



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Diseño de pavimento adoquinado adicionando ceniza de bagazo de  
caña de azúcar, calle Aminco, Huacho 2020”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Abanto Peche, Wilmer Alexander (ORCID:0000-0001-9612-323X)

**ASESOR:**

Mgtr. Benites Zuñiga, José Luis (ORCID:0000-0003-4459-494X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA –PERÚ

2021

### **Dedicatoria**

El presente trabajo va dedicado a Dios y a mi familia, la cual me brindó su apoyo incondicional a lo largo de la carrera y así poder llegar a culminarla con gran satisfacción.

### **Agradecimiento**

A mis padres por haber estado presentes en cada paso que doy, brindándome la fortaleza para continuar, siendo mi apoyo incondicional en todo momento.

A la “Universidad Cesar Vallejo” y sus formadores académicos, por su apoyo, tiempo, consejos para realizar mi proyecto de investigación y en general o largo de la carrera y así poder llegar a culminarla con gran satisfacción.

## Índice de contenido

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Índice de gráficos	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	19
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	19
3.2 Variables y operacionalización.....	20
3.3 Población, muestra y muestreo.....	21
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	22
3.5 Procedimientos .....	23
3.6 Método de análisis de datos .....	23
3.7 Aspectos éticos .....	24
IV. RESULTADOS	25
V. DISCUSIÓN	35
VI. CONCLUSIONES	39
VII. RECOMENDACIONES	40
REFERENCIAS	41
ANEXOS	

## **Indice de tablas**

Tabla 1. Resistencia a compresión y espesor .....	14
Tabla 2. Absorción .....	14
Tabla 3. Características de las cenizas y el cemento.....	15
Tabla 4. Variables de investigación.....	20
Tabla 5. Resistencia a compresión 7 días.....	29
Tabla 6. Resistencia a compresión 14 días.....	30
Tabla 7. Resistencia a compresión 28 días.....	31
Tabla 8. Ensayo de Absorción.....	32
Tabla 9. Diseño 1 .....	33
Tabla 10. Diseño 2 .....	33

## **Índice de figuras**

Figura 1. Índice de actividad puzolánica .....	17
Figura 2. Índice de actividad puzolánica .....	17
Figura 3. Mapa Político del Perú y Lima.....	25
Figura 4. Mapa de Huaura y Huacho .....	26
Figura 5. Huacho.....	27
Figura 6. Adoquines patrón adoquines con 7% de ceniza .....	28
Figura 8. Adoquines con 15% de ceniza .....	29

## **Indice de graficos**

Gráfico 1. Resistencia a compresión .....	29
Gráfico 2. Resistencia a compresión .....	30
Gráfico 3. Resistencia a compresión .....	31
Gráfico 4. Absorción .....	32
Gráfico 5. Espesores .....	34
Gráfico 6. Resistencia a compresión .....	35
Gráfico 7. Resistencia a compresión .....	36
Gráfico 8. resistencia a compresión .....	36
Gráfico 9. Absorción .....	37
Gráfico 10. Absorción .....	38

## Resumen

El proyecto de investigación tuvo como objetivo general el determinar cuál será la influencia al adicionar ceniza de caña de azúcar en el diseño del pavimento adoquinado, calle Aminco, Huacho 2020. Así también para llevar a cabo el proyecto, se realizó los siguientes ensayos de laboratorio, el ensayo de resistencia a la compresión del concreto, el ensayo de absorción y el cálculo del diseño del pavimento. Esta investigación tuvo como metodología: el diseño de investigación fue experimental de carácter cuasi experimental, el tipo de investigación fue de nivel explicativo con enfoque cuantitativo. Los resultados con respecto al ensayo de resistencia a la compresión fueron los siguientes: 429.7 kg/cm<sup>2</sup>, 442.3 kg/cm<sup>2</sup> y 432.3 kg/cm<sup>2</sup> para la muestra patrón y las muestras con adición del 7% y 15% de ceniza de bagazo de caña respectivamente. Para el ensayo de absorción, se obtuvieron los siguientes resultados: 5.4%, 5.1% y 4.7% para la muestra patrón y para las muestras con adicione 7% y 15% de ceniza de bagazo caña respectivamente. Concluimos que el uso de la adición de ceniza de bagazo de caña influye de manera favorable en el pavimento adoquinado ya que mejora las propiedades de los adoquines mismo, siendo el porcentaje de adición de 7% el que mejores resultados presento.

**Palabras clave:** Pavimento adoquinado, ceniza de bagazo de caña, resistencia a la compresión del concreto, ensayo de absorción, sustitución parcial.



## **Abstract**

The general objective of the research project was to determine what will be the influence of the addition of sugar cane ash on the design of the cobblestone pavement, Aminco street, Huacho 2020. The following laboratory tests were also carried out to carry out the project, concrete compression resistance test, absorption test and calculation of the pavement design. The methodology of this research: the research design was experimental of a quasi-experimental nature; the type of research was explanatory with a quantitative approach. The results regarding the compressive strength test were the following: 429.7 kg / cm<sup>2</sup>, 442.3 kg / cm<sup>2</sup> and 432.3 kg / cm<sup>2</sup> for the standard sample and the samples with addition of 7% and 15% of cane bagasse ash respectively. For the absorption test the following results were obtained: 5.4%, 5.1% and 4.7% for the standard sample and for the samples with addition of 7% and 15% of cane bagasse ash respectively. We conclude that the use of the addition of cane bagasse ash has a favorable influence on the paving stones since it improves the properties of the paving stones themselves, with the addition percentage of 7% being the best results.

**Keywords:** cobblestone pavement, cane bagasse ash, concrete compressive strength, absorption test, partial replacement.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad hay un problema en los países en desarrollo al cual debemos dar solución y eso es la enorme cantidad de residuos que la agricultura genera a la cual debemos dar tratamiento, ya que una buena parte de ello es el bagazo de caña de azúcar, el cual eventualmente podría ser empleado como material en la industria de la construcción.

El Perú, país con variedad de cultura y abundante recurso natural, de tal manera también conocemos que, en diversas regiones de este país, siendo aún más en las regiones que abarcan la sierra pues los recursos y medios con los que cuentan los habitantes, quienes continuando la herencia de sus predecesores emplean variados productos autóctonos, ya sea para utilizarlos en las fabricaciones de sus hogares o en alguna otra estructura como puentes y demás, etc. Esto ayuda de referencia para dar valor y utilizar los productos autóctonos de manera tal que se use en unión con técnicas novedosas que van surgiendo año a año, y lograr así que poblados, ciudad y distritos logren surgir y contar con innovadoras técnicas en cuanto a la economía, fabricación y construcción.<sup>1</sup>

Los residuos, los cuales emergen de manera peculiar con una importancia considerable, en el momento que el humano como ser abandona la conducta de ser nómada y da inicio a construir y establecer como comunidad o sociedad.<sup>2</sup>

Los pavimentos adoquinados en nuestro país principalmente se han desarrollado en plazas, calles peatonales y veredas, debido a que estos bloques hechos de concreto tienen la ventaja de durabilidad a comparación de otros pavimentos, su fácil fabricación, la estética y la resistencia a la compresión.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Lazaro (2018)

<sup>2</sup> Guevara (2015)

<sup>3</sup> Barrantes y Holguin (2015)

Después de culminar la segunda guerra mundial, en Alemania y Países Bajos surgió la idea de fabricar adoquines de concreto, pues estos tienen la ventaja de durabilidad, resistencia a la abrasión y compresión, a diferencia de los adoquines que se eran elaborados de piedra, arcilla y madera. Para fabricar estos adoquines, moldes individuales eran utilizados.<sup>4</sup>

Hoy por hoy, alrededor del mundo existen países con ciudades las cuales no cuentan con los suficientes recursos económicos para ofrecer las comodidades y una índole de vida buena a sus ciudadanos, sin embargo, hay algo con lo que muchas de estas ciudades cuentan y es recursos naturales que pueden ser utilizados de manera óptima para nuestro beneficio.

En Lima se vienen utilizando en muchos lugares el pavimento adoquinado, y lo que se espera es tener pavimentos de mayor calidad y durabilidad a largo plazo, pero el pavimento puede convertirse en un peligro para los peatones debido a la degradación por el salitre lo cual su vez provoca la pérdida de resistencia del pavimento. Por consiguiente se deben incrementar las investigaciones sobre nuevas alternativas de materiales de construcción, los cuales nos ayuden a tener un producto menos costoso, más durable. El costo de los materiales de construcción, diferencia de muchos países desarrollados, en nuestro país tiene mucha importancia para los clientes, ya que la mayoría no cuentan con los recursos económicos, siendo uno de los más caros en la construcción el cemento, teniendo esto en cuenta trataremos de reducir su uso adicionando ceniza de caña de azúcar en la fabricación de los adoquines de concreto, incluso lograremos mejorar las características físico mecánicas de los adoquines y también disminuir el impacto en el ambiente.

Por eso, en este proyecto de investigación, planteamos lo siguiente como problema general : ¿De qué manera influye la adición de ceniza del bagazo de caña de azúcar en el pavimento adoquinado, calle Aminco, Huacho 2020?. En los problemas específicos tenemos : ¿Cómo influye la adición de ceniza de caña de azúcar en la resistencia a

---

<sup>4</sup> Salguero Caicedo (2013)

compresion de los adoquines de concreto?, ¿Cuál es el efecto de adicionar ceniza de caña de azucar en el ensayo de absorcion en adoquines de concreto?, y ¿Cómo influye el adicionar ceniza de bagazo de caña de azucar en el la estructura del pavimento adoquinado ?

La justificación social, teniendo en cuenta la gran cuantia de residuos que genera la agricultura, como es el caso del bagazo de caña de azúcar, se busca el reutilizar este material e incorporarlo a los materiales de construccion, reduciendo asi el residuo que genera la agricultura y generamdo a su vez de manera mas economica la elaboracion del pavimento adoquinado capas de resistir transitos livianos. La justificación practica, es el conseguir un material como es la ceniza del bagazo de la caña de azucar, que al adicionarlo a los adoquines de concreto, estos mejoren sus propiedades fisico mecanicas y asi obtener una mejora en cuanto a la resitencia a la compresion y a la absorcion.

La justificación teorica, al realizar esta investigación se busca aportar una nueva forma de reutilizar los desechos generados por la agricultura, implementandolos en la fabricación de los adoquines de concreto para un transito liviano y asi aportando conocimiento a la ingenieria, demostrando que la añadidura de la ceniza de bagazo de la caña de azúcar en los adoquines mejoran las cualidades de estos. La justificacion metodologica, al emplear y realizar los instrumentos para desarrollar las dimensiones con sus indicadores examinados mediante metodos cientificos, los cuales daran lugara las siguientes investigaciones que se realicen, siempre cuando que se demuestre lavalidez y confiabilidad en sus resultados.

En el objetivo general tenemos: Determinar cual sera la influencia al adicionar ceniza de la caña de azucar en el diseño del pavimento adoquinado, calle Aminco, Huacho 2020. Como objetivos especificos tenemos: Conocer la influncia que tiene adicionar ceniza de caña de azúcar en la resistencia a compresion de los adoquines de concreto; determinar cual será el efecto al adicionar ceniza de la caña de azúcar en el ensayo

de absorción en adoquines de concreto; conocer si la adición de ceniza de caña de azúcar influye en la estructura del pavimento adoquinado.

Como hipótesis general tenemos que: Adicionar ceniza de caña de azúcar influye favorablemente en el pavimento adoquinado, calle Aminco, Huacho. En las hipótesis específicas tenemos: Adicionar ceniza de caña de azúcar influye de manera favorable en la resistencia a la compresión de los adoquines de concreto; la adición de ceniza de caña de azúcar tiene efecto positivo en el ensayo de absorción en los adoquines de concreto; y la adición de ceniza de bagazo de la caña de azúcar influye de manera favorable a la estructura del pavimento.

## II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes para realizar el presente trabajo, tendremos los siguientes: Camones (2019), en su investigación optando por el título profesional de ingeniería civil, titulado “Resistencia de adoquines de concreto de  $f'c=320 \text{ Kg/cm}^2$ , reemplazando el cemento en 10 % por la combinación de ceniza de bagazo de cebada y cascara de huevo”, de la Universidad San Pedro. Como objeto de investigación el precisar la resistencia a compresión de los adoquines, sustituyendo un 10% del cemento por una combinación entre cascara de huevo triturada y ceniza de bagazo de cebada. El estudio fue de tipo aplicativo y experimental, en este trabajo la población de estudio, fueron 24 adoquines; la muestra fue determinada mediante muestreo no probabilístico, los instrumentos utilizados fueron fichas de recopilación de datos acorde a cada ensayo requerido. Los resultados principales fueron un aumento en la resistencia del adocuin experimental, en el cual se sustituyo el 10% de cemento por la combinación del triturado de cascara de huevo y la ceniza de bagazo de cebada, el cual logró una resistencia de  $353 \text{ kg/cm}^2$  a comparación de los  $351.10 \text{ kg/cm}^2$  que alcanzo el adocuin sin sustitución del cemento; para ambos casos se obtuvo que superaron el diseño elaborado ( $320 \text{ Kg/cm}^2$ ). El concreto patron obtuvo 9.72% y el experimental 10.06% mas de la resistencia esperada. Se concluyó que el uso de la combinación de ceniza de la cebada con triturado de cascara de huevo en los adoquines de concreto mejora el comportamiento de concreto en comparación a los adoquines patrones.

Huertas y Martinez (2019), en su proyecto de investigación para optar por el grado profesional de ingeniería civil, titulado “ Análisis de propiedades estructurales de concreto modificado con la fibra de bagazo de caña”, de la universidad Catolica de Colombia. Tuvo como foco de investigación el análisis del comportamiento mecánico del concreto con la añadidura de la fibra de bagazo de caña. El estudio fue de tipo aplicativo, la población de estudio fueron 36 cilindros (probetas). Los principales resultados fueron que la muestra correspondiente al concreto con aumento de 0.6% de fibra de bagazo de caña, mejoraron los logros que se alcanzo en cuanto a ensayos de compresión. Y se concluyó que el usar fibra de bagazo de caña mejora el comportamiento que presenta el concreto cuando de resistencia a compresión se trata.

Correa y Polo (2019) en su proyecto de investigación optando por el grado profesional de Ingeniería Civil. Cuyo nombre lleva por título “ influencia de reemplazo de ceniza de caña de azúcar sobre las propiedades físicas mecánicas de adoquines tipo II para pavimentos de tránsito Liviano, Trujillo 2019”. Tuvo como objetivo de investigación determinar la influencia de la ceniza de caña de azúcar en las propiedades físicas y mecánicas de adoquines del tipo II para tránsito vehicular liviano. El estudio fue del tipo experimental ya que se realizaron ensayos para estimar si la incorporación de la ceniza de caña de azúcar es viable, se tomó como población 108 unidades de adoquines con porcentajes distintos de 3%, 6%, 9%, 12% y 15%. El instrumento que se utilizó para el recojo de datos fueron las fichas de recopilación de datos, se empleó también la observación para recolectar los datos que fueron necesarios en las diferentes etapas de los ensayos. Llegaron a la conclusión que la resistencia de los adoquines de concreto disminuyen a un mayor porcentaje de adición de ceniza; y al realizar el ensayo de absorción se obtuvo resultados de una disminución del porcentaje de absorción.

Ydrogo (2019) en su proyecto de investigación optando por el grado profesional de Ingeniería Civil, titulado “resistencia a la compresión del adoquín convencional tipo I  $F'c$  290 kg/cm<sup>2</sup>, adicionando caucho al 5% y 10% como agregado fino”. Como objetivo de investigación dispuso el conocer la influencia del caucho en los adoquines convencionales, en adición como agregado fino de 5% y 10% respectivamente. La investigación fue del tipo experimental, por que se manejó la variable de caucho en dos grupos de dosificación y determinó la resistencia a la compresión de la variable dependiente. La población fue de 54 adoquines de concreto; los instrumentos empleados fueron guías y protocolos los cuales fueron proporcionados por la universidad, guías y protocolos los cuales especifican el proceso para la elaboración y los ensayos realizados para la investigación. Para la interpretación mediante tablas y gráficos de los resultados utilizó el programa Excel. Se concluyó que el uso del 5% de caucho es viable dando como resultado una resistencia a compresión de 279.20 kg/cm<sup>2</sup>.

Vásquez (2018) en su proyecto de investigación optando por el grado profesional de Ingeniería civil. El cual tiene por título “ evaluación de las propiedades del concreto con puzolana obtenida del bagazo de caña de azúcar, Cayalti, Lambayeque 2018” de la universidad Señor de Sipan. Tuvo como objeto de investigación el calculo de las cualidades del concreto con la puzolana obtenida del bagazo de la caña de azúcar. El estudio fue del tipo analítico - decriptivo, la población para el estudio estuvo conformado por 96 probetas y 24 vigas; la muestra se determino aplicando un metodoempírico, los instrumentos utilizados fueron las fichas de recopilación de datos de acorde a cada ensayo requerido. Los resultados principales fueron que la adición de 5% de ceniza en proporción al cemento portland, mejora aumentando en 20% la resitencia a la comprecion de las muestras a los 28 dias, esto comparandolo con un diseño convencional de mezcla. Y se concluyó que el usar la puzolana obtenida de bagazo de la caña de azúcar aumenta las cualidades mecánicas del concreto.

Lázaro (2018), en su proyecto de investigación optando por el titulo profesional de Ingeniería Civil, el cual lleva por título “comparación técnica entre el concreto reforzado con fibras naturales y el concreto convencional en el distrito de Marca, Recuay,Anchash”, de la Universidad Cesar Vallejo. Contó como objeto de investigación el determinar y el análisis de la influencia en un concreto convencional que tiene la añadidura de las fibras naturales de la penca. El tipo de estudio fue aplicativo, la población de estudio, fueron 34 probetas; se determino la muestra mediante muestreointencional y probabilistico, los instrumentos utilizados fueron las fichas de recopilación de datos de acorde al requerimiento de cada ensayo. Los resultados principales fueron, la resistencia alcanzada del concreto adicionando 0.3% de fibra natural de una longitud de 1.5 pulgadas, resultando con una resistencia mayor a comparación de la adición de 0.9% y 1.5%. Se concluyó que el uso de fibras naturales para reforzar el concreto conencional influye de manera positiva mejorando la resistencia .

Narvárez (2017), en su proyecto de investigacon optando por el titulo profesional de ingenieria civil, titulado ”determinación del bagazo de caña como agregado en la resitencia a compresion de bloques de mamposteria liviana” de la Universidad Tecnica



de Ambato – Ecuador. Tuvo como objeto de investigación determinar cual es la influencia que tiene el uso de bagazo de caña como agregado en la fabricación de bloques de mampostería liviana y su resistencia a compresión. El tipo de estudio fue experimental y aplicativo, la población estuvo conformada por 90 muestras; los instrumentos usados fueron fichas de recopilación de datos de acuerdo al requerimiento de cada ensayo. Los resultados principales fueron que la resistencia se ve afectada de manera positiva por la incorporación de fibras de bagazo menores al 1%, los valores óptimos hallados están de 0.5% a 0.75%, el incremento en la resistencia a compresión comprende de 6% en las fibras con longitud de 1” , en cambio, la resistencia fue afectada de manera negativa por la incorporación de la fibra de bagazo mayor a 1%, siendo así de manera proporcionalmente inversa, la cual reduce hasta en 50% los valores de la resistencia en los porcentajes de 2% de la fibra agregada. Y así concluyo que el uso de fibras del bagazo de la caña con longitud de 1” y de concentración de 0.5% a 0.75% son adecuados en el uso para la fabricación de los bloques con agregado orgánico, los cuales tendrían un incremento del 0.6% en cuanto a la resistencia a compresión, en cuanto al peso la disminución sería de 0.4 Kg por cada bloque, siendo mínima la influencia en las propiedades de consistencia y trabajabilidad, encontrándose también una mejora en cuanto al comportamiento que tienen los elementos después de fisuramiento.

García (2017) en su investigación optando por el título profesional de ingeniería civil, la cual lleva por título “obtención de un material biocompuesto a partir del bagazo de la caña de azúcar y caucho natural como sustituto del plástico” de la universidad Cesar Vallejo. Este trabajo de investigación tuvo como base principal enfocada en la contaminación generada a partir de residuos plásticos, por eso como una propuesta para solucionarlo, se consideró la utilización del caucho natural y el bagazo de caña de azúcar para la creación de un componente biocompuesto. El proyecto estuvo dividido por 3 partes o etapas, de las cuales la primera etapa partió por el proceso para quitar el carácter hidrofílico del bagazo, y para lograrlo, el bagazo fue sometido al procedimiento alcalino. La siguiente fase radicó en el proceso del laminado, para esto se utilizaron rodillos los cuales cumplen con la función de aplastar, así aplanar el

caucho y el bagazo, a su vez también utilizando algunos otros compuestos como lo son el óxido de zinc, tiza, azufre, entre algunos más, para así finalmente dar con la obtención del material laminado deseado. Para luego realizar las muestras, siendo 9 exactamente las que se hicieron, de las cuales 5 estaban compuestas por diferentes proporciones de bagazo y caucho, el quinto tratamiento fue repetido por 5. Para la tercera y última etapa, la cual consistió en el moldeo a base de compresión caliente para luego finalmente lograr tener un material biocompuesto, este procedimiento se llevó a cabo utilizando una prensa hidráulica, en esta se colocó en moldes el material laminado a 164°C y con presión de 2000 Psi por un tiempo de 5 min exactamente. Y así se concluyó que la alternativa de biocompuesto es buena en cuanto a mejorar las propiedades mecánicas; los mejores resultados se obtuvieron de la muestra que contenía 50gms de caucho y 60gms de bagazo, ya que los valores obtenidos en relación a los ensayos de tracción fueron de 3.61 Mpa y en cuanto a los ensayos de flexión se trata, los datos obtenidos fueron de 5.38 Mpa.

Ríos (2011) en su trabajo presentado optando por el título profesional de ingeniería civil, el cual lleva por título “Empleo de la Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar (CBCA) como Sustituto Porcentual del Agregado Fino en la Elaboración de concreto Hidráulico” de la universidad Veracruzana, México. En este trabajo de investigación se tuvo como foco principal el evaluar el comportamiento físico y mecánico del concreto hidráulico, y así saber la influencia que tiene sustituir parcialmente el agregado fino por el residuo agroindustrial que viene siendo la ceniza del bagazo de la caña de azúcar, la cual fue procede del Ingenio, la Concepción. Una vez realizado el trabajo se concluyó que el sustituir parcialmente el concreto hidráulico con la ceniza del bagazo de la caña no fue provechoso en cuanto a la resistencia mecánica. Los datos obtenidos en cuanto a la sustitución del 5% y 10% no superaron la resistencia mecánica del concreto convencional. En cuanto a la porosidad total, se encontró que las muestras de concreto que fueron modificadas sustituyendo parcialmente el concreto, obtuvieron resultados con similares comparados a los resultados de la muestra patrón o la muestra no modificada, pero que a su vez eran inferiores. En cuanto al ensayo de densidad, se encontró que esta es proporcionalmente inversa a la cantidad que se sustituyó con la

ceniza. También se encontró que el factor de coeficiente de porosidad a los 60 días en los ensayos y análisis de porosidad es prácticamente similar teniendo en cuenta la dosis de sustitución de CBCA utilizada. Mas sin embargo siendo menor en el concreto que fue sustituido con el 5% de CBCA.

