



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de  
arroz para la subrasante en el km+ 17 Pimpingos, Choros 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Omar Christian, Cajaleon Salas.

Darwin Yonander, Mondragon Diaz.

ASESORA:


Dra. Maria Ysabel Garcia Alvarez

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2018

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02
		Versión : 09
		Fecha : 23-03-2018
		Página : 13 de 120

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **CAJALEON SALAS, OMAR CHRISTIAN**

Cuyo título es: **"ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS AGREGANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ PARA LA SUBRASANTE EN EL KM+17 PIMPINGOS, CHOROS 2018."**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **14 (número) CATORCE (letras).**

Lima, San Juan de Lurigancho, 13 de Diciembre de 2018

 ..... Dra. Ing. GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL PRESIDENTE	 ..... Mgtr. Ing. ESPINDZA SANDOVAL JAIME HEMAN SECRETARIO
 ..... Ing. MAGUIÑA SALAZAR WALTHER TEOFILO VOCAL	

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a), **MONDRAGON DIAZ, DARWIN YONANDER**

Cuyo título es: **"ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS AGREGANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ PARA LA SUBRASANTE EN EL KM+17 PIMPINGOS, CHOROS 2018."**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **14 (número) CATORCE (letras)**.

Lima, San Juan de Lurigancho, 13 de Diciembre de 2018

 ----- Dra. Ing. GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL <b>PRESIDENTE</b>	 ----- Mgtr. Ing. ESPINOZA SANDOVAL JAIME HEMAN <b>SECRETARIO</b>
 ----- Ing. MAGUIÑA SALAZAR WALTHER TEOFILO <b>VOCAL</b>	

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

## **DEDICATORIA**

La presente tesis va dedicada de manera muy especial a nuestros padres que hicieron que todo esto sea posible, este logro es gracias a ellos que nos formaron con los principios y derechos para vencer cualquier obstáculo que se presentó a lo largo de nuestro camino universitario. El apoyo incondicional que nos brindaron fue muy importante para no decaer en los momentos más difíciles que nos tocó pasar. Son los grandes partícipes que este objetivo sea cumplido, las personas más maravillosas por todo el cariño y amor brindado.

## **AGRADECIMIENTO**

Queremos agradecer en primer lugar a Dios por permitirnos lograr uno de nuestros objetivos que nos propusimos al iniciar este camino universitario.

A nuestros docentes e ingenieros que formaron parte de nuestra carrera, por todos los conocimientos y experiencia compartida, así como también enseñarnos que la perseverancia nos lleva por el mejor camino posible.

A nuestros padres por la paciencia y el apoyo brindado en todos estos años, son las personas fundamentales en este objetivo logrado. Por todo ello un agradecimiento eterno a las personas mencionadas.

Los autores.

### **Declaración De Autenticidad**

Yo, Omar Christian Cajaleon Salas con DNI N° 71141583, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Lima, 13 de diciembre del 2018



---

Omar Christian Cajaleon Salas

DNI N° 71141583

#### **Declaración De Autenticidad**

Yo, Darwin Yonander Mondragon Diaz con DNI N° 71507575, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Lima, 13 de diciembre del 2018



Darwin Yonander Mondragon Diaz

DNI N° 71507575

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado

Con el objetivo de cumplir el Reglamento de la escuela profesional de ingeniería civil, presento la tesis titulada: "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS AGREGANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ PARA LA SUBRASANTE EN EL KM+17 PIMPINGOS, CHOROS 2018", la misma que someto a vuestra consideración y espero cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de ingeniero civil.

La presente tesis se ha estructurado en cuatro capítulos.

En el capítulo I, se encuentra la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas al tema, alcances, planteamiento del problema, justificación, hipótesis y objetivos. En el capítulo II, se estableció el diseño de investigación, Operacionalización de variables, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, materias primas y método de análisis de datos. En el capítulo III, los resultados. En el capítulo IV, se ubicó la discusión de los resultados. En el capítulo V, se colocaron las conclusiones. En el capítulo VI se plasmaron las recomendaciones y por último en el capítulo VII se citaron las referencias bibliográficas.

Atentamente.



Omar Christian Cajaleon Salas



Darwin Yonander Mondragon Diaz



## ÍNDICE

PÁGINA DE JURADO .....	ii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	vi
PRESENTACIÓN.....	viii
ÍNDICE.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
GENERALIDADES.....	xv
I. INTRODUCCIÓN .....	16
1.1. Realidad problemática .....	17
1.2. Trabajos previos.....	18
1.2.1. Antecedentes Nacionales .....	18
1.2.2. Antecedentes Internacionales .....	19
1.3. Teorías relacionadas al tema .....	21
1.3.1. Cenizas de residuos de arroz .....	21
1.3.2. Estabilización .....	27
1.3.3. Ensayos Físicos.....	35
1.3.4. Ensayos Mecánico .....	39
1.4. Formulación del problema.....	42
1.4.1. Problema general.....	42
1.4.2. Problemas específicos.....	42
1.5. Justificación de estudio.....	42
1.5.1. Justificación teórica .....	42
1.5.2. Justificación metodológica.....	42
1.5.3. Justificación tecnológica .....	42
1.5.4. Justificación económica .....	42
1.6. Hipótesis .....	43
1.6.1. Hipótesis general .....	43
1.6.2. Hipótesis específicas .....	43
1.7. Objetivos.....	43

1.7.1. Objetivo general .....	43
1.7.2. Objetivos específicos .....	43
II. MÉTODO.....	44
2.1. Diseño de investigación .....	45
2.2. Variables, operacionalización .....	45
2.2.1. Variables .....	45
2.2.2. Operacionalización de las variables .....	45
2.2.3. Matriz de consistencia .....	47
2.3. Población y muestra .....	48
2.3.1. Población .....	48
2.3.2. Muestra .....	48
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	48
2.4.1. Técnica de recolección de datos .....	48
2.4.2. Instrumento de investigación .....	48
2.4.3. Validez .....	48
2.4.4. Confiabilidad .....	49
2.5. Métodos de análisis de datos .....	49
2.6. Aspectos éticos .....	49
III. RESULTADOS .....	50
IV. DISCUSIONES.....	59
V. CONCLUSIONES .....	63
VI. RECOMENDACIONES .....	65
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	67
VIII. ANEXOS .....	72
Anexo 01 Matriz de consistencia .....	73
Anexo 02. Panel fotográfico.....	74
Anexo 03. Ficha técnica .....	85
Anexo 04. Ensayo de laboratorio .....	87
Anexo 05. Calibración de equipos de laboratorio .....	98
Anexo 06. Resultado de turnitin .....	119
Anexo 07. F06-PP-PR-02.02 .....	120
Anexo 08. F08-PP-PR-02.02 .....	122
Anexo 09. Autorización de entrega de la versión final del trabajo de investigación .....	124

