ensayos de flexión fueron realizados con una Máquina de Compresión Axial Electro Hidráulica, calibrada con patrones de referencia trazables al NIST (United States National Institute of Standards & Technology).



**Observaciones:**

Las muestras han sido identificadas y entregadas por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO NORMA ASTM C - 78

**Proyecto :** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**Solicitante:** CONDOR MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

**Zona / Sector:** ---

**Fecha de emisión:** 31/07/2021

**Estructura:** ---

**Tipo de Material:** Concreto

**Diseño de Mezcla (fc):** 210 kg/cm<sup>2</sup> con 5% de rastrojo de trigo

#### Resultados Ensayos realizados

**Resistencia a la flexión del Concreto (Usando vigas prismáticas de tamaño estándar, cargadas en el tercio central) - ASTM C78**

Código Muestra (Testigo N°)	Fecha de Moldeo	Fecha de Ensayo	Edad Muestra (Días)	Dimensiones (mm)				P máx		R		Ubicación de la Falla
				b	h	L	L <sub>0</sub>	(N)	(kg)	(Mpa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	
CRT-V7	2021-07-02	2021-07-30	28	15.2	15.3	50.8	46.0	27890.8	2846	3.68	37.47	{Lo/3}
CRT-V8	2021-07-02	2021-07-30	28	15.2	15.2	50.8	46.0	27214.6	2777	3.63	36.99	{Lo/3}
CRT-V9	2021-07-02	2021-07-30	28	15.2	15.2	50.8	46.0	28243.6	2882	3.75	38.29	{Lo/3}
<b>Prom.:</b>										3.69	37.59	
<b>D.E.:</b>										0.06	0.66	
<b>C.V. (%)</b>										1.74	1.74	

#### Dónde:

- b, h: Ancho y alto promedio según la posición de ensayo del testigo (medidas en superficie de rotura).
- L, L<sub>0</sub>: Longitud total (menor) del testigo y luz libre entre apoyos de ensayo.
- P máx: Carga máxima aplicada al testigo.
- R: Módulo de Rotura del testigo, expresado en los sistemas de unidades indicados.
- {Lo/3} Zona de falla ubicada dentro del tercio central.
- Prom, D.E y C.V.: Promedio, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación del Módulo de Rotura de la muestra.

#### Notas:

- El peso propio de la viga no está incluido en el cálculo del Módulo de Rotura "R".
- Los ensayos de flexión fueron realizados con una Máquina de Compresión Axial Electro Hidráulica, calibrada con patrones de referencia trazables al NIST (United States National Institute of Standards & Technology).



#### Observaciones:

Las muestras han sido identificadas y entregadas por el solicitante. Esos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO  
NORMA ASTM C - 78**

**Proyecto :** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENizas DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**Solicitante :** CONDORI MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación :** VILLA EL SALVADOR - LIMA

Zona / Sector: --

Fecha de emisión: 12/07/2021

Estructura: --

Tipo de Material: Concreto

Diseño de Mezcla (fc): 210 kg/cm<sup>2</sup> con 10% de rastrojo de trigo

**Resultados Ensayos realizados**

**Resistencias a la flexión del Concreto (Usando vigas prismáticas de tamaño estándar, cargadas en el tercio central) - ASTM C78**

Código Muestra (Testigo N°)	Fecha de Moldeo	Fecha de Ensayo	Edad Muestra (Días)	Dimensiones (mm)				P máx		R		Ubicación de la Falla
				b	h	L	L <sub>0</sub>	(N)	(kg)	(Mpa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	
CRT-V1	2021-07-02	2021-07-09	7	15.2	15.3	50.8	46.0	17904.6	1627	2.37	24.12	{Lo/3}
CRT-V2	2021-07-02	2021-07-09	7	15.1	15.2	50.8	46.0	18032	1640	2.45	24.97	{Lo/3}
CRT-V3	2021-07-02	2021-07-09	7	15.1	15.2	50.8	46.0	17796.8	1616	2.42	24.65	{Lo/3}
<b>Prom.:</b>										2.41	24.58	
<b>D.E.:</b>										0.04	0.43	
<b>C.V. (%)</b>										1.74	1.74	

**Dónde:**

b, h: Ancho y alto promedio según la posición de ensayo del testigo (medidas en superficie de rotura).

L, L<sub>0</sub>: Longitud total (menor) del testigo y luz libre entre apoyos de ensayo.

P máx: Carga máxima aplicada al testigo.

R: Módulo de Rotura del testigo, expresado en los sistemas de unidades indicados.

{Lo/3} Zona de falla ubicada dentro del tercio central

Prom. D.E y C.V.: Promedio, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación del Módulo de Rotura de la muestra

**Notas:**

1. El peso propio de la viga no está incluido en el cálculo del Módulo de Rotura "R".
2. Los ensayos de flexión fueron realizados con una Máquina de Compresión Axial Electro Hidráulica, calibrada con patrones de referencia trazables al NIST (United States National Institute of Standards & Technology).