Gamba Gustavo y Plazas Seidel, (2015) en su tesis que lleva por título *“characterization of the mechanical properties of concrete pavers with the addition of recycled rubber waste product of used tires”*, en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, como foco de investigación se tuvo el desarrollo de un adoquín el cual cumpla con las cualidades mecánicas y físicas mediante el desarrollo del diseño de mezcla de concreto hidráulico con añadidura del caucho triturado tal cual si fuese agregado fino, en esto nos presentan distintos diseños que están relacionados con lo que es la resistencia a la flexo – tracción, la mezcla B y C que contienen 5% y 10% del caucho triturado reciclado que cumple con las mínimas exigencias dispuestas en la NTC 2017, por lo que es admisible el utilizarlo ya que a su vez esto ayuda a economizar y que a su vez podamos el desligarnos de los desperdicios generados como es el problema del caucho.

Robayo Rafael, Diaz Jherson, Matthey Pedro, Delvasto Silvio, Monzo José, en la investigación que lleva por título *“application of rice husk ash obtained from groindustrial process for the manufacture of nonstructural concrete blocks”* en la revista LatinAm. Metal. Mat. (2015), cuyo foco fue el estudio del efecto que causa la puzolana generada a partir de ceniza de cascara de arroz como remplazo parcial del portland tipo I, y también como material fino en la elaboración de bloques macizos y bloques no estructurales, obteniendo como resultados favorables y óptimos en las relaciones de 1:6 y 1:8 y con la finalidad de encontrar cuál de estas dos relaciones seria le mejor, aplicaron y utilizaron distintos porcentajes de adición de ceniza, y como resultado se determinó que la mejor relación es la de 1:6 con un 20% de adición de ceniza, porque a los 28 días se obtuvo un incremento de la resistencia en 6.28%.

Miguel, Alejandro Santiago et al. (2015), el artículo que lleva por nombre “*Design and development of recycled PET pavers*”, se dispuso como objetivo el diseño y elaboración de adoquines usando PET reciclado y así brindar una posible solución de cómo manejar y tratar los desechos plásticos, el resultado que se obtuvo fue que la capacidad de soporte del adoquín con PET fue de 50 000N de carga, también se consiguió la resistencia a temperaturas en el área geográfica de México en intervalos comunes, permitiendo así establecer la factibilidad y viabilidad de la propuesta de estudio. Concluyendo así que la propuesta del proyecto es una opción viable para el manejo y reciclado de residuos y materiales plásticos, transformándolos en producto útil y funcional.

Buzón Jorge (2010) en la investigación que lleva por nombre “*manufacture of cobblestones for use on pedestrian roads, using African palm cuesco*”, expuesto en la revista Inge, cuyo objetivo fue el diseño de una mezcla de concreto con sustitución parcial del agregado con cuesco de palma africana, planteando así la reducción de costos parciales en cuanto a la elaboración y finales en la utilización de estos adoquines para proyectos específicamente viales, y para alcanzar lo esperado tan solo se hizo la sustitución del agregado en un 10% por el cuesco de la palma africana, logrando así obtener una resistencia promedio de 6.71Mpa y por unidad 9.70Mpa a los 28 días, y en cuanto a la absorción, esta tuvo un incremento de 6% a una absorción promedio del 9% respectivamente, teniendo así una absorción que cumple con lo expuesto en la normativa de INCOTEC.

A continuación, tenemos conceptos, definiciones relacionadas con el tema de investigación los cuales nos ayudan a la comprensión del adoquín de concreto, la composición del pavimento adoquinado, la resistencia a compresión y ensayo de absorción.

El pavimento adoquinado utiliza bloques de concreto prefabricado en moldes, moldes los cuales suelen ser rellenos a mano, por máquinas pequeñas de vibropresado semi – manuales o grandes máquinas que fabrican adoquines vibropresados de gran rendimiento y muy buena calidad, no hay una forma científica definida, antiguamente

eran fabricados de piedras rectangulares con medidas aproximadas de 15x10cm y cuadrados con medida aproximada de 10X10cm en la cara superficial.<sup>5</sup>

Para realizar el Pavimento adoquinado para transito liviano, la calle a pavimentar deberá estar en el rango de transito liviano, siendo así, se procede de la manera siguiente: si la sub-rasante o el terreno natural presenta deformaciones como cúmulos de tierra u hoyos exageradamente pronunciados que impidan dar forma al pavimento, entonces deberá nivelarse; después se coloca una capa de arena, que debe ser gruesa y con un tamaño aproximado de 6 mm como máximo, esta capa se encarga de cubrir las deformaciones menores y en lo principal para dar al pavimento el nivel que requiere, ya que sirve como base para el acomodo y sustentación de los adoquines, pero de ninguna manera esta deberá superar el espesor de 5 cm. Se deberá tener cuidado cuando la arena y el adoquín sean colocados paralelamente, ya que la nivelación del adoquín se realizará uno a uno y se tendrá que mantener los niveles adecuados que son requeridos, del eje central, la pendiente transversal hacia los lados de 3%. Se colocará en estacionamientos, calles secundarias; cuando el volumen de transito sea estimado como bajo, incluso cuando se trate de tránsito pesado, se realizará en calles principales.<sup>6</sup>

En cuanto a la composición de capas del pavimento adoquinado, principalmente es diferenciado de los demás pavimentos por la conformación de la carpeta de rodadura, ya que se conforma de adoquines intetrabados, los cuales brindan el comportamiento estructural semiflexible al pavimento. Así siendo que el pavimento adoquinado está conformado por la capa de adoquines, cama de arena, arena de juntas, base y sub base.

Seguidamente, se detalla las cualidades de los elementos que hacen parte de la estructura del pavimento de adoquines:

La subrasante, la cual debe estar compuesta homogéneamente y libre de materia orgánica, la compactación de la misma deberá ser en forma equivalente al pavimento.

---

<sup>5</sup> BRICEÑO, 2019

<sup>6</sup> BRICEÑO, 2019

La base, es la capa que se encuentra entre la capa de rodadura y la subrasante, la función fundamental de esta es de incrementar la suficiencia de la estructura del pavimento. Puede estar conformada por dos o más componentes que sean elegidos, en esta capa se podrá utilizar suelo estabilizante, material granular concreto pobre. La capa de arena, esta es dispuesta directa sobre la base, el espesor es poco y el componente que se utiliza es la arena limpia y gruesa, que esté libre de algún componente orgánico, contaminantes y deberá tener una granulometría constante y que, completamente, la arena atraviese el tamiz (3/8") y que no más del 5% atraviese el tamiz de malla N° 200. Esta capa ayuda a los adoquines como asiento al ser colocados y a la vez contribuir con filtrar el agua que pueda adentrarse por la junta entre ellos. Los adoquines, estos deberán contar con características y propiedades semejantes para poder sobrellevar las cargas de tráfico adecuadamente y también el desgaste que este produce. Se deberá tomar en cuenta el manejo, la tolerancia y la compactación.<sup>8</sup>

Los adoquines de concreto para pavimento deberán cumplir conformidad con la NTP 399.611; la resistencia a la compresión y el espesor deben ser los que señale el proyecto y la micro textura tiene que ser óptima para proporcionar una superficie resistente en cuanto al desgaste.<sup>9</sup>

---

<sup>8</sup> Briceño, 2019

<sup>9</sup> (MTC. 2018)

Tabla 1. Resistencia a compresión y espesor

Tipo	Espesor nominal (mm)	Resistencia a la compresión, mín. MPa (kg/cm <sup>2</sup> )	
		Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I (Peatonal)	40	31 (320)	28 (290)
	60	31 (320)	28 (290)
II (Vehicular ligero)	60	41 (420)	37 (380)
	80	37 (380)	33 (340)
	100	35 (360)	32 (325)
III (Vehicular pesado, patios industriales o de contenedores)	≥ 80	55 (561)	50 (510)

\*Véase Norma TH010 del Reglamento Nacional de Edificaciones

Tabla 2. Absorción

Tipo de Adoquín	Absorción, máx. (%)	
	Promedio de 3 unidades	Unidad individual
I y II	6	7,5
III	5	7

Giraldo, Vidal, Martínez, Torres y Gonzales (2012) analizan cenizas de bagazo de caña que obtuvieron de dos ingenios azucareros den el Valle del Cauca, la ceniza que es resultante de la cremacion del bagazo de la caña a alta temperatura de aproximadamente entre 700°C y 900°C. la CBC1 la obtuvieron de un vertedero a cielo abierto, las CBC2 y CBC3 fueron procedentes de lo profundo de un multiciclón y un precipitado, correspondientemente. Para cada una de las muestras que se recolectaron fueron separados los materiales no deseados por tamizado con tamices N°140, N°170 y 200: adicionalmente, se trataron térmicamente a temperaturas aproximadas entre 600°C y 800°C de 2 a 3 horas y así eliminar los materiales no

deseados separados por el tamizado. La <sup>10</sup>composición química se concluyó por fluorescencia de rayos X (FRX). Se evaluó la reactividad de la CBC mediante el ensayo mecánico (índice de actividad puzolana) norma ASTM C311. También fue empleado cemento portland ordinario (OPC) y para la elaboración de morteros emplearon arena de Ottawa.<sup>11</sup>

Tabla 3. Características de las cenizas y el cemento

<b>Características (%)</b>	<b>CBC1</b>	<b>CBC2</b>	<b>CBC3</b>	<b>Cemento</b>
SiO <sub>2</sub>	58,6	76,4	63,2	24,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,8	5,8	8,5	4,3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,8	4,5	6,4	3,0
CaO	3,0	3,3	3,9	58,8
MgO	2,2	2,3	4,3	1,4
K <sub>2</sub> O	2,0	4,2	7,3	0,7
Na <sub>2</sub> O	1,3	1,2	1,1	0,8
Pérdidas por ignición	10,0	2,0	11,0	4,0
Tamaño de partícula (µm)	38,7	79,8	41,5	16,0

El dióxido de silicio ultra fino, el cual es resultante de cuando se genera el silicio metálico o ferro sílice por horas a muy altas temperaturas.

Eulcid group toxemet (2016), expone lo siguiente: “During the hydration process, the cement releases lime, which is an amorphous material rich in silica (such as microsilica), under particular conditions of humidity and ambient temperature, secondary cementitious products are formed, physically and chemically stable, which contribute to the resistance of the concrete; In addition, the products do not release heat of hydration and are chemically resistant, which makes durability a quality of concrete”

Durante el procedimiento cuando se encuentra la cal y la microsíllice en un ambiente cierta temperatura y humedad, produce que se generen productos cementicios secundarios estables, a su vez también químicamente estables, lo cual ayuda y

<sup>11</sup> (Gonzales, 2012)



contribuye a mejorar la resistencia del hormigón, similar a lo que sucede en la industria cerámica y refractaria.

La actividad puzolánica, es la capacidad de reacción que la puzolana tiene u otro material, este es el caso de la CBC, con el hidróxido de calcio el cual proviene del cemento cuando se hidrata. Esta capacidad es de acuerdo al origen y correspondencia de las distintas fases activas que están presentes, de la conexión cal: puzolana, acorde a la finura y la temperatura de la puzolana a la que ocurra la reacción. Generar así mayores productos que reaccionen y mejoren a su vez las propiedades de los compuestos a base de cemento en la construcción.

En la figura a continuación se expone lo obtenido de la actividad puzolánica a 7 y 28 días de curado, para un total de 3 muestras de CBC. Para considerar como puzolana a un material, la norma ASTM C311 indica que el índice de actividad debe tener como valor mínimo el 75%. En lo que respecta para la CBC1 en los días de curado 7 y 28, se obtuvo valores de 32 y 33%, con lo que no se cumple con lo que dice la norma antes mencionada. Es probable que esta circunstancia se dio porque la CBC1 tiene carbón, el cual fue agregado durante el transcurso de incineración del bagazo, y esa ser la razón por la cual la merma al fuego es alta (10%). Además, la incineración de esta ceniza llego a sobrepasar los 1000° C adentro de la caldera, cambiando así la sílice en su amorfa estructura y por la existencia de partículas de cuarzo del suelo, lo que hace que las cualidades puzolánicas de la CBC1 se alteren. Para los valores obtenidos por parte de las cenizas CBC2 y CBC3, también resultaron estar por debajo de lo que la norma indica como límite.

Para las cenizas CBC2 y CBC3 se determinó el realizar un tratamiento térmico a alta temperatura, aproximada de 500, 600 y 700°C a lo largo de tres horas. Este procedimiento fue realizado en un horno eléctrico y la velocidad de calentamiento de 10°C/min. Y al tener presente los datos como la perdida de fuego, la composición química y el alcance de otros autores, En la figura continuación se exponen los resultados para cada temperatura del procedimiento obtenido del IAP.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> (Vidal, Torres y González, 2014) Cane bagasse ash for manufacture of building materials: preliminary study

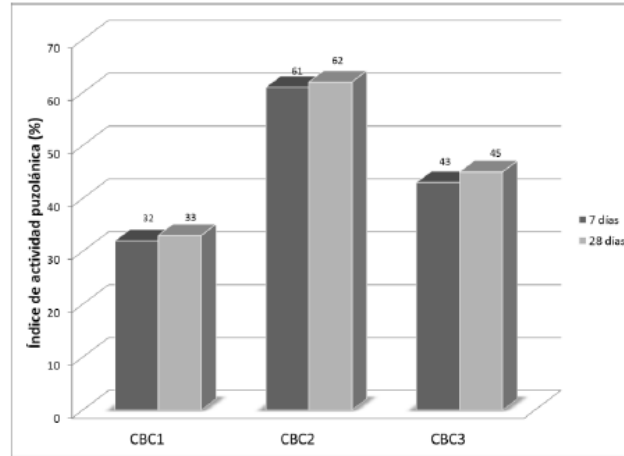


Figura 1. Índice de actividad puzolánica

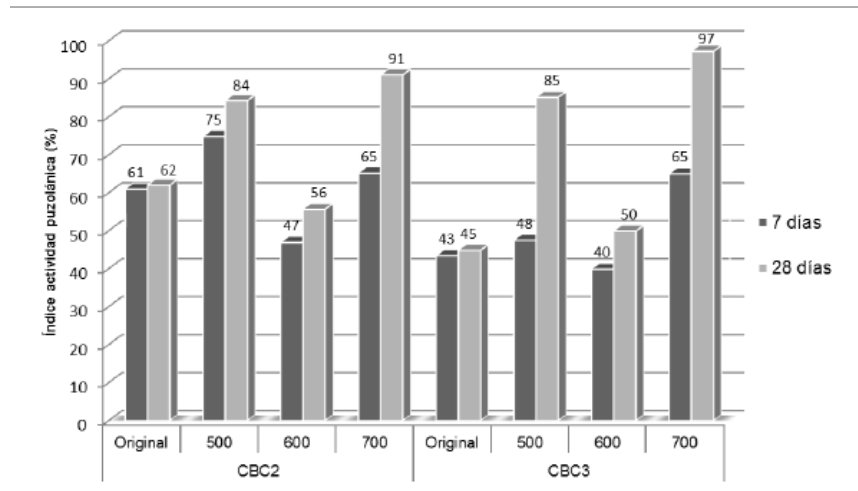


Figura 2. Índice de actividad puzolánica

En la figura anterior se observan reportes altos índices de actividad puzolánica de las muestras CBC2 y CBC3 cuando se térmicamente a 700°C; valoraciones que sobrepasan los reportes de otros autores, los cuales han conseguido índices alrededor del 83%. Se debe resaltar que la CBC2 y CBC3 son muestras que resultaron producto de una calcinación única del bagazo; es probable que, por lo anterior, la discrepancia que existe entre los resultados obtenidos en la actividad puzolánica, en paralelismo a los resultados de la CBC1. Una característica que obtuvieron estas muestras fue el alto contenido de sílice, lo que pudo resultar influyendo en la reactividad puzolánica. Además, se observó que el IAP más alto la reporto la muestra CBC3, aunque por el

contrario fue esta ceniza la que en cuanto a contenido de sílice reporto menos que la CBC2, con un tamaño de partícula menores a  $41.5\mu\text{m}$ , lo que pudo aumentar su reactividad. La CBC3 mostró el mayor indicativo de actividad puzolánica, a su vez desechar el potencial de la CBC2 no es conveniente, tomando en cuenta que la merma por ignición fue baja, inferior al 10%, el cual es factor de que podría aumentar la resistencia a compresión de los materiales que compuestos con añadidura de esta ceniza.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> (Vidal, Torres y Gonzales, 2014) Cane bagasse ash for manufacture of building materials: preliminary study

### III.METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación, esta es una el tipo aplicada, es un proceso mediante el cual podemos transformar en conceptos, productos y prototipos a un conocimiento teórico que proviene de una investigación básica.<sup>14</sup>

El tipo del proyecto de investigación es aplicado, porque se analiza las variables de estudio mediante teorías, se pretende hallar de qué manera actúa la incorporación de ceniza de la caña de azúcar en el diseño de los adoquines de concreto y cuál será la influencia de esta en el pavimento adoquinado, calle Aminco, Huacho 2020.

Los estudios explicativos van dirigidos a contestar por las causantes de los fenómenos y eventos sociales o físicos; ya que estos estudios llevan más allá de tan solo describir los fenómenos o conceptos o de lo establecido de relaciones entre conceptos.<sup>15</sup>

El nivel de investigación realizado en este proyecto será explicativo, dado que se desea conocer la relación de las variables de estudio, en donde se espera que, al implementar ceniza de caña de la azúcar en el diseño de adoquines de concreto, además de reducir el uso de cemento, esta mejore las cualidades físico mecánicas de los adoquines y por ende mejore el pavimento adoquinado.

Diseño de investigación, los diseños experimentales son utilizados cuando el investigador manipula una causa para poder así pretender establecer un posible efecto.<sup>16</sup>

El diseño del presente trabajo de investigación será experimental, ya que parte de la investigación consiste en implementar diferentes dosis del material (ceniza de la caña de azúcar) al diseño de los adoquines de concreto (manipulación de la variable), para determinar el efecto que provocara en el diseño del pavimento adoquinado (variable

---

<sup>14</sup> (LOZADA 2014) investigación aplicada

<sup>15</sup> (HERNANDEZ 2014) Metodología de la investigación

<sup>16</sup> HERNANDEZ, FERNANDES y otros. 2014) Metodología de la investigación

dependiente) y saber si las cualidades físico mecánicas de los adoquines de concreto mejoran.

Una investigación cuasi experimental, al menos una variable es manipulada deliberadamente, solo que estos a comparación de los experimentos verdaderos o experimental puro, difieren en cuanto al grado de confiabilidad o seguridad sobre la equivalencia inicial de los grupos que puedan obtenerse.<sup>17</sup>

Esta investigación tiene un diseño cuasi experimental, pues a un primer y segundo grupo se le aplicara un estímulo, es decir; adicionaremos ceniza de caña de azúcar al diseño de los adoquines de concreto y posteriormente se verificará los efectos del estímulo a comparación de un tercer grupo, el cual será el grupo de control ya que no se le aplicara estimulo alguno.

### 3.2 Variables y operacionalización

Variables de investigación

Tabla 4. Variables de investigación

<b>Variables de investigación</b>	<b>Tipo</b>
Ceniza de caña de azúcar	<b>Independiente</b>
Diseño de pavimento adoquinado	<b>Dependiente</b>

<sup>17</sup> (SALINAS. 2013) Diseños experimentales: seminario investigativo VI

Variable independiente: Ceniza de caña de azúcar

La ceniza está dominada en su composición por CaO y SiO<sub>2</sub>, y en medida menor por óxidos de aluminio, fosforo, potasio y magnesio.<sup>18</sup>

Variable dependiente: Diseño de pavimento adoquinado

El pavimento adoquinado es un tipo de pavimento el cual está formado por pequeños elementos prefabricados, los cuales a su vez se asientan sobre una capa de arena; y cumple la función de soportar, disipar y transmitir las cargas puntuales que pasan sobre el pavimento al suelo, así evitar la erosión del mismo, y asegurar un continuo libre tránsito.

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

Población, la población para esta investigación está comprendida por 36 adoquines de concreto, a los cuales se le realizaran ensayos de laboratorio para luego hacer el diseño de pavimento adoquinado adicionado ceniza de caña de azúcar.

Población se define como la totalidad de un fenómeno de estudio (cuantificado)<sup>19</sup> Nos dice que población es el compilado de elementos, individuos u objetos que representan sus características y pueden ser estudiados.<sup>20</sup>

Muestra, la muestra para el estudio será 24 adoquines los cuales 12 llevan adición del 7 y 12 con adición del 15 por ciento, teniendo así tres grupos, dos de tratamiento y una de control. Los grupos de tratamiento conformado por una muestra con añadidura de ceniza de la caña de azúcar del 7% y la otra a su vez con adición del 15%.

La muestra es el grupo al cual se realizó el estudio, De manera que [...] de la población de interés de investigación es un subgrupo del el cual datos serán recolectados, los

---

<sup>18</sup> (BLAS. 2012) Comportamiento de cenizas y su impacto en sistemas de combustión de biomás.

<sup>19</sup> (TAMAYO .2012) Metodología de la investigación.

<sup>20</sup> (CARRILLO. 2015) Población y muestra

cuales tienen que delimitarse y definirse con precisión y de antemano, además de que esta muestra debe ser representativa de la población<sup>21</sup>

Muestreo, el muestreo a utilizar en el presente trabajo será del tipo no probabilístico intencional, el cual nos permite elegir la muestra a conveniencia.

Las muestras de un muestreo no probabilístico, a su vez también son llamadas muestras dirigidas, y son las que suponen una selección informal en su procedimiento, y estas son utilizadas en muchas<sup>22</sup> investigaciones, ya que se pueden hacer inferencias sobre la población a partir de estas muestras.

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

La técnica que se utilizará para la compilación de datos en el presente trabajo de investigación será la medición directa y observación. Se medirá la resistencia que tienen los adoquines y observar como varían los resultados obtenidos del grupo tratamiento con respecto a los del grupo de control.