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Componentes químicos de cáscaras de arroz.....	21
Tabla 2. Propiedades de la ceniza de cáscara de arroz .....	22
Tabla 3. Composición química de la ceniza de cáscara de arroz.....	22
Tabla 4. Clasificación de suelos según índice de grupo .....	28
Tabla 5. Clasificación de suelos Método AASHTO .....	30
Tabla 6. Clasificación de suelos Método SUCS .....	31
Tabla 7. Tamaño de tamices .....	35
Tabla 8. Clasificación del suelo según el índice de plasticidad .....	39
Tabla 9. Operacionalización de las variables.....	45
Tabla 10. Matriz de consistencia .....	47
Tabla 11. Rango y Magnitud de validez .....	49
Tabla 12. Datos de Proctor modificado .....	54
Tabla 13. Matriz de consistencia .....	73

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cosecha manual de arroz.....	24
Figura 2: Tallos cortados .....	24
Figura 3: Cosecha mecánica .....	25
Figura 4: Descarga a granel .....	25
Figura 5: Principales regiones de producción de arroz.....	27
Figura 6: Límite de Atterberg .....	36
Figura 7: Diagrama de Fluidez .....	37
Figura 8: Equipos del ensayo de CBR.....	41
Figura 9: Análisis Granulométrico por tamizado .....	51
Figura 10: Contenido de humedad.....	52
Figura 11: Contenido de humedad.....	53
Figura 12: Proctor modificado.....	54
Figura 13: CBR Suelo Natural.....	55
Figura 14: CBR Suelo natural.....	56
Figura 15: CBR suelo combinado con 10% de ceniza de cáscaras de arroz .....	57
Figura 16: Suelo combinado con 15% de ceniza de cascara de arroz.....	57

## **RESUMEN**

La presente tesis tiene como título “Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km+ 17 Pimpingos, Choros 2018”, la cual muestra en las teorías relacionadas al tema el origen de las cenizas, así como también de la clasificación de los suelos y los ensayos mecánicos, físicos, etc. Pero los ensayos que tienen mayor relevancia en esta investigación son Análisis granulométrico, Limite de Consistencia, Proctor Modificado y Valor de Soporte de California (CBR). El procedimiento a seguir será en la variable dependiente experimental. La población viene a ser los 37 kilómetros que abarca el tramo de la carretera Pimpingos – Choros y la muestra es el kilómetro 17 por ser la zona más crítica para estabilizar. Los instrumentos son protocolos estandarizados por ser ensayos directos y confiables normados, las cuales son los siguientes: Análisis granulométrico (ASTM D6913), Limite de Consistencia (ASTM D4318), Proctor Modificado (ASTM D1557 / ASTM D1883) y Valor de Soporte de California (ASTM D1883). Llegando a la conclusión que al estabilizar suelos arcillosos en el tramo de la carretera Pimpingos – Choros km+17 con cenizas de cascaras de arroz, se logra obtener un tipo de suelo regular lo que inicialmente presentaba un suelo de pobre.

**Palabras claves:** Ceniza de casca de arroz, análisis granulométrico, límite de consistencia, Proctor modificado, valor de soporte de california.

## **ABSTRACT**

This thesis has the title "Stabilization of clay soils by adding ashes of rice husks for the subgrade in the km + 17 Pimpingos, Choros 2018", which shows in the theories related to the subject the origin of the ashes, as well as the classification of soils and mechanical, physical, etc. But the essays that have greater relevance in this investigation are Granulometric Analysis, Consistency Limit, Modified Proctor and California Support Value (CBR). The procedure to be followed will be in the experimental dependent variable. The population is the 37 kilometers covered by the section of the Pimpingos - Choros highway and the sample is kilometer 17, as it is the most critical zone to stabilize. The instruments are standardized protocols for being direct and reliable normed assays, which are the following: Granulometric Analysis (ASTM D6913), Consistency Limit (ASTM D4318), Modified Proctor (ASTM D1557 / ASTM D1883) and California Support Value (ASTM D1883). Concluding that by stabilizing clay soils in the section of the road Pimpingos - Choros km + 17 with ashes of rice husks, it is possible to obtain a type of regular soil which initially had a poor soil.

**Keywords:** Rice husk ash, granulometric analysis, consistency limit, modified Proctor, California support value.

## **GENERALIDADES**

Título: Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km 17 Pimpingos, Choros 2018

Autores:

Cajaleón Salas Omar Christian

Mondragón Díaz Darwin Yonander

Asesora: Dra. María Ysabel García Álvarez

Tipo de investigación: Experimental

Línea de investigación: Diseño de Infraestructura Vial

Localidad: Pimpingos - Choros, Cajamarca

Duración de investigación: 4 meses

Inicio: 03 de agosto del 2018

Fin: 10 de diciembre del 2018

## **I. INTRODUCCIÓN**



## **1.1. Realidad problemática**

El crecimiento de la economía en nuestro territorio peruano depende de una serie de aspectos, uno de ellos son las vías terrestres como: caminos, carreteras, pistas, autopistas, etc. Desde inicios de la historia las personas han tenido la necesidad de desplazarse de un lugar hacia otro, motivo por el cual se fueron construyendo desde caminos, carreteras hasta grandes proyectos de infraestructura vial, siendo las carreteras afirmadas las que se construyen en un mayor porcentaje.

Hoy en día los gobiernos de turnos deben dar un mayor impulso a la construcción o mantenimiento de carreteras, no solo en la parte de las áreas urbanas sino también en las rurales, como es el caso de la provincia de Cutervo en los distrito de Pimpingos – Choros que su única fuente o medio de transporte es a través de una carretera siendo las más transitada la carretera Pimpingos – Choros, medio primordial de ingreso de dicha población, sin embargo el tramo del caserío del cantor perteneciente al distrito de pampangos gran parte de este tramo hasta la actualidad es una trocha carrozable, el cual es necesario que se afirme o se asfalte.

Sin embargo, al momento de la construcción de este prototipo de obras nos encontramos con variedades de suelos y todos no tienen las mismas características de resistencia, como es el caso del suelo tipo arcilla que es uno de los más peligrosos a tener asentamientos al momento de aplicarles cargas. Siendo este tipo de suelo con mayor proporción en este tramo de la carretera, razón por la cual la solución sería mejorar sus características o propiedades de dicho suelo, mediante técnicas o métodos que existen actualmente y así poder obtener un suelo con mayor capacidad portante.

La estabilización con cal o la estabilización mecánica (combinación de suelos), en los últimos años están siendo reemplazadas por nuevas técnicas de estabilización en donde se emplean elementos químicos, como los aceites sulfonados, enzimas orgánicas. Estos elementos químicos muchas veces llegan a contaminar el ambiente, el suelo. Por ello en esta investigación presentaremos un nuevo método de estabilizar suelos arcillosos, utilizando las cenizas de residuos de arroz como medida de mejorar la resistencia del suelo, disminuir los costos de estabilización y realizar buenas prácticas ambientales.