**Observaciones:**

Las muestras han sido identificadas y entregadas por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO  
NORMA ASTM C - 78**

**Proyecto :** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENizas DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**Solicitante:** CONDOR MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

**Zona / Sector:** --

**Fecha de emisión:** 17/07/2021

**Estructura:** --

**Tipo de Material:** Concreto

**Diseño de Mezcla (fc):** 210 kg/cm<sup>2</sup> con 10% de rastrojo de trigo

**Resultados Ensayos realizados**

**Resistencias a la flexión del Concreto (Usando vigas prismáticas de tamaño estándar, cargadas en el tercio central) - ASTM C78**

Código Muestra (Testigo N°)	Fecha de Moldeo	Fecha de Ensayo	Edad Muestra (Días)	Dimensiones (mm)				P máx.		R		Ubicación de la Falla
				b	h	L	Lo	(N)	(kg)	(Mpa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	
CRT-V4	2021-07-02	2021-07-16	14	15.1	15.4	50.8	46.0	19472.6	1987	2.55	26.02	{Lo/3}
CRT-V5	2021-07-02	2021-07-16	14	15.1	15.2	50.8	46.0	19149.2	1954	2.60	26.47	{Lo/3}
CRT-V6	2021-07-02	2021-07-16	14	15.1	15.2	50.8	46.0	19325.6	1972	2.61	26.57	{Lo/3}
<b>Prom.:</b>										2.58	26.35	
<b>D.E.:</b>										0.03	0.29	
<b>C.V. (%)</b>										1.10	1.10	

**Dónde:**

- b, h: Ancho y alto promedio según la posición de ensayo del testigo (medidas en superficie de rotura)
- L, Lo: Longitud total (menor) del testigo y luz libre entre apoyos de ensayo.
- P máx.: Carga máxima aplicada al testigo.
- R: Módulo de Rotura del testigo, expresado en los sistemas de unidades indicados
- {Lo/3} Zona de falla ubicada dentro del tercio central
- Prom. D.E y C.V.: Promedio, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación del Módulo de Rotura de la muestra

**Notes:**

- El peso propio de la viga no está incluido en el cálculo del Módulo de Rotura "R".
- Los ensayos de flexión fueron realizados con una Máquina de Compresión Axial Electro Hidráulica, calibrada con patrones de referencia trazables al NIST (United States National Institute of Standards & Technology).



**Observaciones:**

Las muestras han sido identificadas y entregadas por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto

  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO  
NORMA ASTM C - 78**

**Proyecto:** PAVIMENTO RIGIDO ADICIONADO CON CENIZA S DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**Solicitante:** CONDOR MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

Zona / Sector: --

Fecha de emisión: 31/07/2021

Estructura: --

Tipo de Material: Concreto

Diseño de Mezcla (fc): 210 kg/cm<sup>2</sup> con 10% de rastrojo de trigo

**Resultados Ensayos realizados**

Resistencias a la flexión del Concreto (Usando vigas prismáticas de tamaño estándar, cargadas en el tercio central) - ASTM C78

Código Muestra (Testigo N°)	Fecha de Moldeo	Fecha de Ensayo	Edad Muestra (Días)	Dimensiones (mm)				P máx		R		Ubicación de la Falla
				b	h	L	L <sub>0</sub>	(N)	(kg)	(Mpa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	
CRT-V7	2021-07-02	2021-07-30	28	15.2	15.1	50.8	46.0	22393	2285	3.02	30.77	{Lo/3}
CRT-V8	2021-07-02	2021-07-30	28	15.2	15.3	50.8	46.0	22187.2	2264	2.96	30.15	{Lo/3}
CRT-V9	2021-07-02	2021-07-30	28	15.2	15.3	50.8	46.0	23069.2	2354	3.05	31.06	{Lo/3}
<b>Prom.:</b>										3.01	30.66	
<b>D.E.:</b>										0.05	0.46	
<b>C.V. (%)</b>										1.51	1.51	

**Dónde:**

b, h: Ancho y alto promedio según la posición de ensayo del testigo (medidas en superficie de rotura).

L, L<sub>0</sub>: Longitud total (menor) del testigo y luz libre entre apoyos de ensayo.

P máx: Carga máxima aplicada al testigo.

R: Módulo de Rotura del testigo, expresado en los sistemas de unidades indicados

{Lo/3} Zona de falla ubicada dentro del tercio central

Prom, D.E y C.V.: Promedio, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación del Módulo de Rotura de la muestra

**Notas:**

- El peso propio de la viga no está incluido en el cálculo del Módulo de Rotura "R".
- Los ensayos de flexión fueron realizados con una Máquina de Compresión Axial Electro Hidráulica, calibrada con patrones de referencia trazables al NIST (United States National Institute of Standards & Technology).



**Observaciones:**

Las muestras han sido identificadas y entregadas por el solicitante. Esos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.