La técnica, es un conglomerado de habilidades y conocimientos los cuales nos ayudan para dar solución a problemas prácticos.<sup>23</sup>

El instrumento que se utilizará para la recopilación de datos será el checklist, este se utilizará para las pruebas de diseño de mezcla y recolectas datos de resultados; y la máquina de ensayo de resistencia de concreto que se utilizará para medir la resistencia de los adoquines, entre otros instrumentos más. El instrumento, es utilizado por el investigador como mecanismo para registrar información y también obtenerla.<sup>24</sup>

---

<sup>21</sup> (HERNANDES, FERNANDES y otros. 2014) Metodología de la investigación

<sup>22</sup> (HERNANDES. 2014) Metodología de la investigación

<sup>23</sup> (IBAÑES. 2015) Procesos fundamentales de la investigación científica

<sup>24</sup> (IBAÑES. 2015)

Entre los instrumentos de medición, uno de los que se utilizarán será la máquina de ensayo de resistencia de concreto el cual es usado para medir sus propiedades mecánicas y que cumplan con lo establecido por la norma.

Instrumento de registros de datos

Los instrumentos de registro a utilizar serán fichas de registro.

### **3.5 Procedimientos**

Para el desenvolvimiento de la investigación se realizarán diferentes ensayos en el laboratorio para hacer el diseño del pavimento adoquinado utilizando el manual, se realizará un EMS para obtener la compactación del suelo donde se pretende diseñar el pavimento adoquinado, también se llevará a cabo un conteo vehicular, en cuanto a los ensayos de laboratorio se realizará ensayo de absorción y el ensayo de resistencia de los adoquines de concreto a compresión el cual también se tomará en cuenta al momento de realizar el diseño del pavimento.

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

Se aplicará para esta investigación como método de análisis, la denominada estadística descriptiva, la cual será utilizada para el análisis de información de datos los cuales se obtienen del foco de investigación, el análisis descriptivo se aplicará tanto para los datos recolectados sobre la variable de ceniza de la caña de azúcar como para los de la variable del Diseño de pavimento adoquinado y sus dimensiones.

Mediante la estadística descriptiva organizamos resúmenes conjuntos procedentes de las observaciones de la población total o de la muestra, de forma cuantitativa. El resumen puede realizarse mediante gráficas, tablas o también valores numéricos.<sup>25</sup>

---

<sup>25</sup> (GARRIGA. 2017) Introducción al análisis de datos



### **3.7 Aspectos éticos**

Respeto a la propiedad intelectual, para este proyecto de investigación se seguirán los protocolos y lineamientos que la Universidad Cesar Vallejo exige. De igual manera, para la redacción de citas bibliográficas se seguirá la norma ISO, lo que garantizará la confiabilidad, derecho y protección de autoría de los diferentes fuentes de información que se serán utilizadas para desarrollar el presente proyecto. De igual manera será sometido a evaluación mediante el programa Turnitin, software académico, los que detectan las coincidencias y plagios con otros estudios de investigación. Por lo tanto, se garantizará que todo el contenido de esta investigación sea legal y veraz.

#### IV. RESULTADOS

##### Descripción de la zona de estudio

##### Nombre de la tesis

“Diseño de pavimento adoquinado adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Calle Aminco, Huacho 2020”

##### Ubicación política:

Huacho pertenece a los doce distritos los cuales conforman la provincia de Huaura perteneciente a Lima departamento.



Figura 3. Mapa Político del Perú y Lima

## Ubicación del proyecto

Provincia de Huaura y distrito de Huacho



Figura 4. Mapa de Huaura y Huacho

### Limites

- Norte : Con dos distritos que son Hualmay y Santa María
- Sur : Con el distrito de Huaral
- Este : Con un distrito que es Sayán
- Oeste : Con el Océano, específicamente el Océano Pacífico

### Ubicación geográfica

El distrito de huacho tiene las coordenadas geográficas siguientes: 11°06'30" S 77°36'30" O, está ubicado a 148km de Lima, posee una altitud de 30 msnm. El 2019 fue registrada como la 19ª ciudad más poblada del país, con un total de 200 585 habitantes.

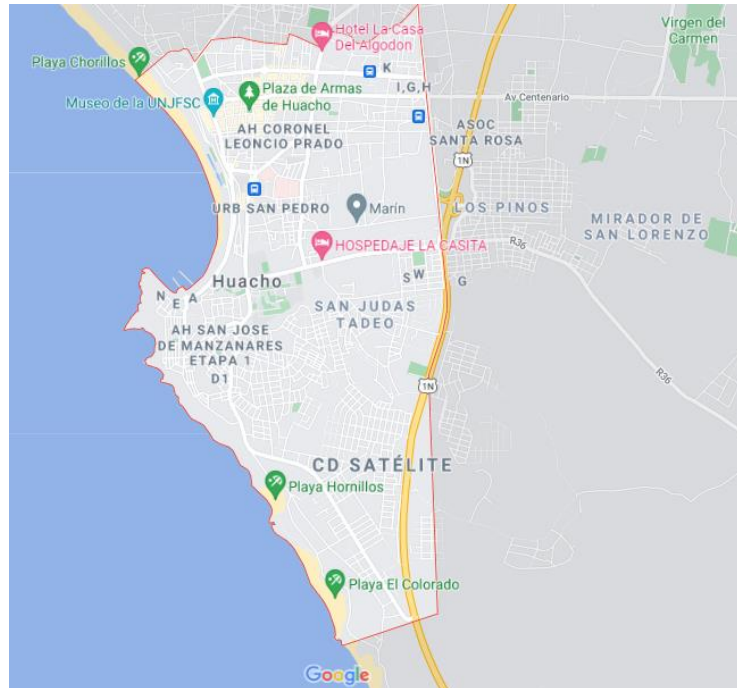


Figura 5. Huacho

### Vías de acceso

Para poder ir al Distrito de Huacho desde Lima, tenemos que tomar ruta por la Panamericana Norte. Nos dirigimos hacia Acho donde se ubica el terminal de la empresa Z-Buss la cual nos lleva por la Panamericana Norte con dirección hacia huacho y bajamos en el terminal de Huacho.

### Clima

El clima en Huacho es caliente, árido y opresivo en verano, los inviernos frescos, ventosos, secos, largos y mayormente despejados. A lo largo del año, la temperatura varia por lo general entre 14C<sup>0</sup> a 27C<sup>0</sup>, raras ocasiones sube a más de 30C<sup>0</sup> o baja a menos de 13c<sup>0</sup>.

## Resultados de laboratorio

Seguidamente, se aprecian los logros obtenidos de los diferentes ensayos realizados en el laboratorio, ensayos realizados fueron: ensayo de resistencia del concreto a compresión, absorción y el cálculo de los espesores de capa del pavimento adoquinado.

### Ensayo de resistencia a compresión del concreto $f'c$ 420kg/cm<sup>2</sup>

Se fabricaron 27 adoquines de concreto, los cuales se dividieron en 3 grupos teniendo en cuenta la dosificación del concreto patrón y sus añadiduras de ceniza obtenida de la cremación del bagazo de la caña de azúcar, así también se realizó 3 adoquines para cada grupo, los cuales fueron sometidos a la rotura a los 7, 14 y 28 días.



Figura 6. Adoquines patrón adoquines con 7% de ceniza



Figura 7. Adoquines con 15% de ceniza

Resistencia a compresión del concreto a los 7 días

Tabla 5. Resistencia a compresión 7 días

Concreto F'c 420 kg/cm <sup>2</sup>	Nº MUESTRA			RESITENCIA PROMEDIO	RESISTENCIA PROMEDIO %
	1	2	3		
C.P	331.1	329.2	335.6	332.0	79%
C.P + 7%	334.5	335.9	337.1	335.8	80%
C.P + 15%	326.7	331.2	326.4	328.1	78%



Gráfico 1. Resistencia a compresión

En el grafico observamos que el resultado de la resistencia del adoquín de concreto a compresión a los 7 días de la muestra con 7% de añadidura de ceniza de bagazo de la caña tiene un resultado mayor a comparación del resultado del espécimen patrón y

el espécimen con 15% de añadidura de ceniza tiene un resultado menor con relación al resultado de la muestra patrón.

### Resistencia a compresión del concreto a los 14 días

Tabla 6. Resistencia a compresión 14 días

Concreto F'c 420 kg/cm2	Nº MUESTRA			RESITENCIA PROMEDIO	RESISTENCIA PROMEDIO %
	1	2	3		
C.P	371.3	369.8	370.8	370.6	88%
C.P + 7%	382.1	379.8	381.7	381.2	91%
C.P + 15%	372.8	375.3	377.2	375.1	89%

En el grafico podemos ver que el resultado de la resistencia del adoquín de concreto a compresión a los 14 días de la muestra con 7% de aumento de ceniza del bagazo de la caña es mayor a comparación del resultado del espécimen patrón y el resultado de la prueba con 15% de ceniza es menor con relación al resultado obtenido de la muestra de 7%de adición, pero mayor al resultado de la muestra patrón.



Gráfico 2. Resistencia a compresión

## Resistencia a compresión del concreto a los 28 días

Tabla 7. Resistencia a compresión 28 días

Concreto F'c 420 kg/cm <sup>2</sup>	Nº MUESTRA			RESITENCIA PROMEDIO	RESISTENCIA PROMEDIO %
	1	2	3		
C.P	426.1	431.6	431.5	429.7	102%
C.P + 7%	443.6	441.6	442.8	442.7	105%
C.P + 15%	430.3	433.9	432.6	432.3	103%



Gráfico 3. Resistencia a compresión

Podemos ver en grafico que el resultado de la resistencia del a adoquín a compresión a los 28 días de la muestra con 7% de añadidura de ceniza de bagazo de la caña es mayor a los resultados del espécimen patrón y de la muestra con 15% de adición de ceniza y a su vez la muestra del 15% de adición de ceniza es mayor en relación al resultado obtenido por parte de la muestra patrón, pero menor al resultado que se obtuvo según la muestra con 7% de añadidura de ceniza obtenida de la incineración de bagazo de caña de azúcar.

Tenemos que los especímenes de adoquines de concreto con añadidura de ceniza del 7% y 15%, han superado a los adoquines de la muestra patrón, pero se puede visualizar que, a mayor contenido de ceniza, hay una disminución en cuanto al aumento de la resistencia del concreto a compresión.



## Ensayo de absorción

Tabla 8. Ensayo de Absorción

Absorción	Nº MUESTRA			% PROMEDIO DE ABSORCION
	1	2	3	
C.P	5.45	5.51	5.32	5.4
C.P + 7%	5.07	5.1	5.16	5.1
C.P + 15%	4.82	4.7	4.71	4.7



Gráfico 4. Absorción

En el gráfico se puede observar que el resultado del ensayo de absorción obtenido por parte del espécimen patrón supera a los especímenes que cuentan con añadidura de la ceniza, y la prueba con adición de 7% de ceniza supera a la muestra con adición del 15%.

Podemos decir que es indirectamente proporcional, ya que, a mayor contenido de ceniza de bagazo de la caña de azúcar, el porcentaje de absorción se reduce.

## Diseño del pavimento

Tabla 9. Diseño 1

### Diseño de Pavimento Semi Rígido

Número Estructural	1.823	Módulo Resiliente (Pci)	13,450.49
Design ESALs	152,486.47	Serviciabilidad Inicial	4.20
Confabilidad	80%	Serviciabilidad Final	1.80
Desviación Estándar	-0.842		

### Diseño de Espesores de Pavimento

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN)	ESPESOR (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Asfalto	0.40	1	2.36	0.945	6.00	2.400
Base Granular	0.13	1	6.76	0.879	17.16	2.232
Sub Base Granular	0.11	1	0.00	0.000	0.00	0.000
				1.824		4.632

Tabla 10. Diseño 2

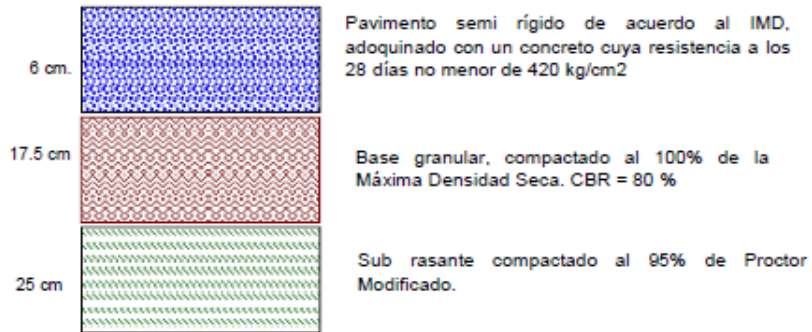
### Diseño de Pavimento Semi Rígido

Número Estructural	1.823	Módulo Resiliente (Pci)	13,450.49
Design ESALs	152,486.47	Serviciabilidad Inicial	4.20
Confabilidad	80%	Serviciabilidad Final	1.80
Desviación Estándar	-0.842		

### Diseño de Espesores de Pavimento

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN)	ESPESOR (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Asfalto	0.41	1	2.36	0.969	6.00	2.460
Base Granular	0.13	1	6.57	0.855	16.70	2.172
Sub Base Granular	0.11	1	0.00	0.000	0.00	0.000
				1.824		4.632

**Diseño 1:**



**Diseño 2:**

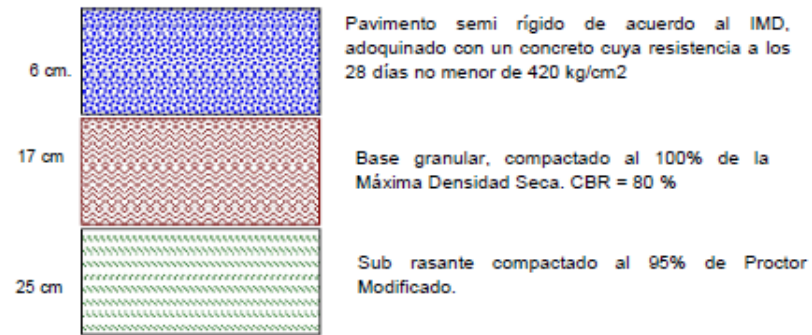


Gráfico 5. Espesores

En la figura podemos ver que el resultado del cálculo del pavimento, trabajado con la resistencia de la muestra con 7% de adición de ceniza de bagazo reduce en 0.5 cm la base con relación al calculo que se trabajó con la resistencia de la muestra patrón, teniendo que, si bien la mejora no es significativa aun así esta prevalece.

## V. DISCUSIÓN

En mi proyecto de investigación, para la prueba de resistencia del concreto a compresión, de la muestra de adoquines de concreto patrón y las muestras de adoquines que llevan una adición de ceniza en porcentajes de 7% y 15% respectivamente, los resultados nos arrojaron los resultados promedio a los 28 días a continuación; 429.7kg/cm<sup>2</sup>, 442.3kg/cm<sup>2</sup> y 432.3kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, los cuales son expresados en porcentajes con respecto al a la muestra de adoquín de concreto patrón, con valores de: 102% ; 105% y 103% respectivamente. Y tenemos que según Ríos (2011) concluyó que el sustituir parcialmente el concreto hidráulico con la ceniza del bagazo de caña no fue de beneficio en cuanto a la resistencia mecánica. Los datos obtenidos en cuanto a la sustitución del 5% y 10% no superaron la resistencia mecánica del concreto convencional.

A su vez para Vásquez (2018) los principales resultados fueron que la adición de 5% de ceniza en proporción al cemento portland, mejora aumentando en 20% la resistencia a la compresión de las muestras a los 28 días, esto comparandolo con un diseño de mezcla convencional. Y se concluyo que el usar la puzolana obtenida de la incineración del bagazo mejora las cualidades mecánicas del concreto.

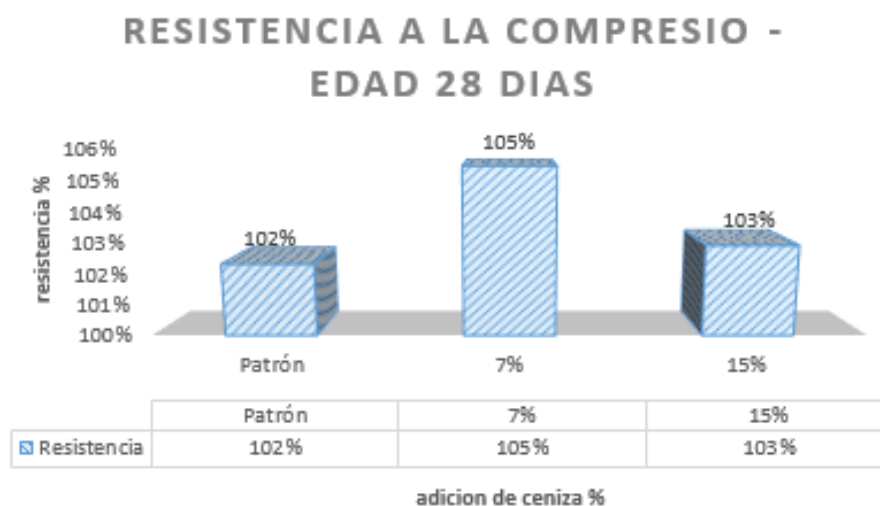


Gráfico 6. Resistencia a compresión

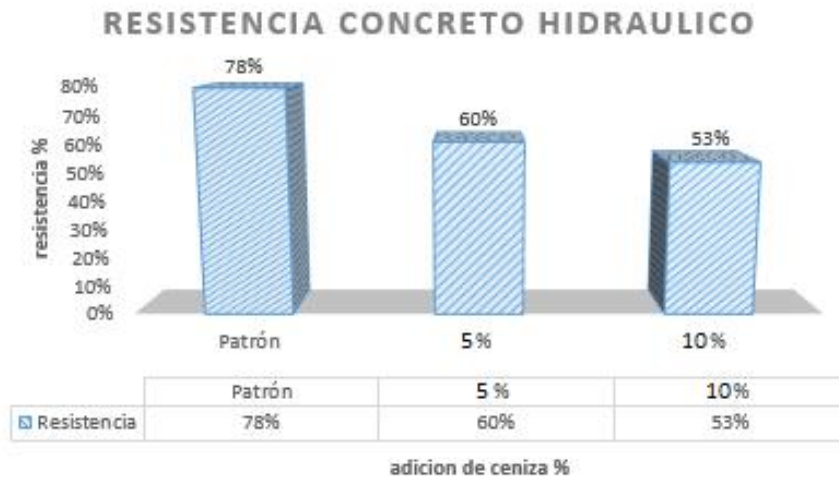


Gráfico 7. Resistencia a compresión

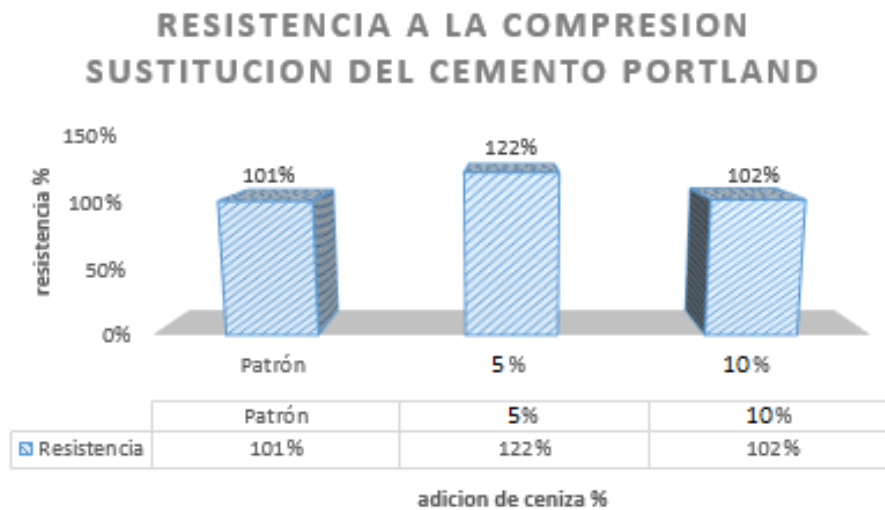


Gráfico 8. resistencia a compresión

Conforme podemos observar en los gráficos de resultados, mi trabajo con el de Vásquez coincide en que el concreto experimentó un aumento de resistencia a compresión cuando se trata de la muestra con la adición es baja, y que cuando la añadidura de ceniza aumenta, el concreto disminuye su resistencia a compresión; mientras tanto, mi trabajo de investigación difiere en cuanto a los resultados con los

de Ríos, porque los resultados a la compresión de concreto disminuyen en todos los casos que se adiciono la ceniza del bagazo de caña de azúcar.

El ensayo de absorción, como se pueden apreciar los resultados de la siguiente figura, mi proyecto de investigación encontró que el porcentaje de absorción se reduce indirectamente proporcional a la añadidura de ceniza del bagazo de caña.

Opuesto a mis resultados, Ríos encontró que la añadidura de ceniza de bagazo de caña de azúcar es directamente proporcional al porcentaje de absorción, es decir que, a más añadidura de ceniza de bagazo de caña de azúcar, el porcentaje de absorción aumenta.



Gráfico 9. Absorción

## ENSAYO DE ABSORCION

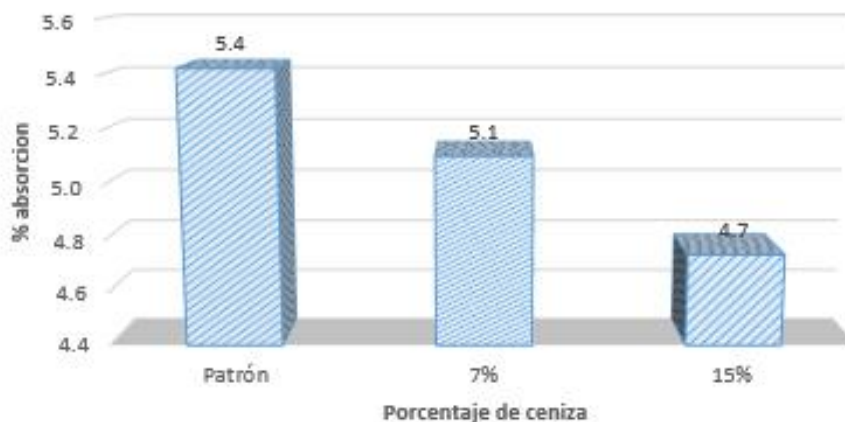


Gráfico 10. Absorción

Como se puede apreciar en los gráficos, los resultados alcanzados en mi trabajo de investigación para las muestras de adoquines de concreto en cuanto a la absorción son 5.4%, 5.1% y 4.7% respectivamente para la muestra patrón y para la muestra con adición de 7% y 15% de ceniza de origen natural en este caso específicamente de la caña de azúcar. De los aportes de Ríos, quien utilizó un concreto hidráulico con las adiciones de 5% y 10% de ceniza. Tenemos que los resultados obtenidos fueron de 6%, 6.7% y 10.3% respectivamente para la muestra patrón y las muestras con adición de ceniza.