## **1.2. Trabajos previos**

### **1.2.1. Antecedentes Nacionales**

Existen antecedentes de autores nacionales e internacionales que realizaron estudios similares a estabilización de suelos con cenizas, razón por la cual colaborará en la presente investigación que será presentada a continuación:

Castro (2017) en la tesis: “Estabilización de suelos arcillosos con ceniza de cáscara de arroz para el mejoramiento de subrasante”. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Publicada por la Universidad Nacional de Ingeniería. Concluyó que:

En dicha investigación demuestra que el suelo estabilizado con materiales inorgánicos como la ceniza producto de los residuos de arroz traen muchos beneficios para que este material pueda ser utilizado en la subrasante de un pavimento. Por ello se pudo verificar que el cambio más notorio se da cuando se tiene suelos de tipos arcillosos y que al mezclarlos con el 20% de las cenizas de arroz adicionando cal, se obtendrá cuantiosos beneficios al estabilizar el suelo como el incremento del CBR en un 100% de la densidad máxima seca del Proctor modificado de 5% hasta 38.5% (6 veces más). Pero también se puede aprovechar al juntar el 10% de las cenizas de residuos de arroz con el suelo arcilloso para conseguir una resistencia a la compresión que va desde 6.91kg/cm<sup>2</sup> hasta 8.77kg/cm<sup>2</sup>.

Carrasco (2017) en la tesis: “Estabilización de suelos adicionando cenizas de Caña de Azúcar”. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. Publicada por la Universidad César Vallejo. Señala que:

Al utilizar dicha ceniza para estabilizar suelos que tengan alto porcentaje de arcilla, si es posible, ya que según los resultados que arrojan los ensayos demuestran que al combinar las cenizas en un 35% y el suelo arcilloso, disminuye la plasticidad de dicha muestra, es decir inicialmente presentaba de 15.81 llegando a tener 9.1 mostrando así que es un suelo con alta resistencia. En consecuencia, se obtiene también excelentes resultados en la prueba de CBR, esto se da con la adición de la ceniza los cuales consiguen tener un valor de 1.75gr/cm<sup>3</sup> a diferencia del 1.66gr/cm<sup>3</sup> que presentó la muestra sin adicionar dichas cenizas.

Mamani y Yataco (2017) en la tesis: “Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales”. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Publicada por la Universidad San Martín de Porres. Sostuvo que:

En el Perú anualmente se genera toneladas de cenizas procedentes de las ladrilleras artesanales que son usados mayormente como rellenos sanitarios. Estos desechos pueden ser aprovechados y reutilizados para estabilizar suelos en pavimentos que presentan baja resistencia como los suelos arcillosos, ya que al añadirlos cenizas se observó que el índice de plasticidad se reduce considerablemente favoreciendo así las propiedades físicas y mecánicas del suelo. Sin embargo; no es el único beneficio que se obtiene al combinar cenizas con arcillas porque el ensayo de compactación muestra la disminución de la humedad óptima del suelo y deformación, aumentando así la resistencia del suelo.

Vega (2017) en la tesis: “Estabilización de suelos arcillosos con adición de ceniza de paja de trigo al 10%”. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Publicada por la Universidad San Pedro. Señala que:

El mejoramiento de suelos en este tramo se puede dar con ayuda de cenizas provenientes de la paja de trigo ya que abunda en gran cantidad en la zona de Pariac Alto, estos materiales al combinarlos con suelos de tipos arcillosos muestran un cambio radical en sus propiedades físicas y resistencia. Por ello el ensayo realizado en el laboratorio de mecánica de suelos fue el Proctor Estándar cuyo resultado es de un CBR PATRÓN al 100% de 21.10 %; todo lo contrario, cuando se le adiciono el 10% de ceniza a una mezcla de suelos arcillosos ya que este arroja un CBR al 100% de 20.2%. Con estos resultados se concluyó que el 10 % de cenizas de paja de trigo no es suficiente para lograr estabilizar a la subrasante de un pavimento.

### **1.2.2. Antecedentes Internacionales**

Cañar (2017) en la tesis: “Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón”. Trabajo experimental previo a la obtención del título de Ingeniero Civil. Universidad Técnica de Ambato. Menciona que:

Los usos de cenizas de carbón favorecen a suelos arenosos aumentando no solo el grado de la compactación sino también el CBR y resistencia al corte. Se puede contemplar que las arcillas al mezclarlas con el 25% de cenizas de carbón aumenta la resistencia del suelo que varía desde 9.10% hasta el 11.20% razón por la cual no llega a obtener la resistencia permitida para ser utilizada como material de subrasante del pavimento. Por ello se realizó

los ensayos de CBR en suelos arcillosos la cual indica el incremento del 4.6% y al combinar con el 25% de dichos residuos del carbón mejorando la resistencia de la muestra que va desde 15% hasta el 19.6%, verificando así que puede ser usado como material de subrasante.

Behak y Washington (2008) en la Revista: “Caracterización de un material compuesto por suelo arenoso, ceniza de cáscara de arroz y cal potencialmente útil para su uso en pavimentación”. Facultad de Ingeniería. Universidad de la República, Uruguay. Muestra que:

En los ensayos realizados para la estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de cascara de arroz y cal mostraron resultados satisfactorios, de tal manera que dichas estabilizaciones serían aplicadas en pavimentos. La ceniza es obtenida al quemar a altas temperaturas la cáscara de arroz, razón por la cual presentan un color negro producto de que no son controladas al quemarlas. Las consecuencias de las pruebas a la que es sometido este material son satisfactorias puesto que muestran para la humedad óptima de compactación un CBR del suelo de 9 %, sin embargo, al mezclarlas con el 20% de cenizas de cáscaras de arroz más el 10% de cal se incrementa en un 25% (2.8 veces más en el CBR en relación al suelo).

Morales (2015) en la tesis: “Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas”. Facultad de Ingeniería. Universidad de Medellín, Colombia. Menciona que:

La ceniza proveniente del carbón, se encuentra con mayor cantidad en las industrias, debido que este recurso es muy utilizado en diferentes actividades, razón por la cual se cuenta con grandes cantidades para su uso. Este material posee propiedades muy satisfactorias, motivo que nos lleva a realizar dicha investigación teniendo como objetivo evaluar, determinar, estimar el comportamiento que tienen las cenizas de carbón para la estabilización de suelos ya que aumenta la resistencia las cargas que pasaran por la carretera.