  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO  
NORMA ASTM C - 78**

**Proyecto:** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**Solicitante:** CONDOR MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

**Zona / Sector:** --

**Fecha de emisión:** 12/07/2021

**Estructura:** --

**Tipo de Material:** Concreto

**Diseño de Mezcla (fc):** 210 kg/cm<sup>2</sup> con 15% de rastrojo de trigo

**Resultados Ensayos realizados**

**Resistencia a la flexión del Concreto (Usando vigas prismáticas de tamaño estándar, cargadas en el tercio central) - ASTM C78**

Código Muestra (Testigo N°)	Fecha de Moldeo	Fecha de Ensayo	Edad Muestra (Días)	Dimensiones (mm)				P máx		R		Ubicación de la Falla
				b	h	L	L <sub>0</sub>	(N)	(kg)	(Mpa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	
CRT-V1	2021-07-02	2021-07-09	7	15.3	15.3	50.8	46.0	19237.4	1963	2.54	25.86	{Lo/3}
CRT-V2	2021-07-02	2021-07-09	7	15.3	15.3	50.8	46.0	19560.8	1996	2.58	26.27	{Lo/3}
CRT-V3	2021-07-02	2021-07-09	7	15.2	15.3	50.8	46.0	19178.6	1957	2.56	26.13	{Lo/3}
<b>Prom.:</b>										2.56	26.09	
<b>D.E.:</b>										0.02	0.21	
<b>C.V. (%)</b>										0.79	0.79	

**Dónde:**

- b, h: Ancho y alto promedio según la posición de ensayo del testigo (medidas en superficie de rotura).
- L, L<sub>0</sub>: Longitud total (menor) del testigo y luz libre entre apoyos de ensayo.
- P máx: Carga máxima aplicada al testigo.
- R: Módulo de Rotura del testigo, expresado en los sistemas de unidades indicados.
- {Lo/3} Zona de falla ubicada dentro del tercio central.
- Prom, D.E y C.V.: Promedio, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación del Módulo de Rotura de la muestra.

**Notas:**

- El peso propio de la viga no está incluido en el cálculo del Módulo de Rotura "R".
- Los ensayos de flexión fueron realizados con una Máquina de Compresión Axial Electro Hidráulica, calibrada con patrones de referencia trazables al NIST (United States National Institute of Standards & Technology).



**Observaciones:**

Las muestras han sido identificadas y entregadas por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO  
NORMA ASTM C - 78**

**Proyecto :** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENIZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**Solicitante:** CONDOR MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

Zona / Sector: --

Fecha de emisión: 17/07/2021

Estructura: --

Tipo de Material: Concreto

Diseño de Mezcla (fc): 210 kg/cm<sup>2</sup> con 15% de rastrojo de trigo

**Resultados Ensayos realizados**

**Resistencias a la flexión del Concreto (Usando vigas prismáticas de tamaño estándar, cargadas en el tercio central) - ASTM C78**

Código Muestra (Testigo N°)	Fecha de Moldeo	Fecha de Ensayo	Edad Muestra (Días)	Dimensiones (mm)				P máx		R		Ubicación de la Falla
				b	h	L	L <sub>0</sub>	(N)	(kg)	(Mpa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	
CRT-V4	2021-07-02	2021-07-16	14	15.2	15.3	50.8	46.0	21187.6	2162	2.80	28.58	{Lo/3}
CRT-V5	2021-07-02	2021-07-16	14	15.1	15.2	50.8	46.0	20815.2	2124	2.80	28.58	{Lo/3}
CRT-V6	2021-07-02	2021-07-16	14	15.2	15.3	50.8	46.0	21050.4	2148	2.79	28.50	{Lo/3}
<b>Prom.:</b>										2.80	28.55	
<b>D.E.:</b>										0.00	0.05	
<b>C.V. (%)</b>										0.17	0.17	

**Dónde:**

- b, h: Ancho y alto promedio según la posición de ensayo del testigo (medidas en superficie de rotura).
- L, L<sub>0</sub>: Longitud total (menor) del testigo y luz libre entre apoyos de ensayo.
- P máx.: Carga máxima aplicada al testigo.
- R: Módulo de Rotura del testigo, expresado en los sistemas de unidades indicados
- {Lo/3} Zona de falla ubicada dentro del tercio central
- Prom, D.E y C.V.: Promedio, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación del Módulo de Rotura de la muestra

**Notas:**

- El peso propio de la viga no está incluido en el cálculo del Módulo de Rotura "R".
- Los ensayos de flexión fueron realizados con una Máquina de Compresión Axial Electro Hidráulica, calibrada con patrones de referencia trazables al NIST (United States National Institute of Standards & Technology).



**Observaciones:**

Las muestras han sido identificadas y entregadas por el solicitante. Esta datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto



**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO  
NORMA ASTM C - 78**

**Proyecto :** PAVIMENTO RÍGIDO ADICIONADO CON CENZAS DE RASTROJO DE TRIGO EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR - LIMA METROPOLITANA

**Solicitante:** CONDOR MAMANI ALEX FERNANDO

**Ubicación:** VILLA EL SALVADOR - LIMA

**Zona / Sector:** --

**Fecha de emisión:** 31/07/2021

**Estructura:** --

**Tipo de Material:** Concreto

**Diseño de Mezcla (fc):** 210 kg/cm<sup>2</sup> con 15% de rastrojo de trigo

**Resultados Ensayos realizados**

**Resistencias a la flexión del Concreto (Usando vigas prismáticas de tamaño estándar, cargadas en el tercio central) - ASTM C78**