### Diseño del pavimento

Para el diseño del pavimento adoquinado de acuerdo a mi investigación se obtuvo que adicionando ceniza del bagazo de la caña de azúcar en un 7% en el cálculo del diseño de los adoquines, reduce un 0.5 cm en la capa de la base, y así coincidiendo con Correa y Polo (2019) que como foco de la investigación tomó el precisar la influencia de la ceniza en este caso proveniente de caña de azúcar en las propiedades mecánicas y físicas de los adoquines del tipo II para aun tránsito vehicular liviano. Concluyendo así que el beneficio obtenido no es mucho pero aun así, prevalece la mejora.

## VI. CONCLUSIONES

El empleo de la ceniza de bagazo de caña de azúcar en los adoquines de concreto con sustitución del cemento en proporciones de 7% y 15% influye favorablemente en el diseño del pavimento adoquinado, ya que presentaron mejoras en comparación con la muestra patrón de adoquín de concreto, los ensayos que se efectuaron para el desarrollo del proyecto fue, el ensayo de resistencia la compresión del concreto, el ensayo de absorción de humedad y el cálculo de espesores para las capas del pavimento.

1. El ensayo de resistencia a compresión del concreto, tanto para el concreto patrón, así como para sus adiciones con ceniza de 7% y 15%, se obtuvo los resultados a continuación: 429.7kg/cm<sup>2</sup>, 442.7kg/cm<sup>2</sup> y 432.3kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, teniendo así una mejora en la resistencia del concreto con respecto a la muestra patrón.
2. El ensayo de absorción de humedad de la muestra patrón y de la muestra con 7% y 15% fueron los siguientes; 5.4%, 5.1% y 4.7% respectivamente, lo que nos indica que están dentro de lo que la norma NTP 399.611.
3. El cálculo del diseño de pavimento adoquinado, con respecto al de la muestra patrón, el cálculo con la muestra del 7% de añadidura de ceniza del bagazo de la caña de azúcar dio como resultado una reducción de 0.5 cm en la capa de la base; si bien la diferencia no es mucha, esta nos indica que haciendo más resistentes a los adoquines de concreto, dicho de otra manera, el adicionar ceniza influye favorablemente en cuanto a la reducción de las capas del pavimento.



## VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda profundizar en cuanto a la influencia que tiene la ceniza del bagazo de la caña de azúcar en el diseño de los adoquines de concreto, y se realicen más ensayos de laboratorio en cuanto a la resistencia a flexión, el desgaste por abrasión, entre otros.
2. Con respecto al ensayo de resistencia a compresión de los adoquines, se sugiere tener en cuenta los porcentajes de ceniza de bagazo de caña de azúcar para una dosificación idónea así aumentar la resistencia de los mismos teniendo los porcentajes de adición de ceniza que se pudo apreciar en el presente trabajo.
3. Para el ensayo de absorción, los resultados que se obtuvieron están dentro del rango permitido por la NPT 399.611, se recomienda aumentar los porcentajes de adición de ceniza y también realizarlo con concretos de  $f'c$  menores o mayores para así obtener nuevos resultados.
4. El cálculo de los espesores del pavimento no fueron los esperados por que como se pudo observar la diferencia con respecto al de la muestra patrón es mínima, se recomienda ampliar investigación.

## REFERENCIAS

Cruz (2019) Influencia de cenizas de ladrillos artesanales en la resistencia a la compresión de adoquines de concreto, Trujillo 2019, (Tesis) Universidad Privada del Norte, Trujillo – Perú. Recuperado, desde:

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/21165/Cruz%20Garcia%20Hilder.pdf;jsessionid=ABCAF5CC93ECCA642F960D90A4193E49?sequence=1>

Lázaro (2018). Comparacion Tecnica entre el Concreto Reforzado con Fibras Naturales y el Concreto Convencional en el Distrito de Marca, Recuay, Anchash, (Tesis) Universidad Cesar Vallejo, Lima – Perú. Recuperado, desde:

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26899>

Esteban (2018) Reaprovechamiento de los residuos de construcción y demolición, como agregado reciclado para la elaboración de adoquines, 2018, (Tesis) Universidad Cesar Vallejo, Lima – Perú. Recuperado, desde:

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/28021>

Barrantes y Holguín (2015) Influencia del porcentaje de reemplazo de ceniza volante por cemento sobre la resistencia a la compresión y absorción en la fabricación de adoquines de transito liviano. (Tesis) Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo – Perú. Recuperado, desde:

<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/2550>

Salguero Caicedo (2013) Adoquines modificados con fibra de polipropileno para el uso en vías de la ciudad de quito. (Tesis) Universidad Central Del Ecuador, Quito – Ecuador. Recuperado, desde:

<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2212>

Herrera Heredia (2013) Adoquines modificados con fibra de polipropileno para el uso en vías de la ciudad de quito. (Tesis) Universidad Central Del Ecuador, Quito – Ecuador. Recuperado, desde:

<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2212>

MTC

Camones (2019) Resistencia de adoquines de concreto de  $f'c=320$  Kg/cm<sup>2</sup>, sustituyendo el cemento en 10 % por la combinacion de ceniza de bagazo de cebada y cascara de huevo. (Tesis) Universidad San Pedro, Chimbote – Perú. Recuperado, desde:

<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/11380>

Huertas y Martinez (2019) Analisis de las propiedades estructurales del concreto modificado con la fibra de bagazo de caña. (Tesis) Universidad Catolica de Colombia, Bogota – Colombia. Recuperado, desde:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/23469/1/AN%C3%81LISIS%20DE%20LAS%20PROPIEDADES%20ESTRUCTURALES%20DEL%20CONCRETO%20MODIFICADO%20CON%20LA%20FIBRA%20DE%20BAGAZO%20DE%20CA%C3%91A.pdf>

CORREA BRICEÑO, Linder; POLO SABOGAL, Harold. Influencia de reemplazo de ceniza de caña de azúcar sobre las propiedades físicas y mecánicas de adoquines tipo II para pavimentos de tránsito liviano, Trujillo 2019. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Trujillo, 2019.

YDROGO LOZANO, Miguel. Resistencia a la compresión del adoquín convencional tipo I  $f'c=290$  kg/cm<sup>2</sup>, adicionando caucho al 5% y 10% como agregado fino. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Cajamarca, 2019.

Vásquez (2018) Evaluacion de las propiedades del concreto con puzolana obtenido del bagazo de caña de azucar, Cayalti, Lambayeque 2018. (Tesis) Universidad Señor de Sipan, Pimentel – Peru. Recuperado, desde:

<http://repositorio.uss.edu.pe/handle/uss/5594>

NTP

Lázaro (2018) Comparacion Tecnica entre el Concreto Reforzado con Fibras Naturales y el Concreto Convencional en el Distrito de Marca, Recuay, Anchash (Tesis) Universidad Cesar Vallejo, Lima – Perú. Recuperado, desde:

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26899>

NTP – 399. 611 INDECOPI 2010. Lima: s.n., 2010

Narváez (2017) Determinación de la influencia del bagazo de caña de azúcar como agregado orgánico en la resistencia a la compresión de bloques para mampostería liviana. (Tesis) Universidad Técnica de Ambato, Ambato – Ecuador. Recuperado, desde:

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25746>

Navarro (2017) Determinación de la influencia del bagazo de caña de azúcar como agregado orgánico en la resistencia a la compresión de bloques para mampostería liviana. (Tesis) Universidad Técnica de Ambato, Ambato – Ecuador. Recuperado, desde:

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25746>

García (2017) Obtención de un material biocompuesto a partir de bagazo de caña de azúcar y caucho natural como sustituto del plástico. (Tesis) Universidad Cesar Vallejo, Lima – Perú. Recuperado, desde:

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/3533>

Ríos González (2011) Empleo de la Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar (CBCA) como Sustituto Porcentual del Agregado Fino en la Elaboración de concreto Hidráulico. (Tesis). Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Veracruzana, Xalapa – México.

[https://www.academia.edu/14723228/UNIVERSIDAD\\_VERACRUZANA\\_FACULTAD\\_DE\\_INGENIERIA\\_CIVIL\\_INGENIERO\\_CIVIL](https://www.academia.edu/14723228/UNIVERSIDAD_VERACRUZANA_FACULTAD_DE_INGENIERIA_CIVIL_INGENIERO_CIVIL)

Lozada (2014) *Investigación aplicada: definición, propiedad intelectual e industria*. Recuperado 09 de octubre del 2020, desde:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>

Hernández (2014) *Metodología de la investigación*. Recuperado 08 de octubre del 2020, desde:

<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

BRICEÑO (2019). Influencia de reemplazo de ceniza de caña de azúcar sobre las propiedades físicas y mecánicas de adoquines tipo II para pavimentos de tránsito liviano, Trujillo 2019. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Trujillo, 2019.

Hernández, Fernández y Baptista (2014) *Metodología de la investigación*. Recuperado 08 de octubre del 2020, desde:

<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Salinas (2013) *Diseños experimentales: seminario investigativo VI*. Recuperado 08 de octubre del 2020, desde:

[http://viref.udea.edu.co/contenido/menu\\_alterno/apuntes/ac37-diseno\\_experiment.pdf](http://viref.udea.edu.co/contenido/menu_alterno/apuntes/ac37-diseno_experiment.pdf)

Blas (2012) *Comportamiento de cenizas y su impacto en sistemas de combustión de biomasa*. Recuperado 09 de octubre del 2020, desde:

<http://revistas.um.edu.uy/index.php/ingenieria/article/view/366>

Tamayo (2012) *Metodología de investigación, pautas para hacer tesis*. Recuperado 09 de octubre del 2020, desde:

[http://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2013/08/que-es-la-poblacion.html#:~:text=Seg%C3%BAn%20Tamayo%20\(2012\)%20se%C3%B1ala%20que,y%20se%20le%20denomina%20la](http://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2013/08/que-es-la-poblacion.html#:~:text=Seg%C3%BAn%20Tamayo%20(2012)%20se%C3%B1ala%20que,y%20se%20le%20denomina%20la)

Carrillo (2015) *Población y muestra*. Recuperado el 09 de octubre del 2020, desde:

<http://ri.uaemex.mx/oca/view/20.500.11799/35134/1/secme-21544.pdf>

Hernández, Fernández y Baptista (2014) *Metodología de la investigación*. Recuperado 08 de octubre del 2020, desde:

<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Hernández (2014) *Metodología de la investigación*. Recuperado 08 de octubre del 2020, desde:

<http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

Ibáñez (2015) *Procesos y fundamentos de la investigación científica*. Recuperado 09 de octubre del 2020, desde:

<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12498/1/Procesos-y-FundamentosDeLainvestiagcionCientifica.pdf>

Ibáñez (2015) *Procesos y fundamentos de la investigación científica*. Recuperado 09 de octubre del 2020, desde:

<http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12498/1/Procesos-y-FundamentosDeLainvestiagcionCientifica.pdf>

Garriga (2017) *Introducción al análisis de datos*. Recuperado 09 de octubre del 2020, desde:

[https://kupdf.net/download/introducci-oacute-n-al-analisis-de-datos-garriga-trillo-ana-julia-author\\_58a0e7226454a7335db1e948\\_pdf](https://kupdf.net/download/introducci-oacute-n-al-analisis-de-datos-garriga-trillo-ana-julia-author_58a0e7226454a7335db1e948_pdf)

Gonzales (2012) *Concreto con bagazo de caña*. Recuperado 05 de mayo del 2021, desde:

<http://www.bdigital.unal.edu.co/38566/1/41468-187407-2PB>

Vidal, Torres y Gonzales, 2014. *Cane bagasse ash for manufacture of building materials: preliminary study*. Faculty of Science. Department of Physics [en línea]. Bogotá. [consulta: junio de 2021]. e – ISSN 2500-8013. Disponible en:

<https://revistas.unal.edu.co/index.php/momento/article/view/45539>

Mattey P., ROBAYO R., DIAZ J., DELVASTO S. Y MONZO J. Aplicación de ceniza de cascarilla de arroz obtenida de un proceso agro-industrial para la fabricación de bloques en concreto no estructurales. *REVISTA LATINOAMERICANA DE METALURGIA Y MATERIALES*. Vol. 35 (2): 285 – 294. 2015. ISSN: 0255-6952

BUZÓN, Jorge. Fabricación de los adoquines para uso en vías peatonales, usando cuesco de palma africana. *Revista INGE-CUC*. vol 6. (6): 67-77. 2010. ISSN: 0122-6517

## **ANEXOS**

## ANEXO 1. Matriz de operacionalización y matriz de consistencia

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
<b>Variable independiente:</b> ceniza de bagazo de caña de azucar	la composicion de la ceniza esta dominada por SiO <sub>2</sub> y CaO, y en menor medida por oxidos de magnesio, aluminio, potasio y fosforo.	la ceniza de bagazo de caña de azucar es beneficioso para mejorar las propiedades fisico - mecanicas de los adoquines de concreto	dosificación	7% de ceniza de bagazo de caña de azucar	Razon	<b>Tipo de Investigacion:</b> Aplicada. <b>Enfoque:</b> Cuantitativo. <b>Diseño:</b> Cuasi-experimental. <b>Poblacion:</b> 36 Adoquines de concreto. <b>Muestra:</b> 24 Adoquines de concreto.
				15% de ceniza de bagazo de caña de azucar		
<b>Variable dependiente:</b> diseño de pavimnto adoquinado	pavimento formado por elementos prefabricados de peuqeñas dimensiones los cuales se asientan sobre una capa de arena	las cpas del diseño estructural del pavimento adoquinado cumplen la funcion de soportar las cargas sometidos por los vehiculos	Diseño de pavimento adoquinado	Ensayo de CBR	Discreta	
				Ensayo de resistencia	Razon	
				Ensayo de absorcion	Razon	
				diseño estructural	Discreta	



**Título: DISEÑO DE PAVIMENTO ADOQUINADO ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR CALLE AMINCO, HUACHO 2020.**

**Autor: ABANTO PECHE WILMER**

Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES		Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
<b>Problema General:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>INDEPENDIENTE</b>	<b>V1: Ceniza de bagazo de caña de azúcar</b>	Porcentaje de ceniza de bagazo de caña de azúcar	0%	Balanza calibrada
						7.0%	
						15.0%	
¿De que manera influye la adición ceniza del bagazo de caña de azúcar en el pavimento adoquinado, calle Aminco, Huacho 2020?	Determinar cual sera la influencia al adicionar ceniza de caña de azúcar en el diseño del pavimento adoquinado, calle Aminco, Huacho 2020.	Adicionar ceniza de caña de azúcar influye favorablemente en el pavimento adoquinado, calle Aminco, Huacho.					
<b>Problemas Específicos:</b>	<b>Objetivos específicos:</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>	<b>DEPENDIENTE</b>	<b>V2: Pavimento adoquinado</b>	Ensayo de resistencia a la compresion de concreto	ASTM C39 NTP 339.034	PRENSA HIDRAULICA
¿Cómo influye la adición de ceniza de caña de azúcar en la resistencia a compresion de los adoquines de concreto?	Conocer la influencia que tiene adicionar ceniza de caña de azúcar en la resistencia a compresion de los adoquines de concreto	Adicionar ceniza de caña de azúcar influye de manera favorable en la resistencia a la compresión de los adoquines de concreto					
¿Cuál es el efecto de adicionar ceniza de caña de azúcar en el ensayo de absorcion en adoquines de concreto?	determinar cual será el efecto al adicionar ceniza de caña de azúcar en el ensayo de absorcion en adoquines de concreto	la adición de ceniza de caña de azúcar tiene efecto positivo en el ensayo de absorcion en adoquines de concreto					
¿Cómo influye la adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estructura del pavimento adoquinado ?	conocer si la adición de ceniza de caña de azúcar influye en la estructura del pavimento adoquinado	la adicionar de ceniza de caña de azúcar influye de manera favorable a la estructura del pavimento					
					Ensayo de absorcion	Norma ASTM C127	HORNO GEMMY YC0-010 DIGITAL
					Estructura del pavimento	AASHTO 93	HOJA DE CALCULO

## ANEXO 2. Panel fotográfico



Fotografía 1. Recolección de datos en campo



Fotografía 2. Recolección de datos en campo



Fotografía 3. Recolección de datos en campo



Fotografía 4 Excavación de calicatas



Fotografía 5 Excavación de calicatas



Fotografía 6. Elaboración de adoquines P



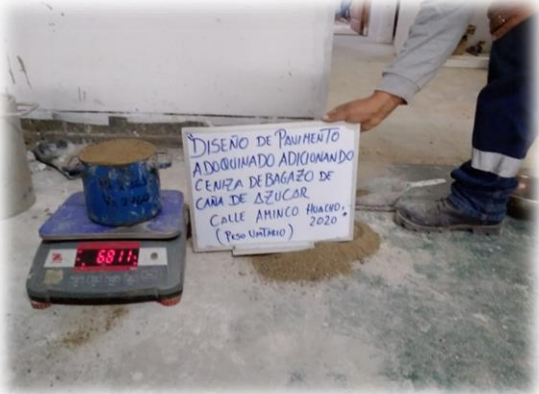
Fotografía 7. Elab. de adoquines 7% ceniza



Fotografía 8. Elab. de adoquines 15% ceniza



Fotografía 9. Peso unitario



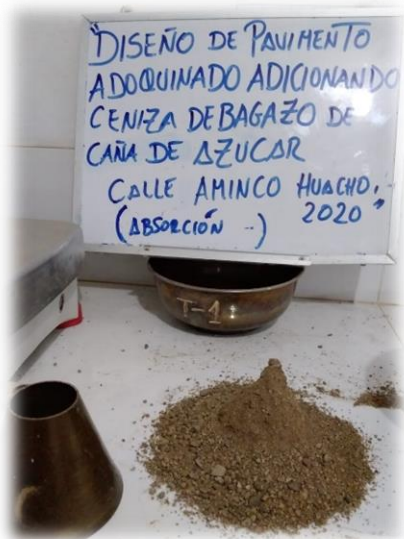
Fotografía 10. Peso unitario



Fotografía 11. Peso específico



Fotografía 12. Peso específico



Fotografía 13. Absorción



Fotografía 14. Absorción



Fotografía 15. Absorción



Fotografía 16. Tamizado



Fotografía 17. Peso Unitario



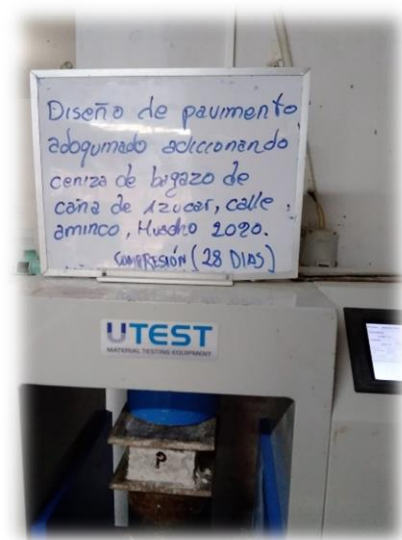
Fotografía 18. Resistencia a compresión P



Fotografía 19. Resistencia a compresión 7%



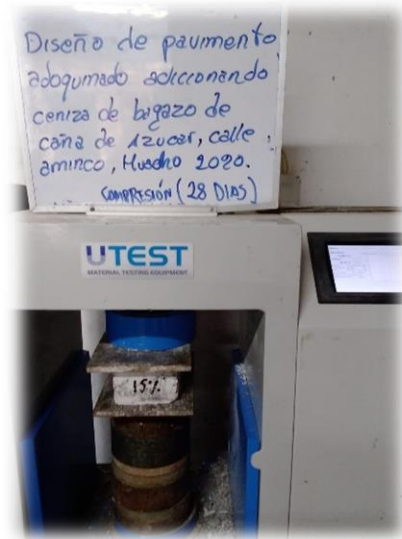
Fotografía 20. Resistencia a compresión 15%



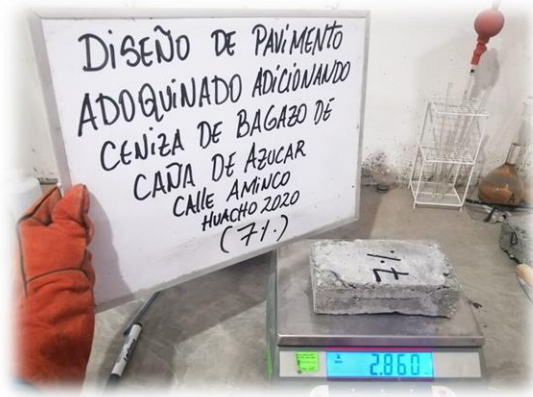
Fotografía 21. Resistencia a compresión Patrón



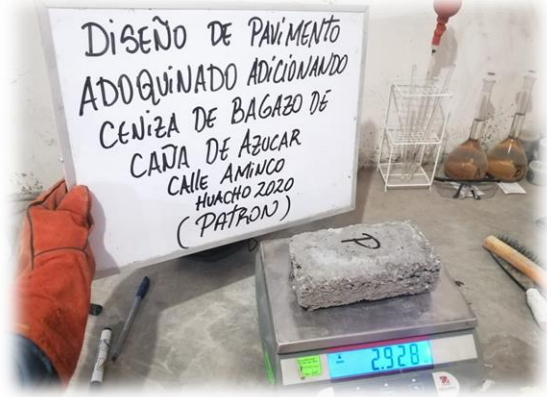
Fotografía 22. Resistencia a compresión 7%



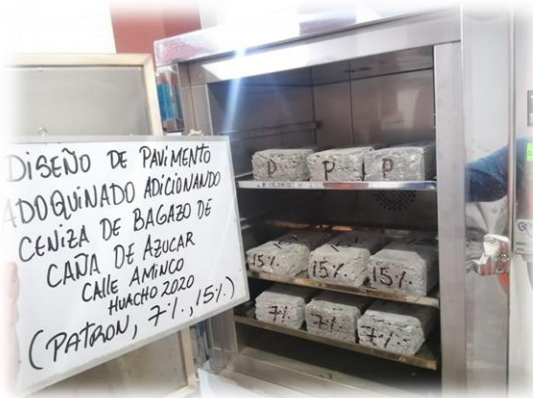
Fotografía 23. Resistencia a compresión 15%



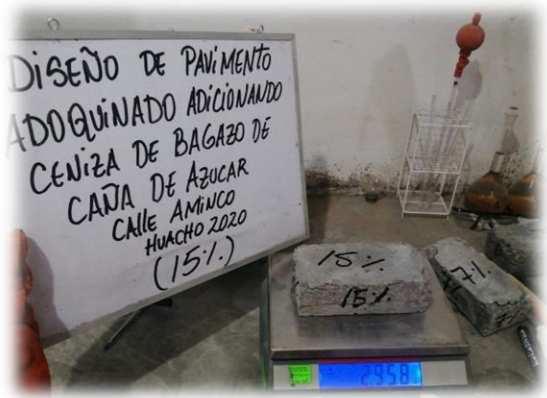
Fotografía 24. Ensayo de Absorción



Fotografía 25. Ensayo de Absorción



Fotografía 26. Ensayo de absorción



Fotografía 27. Ensayo de absorción

### ANEXO 3. Ensayo de resistencia a la compresión



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.cc

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b> <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO</b>	Código	FOR-LTC-AG-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
 ASTM C136