Thenoux y Carrillo (2012) en la Revista: “Estudio para la utilización de cenizas provenientes de la caldera cogeneradora petropower en la estabilización de suelos”. Facultad de Ingeniería. Pontificia Universidad Católica de Chile. Concluye que:

El resultado obtenido en esta investigación demuestra que es factible el uso de cenizas FBC para la estabilización de suelos finos plásticos. Puede mejorar las características que presento principalmente en suelo de subrasantes en carreteras, así como también elevar la capacidad de soporte de la subrasante y de las diversas capas estructurales que componen la carretera. Por ello también se obtiene una mejora en la susceptibilidad a la humedad de los suelos en especial a suelos que poseen menor plasticidad o menor proporción de arcilla.

### **1.3. Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1. Cenizas de residuos de arroz**

##### **Definición de ceniza**

La ceniza es el producto de la incineración o incendio de materiales, que pueden ser orgánicas o inorgánicas y gran parte de esta ceniza permanece en forma de polvo en el lugar de la combustión y otra parte es expulsada en forma de humo. (Castro, 2017, p.54)

##### **Características de la ceniza de arroz**

Las cenizas de los residuos cáscara de arroz son provenientes del grano de arroz, o semilla de la planta oryza sativa, perteneciente a la familia de los poáceas o llamadas también gramíneas, la casca de arroz es una cubierta exterior protector y forma el 20% del peso del grano de arroz. Las cenizas de los residuos de arroz presentan un color gris oscuro ya que son consecuencia de la combustión de los residuos de arroz, además este color gris o el color claro depende de la cantidad de cal y el color negro o oscuro altos contenidos de carbón.

La cáscara de arroz es una sustancia que tiene un 20% de contenido de sílice es por ello que su combustión es dificultosa y en condiciones naturales es muy baja su biodegradabilidad. Las temperaturas que se obtienen al ser quemados los residuos de arroz varían de acuerdo algunas condiciones como por ejemplo 970 °c si se encuentra seca, 650°c si contiene algún grado de humedad y 100°c si se combina con algún combustible. Este material en algunos lugares lo están utilizando como un agregado para la fabricación de adobes, elaboración de pulitón, como combustible en hornos industriales. (Castro, 2017, p.55)

*Tabla 1. Componentes químicos de cáscaras de arroz*

<b>CÁSCARAS DE ARROZ</b>	
<b>COMPONENTES</b>	<b>%</b>
Carbono	39.1
Hidrógeno	5.2
Nitrógeno	0.6
Oxígeno	37.2
Azufre	0.7
Cenizas	17.8

*Fuente: Varón C.J. (2005)*

*Tabla 2. Propiedades de la ceniza de cáscara de arroz*

<b>PROPIEDADES</b>	<b>VALOR</b>
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	2665
Masa unitaria compactada (kg/m <sup>3</sup> )	452
Masa unitaria suelta (kg/m <sup>3</sup> )	181
Superficie específica (m <sup>3</sup> /kg)	2000

*Fuente: (Peña Sterling & Zambrano García, 2001)*

*Tabla 3. Composición química de la ceniza de cáscara de arroz*

<b>CENIZAS DE CASCARA DE ARROZ</b>	
Componentes	%
Ceniza de sílice (SiO <sub>2</sub> )	94.1
Oxido de calcio (CaO)	0.55
Oxido de magnesio (MgO)	0.95
Oxido de potasio (K <sub>2</sub> O)	2.1
Oxido de sodio (Na <sub>2</sub> O)	0.11
Sulfato	0.06
Cloro	0.05
Oxido de titanio (TiO <sub>2</sub> )	0.05
Oxido de aluminio (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0.12
Otros componentes	1.82

*Fuente: Jiménez Montero & Euguez Alava (2001)*

### **Propiedades de la cáscara de arroz**

La ceniza de residuos de arroz tiene un gran desempeño como un adherente (mortero) que puede ser utilizado para la colocación de baldosas o cerámicas gracias a su contenido de sílice, también se han realizado estudios de sus composiciones físicas, químicas y otros ensayos como fluidez y resistencia a la tracción de los morteros, donde la arena fue reemplazada por ceniza en una proporción de 5% a 25% obteniendo resultados que producen fuerzas de tracción comparables a otros adherentes comerciales. (Universidad Tecnológica de Pereira, 2017, p.255)

### **Proceso de obtención de la ceniza de cáscara de arroz**

Para la obtención de cenizas de la cáscara de arroz involucra ciertos pasos o transformaciones, iniciando con el cultivo de arroz, cosecha, trilla, secado de semilla, pre limpieza, selección de semilla y el embolsado.

Según el Ministerio de Agricultura y Riego (2003):

- Cosecha: Las chacras de arroz se drenan cuando la granza o cáscara de arroz han tomado un color amarillo y se cosecha cuando el 85% de los granos están totalmente maduros, además los granos deben tener un contenido de humedad entre 16-18%. hay dos tipos de

cosecha: manual y mecanizada. La cosecha manual se realiza con una hoz a 10-15 cm del suelo y los tallos cortados se van colocando en el suelo en forma de filas para su secado al sol. (p.14)

*Figura 1: Cosecha manual de arroz*



*Figura 2: Tallos cortados*



*Fuente: Heros E. (2013)*

Las cosechas mecanizadas se dan mediante cosechadoras autopropulsadas de oruga con un rendimiento entre 4-5 hectáreas por día, además estas cosechadoras tienen una descarga a granel o a sacos, es decir también la función de trillar. (p.15)



*Figura 3: Cosecha mecánica*



*Fuente: Heros E. (2013).*

*Figura 4: Descarga a granel*



*Fuente: Heros E. (2013).*

- **Trilla:** Es la acción de golpear las plantas cortadas en costales de aserrín con el fin de separar los granos con las ramas. Si la cosecha es mecanizada esta actividad ya no se realiza debido que la misma cosechadora realiza este trabajo. (p.15)

- Secado de semilla: Este proceso se realiza en dos fases para evitar la cristalización de los granos, en la primera fase se tiene que lograr disminuir el contenido de humedad hasta un 16-17 % y en la segunda fase a un 14-15 %. El secado no debe ser muy lento porque con la humedad se da lugar a la aparición de microorganismos y a mucho calor los granos sufren quebraduras, es recomendable un secador artificial donde se pueden controlar la intensidad de calor y el tiempo adecuado para lograr tener un secado uniforme. (p.15)
- Pre limpieza: Es el procedimiento mediante el cual se separar algunos tallos, hojas, tierra, piedras y otros materiales y así no dificultar la selección de las semillas. (p.15)
- Descascarado o pilado: Este proceso se realiza en molinos en donde se separa los granos del arroz de la cáscara, los granos se recogen en sacos para una nueva selección y la cáscara queda al costado del molino formando montículos. (p.15)
- Selección de semillas: Se realiza utilizando flujo de aire o máquinas de aire con la finalidad de separar los granos de menor peso, malformados, para tener una mejor apariencia del producto, también se realiza el blanqueado y pulido que consiste en separar los granos de color gris o rojos. (p.15)
- Embolsado: Se realizan en costales limpios de arpillera de polipropileno, con un peso que requiera el cliente, por lo general se envasan con un peso de 50kg que viene hacer lo más comercial. En el proceso de descascarado o pilado el grano se separa de la cáscara formando montículos alrededor del molino que luego son al campo para ser quemados al aire libre o también son quemado en hornos teniendo como resultado la ceniza de la cáscara de arroz. (p.16)