Código Muestra (Testigo N°)	Fecha de Moldeo	Fecha de Ensayo	Edad Muestra (Días)	Dimensiones (mm)				P máx		R		Ubicación de la Falla
				b	h	L	L <sub>0</sub>	(N)	(kg)	(Mpa)	(kg/cm <sup>2</sup> )	
CRT-V7	2021-07-02	2021-07-30	28	15.1	15.2	50.8	46.0	21893.2	2234	2.95	30.08	{Lo/3}
CRT-V8	2021-07-02	2021-07-30	28	15.2	15.3	50.8	46.0	22383.2	2284	2.97	30.23	{Lo/3}
CRT-V9	2021-07-02	2021-07-30	28	15.3	15.3	50.8	46.0	22451.8	2291	2.95	30.13	{Lo/3}
<b>Prom.:</b>										2.96	30.15	
<b>D.E.:</b>										0.01	0.08	
<b>C.V. (%)</b>										0.26	0.26	

**Dónde:**

b, h: Ancho y alto promedio según la posición de ensayo del testigo (medidas en superficie de rotura).

L, L<sub>0</sub>: Longitud total (menor) del testigo y luz libre entre apoyos de ensayo.

P máx: Carga máxima aplicada al testigo.

R: Módulo de Rotura del testigo, expresado en los sistemas de unidades indicados

{Lo/3} Zona de falla ubicada dentro del tercio central

Prom, D.E y C.V.: Promedio, Desviación Estándar y Coeficiente de Variación del Módulo de Rotura de la muestra

**Notas:**

- El peso propio de la viga no está incluido en el cálculo del Módulo de Rotura "R".
- Los ensayos de flexión fueron realizados con una Máquina de Compresión Axial Electro Hidráulica, calibrada con patrones de referencia trazables al NIST (United States National Institute of Standards & Technology).



**Observaciones:**

Las muestras han sido identificadas y entregadas por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto

  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

**ANEXO 05**

- Certificados de calibración



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-001-2021

Página: 1 de 3

Expediente : T 003-2021  
Fecha de Emisión : 2021-01-07

1. Solicitante : GUZMAN MORAN INGENIEROS S.A.C.

Dirección : CAL 6 MZA. E LOTE. 13 ASC. PAPA JUAN PABLO - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : R21PE30ZH

Número de Serie : B836547342

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala de Verificación ( e ) : 1 g

División de Escala Real ( d ) : 1 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2021-01-05

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 en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. Método de Calibración

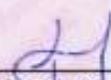
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GUZMAN MORAN INGENIEROS S.A.C.  
CAL 6 MZA. E LOTE. 13 ASC. PAPA JUAN PABLO - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-001-2021

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Minima	Máxima
Temperatura	25,2	25,3
Humedad Relativa	67,4	68,5

**6. Trazabilidad**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE20-C-0772-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-007-2020
	Pesa (exactitud F1)	CCP-0340-006-2020
	Pesa (exactitud F2)	LM-114-2019
	Pesa (exactitud F2)	LM-115-2019
	Pesa (exactitud F2)	LM-116-2019

**7. Observaciones**

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 30 005 g para una carga de 30 000 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

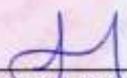
**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	25,2	25,2

Medición N°	Carga L1* 15 000 g			Carga L2* 30 000 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	15 000	0,8	-0,4	30 000	0,7	-0,3
2	15 000	0,7	-0,3	30 000	0,6	-0,2
3	15 000	0,8	-0,4	30 000	0,6	-0,2
4	15 000	0,9	-0,5	30 000	0,8	-0,5
5	15 000	0,6	-0,2	30 000	0,7	-0,3
6	15 000	0,7	-0,3	30 000	0,7	-0,3
7	15 000	0,6	-0,2	30 000	0,8	-0,4
8	15 000	0,8	-0,4	30 000	0,6	-0,2
9	15 000	0,8	-0,4	30 000	0,9	-0,5
10	15 000	0,6	-0,2	30 000	0,7	-0,3
Diferencia Máxima	0,3			0,3		
Error máximo permitido ±	2 g			3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

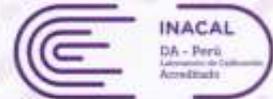
Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

[www.puntodeprecision.com](http://www.puntodeprecision.com) E-mail: [info@puntodeprecision.com](mailto:info@puntodeprecision.com) / [puntodeprecision@hotmail.com](mailto:puntodeprecision@hotmail.com)  
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-001-2021

Página: 3 de 3



**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	10	10	0,7	-0,2	10 000	9 999	0,7	-1,2	-1,0
2		10	0,8	-0,3		9 998	0,6	-2,1	-1,8
3		10	0,7	-0,2		9 999	0,6	-1,1	-0,9
4		10	0,9	-0,4		10 000	0,8	-0,3	0,1
5		10	0,8	-0,3		10 000	0,7	-0,2	0,1