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Wilmer Alexander Abanto Pecho
<b>TESIS</b>	: "Diseño de pavimento adóquinado adhiriendo ceniza de bagazo de caña de azúcar, Calle Amínco, Huacho 2020"
<b>UBICACIÓN</b>	: Lima <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 04/06/2021</span>

<b>MATERIAL</b>	: Agregado fino	<b>CANTERA:</b> HUIACHO
<b>PESO INICIAL HUMEDO (g)</b>	570.5	<b>% W =</b> 0.6
<b>PESO INICIAL SECO (g)</b>	567.0	<b>MF =</b> 2.93

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES ASTM C 33
		(g)	(%)	Retenido	Pass	
1/2"	12.50	0.09	0.09	0.00	100.00	
3/8"	9.50	0.09	0.09	0.00	100.00	100
Nº4	4.75	9.6	1.7	1.7	98.3	85 - 100
Nº8	2.36	105.1	18.5	20.2	79.8	65 - 100
Nº 16	1.18	110.2	20.5	40.7	59.3	55 - 85
Nº 30	0.60	120.9	22.4	63.1	36.9	25 - 60
Nº 50	0.30	79.5	14.0	77.1	22.9	05 - 20
Nº 100	0.15	72.5	12.8	89.9	10.1	0 - 10
FONDO		57.0	10.1	100.0	0.0	0 - 0



**OBSERVACIONES:**  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

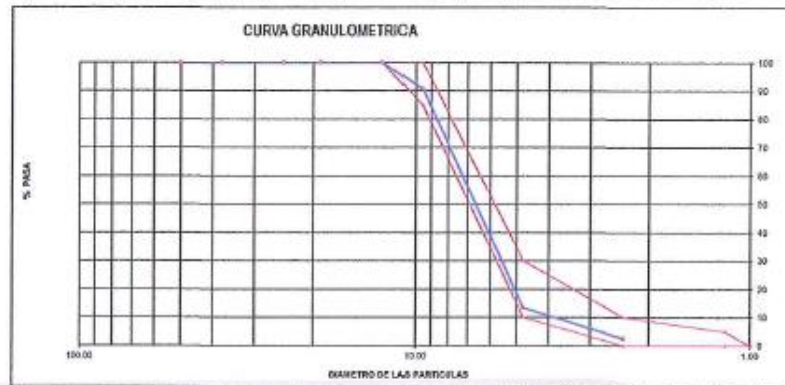
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO	Código	FOR-LTC-AG-002
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C136

**REFERENCIA** : Datos de laboratorio  
**SOLICITANTE** : Wilmer Alexander Abanto Pecho  
**TESIS** : "Diseño de pavimento adopiñado adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Calle Amico, Huacho 2020"  
**LUBRICACION** : Lima  
**Fecha de ensayo:** 04/08/2021

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO      **CANTERA:** HUACHO  
**PESO INICIAL HUMEDO (g)** : 3,581.00      **% W =** 0.6  
**PESO INICIAL SECO (g)** : 3,359.00      **MF =** 0.13

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES NISO # E
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0	
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.05	0.0	0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100
3/8"	9.50	315.0	9.5	9.4	90.6	89 - 100
Nº 4	4.75	2,590.0	77.3	85.7	14.3	10 - 30
Nº 8	2.36	358.0	10.7	92.4	2.6	6 - 10
Nº 16	1.18	75.6	2.3	100.0	0.0	0 - 6
FONDO		15.2	0.5			



**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D6913 / MTC E - 204

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: Wilmer Alexander Abario Pecho
TIPO DE MUESTRA	: "DISEÑO DE PAVIMENTO ADOQUINADO CERIZA DE BARRAZO DE CAÑA DE AZÚCAR CALLE AVINCO HUACHO 2020"
UBICACIÓN	: Lima
CALICATA	: --
MUESTRA	: CBGA
PROCESO	: Horno (2-3 horas), 600 °C

Fecha de ensayo: 01/05/2021

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
5"	127.000	100.0	/	CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2218)	
4"	101.600	100.0		Contenido Humedad (%)	0.1
3"	76.200	100.0		LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)	
2 1/2"	63.300	100.0		Limite Líquido (LL)	--
2"	50.800	100.0		Limite Plástico (LP)	--
1 1/2"	38.100	100.0		Índice Plástico (IP)	--
1"	25.400	100.0		Grava (%)	0.0
3/4"	19.000	100.0		Arena (%)	2.3
1/2"	12.500	100.0		Finos (%)	97.7
3/8"	9.500	100.0		CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
Nº 4	4.750	100.0		Clasificación SUCS (ASTM D2487)	--
Nº 10	2.000	100.0		Clasificación AASHTO (D3282)	--
Nº 20	0.840	100.0		Nombre del Grupo	--
Nº 40	0.425	100.0			
Nº 60	0.250	100.0			
Nº 100	0.150	100.0			
Nº 200	0.075	97.7			

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>CONTROL DE CALIDAD</b> <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	...

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

REFERENCIA : Datos de laboratorio  
SOLICITANTE : Wilmer Alexander Abanto Pecho  
TESIS : "Diseño de pavimento adoquinado adicionado ceniza de bagazo de caña de azúcar, Calle Aminco, Huacho 2020"

UBICACIÓN : Lima Fecha de ensayo: 05/06/2021

MATERIAL	f'c 420 kg/cm <sup>2</sup>		HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA				
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA HUACHO	2.64	2.93	0.6	1.6	1473.0	1774.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA HUACHO	2.87	6.13	0.8	1.6	1326.0	1484.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA HUACHO							
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>							
1	ASENTAMIENTO			1.34	µg		
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/8"			
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.454			
4	AGUA			210			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			3.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.25			
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>							
FACTOR CEMENTO			425.000	Kg/m <sup>3</sup>	10.0	Bls/m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del cemento				0.1361	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
Volumen absoluto del Agua				0.2100	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
Volumen absoluto del Aire				0.0300	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS						0.376	
Volumen absoluto del Agregado fino				0.3722	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.824	
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.2518	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS						1.000	
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>							
CEMENTO				425	Kg/m <sup>3</sup>		
AGUA				210	L/m <sup>3</sup>		
AGREGADO FINO				983	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO				672	Kg/m <sup>3</sup>		
PESO DE MEZCLA				2290	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>D) CORRECCION POR HUMEDAD</b>							
AGREGADO FINO HUMEDO				988.5	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO HUMEDO				676.3	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>							
AGREGADO FINO				1.00	L/m <sup>3</sup>	8.8	
AGREGADO GRUESO				1.00	L/m <sup>3</sup>	6.7	
AGUA DE MEZCLA CORREGIDA						16.5	
						228.5	
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>							
CEMENTO				425	Kg/m <sup>3</sup>		
AGUA				227	L/m <sup>3</sup>		
AGREGADO FINO				989	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO				676	Kg/m <sup>3</sup>		
PESO DE MEZCLA				2316	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (32 lt.)</b>							
CEMENTO				13.60	Kg		
AGUA				7.25	Lit		
AGREGADO FINO				31.03	Kg		
AGREGADO GRUESO				21.64	Kg		
PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)						PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)	
C	1.0					G	1.0
A.F	2.53					A.F	2.57
A.G	1.59					A.G	1.50
H <sub>2</sub> O	22.7					H <sub>2</sub> O	22.7

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> Jefe de Laboratorio	 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> Ingeniero de Sucesos y Pavimentos	 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	---

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Wilmer Alexander Abanto Peché
<b>TESIS</b>	: "Diseño de pavimento adoquinado edicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Calle Amínco, Huacho 2020"
<b>UBICACION</b>	: Lima
	Fecha de ensayo: 05/06/2021



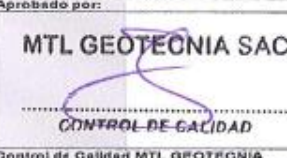
f'c 420 kg/cm <sup>2</sup>						
MATERIAL	PESO ESPECÍFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - CANTERA HUACHO	2.84	2.83	0.8	1.8	1473.0	1774.0
AGREGADO GRUESO - CANTERA HUACHO	2.87	6.13	0.8	1.6	1328.0	1484.0

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA HUACHO						
<b>A)</b>	<b>VALORES DE DISEÑO</b>					
1	ASENTAMIENTO		1.12			pu/g
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL		30			
3	RELACION AGUA CEMENTO		0.494			
4	AGUA		210			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %		3.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO		0.25			
<b>B)</b>	<b>ANÁLISIS DE DISEÑO</b>					
	<b>FACTOR CEMENTO</b>		428.000	Kg/m <sup>3</sup>	10.0	Bis/m <sup>3</sup>
	Volumen absoluto del cemento		0.1362	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	Volumen absoluto del Agua		0.2100	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	Volumen absoluto del Aire		0.0300	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>					0.376
	Volumen absoluto del Agregado fino		0.3732	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	Volumen absoluto del Agregado grueso		0.2518	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>					1.000
<b>C)</b>	<b>CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>					
	CEMENTO		425	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGUA		210	L/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO		983	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO		672	Kg/m <sup>3</sup>		
	CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (7% del peso de cemento)		29.75	Kg/m <sup>3</sup>		
	<b>PESO DE MEZCLA</b>		2290	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>D)</b>	<b>CORRECCION POR HUMEDAD</b>					
	AGREGADO FINO HUMEDO		988.5	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO		676.3	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>E)</b>	<b>CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>					
	AGREGADO FINO		1.00	L/m <sup>3</sup>	9.8	
	AGREGADO GRUESO		1.00	L/m <sup>3</sup>	6.7	
	<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>				16.5	L/m <sup>3</sup>
<b>F)</b>	<b>CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>					
	CEMENTO		425	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGUA		227	L/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO		989	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO		678	Kg/m <sup>3</sup>		
	CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (7% del peso de cemento)		29.75	Kg/m <sup>3</sup>		
	<b>PESO DE MEZCLA</b>		2316	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>G)</b>	<b>CANTIDAD DE MATERIALES (32 lt.)</b>					
	CEMENTO		13.60	Kg		
	AGUA		7.25	Lts		
	AGREGADO FINO		31.93	Kg		
	AGREGADO GRUESO		21.84	Kg		
	CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (7% del peso de cemento)		652.0	g		
	<b>PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>					
	C		1.0			
	A.F		2.33			
	A.G		1.50			
	H2o		22.7			
	<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>					
	C		1.0			
	A.F		2.37			
	A.G		1.80			
	H2o		22.7			

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
 Wilmer Alexander Abanto Peché Ingeniero de Geotecnia y Pavimentos	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Control de Calidad Ingeniero de Geotecnia y Pavimentos	 <b>MTL GEOTECNIA SAC</b> <b>CONTROL DE CALIDAD</b> Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	---

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio						
<b>SOLICITANTE</b>	: Wilmer Alexander Abanto Peche						
<b>TESIS</b>	: "Diseño de pavimento adoquinado adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Calle Aminco, Huacho 2020"						
<b>UBICACIÓN</b>	: Lima					Fecha de ensayo:	05/05/2021
<b>f'c 420 kg/cm<sup>2</sup></b>							
<b>MATERIAL</b>	<b>PESO ESPECIFICO g/cc</b>	<b>MODULO FINEZA</b>	<b>HUM. NATURAL %</b>	<b>ABSORCIÓN %</b>	<b>P. UNITARIO S. Kg/m<sup>3</sup></b>	<b>P. UNITARIO C. Kg/m<sup>3</sup></b>	
CEMENTO SOL TIPO I	3.12						
AGREGADO FINO - CANTERA HUACHO	2.04	2.93	0.8	1.8	1473.0	1774.0	
AGREGADO GRUESO - CANTERA HUACHO	2.07	6.13	0.8	1.8	1326.0	1494.0	
<b>MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO DE LA CANTERA HUACHO</b>							
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>							
1	ASENTAMIENTO						
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL						
3	RELACION AGUA CEMENTO						
4	AGUA						
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %						
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO						
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>							
<b>FACTOR CEMENTO</b>			425.000	Kg/m <sup>3</sup>	10.0	Blast <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del cemento			0.1362	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
Volumen absoluto del Agua			0.2100	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
Volumen absoluto del Aire			0.0300	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						0.376	
Volumen absoluto del Agregado fino			0.3722	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
Volumen absoluto del Agregado grueso			0.2518	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>			
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						1.000	
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>							
CEMENTO			425	Kg/m <sup>3</sup>			
AGUA			210	L/m <sup>3</sup>			
AGREGADO FINO			663	Kg/m <sup>3</sup>			
AGREGADO GRUESO			672	Kg/m <sup>3</sup>			
CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (15% del peso de cemento)			63.75	Kg/m <sup>3</sup>			
<b>D) PESO DE MEZCLA</b>							
CORRECCION POR HUMEDAD			2280	Kg/m <sup>3</sup>			
AGREGADO FINO HUMEDO			668.5	Kg/m <sup>3</sup>			
AGREGADO GRUESO HUMEDO			676.3	Kg/m <sup>3</sup>			
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>							
AGREGADO FINO			1.00	%	9.8		
AGREGADO GRUESO			1.00	%	6.7		
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>					16.5	L/m <sup>3</sup>	
					228.5		
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>							
CEMENTO			425	Kg/m <sup>3</sup>			
AGUA			227	L/m <sup>3</sup>			
AGREGADO FINO			669	Kg/m <sup>3</sup>			
AGREGADO GRUESO			670	Kg/m <sup>3</sup>			
CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (15% del peso de cemento)			63.75	Kg/m <sup>3</sup>			
<b>G) PESO DE MEZCLA</b>							
CANTIDAD DE MATERIALES (32 lit.)			2318	Kg/m <sup>3</sup>			
CEMENTO			13.60	Kg			
AGUA			7.25	Lit			
AGREGADO FINO			31.63	Kg			
AGREGADO GRUESO			21.64	Kg			
CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (15% del peso de cemento)			2040.0	g			
<b>PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>			<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>				
C	1.0		C	1.0			
A.F	2.33		A.F	2.37			
A.G	1.59		A.G	1.50			
H2o	22.7		H2o	22.7			
Elaborado por:	Revisado por:		Aprobado por:				
							
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Guías y Pavimentos		Control de Calidad MTL GEOTECNIA				

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES PRISMA RECTANGULAR DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2016

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-03 / NTP 339.034-11

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Wilmer Alexander Abanto Peche
<b>TESIS</b>	: "Diseño de pavimento adobinado adobinando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Calle Amisco, Huacho 2020"
<b>UBICACIÓN</b>	: Lima
	Fecha de emisión: 03/07/2021

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	Fc Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
ADOQUIN PATRON	5/05/2021	12/05/2021	7	66219.0	200.0	331.1	420.0	78.8
ADOQUIN PATRON	5/05/2021	12/05/2021	7	65336.0	200.0	326.7	420.0	77.8
ADOQUIN PATRON	5/05/2021	12/05/2021	7	67129.0	200.0	335.6	420.0	79.9
ADOQUIN PATRON	5/05/2021	19/05/2021	14	74268.0	200.0	371.3	420.0	88.4
ADOQUIN PATRON	5/05/2021	19/05/2021	14	72967.0	200.0	364.8	420.0	86.9
ADOQUIN PATRON	5/05/2021	19/05/2021	14	74157.0	200.0	370.8	420.0	88.3
ADOQUIN PATRON	5/06/2021	3/07/2021	28	45216.0	200.0	226.1	420.0	53.8
ADOQUIN PATRON	5/06/2021	3/07/2021	28	46314.0	200.0	231.6	420.0	55.2
ADOQUIN PATRON	5/06/2021	3/07/2021	28	44291.0	200.0	221.5	420.0	52.7

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de material rebautista (YESO - CEMENTO)
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES PRISMA RECTANGULAR DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	11/01/2016

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 359.034-11

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Wilmer Alexander Abanto Pecho
<b>TEJIS</b>	: "Diseño de pavimento adobinado adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Calle Amico, Huacho 2020"
<b>UBICACIÓN</b>	: Lima
	Fecha de emisión: 03/07/2021

IDENTIFICACIÓN DE ESPECÍMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
ADOCUN 7% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA	5/09/2021	12/06/2021	7	66891.0	200.0	334.5	420.0	79.6
ADOCUN 7% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA	5/09/2021	12/06/2021	7	67175.0	200.0	335.9	420.0	80.0
ADOCUN 7% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA	5/09/2021	12/08/2021	7	67429.0	200.0	337.1	420.0	80.3
ADOCUN 7% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA	5/09/2021	18/08/2021	14	76421.0	200.0	382.1	420.0	91.0
ADOCUN 7% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA	5/09/2021	18/08/2021	14	75988.0	200.0	379.9	420.0	90.4
ADOCUN 7% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA	5/09/2021	18/08/2021	14	76347.0	200.0	381.7	420.0	90.9
ADOCUN 7% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA	6/09/2021	3/07/2021	28	66715.0	200.0	443.6	420.0	105.6
ADOCUN 7% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA	5/09/2021	3/07/2021	28	88314.0	200.0	441.6	420.0	105.1
ADOCUN 7% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA	5/09/2021	3/07/2021	28	88552.0	200.0	442.8	420.0	105.4

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 350 000 Lb, división de escala 0.1 kN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fallas atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de material referente (YESO - CEMENTO)
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES PRISMA RECTANGULAR DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	10/01/2021

**LABORATORIO DE CONCRETO Y AGREGADOS**  
ASTM C39-07 / NTP 339.034-11

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Wlmar Alexander Abanto Pecho
<b>TEJIS</b>	: "Diseño de pavimento adquinado adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Calle Antisaca, Huacho 2020"
<b>UBICACIÓN</b>	: Lima <span style="float: right;">Fecha de emisión: 03/07/2021</span>

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	FUERZA MÁXIMA kgf	ÁREA cm <sup>2</sup>	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
ADQUIN 15% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA	5/06/2021	12/06/2021	7	65348.0	200.0	326.7	420.0	77.8
ADQUIN 15% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA	5/06/2021	12/06/2021	7	60232.0	200.0	301.2	420.0	71.8
ADQUIN 15% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA	5/06/2021	12/06/2021	7	60276.0	200.0	301.4	420.0	71.7
ADQUIN 15% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA	5/06/2021	19/06/2021	14	74558.0	200.0	372.8	420.0	88.8
ADQUIN 15% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA	5/06/2021	10/06/2021	14	75051.0	200.0	375.3	420.0	89.3
ADQUIN 15% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA	5/06/2021	19/06/2021	14	75442.0	200.0	377.2	420.0	89.8
ADQUIN 15% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA	5/06/2021	3/07/2021	28	80057.0	200.0	400.3	420.0	102.4
ADQUIN 15% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA	5/06/2021	3/07/2021	28	88773.0	200.0	443.9	420.0	105.7
ADQUIN 15% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA	5/06/2021	3/07/2021	28	85328.0	200.0	426.6	420.0	101.6

**EQUIPO DE ENSAYO**

Capacidad máxima 250 000 Lb, división de escala 0.1 MN

**OBSERVACIONES:**

- \* No se observaron fisuras atípicas en las roturas
- \* El ensayo fue realizado haciendo uso de material referencial (YESO - CEMENTO)
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

<b>Elaborado por:</b>	<b>Revisado por:</b>	<b>Aprobado por:</b>
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

## ANEXO 4. Ensayo de absorción



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.com

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE ABSORCIÓN	Código	FOR-LTC-AG-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/08/2018

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO  
 ASTM C127

<b>REFERENCIA</b> : Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b> : Wilmar Alexander Abanto Pecho
<b>TESIS</b> : "Diseño de pavimento adoquinado adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Calle Amínco, Huachic 2020"
<b>UBICACIÓN</b> : Lima <span style="float: right;"><b>Fecha de ensayo:</b> 03/07/2021</span>

ADOQUIN DISEÑO PATRÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ABSORCIÓN DE AGUA (%)	5.45	5.61	5.32	...	...	...	...	...	...