### **Impacto económico y social del arroz**

El cultivo de arroz en el Perú en una de las principales actividades que se dedican nuestros agricultores, teniendo como principales zonas de producción las regiones de: San Martín, Amazonas, Piura, Lambayeque, Cajamarca, La libertad y Arequipa, siendo en el 2017, el 18.1% del PBI en el sector agrícola además generando gran cantidad de empleos en el sector. Sin embargo, en el 2017 la producción de arroz fue de tres millones 44.9 mil hectáreas decreciendo en un 4% en comparación del año 2016, teniendo baja producción en las

regiones de Piura la libertad y Cajamarca debido a los desastres del niño costero. (Ministerio Nacional de Agricultura, 2017, p.17)

*Figura 5: Principales regiones de producción de arroz*



*Fuente: Ministerio Nacional de Agricultura*

### **1.3.2. Estabilización**

#### **Estabilización**

La estabilización es el procedimiento mediante la cual el suelo es sometido a manipulaciones o tratamientos de manera que se aproveche sus cualidades o características y así obtener un suelo con mejores características de soporte a condiciones como de clima o tránsito.

Para Montejo (2010), Es la capacidad de modificar las propiedades del suelo para cumplir con los requisitos deseados. Por lo que muchas veces esta variabilidad del suelo en sus características se da por los siguientes procedimientos:

- Estabilización por medios mecánicos
- Estabilización por drenaje
- Estabilización por medios eléctricos
- Estabilización por empleo de calor y calcinación

- Estabilización por medios químicos

Por ello considerando la alteración y composición del suelo, es probable tener que elegir estos métodos de acuerdo al tipo de suelo que presenta ya que las propiedades que deben ser estudiadas son: estabilidad volumétrica, resistencia, permeabilidad, compresibilidad, durabilidad. (pp.75-76)

## **Suelos**

El suelo está compuesto por partículas orgánicas e inorgánicas que representa todo tipo de material terroso desde un relleno de residuos hasta rocas sedimentarias (areniscas) que contiene clastos del tamaño de arena. (Juárez y Rico, 2011, p.34)

## **Clasificación de Suelo**

Es la agrupación de los suelos según sus categorías y propiedades (físicas, químicas y biológicas), las cuales son representadas en dos métodos:

### **Método ASSHTO**

El sistema de clasificación ASSHTO (Asociación Estadounidense de Funcionarios Estatales de Carreteras y Transportación) se centra en los resultados evaluados en el laboratorio según el tamaño de partículas, límite líquido y plástico así como también primordialmente obtener el Índice de grupo.

En este método los suelos están clasificados en dos grupos, el primero conformado por suelos de tipos granulares y finalmente suelos finos. Dichos suelos están preseleccionados por símbolos que varían desde el A-1 al A-8, donde los suelos inorgánicos se encuentran desde el A-1 al A-7 que a su vez están subdivididas en 12 grupos y por último para suelos con alta materia orgánica se clasifican como A-8. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013, p. 88)

*Tabla 4. Clasificación de suelos según índice de grupo*

<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	
<b>INDICE DE GRUPO</b>	<b>SUELO DE SUBRASANTE</b>
IG > 9	Muy pobre
IG está entre 4 a 9	Pobre
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 a 2	Bueno
IG está entre 0 a 1	Muy bueno

*Fuente: Ministerio de transportes y comunicaciones 2013*

Tabla 5. Clasificación de suelos Método AASHTO

Clasificación general	Suelos Granulosos 35 % máximo que pasa por tamiz de 0.08 mm.							Suelos finos más de 35 % pasa por tamiz de 0.08 mm.				
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	
Símbolo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6
<b>Análisis Granulométrico</b>												
<b>% que pasa por el tamiz</b>												
<b>Nº 10</b>	máx. 50											
<b>Nº 40</b>	máx. 30	máx. 50	máx. 50									
<b>Nº 200</b>	máx. 15	máx. 25	máx. 10	máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35
<b>Limites Atterberg</b>												
<b>Límite de liquidez índice de plasticidad</b>	máx. 6	máx. 6										
<b>Índice de grupo</b>	0	0	0	0	0	máx. 4	máx. 4	máx. 8	máx. 12	máx. 16	máx. 20	máx. 20
<b>Tipo de material</b>	Piedras, gravas y arenas		Arena fina	Grava y arenas limosas y arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
<b>Estimación general del suelo como subrasante</b>	De excedente a bueno							De pasable a malo				

## Índice de Grupo

El índice de grupo es determinado por el porcentaje de material que pasa por el tamiz número 200, límite líquido y grado de plasticidad. Dichos suelos que presenten características o propiedades similares se encuentran dentro del mismo grupo y definido por un determinado índice. (Montejo, 2010, p. 37)

El índice de grupo es expresado como un número entero y su valor es negativo se considera cero, se puede hallar con la fórmula mostrada a continuación:

$$IG = (F-35) [0.2 + 0.005 (LL-40)] + 0.01 (F15) (IP-10)$$

Donde:

IG = Índice de grupo

F = Porcentaje de suelo que pasa por el tamiz número 200

LL = Límite líquido

IP = Índice de plasticidad

## Método SUCS

Este sistema de clasificación SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) representa la división de los suelos granulares gruesos y finos.

*Tabla 6. Clasificación de suelos Método SUCS*

DIVISIONES MAYORES		SÍMBOLO DE GRUPO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN PARA SUELOS GRANULARES	
Suelos de grano grueso (más del 50% del material es mayor en tamaño que el tamiz N°200)	Gravas (más de la mitad de la fracción gruesa mayor que el tamiz N°4)	Gravas limpias (poco o ningún fino)	GW	Gravas bien gradadas, mezclas gravosas poco o ningún fino	$Cu > 4$ ; $1 < Cc < 3$
		Gravas con finos (cantidad apreciable de finos)	GP	Gravas pobremente gradadas, mezclas grava - arena, poco o ningún fino	No cumple todos los requisitos de gradación para GW
	GM		Gravas limosas, mezcla grava - areno - limo	Límites de Atterberg por debajo de la línea A o $lp < 4$	A los materiales sobre la línea A con $4 < lp < 7$ se considera de frontera y se les asigna doble símbolo
	Arenas (más de la mitad de la fracción gruesa menor que el tamiz N°4)	Arenas limpias (poco o ningún fino)	GC	Gravas arcillosas, mezcla grava - areno - arcillosas	Límites de Atterberg por encima de la línea A o $lp > 7$
			SW	Arenas bien gradadas, arenas gravosas poco o ningún fino	$Cu > 6$ ; $1 < Cc < 3$
	Arenas con finos (cantidad apreciable de finos)	Arenas pobremente gradadas, arenas gravosas, poco o ningún fino	SP	Arenas pobremente gradadas, arenas gravosas, poco o ningún fino	No cumple todos los requisitos de gradación para SW
			SM	Arenas limosas, mezcla de arena - limo	Límites de Atterberg por debajo de la línea A o $lp < 4$
	Arenas con finos (cantidad apreciable de finos)	Arenas arcillosas, mezcla arena - arcilla	SC	Arenas arcillosas, mezcla arena - arcilla	Límites de Atterberg por encima de la línea A