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido ± 2 g

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
10,0	10	0,8	-0,3						
50,0	50	0,7	-0,2	0,1	50	0,8	-0,3	0,0	1
500,0	500	0,9	-0,4	-0,1	500	0,7	-0,2	0,1	1
2 000,0	2 000	0,7	-0,2	0,1	2 000	0,6	-0,1	0,2	1
5 000,0	5 000	0,6	-0,1	0,2	4 999	0,6	-1,1	-0,8	1
7 000,0	7 000	0,8	-0,3	0,0	7 000	0,6	-0,1	0,2	2
10 000,0	9 999	0,7	-1,2	-0,9	9 999	0,7	-1,2	-0,9	2
15 000,1	14 999	0,9	-1,5	-1,2	14 999	0,7	-1,3	-1,0	2
20 000,1	19 999	0,7	-1,3	-1,0	19 999	0,8	-1,4	-1,1	2
25 000,1	24 999	0,8	-1,4	-1,1	24 999	0,9	-1,5	-1,2	3
30 000,1	30 000	0,7	-0,3	0,0	30 000	0,7	-0,3	0,0	3

e.m.p.: error máximo permitido

**Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada**

$$R_{\text{corregida}} = R + 4,50 \times 10^{-8} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{2,63 \times 10^{-8} \text{ g}^2 + 1,73 \times 10^{-8} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza    ΔL: Carga Incrementada    E: Error encontrado    E<sub>0</sub>: Error en cero    E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 853 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro M LC - 033

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-002-2021

Página: 1 de 3

Expediente : T 003-2021  
Fecha de Emisión : 2021-01-07

**1. Solicitante** : GUZMAN MORAN INGENIEROS S.A.C.

**Dirección** : CAL 6 MZA. E LOTE. 13 ASC. PAPA JUAN PABLO - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**

**Marca** : OHAUS

**Modelo** : TRAVELER TA302

**Número de Serie** : B403227562

**Alcance de Indicación** : 300 g

**División de Escala de Verificación ( e )** : 0,01 g

**División de Escala Real (d)** : 0,01 g

**Procedencia** : CHINA

**Identificación** : NO INDICA

**Tipo** : ELECTRÓNICA

**Ubicación** : LABORATORIO

**Fecha de Calibración** : 2021-01-05

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 en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

### 3. Método de Calibración

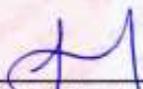
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de GUZMAN MORAN INGENIEROS S.A.C.  
CAL 6 MZA. E LOTE. 13 ASC. PAPA JUAN PABLO - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA



PT-06 F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033**



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-002-2021

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Minima	Máxima
Temperatura	25,9	26,0
Humedad Relativa	61,2	61,2

**6. Trazabilidad**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE20-C-0772-2020

**7. Observaciones**

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 300,00 g

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009, Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

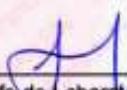
**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	26,0	25,9

Medición N°	Carga L1= 150,00 g			Carga L2= 300,00 g		
	I (g)	AL (g)	E (g)	I (g)	AL (g)	E (g)
1	150,00	0,008	-0,003	300,00	0,007	-0,002
2	150,00	0,007	-0,002	300,00	0,008	-0,003
3	150,00	0,009	-0,004	300,00	0,009	-0,004
4	150,00	0,007	-0,002	300,00	0,006	-0,001
5	150,00	0,008	-0,003	300,00	0,005	-0,001
6	150,00	0,007	-0,002	300,00	0,008	-0,003
7	150,01	0,009	0,006	300,00	0,008	-0,003
8	150,00	0,008	-0,003	300,00	0,007	-0,002
9	150,00	0,007	-0,002	300,00	0,009	-0,004
10	150,00	0,007	-0,002	300,00	0,008	-0,003
Diferencia Máxima			0,010			0,003
Error máximo permitido	± 0,02 g			± 0,03 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

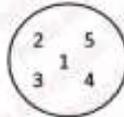
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-002-2021

Página: 3 de 3



## ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de $E_0$				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	$I$ (g)	$\Delta L$ (g)	$E_0$ (g)	Carga $L$ (g)	$I$ (g)	$\Delta L$ (g)	$E$ (g)	$E_c$ (g)
1	0,10	0,10	0,006	-0,001	100,00	100,00	0,006	-0,003	-0,002
2		0,10	0,006	-0,003		100,00	0,007	-0,002	0,001
3		0,10	0,009	-0,004		100,00	0,009	-0,004	0,000
4		0,10	0,007	-0,002		100,01	0,007	0,008	0,010
5		0,10	0,006	-0,001		100,00	0,006	-0,001	0,000