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA





(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.cc

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE ABSORCIÓN	Código	FOR-LTC-AG-016
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016

**LABORATORIO DE TECNOLOGIA DEL CONCRETO**  
 ASTM C127

<b>REFERENCIA</b> : Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b> : Wilmer Alexander Abanto Peché
<b>TESIS</b> : "Diseño de pavimento adoquinado adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Calle Aminco, Huacho- 2020"
<b>UBICACIÓN</b> : Lima <span style="float: right;"><b>Fecha de ensayo:</b> 03/07/2021</span>

ADOQUIN DISEÑO 7% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
ABSORCIÓN DE AGUA (%)	5.07	5.10	5.16	---	---	---	---	---	---

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización e escrito del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

<b>Elaborado por:</b>  <b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Revisado por:</b>  <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Aprobado por:</b>  <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>
---	---	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DE ABSORCIÓN	Código	FOR-LTC-AG-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2016

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C127

<b>REFERENCIA</b> : Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b> : Wilmar Alexander Abanto Peche
<b>TESIS</b> : "Diseño de pavimento adoquinado adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Calle Amínco, Husch: 2020"
<b>UBICACIÓN</b> : Lima <span style="float: right;"><b>Fecha de ensayo:</b> 03/07/2021</span>

ADOQUIN DISEÑO 15% DE CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA	1	2	3	4	5	6	7	8	9
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---

ABSORCIÓN DE AGUA (%)	4.82	4.70	4.71	---	---	---	---	---	---
-----------------------	------	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:  <b>Jefe de Laboratorio</b>	Revisado por:  <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	Aprobado por:  <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>
---	---	---

# ANEXO 5. Ensayo de laboratorio de mecánica de suelos y diseño de pavimento



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.cc

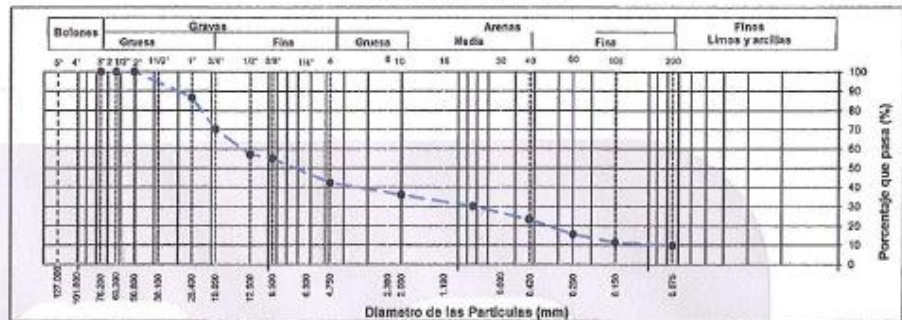
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D6913 / MTC E - 204

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: Wlmer Alexander Abanto Pecho
YESOS	: 'DISEÑO DE PAVIMENTO ADOQUINADO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR CALLE AMANCO HUACHO 2020'
UBICACIÓN	: LIMA
CALCATA	: C-1
MUESTRA	: M-1
PROFUNDIDAD	: 0.00 - 0.60 m
Fecha de ensayo: 01/06/2021	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA						
5"	127.000	100.0	/	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b> Contenido Humedad (%) 1.4 <b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b> Límite Líquido (LL) N.P Límite Plástico (LP) N.P Índice Plástico (IP) N.P <table border="1"> <tr> <td>Grava (%)</td> <td>Arena (%)</td> <td>Finos (%)</td> </tr> <tr> <td>57.6</td> <td>32.7</td> <td>8.7</td> </tr> </table> <b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b> Clasificación SUCS (ASTM D2487) GP - GM Clasificación AASHTO (D3282) A-1-a (0) Nombre del Grupo Grava pobremente gradada con limo y arena <b>INDICACIONES:</b> El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C.	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	57.6	32.7	8.7
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)								
57.6	32.7	8.7								
4"	101.600	100.0								
3"	76.200	100.0								
2 1/2"	63.300	100.0								
2"	50.800	100.0								
1 1/2"	38.100	100.0								
1"	25.400	86.8								
3/4"	19.000	70.2								
1/2"	12.500	57.3								
3/8"	9.500	55.1								
Nº 4	4.750	42.4								
Nº 10	2.000	36.1								
Nº 20	0.840	30.3								
Nº 40	0.425	23.4								
Nº 60	0.250	15.7								
Nº 100	0.150	11.3								
Nº 200	0.075	9.7								

### CURVA GRANULOMETRICA



#### OBSERVACIONES:

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



(511) 457 2237 / 989 349 903  
 Jr. La Madrid 264 Asociación Los Olivos,  
 San Martín de Porres - Lima  
 informes@mtlgeotecniasac.com

www.mtlgeotecniasac.co

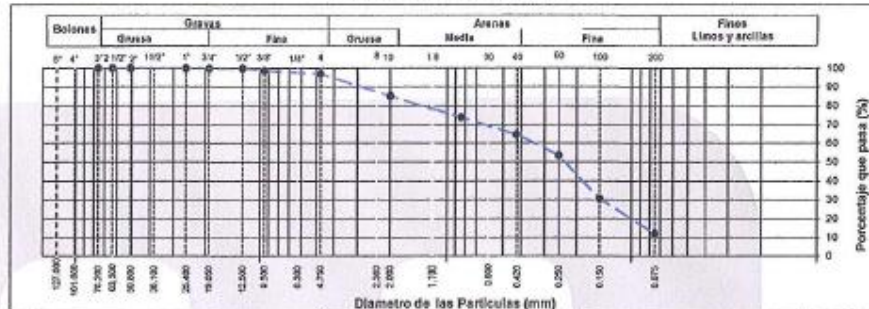
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	21/08/2017

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
 ASTM D6913 / MTC E - 204

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de Laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Wilmer Alexander Abanto Pecho
<b>TESIS</b>	: DISEÑO DE PAVIMENTO ADOQUINADO CENIZA DE BAGRAZO DE CAÑA DE AZÚCAR CALLE AMINCO HURCHO 2000*
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA
<b>CALICATA</b>	: C-01
<b>MUESTRA</b>	: M-2
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.80 - 1.50 m
<b>Fecha de ensayo:</b> 01/06/2021	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
5"	127.000	100.0	/	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b> Contenido Humedad (%) 2.0 <b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b> Límite Líquido (LL) N.P. Límite Plástico (LP) N.P. Índice Plástico (IP) N.P. Grava (%) 3.1    Arena (%) 84.7    Finos (%) 12.2 <b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b> Clasificación SUCS (ASTM D2487) SM Clasificación AASHTO (D3282) A-2-4 (0) Nombre del Grupo Arena limosa <b>INDICACIONES:</b> El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C.
4"	101.600	100.0		
3"	76.200	100.0		
2 1/2"	63.300	100.0		
2"	50.800	100.0		
1 1/2"	38.100	100.0		
1"	25.400	100.0		
3/4"	19.000	100.0		
1/2"	12.500	100.0		
3/8"	9.500	98.7		
Nº 4	4.750	98.9		
Nº 10	2.000	85.0		
Nº 20	0.840	73.0		
Nº 40	0.425	64.8		
Nº 60	0.250	63.7		
Nº 100	0.150	30.5		
Nº 200	0.075	12.2		

**CURVA GRANULOMETRICA**



- OBSERVACIONES:**
- Calicota realizada y Muestrada e identificada por el solicitante.
  - El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
  - Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  Control de Calidad II GEOTECNIA
---	---	--

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO</b>	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL

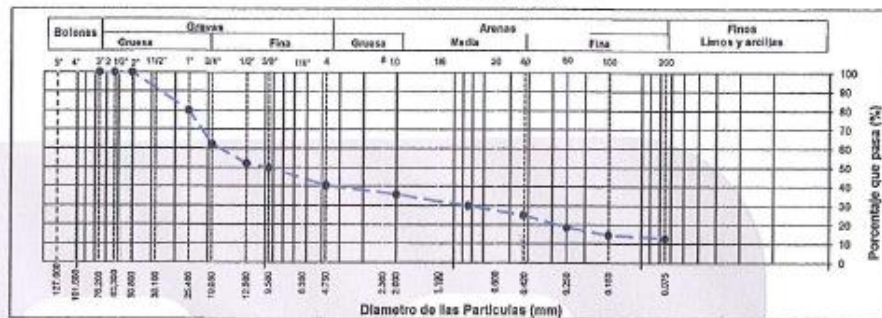
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D6913 / MTC E - 204

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de Laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Wimer Alexander Abasto Pacheco
<b>TÍTULO</b>	: "DISEÑO DE PAVIMENTO ADOPCIONADO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR CALLE AMINCO HUACHO 2020"
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA
<b>CALICATA</b>	: C-2
<b>MUESTRA</b>	: M-1
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 0.00-0.80 m

Fecha de ensayo: 01/05/2021

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
5"	127.000	100.0	/	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b>	
4"	101.600	100.0		Contenido Humedad (%)	1.5
3"	76.200	100.0		<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b>	
2 1/2"	63.300	100.0		Límite Líquido (LL)	N.P
2"	50.800	100.0		Límite Plástico (LP)	N.P
1 1/2"	38.100	100.0		Índice Plástico (IP)	N.P
1"	25.400	90.0		Grava (%)	59.6
3/4"	19.000	62.3		Arena (%)	27.8
1/2"	12.500	52.3		Finos (%)	12.7
3/8"	9.500	49.8		<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	
Nº 4	4.750	40.4		Clasificación SUCS (ASTM D2487)	GM
Nº 10	2.000	35.9		Clasificación AASHTO (D3282)	A-1-a (0)
Nº 20	0.840	30.1		Nombre del Grupo	Grava Ilmosa con arena
Nº 40	0.425	25.1		<b>INDICACIONES:</b> El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C.	
Nº 60	0.250	18.7			
Nº 100	0.150	14.5			
Nº 200	0.075	12.7			

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**OBSERVACIONES:**

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>

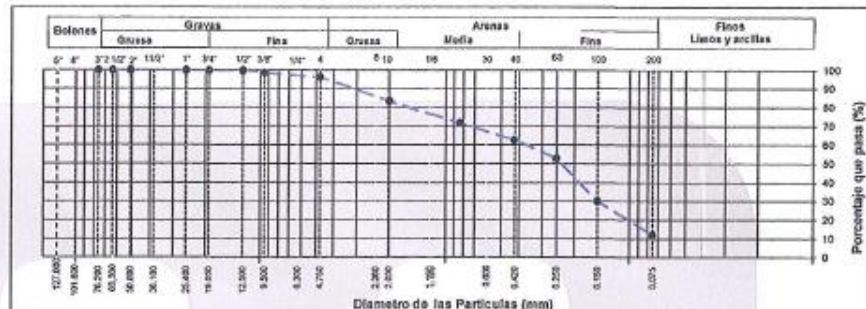
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO	Código	FOR-LSR-MS-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	20/08/2017

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D6983 / MTC E - 204

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: Wilmer Alexander Abanto Pacheco
TESES	: "DISEÑO DE PAVIMENTO APOQUIRKINO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR CALLE AMINCO HUSCH 2000"
UBICACIÓN	: LIMA
CALICATA	: C-02
MUESTRA	: M-2
PROFUNDIDAD	: 0.80 - 1.00 m
Fecha de ensayo: 01/06/2021	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
5"	127.000	100.0	/	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b>	
4"	101.600	100.0		Contenido Humedad (%) 1.9	
3"	76.200	100.0		<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b>	
2 1/2"	63.500	100.0		Límite Líquido (LL) N.P	
2"	50.800	100.0		Límite Plástico (LP) N.P	
1 1/2"	38.100	100.0		Índice Plástico (IP) N.P	
1"	25.400	100.0		Grava (%) 3.8	
3/4"	19.000	100.0		Arena (%) 84.0	
1/2"	12.500	100.0		Finos (%) 12.2	
3/8"	9.500	98.8		<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	
Nº 4	4.750	98.2		Clasificación SUCS (ASTM D2487) SM	
Nº 10	2.000	93.4		Clasificación AASHTO (D3282) A-2-4 (0)	
Nº 20	0.840	71.9		Nombre del Grupo Arena Emoda	
Nº 40	0.425	62.8		<b>INDICACIONES:</b>	
Nº 60	0.250	52.9		El método de secado para el ensayo de contenido de humedad fue en horno de laboratorio controlado a 110±5°C.	
Nº 100	0.150	30.0			
Nº 200	0.075	12.2			

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Calicata realizada y Maestrada e identificada por el solicitante.
- \* El contenido de humedad reportado corresponde a la humedad registrada a la llegada de la muestra al laboratorio de MTL GEOTECNIA
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>Control de Calidad JI GEOTECNIA</b>

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DETERMINACIÓN DE SALES SOLUBLES, SULFATOS, CLORUROS y pH EN SUELOS</b>	Código	FOR-LSR-QU-50
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	26/11/2017

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS**  
NTP 339.152/ NTP 339.177/ NTP 339.178/ NTP 339.176/ AASHTO T290/ AASHTO T291

REFERENCIA	: Datos de Laboratorio
SOLICITANTE	: Wilmer Alexander Abanto Pacheco
TESIS	: "DISEÑO DE PAVIMENTO ADQUINADO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR CALLE AMINCO HUACHO 2020"
UBICACIÓN	: LIMA
CALICATA	: C-01
MUESTRA	: M-2
PROFUNDIDAD	: 0.80 m - 1.50 m
Fecha de ensayo: 02/08/2021	

ENSAYO	RESULTADO		NORMA
	p.p.m.	%	
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES	17905	1.791	NTP 339.152
CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES	6548	0.655	NTP 339.178/ AASHTO T290
CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES	10750	1.075	NTP 339.177/ AASHTO T291
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	--		NTP 339.176

**INDICACIONES:**

- \* Durante la preparación, el material fue secado a temperatura ambiente (60°C).

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ GEOTECNIA

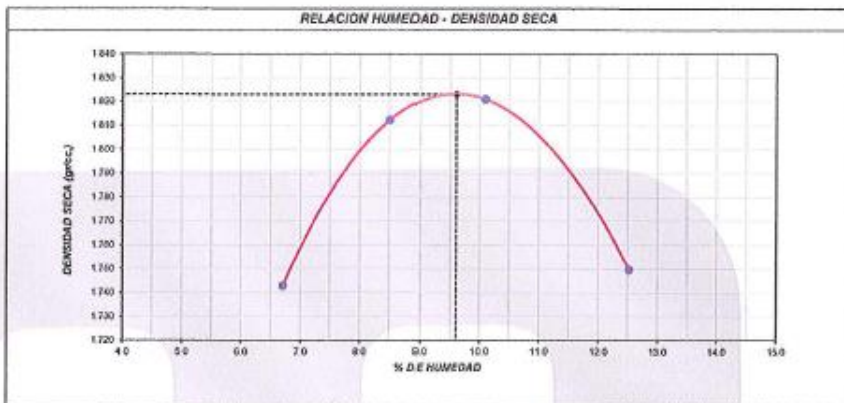
LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO COMPACTACIÓN PRÓCTOR MODIFICADO</b>	Código	FOR-LAB-MS-011
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	11/05/2016
<b>LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS</b> ASTM D1557/ NTP 339.141			

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Wimer Alexander Abanto Peche
TESIS	: "DISEÑO DE PAVIMENTO ADOQUINADO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR CALLE AMINCO HUMCHO 202"
UBICACIÓN	: LIMA
Fecha de ensayo: 01/05/2016	
CALICATA	: C-01
MUESTRA	: M-2
PROFUNDIDAD	: 0.80 - 1.50 m

Volumen Molde	2119	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	6790	gr.

NÚMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,731	10,957	11,038	11,962	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,941	4,107	4,248	4,172	
Peso Volumétrico Humedo	gr.	1,860	1,966	2,005	1,969	
Recipiente Numero						
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	497.8	512.7	532.3	530.3	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	466.5	472.5	483.5	476.8	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	31.3	40.2	48.8	59.7	
Peso del suelo seco	gr.	467	473	484	477	
Contenido de agua	%	6.7	8.5	10.1	12.5	
Densidad Seca	gr/cc	1.743	1.812	1.821	1.750	

Densidad Máxima Seca:	1.823	gr/cc <sup>3</sup> .	Contenido Humedad Óptima:	9.6	%
-----------------------	-------	----------------------	---------------------------	-----	---



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>Jefe de Laboratorio</b>	 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	 <b>Control de Calidad JJG GEOTECNIA</b>



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR</b>	Código	FOR-LAB-MS-015
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJG
		Fecha	24/10/2018

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D1883 / NTC E - 132

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio
<b>SOLICITANTE</b>	: Wilmer Alexander Abanto Pacheco
<b>PROYECTO</b>	: "DISEÑO DE PAVIMENTO ADOQUINADO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR CALLE AMINCO HUACHO 202"
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA
<i>Fecha de ensayo: 04/09/2021</i>	
<b>CALICATA</b>	: C-01
<b>MUESTRA</b>	: M-2
<b>PROGRESIVA</b>	: 0.80 - 1.50 m

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Molde N°	13		14		15	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,876		12,496		11,916	
Peso molde (gr.)	8,607		8,449		8,129	
Peso suelo compactado (gr.)	4,271		4,047		3,787	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2,137		2,129		2,141	
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1,999		1,901		1,769	
Humedad (%)	9.0		9.6		9.0	
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,823		1,734		1,614	

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tarascuelo húmedo (gr.)	715.9	698.5	625.4
Tarascuelo seco (gr.)	652.9	637.1	570.8
Peso de agua (gr.)	63.0	61.4	54.6
Peso de tara (gr.)			
Peso de suelo seco (gr.)	652.9	637.1	570.6
Humedad (%)	9.6	9.6	9.6

EXPANSIÓN									
Fecha	Hora	Tiempo Hr	Expansión		Expansión		Expansión		
			Dial	mm %	Dial	mm %	Dial	mm %	
<b>NO EXPANSIVO</b>									

Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	Molde N° 13				Molde N° 14				Molde N° 15			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		35	1.8			25	1.3			1	0.4		
0.050		99	5.0			69	3.5			25	1.2		
0.075		178	9.0			125	6.3			48	2.2		
0.100	70.307	263	13.4	13.6	19.3	184	9.3	9.5	13.5	66	3.3	3.4	4.6
0.150		396	20.1			277	14.1			96	4.9		
0.200	105.460	553	27.1			373	18.9			111	6.0		
0.300		815	41.4			570	29.0			200	10.1		
0.400		962	49.9			697	34.9			241	12.2		
0.600		1074	54.5			792	38.2			263	13.4		

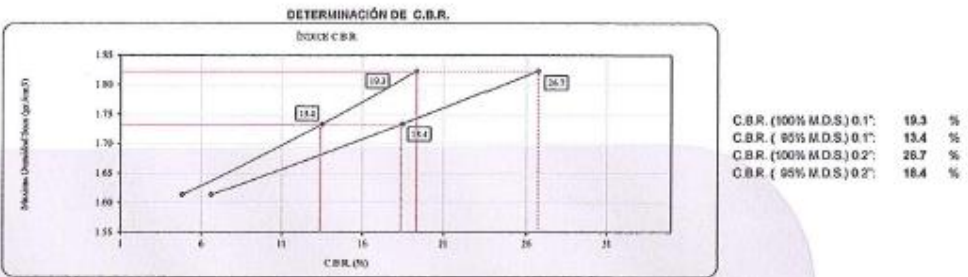
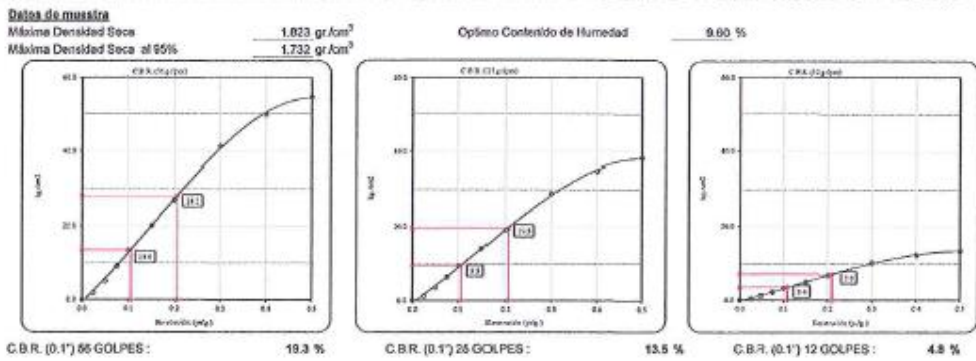
**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>MTL GEOTECNIA S.A.C.</b> LABORATORIO DE MATERIALES	 <b>MTL GEOTECNIA S.A.C.</b> Sociedades Anónimas Lima - Wilmer Alexander Abanto Pacheco Ingeniero de Suelos y Pavimentos C.P.M. 2000	 <b>MTL GEOTECNIA S.A.C.</b> CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR</b>	Código	FOR-LAB-MS-016
		Revisión	1
		Aprobado	CC-JJB
		Fecha	1/06/2018

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D1683 / MTC E - 132

<b>REFERENCIA</b>	: Datos de laboratorio	Fecha de ensayo: 04/06/2021
<b>SOLICITANTE</b>	: Wilmer Alexander Abanto Pecho	
<b>PROYECTO</b>	: *DISEÑO DE PAVIMENTO ADOQUINADO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR CALLE AMINCO HUACHO 2020*	
<b>UBICACIÓN</b>	: LIMA	
<b>CALICATA</b>	: C-01	
<b>MUESTRA</b>	: M-2	
<b>PROGRESIVA</b>	: 0.80 - 1.50 m	



**OBSERVACIONES:**  
\* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de JJ GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 	 	 
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad JJ . GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS</b>	Código	FOR-LAB-MS-009
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y ROCAS**  
AS TM C127

**REFERENCIA** : Datos de laboratorio  
**SOLICITANTE** : Wilmar Alexander Abanto Peche  
**TESIS** : "Diseño de pavimento adoquinado adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Calle Amisco, Huacho 2020"  
**UBICACION** : Lima **Fecha de ensayo:** 04/06/2021

**MATERIAL** : AGREGADO GRUESO (CONFITILLO) **CANTERA** : HUACHO

MUESTRA N°			M-1	M-2	PROMEDIO	
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	A	g	1622.0	1601.0	1601.5
2	Peso muestra Sat. Sup. Seca	B	g	2568.0	2503.0	2536.5
3	Peso muestra Seco	C	g	2520.0	2465.0	2496.5
4	Peso específico Sat. Sup. Seca = BB-A		g/cc	2.71	2.71	2.71
5	Peso específico de masa = C/B-A		g/cc	2.67	2.67	2.67
6	Peso específico aparente = C/C-A		g/cc	2.79	2.79	2.79
7	Absorción de agua = [(B - C)/C]*100		%	1.6	1.6	1.6

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

<b>Elaborado por:</b>  	<b>Revisado por:</b>  	<b>Aprobado por:</b>  
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	Código	FOR-LAB-AG-013
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
AS TM C128

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Wilmer Alexander Abanto Peché
TESIS	: "Diseño de pavimento adoquinado adicionando cenizas de bagazo de caña de azúcar, Calle Américo, Huacho 2020"
UBICACION	: Lima
	Fecha de ensayo: 04/06/2021

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : HUACHO

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	PROMEDIO	
1	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón + Peso de Agua	g	880.7	981.5	981.1
2	Peso de la Arena S.S.S. + Peso Balón	g	670.2	669.8	670.0
3	Peso del Agua (W = 1 - 2)	g	310.5	311.7	311.1
4	Peso de la Arena Seca al Horno + Peso del Balón	g/oc	662.2	662.2	662.20
5	Peso del Balón N° 2	g/oc	179.2	169.8	179.00
6	Peso de la Arena Seca al Horno (A = 4 - 5)	g/oc	492	492.4	492.20
7	Volumen del Balón (V = 500)	cc	497.5	498.2	497.8

RESULTADOS				
PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P.E.M. = A/(V-W))	g/cc	2.63	2.64	2.64
PESO ESPEC. DE MASA S.S.S. (P.E.M. S.S.S. = 500/(V-W))	g/cc	2.67	2.68	2.68
PESO ESPECIFICO APARENTE (P.E.A. = A/((V-W)-(500-A)))	g/cc	2.75	2.75	2.75
PORCENTAJE DE ABSORCIÓN (%) [(500-A)/A*100]	%	1.6	1.5	1.6

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO	Código	FOR-LAB-AG-016
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS**  
ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Wilmer Alexander Abanto Pecho
TESIS	: "Diseño de pavimento adoquinado adicionando ceniza de bagazo de café de azúcar, Calle Amínco, Huasco 2020"
UBICACIÓN	: Lima <span style="float: right;">Fecha de ensayo: 04/05/2021</span>

MATERIAL : AGREGADO FINO CANTERA : HUACHO

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	6480	6412	6435
2	Peso del Molde	g	2353	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4086	4049	4072
4	Volumen del Molde	cc	2750	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.477	1.467	1.475

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.473
-------------------------------	------	-------

MUESTRA N°	M - 1	M - 2	M - 3
------------	-------	-------	-------

1	Peso de la Muestra + Molde	g	7289	7263	7254
2	Peso del Molde	g	2353	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4896	4900	4891
4	Volumen del Molde	cc	2750	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.774	1.775	1.772

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.774
-----------------------------------	------	-------

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO (F, G o G1b)	Código	FOR-LTC-AG-018
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C29

REFERENCIA	: Datos de laboratorio
SOLICITANTE	: Wilmer Alexander Abanto Peche
TESIS	: "Diseño de pavimento adoquinado adicionando ceniza de bagazo de caña de azúcar, Calle Amieco, Huacho 2020"
UBICACIÓN	: Lima
Fecha de ensayo:	04/09/2021