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones 2013



## **Suelos arcillosos**

Las arcillas son partículas muy finas con un diámetro menor a 0.075 mm, es decir que el 35 % o más de este material pasa por el tamiz 0.075 mm (N° 200) y con un índice de plasticidad mayor a 10. a ser combinada con agua se obtiene una masa plástica y un gran cambio volumétrico.

Los suelos arcillosos tienen su origen en rocas sedimentarias, estos materiales tienen propiedades expansivas por estar expuestas a la humedad y por el proceso de meteorización donde se formaron. El nivel de material encontrado de estos suelos depende de la proporción de minerales arcillosos ya que afecta en la variación del volumen por contar con partículas sumamente pequeñas. (Montejo, 2010, p.85)

Según Juárez y Rico (2011), las arcillas están compuestas por silicatos de aluminio hidratado y en otros casos se puede encontrar la presencia de magnesio, hierro y otros metales.

### **Clasificación de las arcillas**

- **Caolinitas:** Este tipo de arcillas están compuestas de una lámina de silícica y aluminica que se superponen definitivamente. es decir que son firmes para no permitir el ingreso de moléculas de agua entre ellas. Por lo tanto, serán relativamente estables cuando haya presencia de agua.
- **Montmorillonitas:** Están formadas por una lámina a lumínica entre dos silícicas, por el cual la unión de las retículas del material es débil, en este caso permite en ingreso el agua, ocasionando una expansión además este tipo de arcillas tienen tendencia a la inestabilidad.
- **Ilitas:** Son arcillas que están estructuradas análogamente que las morilonitas, tienen tendencia a formar grumos en su interior característica que reduce el ingreso de agua. Por lo tanto, su expansión es mejor en comparación con las montmorillonitas. (Juárez y Rico, 2011, pp. 38-39)

## **Estructura del pavimento**

El pavimento está construido con diversas capas sobre de la sub rasante. siendo diseñada para lograr resistir las cargas vehiculares, mejorando la transitabilidad, la comodidad y la seguridad de los vehículos. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013, p. 23)

Generalmente la estructura de pavimentos es:

- **Capa de rodadura**

Es conocida como capa o carpeta de rodadura a la sección superficial de la estructura del pavimento, esta capa tiene como función principal proporcionar una superficie de rodamiento óptima, incluyendo la resistencia a los efectos abrasivos de la carga vehicular, debido al contacto directo que tendrá con los vehículos, además

la carpeta de rodadura puede ser de tipo flexible, rígido o de adoquines. (ministerio de transportes y comunicaciones, 2013, p. 24)

- **Base**

Es la parte superior a la sub-base, cuyo objetivo principal es el de sostener, distribuir transmitir los esfuerzos ocasionados por la carga vehicular hacia la sub-base y subrasante en un grado apropiado; su estructuración tiene que ser de material granular que sea drenante ( $\text{CBR} \geq 80\%$ ), además debe drenar el agua que filtre en la carpeta asfáltica. (ministerio de transportes y comunicaciones, 2013, p.24)

- **Sub-base**

La sub-base tiene un material especificado y con el espesor diseñado, debido a que esta capa soportara todas las cargas de la base y la carpeta asfáltica, para transmitir las a la sub rasante, además sirve como un salto a través del material base y la propia subrasante, esta es situada para captar las alteraciones nocivas y luego transferirlas a la subrasante. Esta capa puede tener un  $\text{CBR} \geq 40\%$ . (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013, p. 24)

- **Subrasante**

Es el espacio terminado del pavimento a nivel de deslizamiento de tierras, es donde se colocará y asentará la estructura completa de la carretera y está constituido por la selección

de suelos con propiedades admisibles y macizos por capas para construir una estructura sólida con estado optimizado. Su capacidad de resistencia constituye los puntos básicos para el planteamiento del cuerpo de la carretera que se situará por encima. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2013, p. 23)

### **1.3.3. Ensayos Físicos**

#### **Contenido de humedad (ASTM D2216)**

Es la representación en porcentaje de la relación existente entre el peso del agua en una determinada muestra de suelo seco, razón por la cual al realizar este ensayo se calcula el peso húmedo antes que sea secado en un horno (110±5°C) y obtenga un nuevo peso llamado peso seco del suelo y la pérdida del peso al momento que fue sometido al proceso de secado es el peso del agua. La humedad se calcula mediante la siguiente fórmula. (Díaz, 2014, pp.19-25)

$$\text{Contenido de humedad (\%)} = (\text{peso de agua} / \text{peso de suelo seco al horno}) * 100$$

#### **Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D6913)**

Este ensayo consiste en clasificación y separar los suelos según el tamaño de las partículas que presenta.

Consiste en pasar porciones de muestra de suelo por una serie de tamices de diferentes medidas con la finalidad de calcular los porcentajes que quedan retenidos en cada uno de los tamices, para poder así determinar los porcentajes acumulados de cada malla. (Díaz, 2014, pp. 25-32)

*Tabla 7. Tamaño de tamices*

TAMAÑO DE TAMICES	
Tamiz	Abertura (mm)
3"	75
1 1/2"	38.1
3/4"	19
3/8"	9.5
Nº 4	4.76
Nº 8	2.6
Nº 16	1.1
Nº 30	0.59
Nº 50	0.297
Nº 100	0.149
Nº 200	0.075

*Fuente: manual de suelos y pavimentos*

### Límite de Atterberg (ASTM D4318)

Es posible determinar la plasticidad de suelos de tipos arcillosos ya que dependen del contenido de agua, por ello estos se pueden encontrar límite líquido, plástico, semisólido y sólido. Estos estados suelen presentarse por las divisiones de las partículas ante la presencia de la humedad, por eso cuando el porcentaje de agua que tiene el suelo es elevado, no tendrá resistencia al esfuerzo cortante; todo lo contrario, cuando el contenido de agua es baja ya que incrementa la resistencia. (Díaz, 2014, pp. 38-41)

*Figura 6: Límite de Atterberg*



*Fuente: Elaboración propia*

A continuación, los límites líquido y plástico nos muestran el comportamiento del suelo.