Temp. (°C) Inicial: 25,9 Final: 25,9

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido:  $\pm$  0,02 g

## ENSAYO DE PESAJE

Carga $L$ (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				$\pm$ emp (g)
	$I$ (g)	$\Delta L$ (g)	$E$ (g)	$E_c$ (g)	$I$ (g)	$\Delta L$ (g)	$E$ (g)	$E_c$ (g)	
0,100	0,10	0,007	-0,002						
0,200	0,20	0,006	-0,003	-0,001	0,20	0,007	-0,002	0,000	0,01
1,000	1,00	0,009	-0,004	-0,002	1,00	0,006	-0,003	-0,001	0,01
5,000	5,00	0,007	-0,002	0,000	5,00	0,006	-0,001	0,001	0,01
20,000	20,00	0,008	-0,003	-0,001	20,00	0,008	-0,003	-0,001	0,01
50,000	50,00	0,007	-0,002	0,000	50,00	0,007	-0,002	0,000	0,01
100,000	100,00	0,006	-0,001	0,001	100,01	0,006	0,009	0,011	0,02
150,000	150,01	0,008	0,007	0,009	150,00	0,008	-0,003	-0,001	0,02
200,000	200,00	0,008	-0,003	-0,001	200,01	0,007	0,008	0,010	0,02
250,000	250,00	0,006	-0,001	0,001	250,00	0,006	-0,003	-0,001	0,03
300,000	300,00	0,007	-0,002	0,000	300,00	0,007	-0,002	0,000	0,03

Temp. (°C) Inicial: 25,9 Final: 25,9

e.m.p.: error máximo permitido

## Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 1,13 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{3,45 \times 10^{-6} \text{ g}^2 + 2,01 \times 10^{-6} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza     $\Delta L$ : Carga incrementada    E: Error encontrado     $E_0$ : Error en cero     $E_c$ : Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 001 - 2021

Página : 1 de 4

Expediente : T 003-2021  
Fecha de emisión : 2021-01-06

1. Solicitante : GUZMAN MORAN INGENIEROS S.A.C.

Dirección : CAL.6 MZA. E LOTE. 13 ASC. PAPA JUAN PABLO - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Instrumento de Medición : ESTUFA

Indicación : DIGITAL

Marca del Equipo : WTC BINDER  
Modelo del Equipo : NO INDICA  
Serie del Equipo : 990342  
Capacidad del Equipo : 53 L  
Código de identificación : NO INDICA

Marca de indicador : WTC BINDER  
Modelo de indicador : NO INDICA  
Serie de indicador : NO INDICA  
Temperatura calibrada : 110 °C

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

#### 3. Lugar y fecha de Calibración

LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISION S.A.C.  
05 - ENERO - 2021

#### 4. Método de Calibración

La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	APPLENT	150-CT-T-2020	INACAL - DM

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	25.9	25.8
Humedad %	65	66

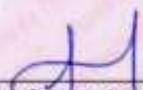
#### 7. Conclusiones

La estufa se encuentra dentro de los rangos  $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  para la realización de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

#### 8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 001 - 2021

Página : 2 de 4

## CALIBRACIÓN PARA 110 °C

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔTMax. - TMin. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110	114,8	113,0	113,5	110,9	110,8	109,3	112,2	105,2	112,7	110,8	111,3	9,6
2	110	114,8	112,7	113,3	110,8	110,7	109,1	111,8	105,4	112,7	110,7	111,2	9,2
4	110	114,8	113,1	113,4	110,8	110,9	109,1	112,6	105,0	112,6	110,8	111,3	9,8
6	110	114,8	112,9	113,4	110,8	110,7	109,1	112,1	105,5	112,7	110,9	111,3	9,3
8	110	114,8	113,1	113,4	110,8	110,7	109,3	112,6	105,5	112,7	110,5	111,3	9,3
10	110	114,8	112,7	113,5	110,9	110,8	109,1	112,2	105,0	112,6	110,7	111,2	9,8
12	110	114,8	113,0	113,4	110,9	110,8	109,3	112,6	105,2	112,7	110,9	111,3	9,4
14	110	114,6	113,1	113,5	110,8	110,7	109,1	112,2	105,4	112,7	110,7	111,3	9,2
16	110	114,8	112,7	113,4	110,9	110,9	109,3	112,1	105,2	112,6	110,8	111,3	9,6
18	110	114,8	113,0	113,3	110,9	110,8	109,1	112,1	105,5	112,7	110,5	111,3	9,3
20	110	114,6	113,1	113,3	110,9	110,7	109,1	112,2	105,0	112,6	110,7	111,2	9,6
22	110	114,6	113,0	113,4	110,8	110,8	109,3	112,2	105,2	112,6	110,8	111,3	9,4
24	110	114,8	113,1	113,3	110,9	110,7	109,3	112,6	105,4	112,7	110,5	111,3	9,4
26	110	114,8	112,7	113,4	110,8	110,8	109,1	112,1	105,2	112,6	110,9	111,2	9,6
28	110	114,8	113,1	113,5	110,8	110,9	109,1	112,2	105,4	112,7	110,7	111,3	9,4
30	110	114,6	113,0	113,4	110,9	110,7	109,1	112,6	105,2	112,6	110,5	111,3	9,4
32	110	114,6	113,1	113,3	110,8	110,8	109,3	112,2	105,5	112,7	110,8	111,3	9,1
34	110	114,8	112,7	113,4	110,9	110,9	109,1	112,1	105,0	112,7	110,5	111,2	9,8
36	110	114,6	113,0	113,5	110,8	110,7	109,1	112,2	105,4	112,6	110,9	111,3	9,2
38	110	114,6	112,7	113,4	110,9	110,8	109,3	112,6	105,0	112,6	110,7	111,3	9,6
40	110	114,8	113,0	113,3	110,8	110,7	109,1	112,2	105,2	112,7	110,8	111,3	9,6
42	110	114,8	113,1	113,5	110,9	110,9	109,1	112,1	105,5	112,6	110,5	111,3	9,3
44	110	114,6	112,7	113,3	110,8	110,8	109,3	112,6	105,4	112,7	110,7	111,3	9,2
46	110	114,8	113,0	113,4	110,9	110,9	109,1	112,2	105,2	112,6	110,8	111,3	9,4
48	110	114,8	113,1	113,3	110,8	110,9	109,1	112,1	105,2	112,6	110,5	111,2	9,6
50	110	114,8	113,0	113,5	110,8	110,7	109,3	112,2	105,5	112,7	110,7	111,3	9,3
52	110	114,6	113,1	113,3	110,9	110,8	109,1	112,1	105,4	112,7	110,5	111,3	9,2
54	110	114,6	112,7	113,5	110,8	110,9	109,1	112,6	105,2	112,6	110,9	111,3	9,4
56	110	114,8	113,1	113,3	110,9	110,9	109,3	112,2	105,4	112,7	110,5	111,3	9,4
58	110	114,6	113,0	113,4	110,8	110,8	109,3	112,6	105,2	112,7	110,8	111,3	9,4
60	110	114,8	112,7	113,5	110,8	110,7	109,1	112,2	105,0	112,6	110,7	111,2	9,8
T. PROM	110,0	114,7	112,9	113,4	110,8	110,8	109,2	112,3	105,3	112,7	110,7	111,3	
T. MAX	110,0	114,8	113,1	113,5	110,9	110,9	109,3	112,6	105,5	112,7	110,9		
T. MIN	110,0	114,6	112,7	113,3	110,8	110,7	109,1	111,8	105,0	112,6	110,5		
DTT	0,0	0,2	0,4	0,2	0,1	0,2	0,2	0,8	0,5	0,1	0,4		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,8	0,4
Mínima Temperatura Medida	105,0	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,8	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	9,4	0,3
Estabilidad Media (±)	0,4	0,02
Uniformidad Media	9,8	0,1