MATERIAL : AGREGADO GRUESO CANTERA: HUACHO

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6033	6015	6017
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	3670	3652	3654
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Suelto de la Muestra	g/cc	1.330	1.323	1.324

PROMEDIO PESO UNITARIO SUELTO	g/cc	1.328
-------------------------------	------	-------

MUESTRA N°		M - 1	M - 2	M - 3	
1	Peso de la Muestra + Molde	g	6483	6492	6487
2	Peso del Molde	g	2363	2363	2363
3	Peso de la Muestra (1 - 2)	g	4120	4129	4124
4	Volumen del Molde	cc	2760	2760	2760
5	Peso Unitario Compactado de la Muestra	g/cc	1.493	1.496	1.494

PROMEDIO PESO UNITARIO COMPACTADO	g/cc	1.494
-----------------------------------	------	-------

OBSERVACIONES:  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 MTL GEOTECNIA S.A.C. Sistema Controlado Asistido Elmer Moreno Huasán Ingeniero Civil C. P. N. 11046	 MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

TRAMO DE LA CARRETERA		CALLE ANANCO HUAICH - HUASULARIS										ESTACION DIA Y FECHA								
UBICACION		MOTO LIBRE		MOTO TAXI	AUTO	STATION WAGON	PICK UP	CARONETAS	SEÑAL CONUS	MICRO	2 E	3+3 E	2 E	3 E	4 E	SEMI TRAILER	TRAILER	23	24	25
HORA	DIR. VEH.																			
00-01																				
01-02																				
02-03																				
03-04																				
04-05																				
05-06																				
06-07																				
07-08																				
08-09																				
09-10																				
10-11																				
11-12																				
12-13																				
13-14																				
14-15																				
15-16	15	22	27																	
16-17	9	21	12																	
17-18																				
18-19																				
19-20																				
20-21																				
21-22																				
22-23																				
23-24																				
<b>PARCIAL:</b>	<b>24</b>	<b>42</b>	<b>36</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



FORMATO DE CLASIFICACION VEHICULAR  
ESTUDIO DE TRAFICO

Hoja de tráfico referencial proporcionada por el cliente

MTL GEOTECNIA S.A.C.  
Sociedad Cotante Pública



**DISEÑO DE PAVIMENTO SEMI RIGIDO**

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

**1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures**

**Empresa:** MTL Geotecnia  
**Cliente:** Wilmer Alexander Abanto Peche  
**Descripción del Proyecto:** DISEÑO DE PAVIMENTO SEMI RIGIDO  
**Ubicación:** CALLE AMINCO HUACHO

**Diseño de Pavimento Semí Rígido**

Número Estructural	1.823	Módulo Resiliente (Psi)	13,450.49
Design ESALs	152,486.47	Serviciabilidad Inicial	4.20
Coefficiencia	80%	Serviciabilidad Final	1.80
Desviación Estandar	-0.842		

**Diseño de Espesores de Pavimento**

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (a)	Coefficiente de Drenaje (m)	ESPESOR (Pulg)	Número Estructural de Capa (SN)	ESPESOR (cm)	Número Estructural de Capa (SN)
Asfalto	0.40	1	2.36	0.945	6.00	2.400
Base Granular	0.13	1	6.76	0.879	17.16	2.232
Sub Base Granular	0.11	1	0.00	0.000	0.00	0.000
				<b>1.824</b>		<b>4.632</b>

**Resumen de Diseño 1**

MTL GEOTECNIA S.A.C.  
Cruces, Conchucos, Arequipa  
  
Eimer Moreno Huaman  
INGENIERO CIVIL  
C. P. N. 21888



**DISEÑO DE PAVIMENTO SEMI RIGIDO**

Diseño de espesores de Pavimento de acuerdo a:

**1993 AASHTO Guide for Design of Pavements Structures**

**Empresa:** MTL Geotecnia  
**Cliente:** Wilmer Alexander Abanto Peche  
**Descripción del Proyecto:** DISEÑO DE PAVIMENTO SEMI RIGIDO  
**Ubicación:** CALLE AMINCO HUACHO

**Diseño de Pavimento Semi Rígido**

Número Estructural	1.823	Módulo Resiliente (Psi)	13,450.49
Design EBALS	152,486.47	Serviciabilidad Inicial	4.20
Confiabledad	80%	Serviciabilidad Final	1.80
Desviación Estándar	-0.842		

**Diseño de Espesores de Pavimento**

CAPA DE MATERIAL	Coefficiente de Capa (k)	Coefficiente de Drenaje (m)	ESPESOR (Pulg)	Numero Estructural de Capa (SN)	ESPESOR (cm)	Numero Estructural de Capa (SN)
Asfalto	0.41	1	2.36	0.969	6.00	2.460
Base Granular	0.13	1	6.57	0.855	16.70	2.172
Sub Base Granular	0.11	1	0.00	0.000	0.00	0.000
				<b>1.824</b>		<b>4.632</b>

**Resumen de Diseño 2**

## ANEXO 6. CERTIFICADO DE CALIBRACION DE LOS INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

# Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad – INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, **OTORGA** el presente certificado de Renovación de la Acreditación a:

## TEST & CONTROL S.A.C.

### Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Calle Condesa de Lemós N° 117, Urb. San Miguelito, distrito de San Miguel, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma

**NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración**

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Renovación: 24 de marzo de 2019

Fecha de Vencimiento: 23 de marzo de 2023



**ESTELA CONTRERAS JUGO**  
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

Cédula N° : 230-2019-INACAL/DA  
Contrato N° : Adenda al Contrato de Acreditación N°004-16/INACAL-DA  
Registro N° : LC-016

Fecha de emisión: 05 de junio de 2019

*El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y cédula de notificación dado que el alcance puede estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web [www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados](http://www.inacal.gob.pe/acreditacion/categoria/acreditados) al momento de hacer uso del presente certificado.*

*La Dirección de Acreditación del INACAL es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Multilateral (MRA) del Inter American Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum*

## CERTIFICADO DE CALIBRACION

TC - 07121 - 2021

PROFORMA : 2506A Fecha de emisión : 2021-05-05

SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.  
Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : SARTORIUS  
Modelo : LC22016  
N° de Serie : 50310007  
Capacidad Máxima : 2200 g  
Resolución : 0,01 g  
División de Verificación : 0,01 g  
Clase de Exactitud : I  
Capacidad Mínima : 1 g  
Procedencia : ALEMANIA  
N° de Parte : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 3 °C  
Fecha de Calibración : 2021-04-26

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

### MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

Certificado de Calibración  
TC - 07121 - 2021

**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E2	LM-C-143-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-178-2020 Agosto 2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**INSPECCION VISUAL**

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,6 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	74 %	73 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,000	1 100,00	7	-2	1	2 200,000	2 199,99	2	-7
2		1 100,00	8	-3	2		2 199,99	4	-9
3		1 099,99	2	-7	3		2 200,00	7	-2
4		1 100,00	7	-2	4		2 199,99	2	-7
5		1 100,00	8	-3	5		2 200,00	8	-3
6		1 100,00	9	-4	6		2 200,00	9	-4
7		1 100,00	8	-3	7		2 199,99	2	-7
8		1 099,99	3	-8	8		2 200,00	7	-2
9		1 100,00	8	-3	9		2 199,99	3	-8
10		1 099,99	2	-7	10		2 199,99	2	-7
Emáx - Emin   (mg)				6	Emáx - Emin   (mg)				7
error máximo permitido (±mg)				20	error máximo permitido (±mg)				30



## CERTIFICADO DE CALIBRACION TC - 07123 - 2021

PROFORMA : 2506A Fecha de emisión : 2021-05-05

**SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.**  
Dirección : CAL.LA MADRID NRO. 264 ASC. LOS OLIVOS LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : OHAUS  
Modelo : NO INDICA  
N° de Serie : NO INDICA  
Capacidad Máxima : 30000 g  
Resolución : 1 g  
División de Verificación : 1 g  
Clase de Exactitud : II  
Capacidad Mínima : 50 g  
Procedencia : CHINA  
N° de Parte : NO INDICA  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 8 °C  
Fecha de Calibración : 2021-04-26

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**  
Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**  
La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrones según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II", Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

**TRAZABILIDAD**

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de LO JUSTO	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	IP-178-2020 Agosto 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Juego de Pesas 1 kg a 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-133-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-134-2020 Julio 2020
Patrones de Referencia de DM-INACAL	Pesa 20 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-135-2020 Julio 2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**INSPECCION VISUAL**

Ajuste de Cero	Tiene	Escala	No Tiene
Oscilación Libre	Tiene	Cursor	No Tiene
Plataforma	Tiene	Nivelación	Tiene
Sistema de Traba	No Tiene		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,3 °C	23,0 °C
Humedad Relativa	71 %	73 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	15 000	0,6	-0,1	1	30 000	30 000	0,3	0,2
2		15 000	0,4	0,1	2		30 000	0,3	0,2
3		15 000	0,5	0,0	3		30 000	0,2	0,3
4		15 000	0,4	0,1	4		30 000	0,1	0,4
5		15 000	0,6	-0,1	5		30 001	0,8	0,7
6		15 001	0,8	0,7	6		30 001	0,7	0,8
7		15 000	0,4	0,1	7		30 000	0,2	0,3
8		15 000	0,5	0,0	8		30 000	0,3	0,2
9		15 000	0,4	0,1	9		30 001	0,7	0,8
10		15 000	0,4	0,1	10		30 000	0,2	0,3
Emáx - Emin   (g)				0,8	Emáx - Emin   (g)				0,6
error máximo permitido (±g)				2,0	error máximo permitido (±g)				3,0

Certificado de Calibración  
TC - 07123 - 2021

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,0 °C	23,1 °C
Humedad Relativa	73 %	74 %

N°	Determinación de Error Eo			Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±g)		
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)		E (g)	Ec (g)
1	10	10	0,6	-0,1	10 000	10 000	0,4	0,1	0,2	2,0
2		10	0,7	-0,2		9 999	0,2	-0,7	-0,5	
3		10	0,6	-0,1		10 000	0,6	-0,1	0,0	
4		10	0,4	0,1		10 001	0,8	0,7	0,6	
5		10	0,5	0,0		10 000	0,4	0,1	0,1	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	23,1 °C	23,4 °C
Humedad Relativa	74 %	72 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10	10	0,6	-0,1						
50	50	0,4	0,1	0,2	50	0,6	-0,1	0,0	1,0
500	500	0,7	-0,2	-0,1	500	0,6	-0,1	0,0	1,0
8 000	8 000	0,6	-0,1	0,0	8 000	0,5	0,0	0,1	2,0
10 000	10 000	0,4	0,1	0,2	10 000	0,6	-0,1	0,0	2,0
12 000	12 000	0,4	0,1	0,2	12 000	0,5	0,0	0,1	2,0
15 000	15 000	0,6	-0,1	0,0	15 000	0,6	-0,1	0,0	2,0
18 000	18 000	0,3	0,2	0,3	18 000	0,6	-0,1	0,0	2,0
20 000	20 000	0,2	0,3	0,4	20 001	0,9	0,6	0,7	2,0
25 000	25 001	0,8	0,7	0,8	25 001	0,7	0,8	0,9	3,0
30 000	30 001	0,7	0,8	0,9	30 001	0,7	0,8	0,9	3,0

Donde:

I : Indicación de la balanza ΔL : Carga adicional Eo : Error en cero  
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración (g) E : Error del instrumento Ec : Error corregido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	:	$R_{\text{corregida}} = R - 2,12 \times 10^{-5} \times R$
Incertidumbre Expandida	:	$U_R = 2 \times \sqrt{2,36 \times 10^{-1} g^2 + 9,64 \times 10^{-10} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.  
La indicación de la balanza fue de 29 976 g para una carga de valor nominal 30 000 g.

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k=2 que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

FIN DEL DOCUMENTO





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC-00289-2021

PROFORMA : 0745AC1 Fecha de emisión : 2021-02-10 Página : 1 de 2

1. SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.  
DIRECCIÓN : Cal La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martín De Porres

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA HIDRAULICA
- |                  |             |                       |               |
|------------------|-------------|-----------------------|---------------|
| Marca            | : UTEST     | Capacidad Máxima      | : 2000 Kn     |
| Modelo           | : NO INDICA | División de Escala, d | : 0,1 Kn      |
| N° Serie         | : 19/002539 | Procedencia           | : Turkia      |
| Código de Ident. | : NO INDICA | Ubicación             | : LABORATORIO |
| Indicación       | : kgf       |                       |               |

3.- FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN.

La calibración se realizó el día 06 de febrero del 2021 en las instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

4. MÉTODO.

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia la norma ASTM E-4 "Estandar Practices for force Verification of Testing machines"

5. TRAZABILIDAD.

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	CERTIFICADO DE CALIBRACION
Patrón de Referencia del DM-INACAL	Manómetro Digital 0 bar a 700 bar Clase de Exactitud 0,05	LFP-C-043-2020

6. CONDICIONES AMBIENTALES.

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	25,2 °C	24,8 °C
HUMEDAD RELATIVA	67,0 %	68,0 %

7. OBSERVACIONES.

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.  
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura  $k=2$ , para un nivel de confianza de 95%.  
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.  
Verificar la indicación de cero del instrumento antes de cada medición.



**Uc. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico  
CFP-0316



Certificado N° : TC-00289-2021

Página : 2 de 2

RESULTADOS							
INDICACIÓN DEL EQUIPO BAJO CALIBRACIÓN		INDICACIÓN PROMEDIO DEL PATRON		ERROR		INCERTIDUMBRE	
(%)	Kn	(%)	Kn	(%)	Kn	(%)	Kn
0,0	0,0	0	0,0	0,00	0,0	0,00	0,00
20,0	400,0	20,0	399,5	0,01	0,5	0,01	0,21
40,0	800,0	40,0	800,7	-0,01	-0,7	0,01	0,28
50,0	1000,0	50,0	1001,1	-0,02	-1,1	0,01	0,45
60,0	1200,0	60,0	1201,3	-0,03	-1,3	0,02	0,55
70,0	1400,0	70,0	1401,8	-0,04	-1,8	0,03	0,64
80,0	1600,0	80,0	1601,9	-0,04	-1,9	0,03	0,60
90,0	1800,0	90,0	1802,1	-0,04	-2,1	0,03	0,70
100,0	2000,0	100,0	2002,3	-0,11	-2,3	0,03	0,80

*Valor Convencionalmente Verdadero = Indicación del Equipo a calibrar - error*

#### OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

#### INCERTIDUMBRE

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

#### RN DEL DOCUMENTO



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN****TC - 06446 - 2021**

Proforma : 2506A

Fecha de emisión : 2021-05-06

Página : 1 de 2

**SOLICITANTE : MTL GEOTECNIA S.A.C.**

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martín De Porres

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MUFLA**  
Marca : YF  
Modelo : No indica  
N° de Serie : 201251  
Intervalo de indicación : 0 °C a 1300 °C  
Resolución : 1 °C  
Fecha de Calibración : 2021-04-26  
Ubicación : LABORATORIO

TEST &amp; CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISQR/EC 17025.

TEST &amp; CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad. Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

**PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó por comparación directa usando un patrón de temperatura calibrado.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso.

**CONDICIONES AMBIENTALES**

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	23,0 °C	22,9 °C
HUMEDAD RELATIVA	67,0 %hr	67,0 %hr

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.  
El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar  
Gerente Técnico.  
CFP: 0316



**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de calibración
Medio isotermo Termohigrómetro 2 Termómetros digitales LO JUSTO S.A.C	Termómetro Digital -200 °C a 1200 °C	TE-1075-2020

**RESULTADOS DE MEDICIÓN**

INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO ( °C )	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA ( °C )	CORRECCIÓN ( °C )	INCERTIDUMBRE ( °C )
1000.0	1002.9	2.9	0.6

**Temperatura Convencionalmente Verdadera = Indicación del Termómetro + Corrección**

**OBSERVACIONES**

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

**INCERTIDUMBRE**

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

FIN DEL DOCUMENTO



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

TC - 06447 - 2021

Proforma : 2506A

Fecha de emisión : 2021-05-07

SOLICITANTE: MTL GEOTECNIA S.A.C.

Dirección : Cal.La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos Lima - Lima - San Martín De Porres

**EQUIPO** : HORNO  
Marca : GEMMY  
Modelo : YC0-010  
N° de Serie : 510847  
Procedencia : ALEMANIA  
Identificación : No Indica  
TIPO DE INDICADOR : DIGITAL  
Alcance : Tamb +5 °C a 250 °C  
Resolución : 1 °C  
TIPO DE CONTROLADOR : DIGITAL  
Alcance : 0 °C a 250 °C  
Resolución : 1 °C  
Fecha de Calibración : 2021-04-26

## LUGAR DE CALIBRACIÓN

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

## MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó por comparación directa con nuestro sistema de medición de temperatura patrón según procedimiento PC- 018 "Procedimiento de calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". Segunda Edición - Junio 2009. SNM - INDECOPI.

## CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	22,6 °C	23,2 °C
Humedad Relativa	73,5 %hr	71,6 %hr
Voltaje	219 V	220 V

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramiro Pizarro  
Gerente Técnico  
CFP: 0316



Certificado de Calibración  
TC - 06447 - 2021

TRAZABILIDAD

Trazabilidad	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de la SAT	Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,12 °C hasta 0,15 °C	LT-0263-2020
Patrones de Referencia de la SAT	Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,13 °C hasta 0,16 °C	LT-0264-2020
Patrones de Referencia de la SAT	Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,13 °C hasta 0,16 °C	LT-0265-2020

RESULTADOS DE MEDICIÓN

Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 10 °C	110	30 min	60 min	30 %	MUESTRAS PIEDRAS

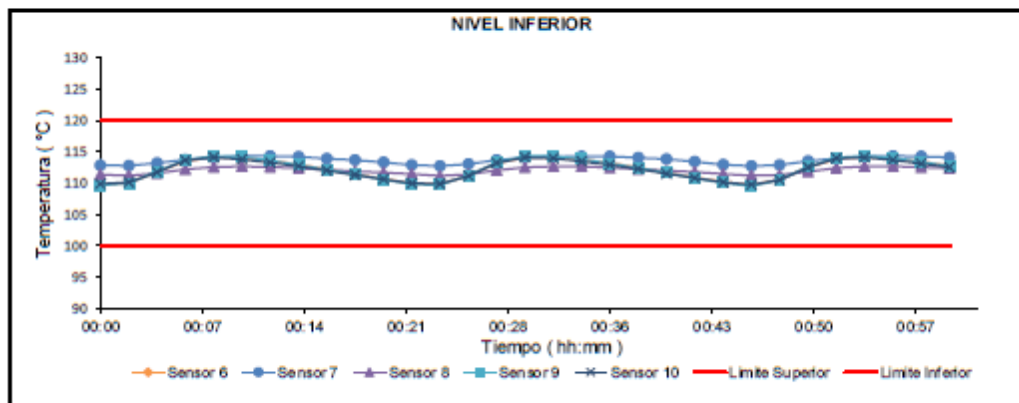
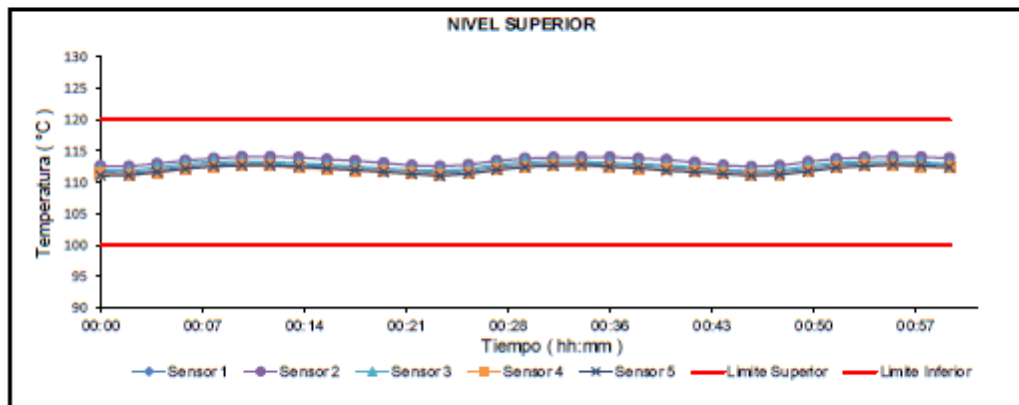
Tiempo (h:min)	Termómetro Homó (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>max</sub> - T <sub>min</sub> (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	111,6	112,6	111,9	111,3	111,1	109,8	112,8	111,3	109,6	109,8	111,2	3,1
00:02	110	111,5	112,5	111,8	111,2	111,1	110,0	112,7	111,2	110,0	110,1	111,2	2,8
00:04	110	111,9	113,0	112,3	111,5	111,6	111,8	113,2	111,5	111,9	111,7	112,0	1,6
00:06	110	112,5	113,5	113,0	112,2	112,2	113,5	113,7	112,2	113,7	113,6	113,0	1,5
00:08	110	112,9	113,8	113,3	112,6	112,5	114,1	114,0	112,5	114,3	114,1	113,4	1,8
00:10	110	113,0	114,1	113,3	112,7	112,7	114,0	114,3	112,6	114,2	113,8	113,5	1,7
00:12	110	112,9	114,1	113,2	112,6	112,7	113,6	114,3	112,6	113,6	113,2	113,3	1,7
00:14	110	112,7	114,0	113,1	112,3	112,5	112,9	114,2	112,3	112,9	112,7	113,0	1,9
00:16	110	112,6	113,7	112,8	112,1	112,2	112,2	113,9	112,1	112,1	112,0	112,6	1,9
00:18	110	112,3	113,5	112,5	111,9	112,0	111,4	113,7	111,9	111,3	111,3	112,2	2,4
00:20	110	112,0	113,1	112,2	111,7	111,6	110,7	113,3	111,7	110,6	110,6	111,7	2,7
00:22	110	111,7	112,7	112,0	111,4	111,3	109,9	112,9	111,4	109,8	110,0	111,3	3,1
00:24	110	111,5	112,5	111,8	111,2	111,0	109,8	112,7	111,1	109,7	109,9	111,1	3,0
00:26	110	111,8	112,8	112,1	111,4	111,4	111,2	113,0	111,4	111,2	111,1	111,7	1,9
00:28	110	112,4	113,4	112,9	112,1	112,0	113,2	113,6	112,0	113,3	113,2	112,8	1,7
00:30	110	112,9	113,8	113,2	112,5	112,4	114,1	114,0	112,5	114,3	114,1	113,4	1,9
00:32	110	113,0	114,0	113,4	112,7	112,6	114,1	114,2	112,7	114,3	113,9	113,5	1,7
00:34	110	113,0	114,0	113,3	112,7	112,8	113,8	114,2	112,7	113,8	113,4	113,4	1,6
00:36	110	112,9	114,0	113,1	112,5	112,5	113,2	114,2	112,4	113,1	112,9	113,1	1,8
00:38	110	112,7	113,8	112,9	112,2	112,3	112,4	114,0	112,2	112,4	112,2	112,7	1,8
00:40	110	112,4	113,6	112,8	112,0	111,9	111,6	113,8	112,0	111,6	111,5	112,3	2,3
00:42	110	112,1	113,2	112,4	111,8	111,7	110,9	113,4	111,8	110,8	110,8	111,9	2,6
00:44	110	111,8	112,7	112,0	111,4	111,4	110,2	112,9	111,4	110,0	110,1	111,4	2,9
00:46	110	111,5	112,5	111,8	111,2	111,1	109,6	112,7	111,2	109,5	109,7	111,1	3,2
00:48	110	111,6	112,6	111,9	111,3	111,2	110,5	112,8	111,3	110,5	110,5	111,4	2,3
00:50	110	112,2	113,3	112,6	111,8	111,7	112,5	113,5	111,8	112,6	112,5	112,5	1,7
00:52	110	112,7	113,7	113,1	112,4	112,3	113,8	113,9	112,4	114,0	113,9	113,2	1,7
00:54	110	113,0	114,0	113,4	112,6	112,6	114,2	114,2	112,6	114,3	114,1	113,5	1,7
00:56	110	113,0	114,1	113,4	112,7	112,8	113,9	114,3	112,7	114,0	113,6	113,5	1,6
00:58	110	113,0	114,0	113,2	112,5	112,7	113,4	114,2	112,5	113,4	113,1	113,2	1,7
01:00	110	112,8	113,9	113,0	112,3	112,4	112,7	114,1	112,3	112,7	112,5	112,9	1,7
T. PROM	110,0	112,4	113,4	112,7	112,0	112,0	112,2	113,6	112,0	112,2	112,1	112,5	2,1
T. MAX	110,0	113,0	114,1	113,4	112,7	112,8	114,2	114,3	112,7	114,3	114,1	113,5	3,2
T. MIN	110,0	111,5	112,5	111,8	111,2	111,0	109,6	112,7	111,1	109,5	109,7	111,1	1,5
DTT	0,0	1,5	1,6	1,6	1,5	1,8	4,5	1,6	1,5	4,8	4,4	2,4	1,7