### **Límite líquido (ASTM D4318)**

Consiste en determinar el máximo contenido de humedad del suelo sin pasar del estado plástico al líquido. Este ensayo se realizó mediante la técnica de Copa de Casagrande, donde se toma una muestra de suelo que pasa por la malla N°40 para poder ser mezclada con agua y depositarlas en un recipiente de bronce (cuchara), luego se procede a golpear (25 golpes) consecutivamente haciendo girar la pequeña manivela que se encuentra unido a la base, la altura a la que se encuentra al caer la copa sobre la base es de 1 cm., seguidamente se pasa a realizar el corte de la pequeña porción del suelo y realizar la cantidad de golpes hasta que se cierre la ranura de una longitud de 12 mm. (½”) y se toma una parte del suelo para determinar el contenido de humedad. Este acto se realizó 4 veces para poder obtener la curva de fluidez que muestra la relación entre el contenido de humedad y el N° de golpes. (Díaz, 2014, pp. 42-43)

La fórmula para calcular el límite líquido es la siguiente:

$$LL=W(N/25)^{0.11}$$

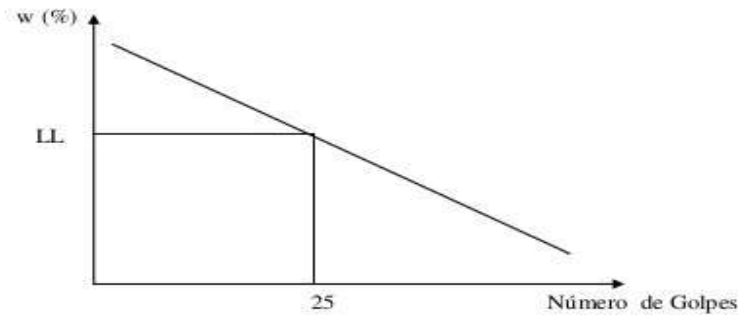
Donde:

LL = Límite líquido

W = Porcentaje de humedad del suelo

N = Número de golpes para cerrar la ranura de la copa

*Figura 7: Diagrama de Fluidez*



*Fuente: Elaboración propia*

### **Límite plástico (ASTM D4318)**

Consiste en determinar la cantidad mínima de humedad con la que el suelo regresa a su condición de plasticidad. En este ensayo se mezcló una porción de suelo con agua para realizar el moldeo de la masa con los dedos hasta obtener una forma cilíndrica de 3 mm., seguidamente se deshace la masa para volver a realizar los mismos pasos hasta obtener un nuevo cilindro de 3mm., este acto será realizado hasta que la masa no logre tener la forma cilíndrica con la medida que se requiere. Luego se pasa a calcular el contenido de humedad perteneciente al límite plástico. (Díaz, 2014, pp. 25-32)

$$LP = [ (Ph - Ps) / Ps ] \times 100 = (Pw/Ps) \times 100$$

Donde:

LP = Límite plástico

Ph = Peso húmedo

Ps = Peso secado al horno

Pw = Peso del contenido de humedad

W = Porcentaje de humedad de suelos

### **Índice de Plasticidad (ASTM D4318)**

En este ensayo se calcula el grado de contenido de humedad del suelo antes de cambiar a estado líquido, para poder clasificar el suelo de acuerdo al índice de plasticidad que presenta.

$$IP = LL - LP$$

Tabla 8. Clasificación del suelo según el índice de plasticidad

### CLASIFICACIÓN DE SUELOS

Índice de plasticidad	Plasticidad	Características
$IP > 20$	Alta	Suelos muy arcillosos
$7 < IP \leq 20$	Media	Suelos arcillosos
$IP < 7$	Baja	Suelos pocos arcillosos
$IP = 0$	No plástico	Suelos exentos de arcilla

Fuente: Manual de Suelos y Pavimentos 2013

#### 1.3.4. Ensayos Mecánico

La finalidad de realizar los ensayos de compactación es determinar la curva de compactación para una determinada energía de compactación, en donde se toma en cuenta el contenido de humedad y la densidad seca para graficar dicha curva y a partir de ello se encuentra la humedad óptima. Con este resultado podemos calcular la cantidad de agua utilizada para compactar el suelo en terreno y así poder tener la máxima densidad seca. y así de esta manera podemos disminuir los futuros asentamientos, aumentar la resistencia de corte y disminuir la permeabilidad.

#### Ensayo Proctor Standard (MTC E 116-ASTM D698)

Para realizar el ensayo de Proctor standard debemos tener una muestra de 3 kg de suelo, luego pasar por el tamiz # 4, agregando agua cuando sea necesario, y compactar este suelo bien mezclado en un molde de 994 cm<sup>3</sup> dividido en tres capas, con 25 golpes cada capa con un martillo de compactación de 24.5 N con altura de caída de 0.305m. Esto proporciona una energía nominal de compactación de 593.7 kJ/m.

Si en el ensayo se está incluyendo el reusó de material, se tendrá retirar del molde, determinar el contenido de humedad y desmenuzar los grumos para lograr tener las partículas del suelo aproximado al tamiz #4, se agrega más agua y se continúa con la compactación del suelo en el molde. este proceso se repetirá el número de veces que sea necesario para obtener los datos que nos permita dibujar la curva de densidad versus el contenido de humedad. la ordenada del diagrama se conoce como densidad máxima y el contenido de humedad para

la densidad máxima se conoce como humedad óptima. (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2016. p 119)

Para realizar el método de Proctor standard la compactación se realiza en un molde con diámetro de 101.6 mm (12400 pielf/pies3).

### **Ensayo CBR (MTC 249-ASTM D1883)**

El ensayo de CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de relación de soporte de california) se realiza después de haber clasificados los suelos por los sistemas AASHTO Y SUCS.

La finalidad de este ensayo es determinar un índice de resistencia de los suelos, denominado valor de relación de soporte.

Este ensayo se realiza para determinar la resistencia potencial de la subrasante, sub-base y materiales de base, también se puede realizar para cualquier material para su uso en pavimentos.