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

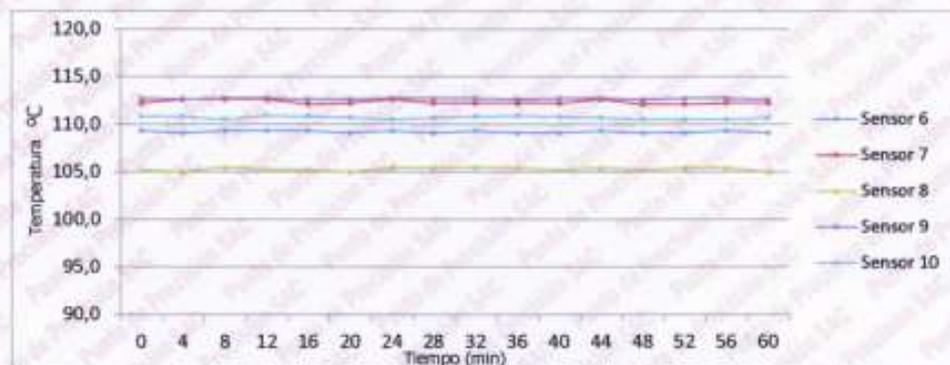
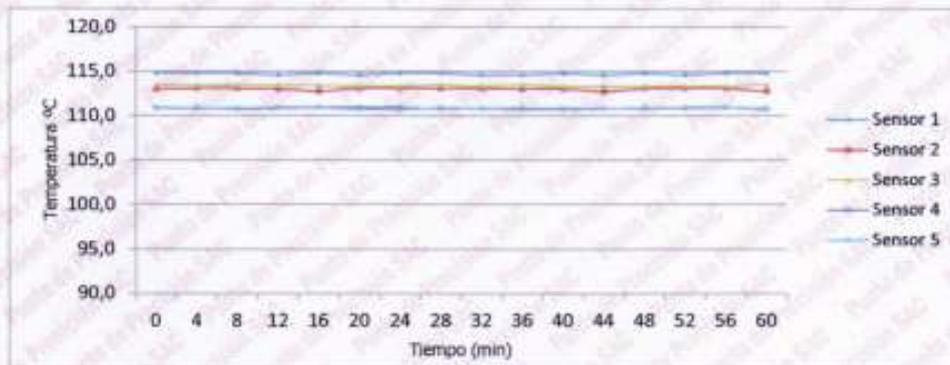
# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

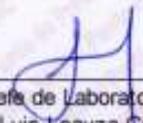
## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 001 - 2021