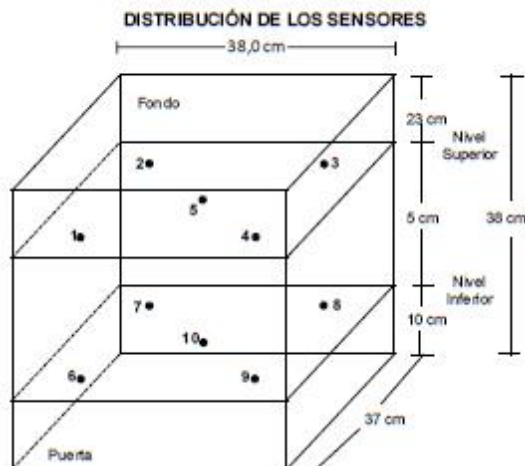
RESULTADOS DE MEDICIÓN

Parámetro	Valor ( °C )	Incertidumbre Expandida ( °C )
Máxima Temperatura Medida	114,3	0,5
Mínima Temperatura Medida	109,5	0,5
Desviación Temperatura en el Tiempo	4,8	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	1,6	0,2
Estabilidad Medida ( ± )	2,42	0,04
Uniformidad Medida	3,2	0,2

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES



Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isotermo CUMPLE con los límites especificados de temperatura.



FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.  
Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 15 cm por encima de la base.  
Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 10 cm por encima de la base.  
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 5 cm de las paredes laterales y a 5 cm del frente y fondo del equipo.

#### OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva con el número de certificado.

T. PROM: Promedio de las temperaturas en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T prom: Promedio de las temperaturas en las doce posiciones de medición para un instante dado.

Tmax: Temperatura máxima.

Tmin: Temperatura mínima.

DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está 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" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isotermo: 1,2 °C

La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  máx. DTT.

#### INCERTIDUMBRE

La incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura  $k=2$  que, para una distribución normal, corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95%.

RN DEL DOCUMENTO



# CERTIFICATE OF COMPLIANCE

*to specifications of*

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



**Made in USA**

\*\*\*\*\* KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS \*\*\*\*\*

ISSUE DATE: 11/19/2020

**3"BS8F949040**



Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.

Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining an NIST traceable certificate of analysis.

# CERTIFICATE OF COMPLIANCE

*to specifications of*

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



**Made in USA**

\*\*\*\*\* KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS \*\*\*\*\*

ISSUE DATE: 11/19/2020

**2.5"BS8F949024**

Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.

Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining a NIST tractable certificate of analysis.

# CERTIFICATE OF COMPLIANCE

*to specifications of*

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



**Made in USA**

\*\*\*\*\* KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS \*\*\*\*\*

ISSUE DATE: 11/19/2020

**2"BS8F957291**

Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.

Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining an NIST traceable certificate of analysis.

# CERTIFICATE OF COMPLIANCE

*to specifications of*

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



**Made in USA**

\*\*\*\*\* KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS \*\*\*\*\*

ISSUE DATE: 11/19/2020

**1.5"BS8F954451**

Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.

Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining an NIST tractable certificate of analysis.

# CERTIFICATE OF COMPLIANCE

*to specifications of*

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



**Made in USA**

\*\*\*\*\* KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS \*\*\*\*\*

ISSUE DATE: 11/19/2020

**1.0"BS8F954945**



Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.

Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining an NIST traceable certificate of analysis.

# CERTIFICATE OF COMPLIANCE

*to specifications of*

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



**Made in USA**

\*\*\*\*\* KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS \*\*\*\*\*

ISSUE DATE: 12/8/2020

**3/4"BS8F955932**

Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.

Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining a NIST tractable certificate of analysis.

# CERTIFICATE OF COMPLIANCE

*to specifications of*

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



**Made in USA**

\*\*\*\*\* KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS \*\*\*\*\*

ISSUE DATE: 12/8/2020

**3/4"BS8F959904**

Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.

Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining an NIST traceable certificate of analysis.

# CERTIFICATE OF COMPLIANCE

*to specifications of*

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



**Made in USA**

\*\*\*\*\* KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS \*\*\*\*\*

ISSUE DATE: 11/19/2020

**1/2"BS8F954957**



Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.

Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining an NIST tractable certificate of analysis.



# CERTIFICATE OF COMPLIANCE

*to specifications of*

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



**Made in USA**

\*\*\*\*\* KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS \*\*\*\*\*

ISSUE DATE: 11/19/2020

**3/8"BS8F957507**



Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.

Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining an NIST traceable certificate of analysis.

# CERTIFICATE OF COMPLIANCE

*to specifications of*

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



**Made in USA**

\*\*\*\*\* KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS \*\*\*\*\*

ISSUE DATE: 11/19/2020

**4BS8F956281**



Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.

Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining an NIST traceable certificate of analysis.

# CERTIFICATE OF COMPLIANCE

*to specifications of*

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



**Made in USA**

\*\*\*\*\* KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS \*\*\*\*\*

ISSUE DATE: 11/19/2020

**8BS8F956930**



Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.

Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining an NIST tractable certificate of analysis.

# CERTIFICATE OF COMPLIANCE

*to specifications of*

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



**Made in USA**

\*\*\*\*\* KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS \*\*\*\*\*

ISSUE DATE: 11/19/2020

**10BS8F956154**



Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.  
Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining an NIST tractable certificate of analysis.

# CERTIFICATE OF COMPLIANCE

*to specifications of*

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



**Made in USA**

\*\*\*\*\* KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS \*\*\*\*\*

ISSUE DATE: 11/19/2020

**16BS8F956964**

Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.

Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining an NIST tractable certificate of analysis.

# CERTIFICATE OF COMPLIANCE

*to specifications of*

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



**Made in USA**

\*\*\*\*\* KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS \*\*\*\*\*

ISSUE DATE: 12/7/2020

**20BS8F960181**

Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.

Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining an NIST tractable certificate of analysis.

# CERTIFICATE OF COMPLIANCE

*to specifications of*

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



**Made in USA**

\*\*\*\*\* KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS \*\*\*\*\*

ISSUE DATE: 10/13/2020

**30BS8F935466**



Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.

Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining an NIST tractable certificate of analysis.

# CERTIFICATE OF COMPLIANCE

*to specifications of*

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



**Made in USA**

\*\*\*\*\* KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS \*\*\*\*\*

ISSUE DATE: 11/19/2020

**40BS8F935356**



Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.

Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining a NIST tractable certificate of analysis.



# CERTIFICATE OF COMPLIANCE

*to specifications of*

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



**Made in USA**

\*\*\*\*\* KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS \*\*\*\*\*

ISSUE DATE: 11/19/2020

**50BS8F954606**



Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.

Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining an NIST traceable certificate of analysis.

# CERTIFICATE OF COMPLIANCE

*to specifications of*

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



**Made in USA**

\*\*\*\*\* KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS \*\*\*\*\*

ISSUE DATE: 11/19/2020

**60BS8F956859**



Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.

Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining an NIST tractable certificate of analysis.

# CERTIFICATE OF COMPLIANCE

*to specifications of*

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



**Made in USA**

\*\*\*\*\* KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS \*\*\*\*\*

ISSUE DATE: 11/19/2020

**100BS8F933612**



Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.

Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining an NIST tractable certificate of analysis.

# CERTIFICATE OF COMPLIANCE

*to specifications of*

**ASTM – American Society for Testing and Materials**

**ANSI – American National Standards Institute**

**ISO – International Standards Organization**

We certify that this test sieve has been manufactured with wire cloth and component parts that have been inspected and found to be in compliance with the requirements of Specification ASTM E11



**Made in USA**

\*\*\*\*\* KEEP THIS DOCUMENT FOR YOUR RECORDS \*\*\*\*\*

ISSUE DATE: 11/19/2020

**200BS8F956101**

Inspected for compliance at Advantech Manufacturing, Inc. in New Berlin, Wisconsin, USA.

Contact your Distributor to order duplicate certificates or for information on attaining an NIST traceable certificate of analysis.

# ANEXO7. COMPROBANTE DE PAGO Y COTIZACION DE ENSAYOS



## FORMATO DE COTIZACIÓN DE ENSAYOS

COT. Nº 303-LEM-21

REFERENCIA	Solicitado presencialmente el 21/05/2021
SOLICITANTE	---
ATENCIÓN	Wilmer Abanto
TESES	"Diseño de pavimento adoquinado adicionando ceniza de bagazo de café de azúcar, Calle Amínco, Huacho 2020"
UBICACIÓN	Lima
FECHA	San Martín de Porres, 21 de Mayo de 2021

### EJECUCIÓN DE ENSAYOS EN LABORATORIO

ITEM	CONCEPTO	NORMA	UND.	CANT	PARCIAL	SUBTOTAL
L.0	<b>ENSAYOS EN LABORATORIO DE CONCRETO</b>					
L.1	Diseño de concreto 420 kg/cm <sup>2</sup> (ensayos físicos granulometría, peso unitario, absorción, peso específico, humedad)	ACI 211	Und	1	S/. 350.00	S/. 350.00
L.2	Dosificación de adoquines 10x20x8cm (Patrón, 7 y 15% adicionando ceniza de bagazo de café) incluye moldeo, curado.	ASTM C31	Und	36	S/. 25.00	S/. 900.00
L.3	Ensayo a compresión (7, 14 Y 28 DIAS)	ASTM C31	Und	27	S/. 15.00	S/. 405.00
L.4	Absorción	ASTM C39	Und	9	S/. 40.00	S/. 360.00
L.5	Materiales (100 kg de agregado fino, 100 agregado grueso 1 bolsa de cemento tipo I y ceniza.	---	Und	1	S/. 150.00	S/. 150.00
					<b>SUB TOTAL</b>	<b>S/. 3,165.00</b>

#### NOTAS / ANOTACIONES:

- \* Validez de oferta 30 días desde su emisión
- \* El cliente debe proporcionar la información necesaria para la emisión de los certificados de ensayo
- \* **ENTREGA DE RESULTADOS: 32 DIAS CALENDARIO.**

#### FORMA DE PAGO:

- 50% adelanto para comenzar los trabajos
- 50% a la entrega de los resultados.

#### CUENTAS DE PAGO:

CTA CORRIENTE BANCO CONTINENTAL  
 AHORROS SOLES: 0011-0752-0200099965  
 AHORROS DOLARES: 0011-0200099965-32  
 CCI BANCO CONTINENTAL: 011-752-000200099965-32

  
**MTL GEOTECNIA S.A.C**  
 RUC: 20600375262

**DANY COTO TRUJILLO**  
 GERENTE COMERCIAL



FORMATO  
COTIZACIONES DE ESTUDIOS Y PROYECTOS

CÓDIGO	FOR-COT-ADM-001
Revisión	J.G.A.
Aprobado	D.C.T.
Fecha	--

REFERENCIA : SOLICITADO VÍA LLAMADA TELEFÓNICA EL 23/05/2021  
SOLICITANTE : ---  
ATENCIÓN : Wilmer Abanto  
PROYECTO : EMS - Pavimentación  
UBICACIÓN : Huacho - Lima  
FECHA : SAN MARTÍN DE PORRES, 23 DE MAYO DE 2021

COT. N° LGG-091-21

CUADRO 1- PRESUPUESTO DE ACUERDO A SOLICITUD DEL CLIENTE						
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN Y PAVIMENTACIÓN					53 Ha	Tipo "C"
Ítem	CONCEPTO	NORMA	Und.	Cantidad	PARCIAL	SUBTOTAL
1.0	ENSAYOS DE CAMPO					
1.1	Excavación de calicatas hasta 1.5m	ASTM D 4221	Und	2	S/. 300.00	200.00
1.2	Perfil estratigráfico	ASTM D 4220	Und	2	S/. 50.00	100.00
1.3	Densidad natural - cono de arena (suelo granular)	ASTM D 1556	Und	1	S/. 40.00	40.00
2.0	ENSAYOS DE LABORATORIO					
2.1	Contenido de Humedad	ASTM D 2216	Und	2	S/. 30.00	20.00
2.2	Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D 6913	Und	2	S/. 40.00	80.00
2.3	Límite líquido y Límite plástico	ASTM D 4318	Und	2	S/. 40.00	80.00
2.4	Clasificación de suelos SUCS - Incluido	ASTM D 2487	Und	2	S/.	-
2.5	C.B.R	ASTM D 1883	Und	1	S/. 350.00	350.00
2.6	Contenido de Sales Solubles Totales en Suelos y Agua Subterránea	NTP 339.15.2	Und	1	S/. 90.00	90.00
2.7	Contenido de Cloruros Solubles en Suelos y Agua Subterránea	AASHTO T295	Und	1	S/. 90.00	90.00
2.8	Contenido de Sulfatos Solubles en Suelos y Agua Subterránea	AASHTO T290	Und	1	S/. 90.00	90.00
3.0	GABINETE					
3.1	Elaboración de Informe técnico y firma por IR	RNE	Und	1	S/. 800.00	800.00
4.0	EQUIPOS Y PERSONAL					
4.1	Movilidad día y retorno con equipos y personal - recojo de muestras	RNE	Und	1	S/. 200.00	200.00
					SUB TOTAL	2,020.00
					I.G.V. (18%)	363.60
					TOTAL	2,383.60

NOTAS / ANOTACIONES:

- Validez de oferta 30 días desde su emisión
- En el caso se encuentre losa por demoler, se añadirá 60 soles por cada punto de investigación.
- La cantidad de puntos de investigación se ha calculado acorde con lo indicado en la norma E050 (Suelos y cimentaciones)
- Nuestros equipos de laboratorio de ensayo cuentan con certificados de calibración vigente, puede solidarlos una vez iniciado el servicio
- El cliente deberá coordinar previamente los permisos necesarios y gestionar la seguridad y señalización de la zona de trabajo
- La presente propuesta incluye seguro SCTR, EPP, incluye exámenes médicos de nuestro personal.
- El cliente deberá asumir el pago del personal y equipo si durante el día su cede paralización de obra a la mitad de las actividades por razones ajenas a MTL Geotecnia, el monto por día con o penalidad por Stand by será calculado de la siguiente manera:  
$$\text{Costo por día Stand By} = (0.04 * M) + 160$$
  
Donde:  
M = Sub total del proyecto en S/. sin I.G.V.
- **Tiempo de servicio: 6 días hábiles de recibida la orden de servicio**  
*(1 día para ejecución de calicatas y muestreo en campo, 4 días para los ensayos de laboratorio, 1 día Informe)*  
**Inicio de actividades: Al día siguiente de recibida la orden de servicio o previa coordinación posterior a la confirmación del pago.**
- Posterior a la aceptación de la presente propuesta, remitir su orden de servicio o contrato al correo [dany\\_laboratorio@mtlgeotecnia.com](mailto:dany_laboratorio@mtlgeotecnia.com)

FORMA DE PAGO:

Para iniciar servicios	S/. 1,191.80	50% adelantado
Al finalizar el servicio	S/. 1,191.80	50% a la entrega de informe final

CUENTAS DE PAGO:

CTA CORRIENTE BANCO CONTINENTAL  
AHORROS SOLES: 0011-0752-0200099965  
AHORROS DOLARES: 0011-0200099965-32  
CCIBANCO CONTINENTAL: 011-752-000200099965-32

Montos superiores a S/. 700.00 están sujetos al 12% de deducciones  
BANCO DE LA NACIÓN DETRACCIONES: 00-051-080424

Atte:

  
MTL GEOTECNIA S.A.C.  
RUC: 20600375262  
DANY COTO TRUJILLO  
GERENTE COMERCIAL

<b>MTL GEOTECNIA S.A.C.</b> CAL. LA MADRID 264 ASC. LOS OLIVOS AV ANTUNEZ DE MAYOLO CON AV DANIEL ALCID SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA		<b>BOLETA DE VENTA ELECTRONICA</b> RUC: 20600375262 EB01-42				
Fecha de Vencimiento : Fecha de Emisión : <b>21/05/2021</b> Señor(es) : <b>WILMER ALEXANDER ABANTO</b> DNI : <b>75100170</b> Tipo de Moneda : <b>SOLES</b> Observación : <b>1ER PAGO - 1 DE 3</b>						
<b>Cantidad</b>	<b>Unidad Medida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor Unitario(*)</b>	<b>Descuento(*)</b>	<b>Importe de Venta(**)</b>	<b>ICBPER</b>
1.00	UNIDAD	TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO ADOQUINADO ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CALLE AMINCO, HUACHO 2020	1245.77	0.00	1,470.0086	0.00
Otros Cargos :						S/0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/1,470.01
<b>SON: UN MIL CUATROCIENTOS SETENTA Y 01/100 SOLES</b>						
(*) Sin impuestos.		Op. Gravada :		S/ 1,245.77		
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.		Op. Exonerada :		S/ 0.00		
		Op. Inafecta :		S/ 0.00		
		ISC :		S/ 0.00		
		IGV :		S/ 224.24		
		ICBPER :		S/ 0.00		
		Otros Cargos :		S/ 0.00		
		Otros Tributos :		S/ 0.00		
		Monto de Redondeo :		S/ 0.00		
		Importe Total :		S/ 1,470.01		
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: <a href="http://www.sunat.gob.pe">www.sunat.gob.pe</a> , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.						

<b>MTL GEOTECNIA S.A.C.</b> CAL. LA MADRID 264 ASC. LOS OLIVOS AV ANTUNEZ DE MAYOLO CON AV DANIEL ALCID SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA		<b>BOLETA DE VENTA ELECTRONICA</b> RUC: 20600375262 EB01-62				
Fecha de Vencimiento : Fecha de Emisión : <b>02/07/2021</b> Señor(es) : <b>WILMER ALEXANDER ABANTO</b> DNI : <b>75100170</b> Tipo de Moneda : <b>SOLES</b> Observación : <b>2DO PAGO - 2 DE 3</b>						
<b>Cantidad</b>	<b>Unidad Medida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor Unitario(*)</b>	<b>Descuento(*)</b>	<b>Importe de Venta(**)</b>	<b>ICBPER</b>
1.00	UNIDAD	TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO ADOQUINADO ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CALLE AMINCO, HUACHO 2020.	1296.62	0.00	1,530.0116	0.00
Otros Cargos :						S/0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/1,530.01
<b>SON: UN MIL QUINIENTOS TREINTA Y 01/100 SOLES</b>						
(*) Sin impuestos.		Op. Gravada :		S/ 1,296.62		
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.		Op. Exonerada :		S/ 0.00		
		Op. Inafecta :		S/ 0.00		
		ISC :		S/ 0.00		
		IGV :		S/ 233.39		
		ICBPER :		S/ 0.00		
		Otros Cargos :		S/ 0.00		
		Otros Tributos :		S/ 0.00		
		Monto de Redondeo :		S/ 0.00		
		Importe Total :		S/ 1,530.01		
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: <a href="http://www.sunat.gob.pe">www.sunat.gob.pe</a> , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.						



<b>MTL GEOTECNIA S.A.C.</b> CAL. LA MADRID 264 ASC. LOS OLIVOS AV ANTUNEZ DE MAYOLO CON AV DANIEL ALCID SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA		<b>BOLETA DE VENTA ELECTRONICA</b> RUC: 20600375262 EB01-63				
Fecha de Vencimiento : Fecha de Emisión : <b>05/07/2021</b> Señor(es) : <b>WILMER ALEXANDER ABANTO</b> DNI : <b>PECHE</b> Tipo de Moneda : <b>75100170</b> Observación : <b>SOLES</b> <b>CANCELACION</b>						
Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	TESIS: DISEÑO DE PAVIMENTO ADOQUINADO ADICIONANDO CENIZA DE BAGAZO DE CAÑA DE AZUCAR, CALLE AMINCO,HUACHO 2020.	1186.45	0.00	1,400.011	0.00
Otros Cargos :						S/0.00
Otros Tributos :						S/0.00
ICBPER :						S/ 0.00
Importe Total :						S/1,400.01
<b>SON: UN MIL CUATROCIENTOS Y 01/100 SOLES</b>						
(*) Sin impuestos.		Op. Gravada :		S/ 1,186.45		
(**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.		Op. Exonerada :		S/ 0.00		
		Op. Inafecta :		S/ 0.00		
		ISC :		S/ 0.00		
		IGV :		S/ 213.56		
		ICBPER :		S/ 0.00		
		Otros Cargos :		S/ 0.00		
		Otros Tributos :		S/ 0.00		
		Monto de Redondeo :		S/ 0.00		
		Importe Total :		S/ 1,400.01		
Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: <a href="http://www.sunat.gob.pe">www.sunat.gob.pe</a> , en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.						