Página : 3 de 4

### TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C



  
 Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



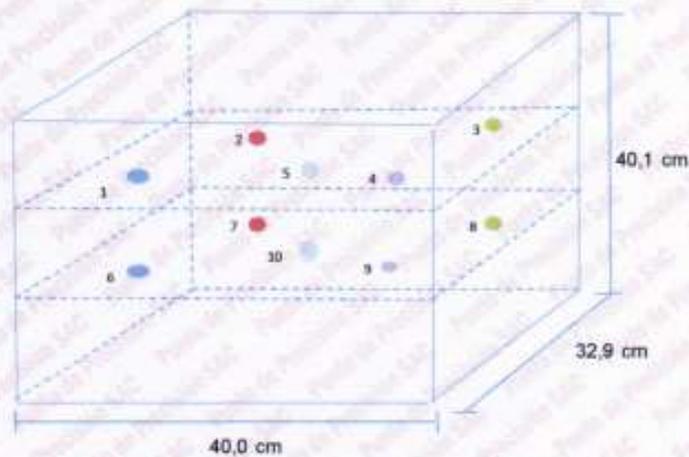
Punto de Precisión SAC

## PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 001 - 2021

Página : 4 de 4

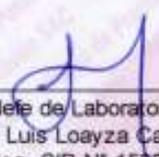
### DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demas sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura mas alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO



  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 003 - 2021

Página : 1 de 2

Expediente : T 003-2021  
Fecha de emisión : 2021-01-06

1. Solicitante : GUZMAN MORAN INGENIEROS S.A.C.

Dirección : CAL 6 MZA. E LOTE. 13 ASC. PAPA JUAN PABLO - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL

Marca de Prensa : ELE INTERNATIONAL  
Modelo de Prensa : NO INDICA  
Serie de Prensa : 56275  
Capacidad de Prensa : 113 t  
Código de Identificación : GMIG-025

Marca de indicador : ELE INTERNATIONAL  
Modelo de indicador : ADR TOUCH  
Serie de indicador : NO INDICA

Marca de Transductor : NO INDICA  
Modelo de Transductor : NO INDICA

Bomba Hidraulica : ELÉCTRICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

#### 3. Lugar y fecha de Calibración

CAL 6 MZA. E LOTE. 13 ASC. PAPA JUAN PABLO - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA  
05 - ENERO - 2021

#### 4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

#### 5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	KELI	INF-LE 255	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	HIWEIGH		

#### 6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	26,1	26,3
Humedad %	63	63

#### 7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

#### 8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Punto de Precisión SAC

# PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

## LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 003 - 2021

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	9922	9919	0,78	0,81	9920,4	0,80	0,03
20000	19852	19836	0,74	0,82	19843,6	0,79	0,08
30000	29806	29805	0,65	0,65	29805,5	0,65	0,00
40000	39754	39744	0,61	0,64	39749,2	0,63	0,03
50000	49759	49749	0,48	0,50	49754,2	0,49	0,02
60000	59726	59723	0,46	0,46	59724,4	0,46	0,01
70000	69473	69460	0,75	0,77	69466,3	0,77	0,02

## NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = \text{Error}(2) - \text{Error}(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación :  $R^2 = 1$ Ecuación de ajuste :  $y = 1,0059x + 12,531$ Donde: x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

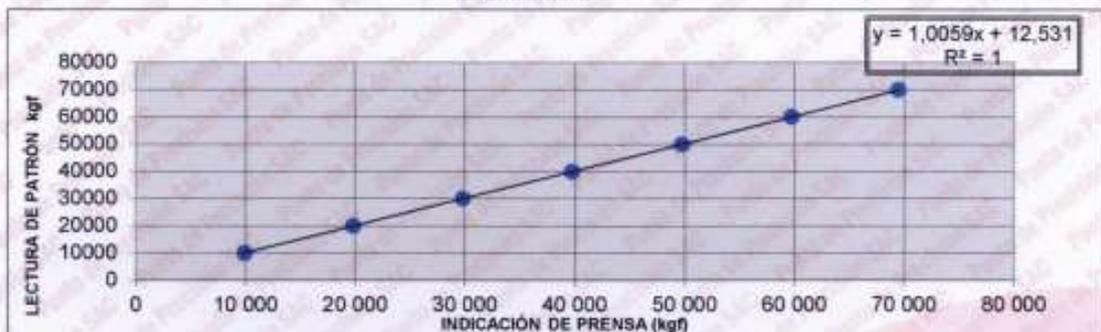
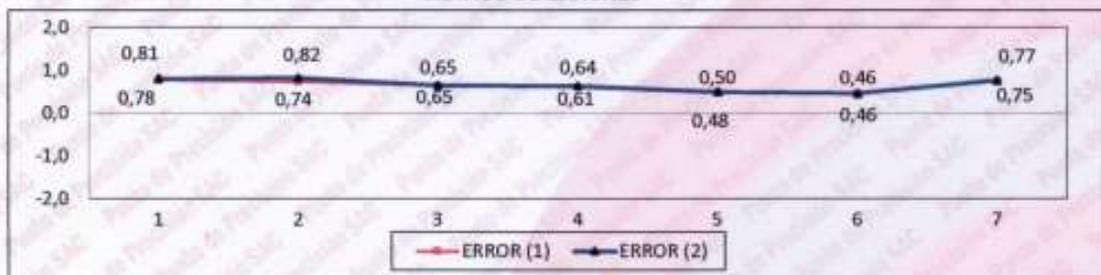


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.