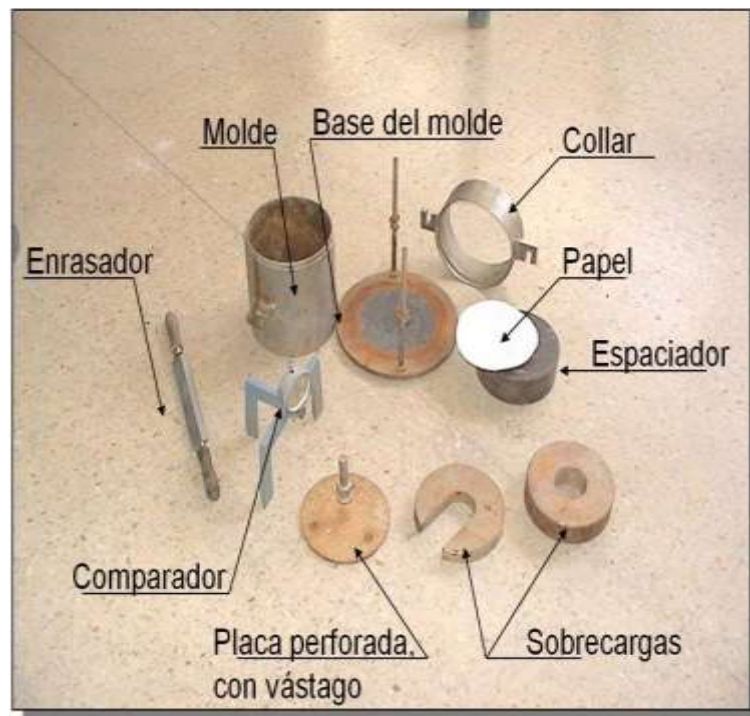
Según Rondón, A. y Reyes, F. (2015). “El ensayo de CBR es utilizable ampliamente para el diseño de pavimentos flexibles, este ensayo se puede realizar en laboratorio o in situ.

Este ensayo se debe realizar sobre suelo saturado para simular las situaciones más críticas, es por ello que los especímenes en laboratorio son sumergidos en agua durante 4 días, con una carga sobre la superficie de los especímenes. El CBR mide de manera indirecta en el suelo una resistencia al corte (penetración) y/o rigidez”.

$$CBR = \frac{\text{Resistencia a la penetración (Psi) requerida para penetrar } 0,1 \text{ pulg} * 100}{(1000 \text{ lb/pulg}^2)}$$



Figura 8: Equipos del ensayo de CBR



### Módulo de Resiliencia

Es un método que nos sirve para determinar el módulo elástico- dinámico de los suelos. para dicho ensayo incluye la preparación y ensayo de suelos no tratados. El módulo resiliente nos brinda la información que tan rígido es un material bajo cargas cíclicas del tipo resiliente, esta información es de gran importancia al momento de diseñar pavimentos. En la práctica determinar el módulo resiliente es muy complicado debido a la falta de equipos o por definición acertadas de trayectorias de esfuerzos, por ello lo que se realiza tradicionalmente es correlacionar con el valor del CBR a través de múltiples ecuaciones. (Universidad de San Simón, 2004, pp 17-18)

$$Mr = 10 \text{ CBR (MPa)} \text{ ó } Mr = 1500 \text{ CBR (psi), para CBR < 10\%$$

## **1.4. Formulación del problema**

### **1.4.1. Problema general**

¿De qué manera mejora las propiedades de los suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante del km+ 17 Pimpingos, Choros 2018?

### **1.4.2. Problemas específicos**

- ¿De qué manera la incorporación de cenizas de cascaras de arroz mejora el límite de consistencia para la subrasante del km+ 17 Pimpingos, Choros 2018?
- ¿De qué manera la incorporación de cenizas de cascaras de arroz mejora la permeabilidad para la subrasante del km+ 17 Pimpingos, Choros 2018?
- ¿De qué manera la incorporación de cenizas de cascaras de arroz mejora la resistencia para la subrasante del km+ 17 Pimpingos, Choros 2018?

## **1.5. Justificación de estudio**

En esta investigación se brindan aportes que nos darán a conocer la justificación en cuanto a los teóricos, metodológica, tecnológica y económica.

### **1.5.1. Justificación teórica**

Esta investigación es sustentada en los fundamentos teóricos y normativos de la estabilización de suelos, además hay estudios anteriores donde sus resultados fueron favorables en cuanto a capacidad portante del suelo y comportamiento elástico.

### **1.5.2. Justificación metodológica**

Esta investigación metodológicamente servirá como una guía para crear un nuevo material para estabilizar suelos arcillosos.

### **1.5.3. Justificación tecnológica**

Este estudio es importante e innovador debido que nos dará a conocer cuáles son las ventajas y desventajas de utilizar cenizas de cáscara de arroz para estabilizar suelos arcillosos.

### **1.5.4. Justificación económica**

Este proyecto es importante económicamente ya que ceniza de cáscara de arroz se encuentra de gran cantidad en la parte norte del país y pueden ser utilizadas, sin generar costos

elevados, además la competencia económica está siendo impulsada por el incremento de la importancia de las carreteras.

## **1.6. Hipótesis**

### **1.6.1. Hipótesis general**

Los suelos arcillosos con cenizas de cáscaras de arroz mejorarían las propiedades para la subrasante del km+ 17 Pimpingos, Choros 2018.

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

**HE1:** La incorporación de cenizas de cáscaras de arroz mejoraría el límite de consistencia de los suelos arcillosos para la subrasante del km+ 17 Pimpingos, Choros 2018.

**HE2:** La incorporación de cenizas de cáscaras de arroz mejoraría la permeabilidad de los suelos arcillosos para la subrasante del km+ 17 Pimpingos, Choros 2018.

**HE3:** La incorporación de cenizas de cáscaras de arroz mejoraría la resistencia de los suelos arcillosos para la subrasante del km+ 17 Pimpingos, Choros 2018.

## **1.7. Objetivos**

### **1.7.1. Objetivo general**

Determinar si el uso de cenizas de cáscaras de arroz estabiliza los suelos arcillosos en la subrasante del km+ 17 Pimpingos, Choros 2018.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

**OE1:** Determinar el límite de consistencia de los suelos arcillosos para la estabilización con cenizas de cáscaras de arroz en la subrasante del km+ 17 Pimpingos, Choros 2018.

**OE2:** Determinar la permeabilidad de los suelos arcillosos con cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante del km+ 17 Pimpingos, Choros 2018.

**OE3:** Determinar la resistencia de los suelos arcillosos con cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante del km+ 17 Pimpingos, Choros 2018.

## **II. MÉTODO**

## **2.1. Diseño de investigación**

Se tiene por conocimiento que los estudios experimentales son usados cuando el investigador desea establecer la probable reacción de un origen que es manipulado. (Del Cil Pérez y Franco, 2007, p.29) Por lo tanto el estudio de investigación es experimental porque se desea contestar las interrogantes a base del experimento.

## **2.2. Variables, operacionalización**

### **2.2.1. Variables**

#### **Independiente:**

Cenizas de cáscaras de arroz

#### **Dependiente:**

Estabilización de suelos arcillosos

### **2.2.2. Operacionalización de las variables**

*Tabla 9. Operacionalización de las variables*

Fuente: Elaboración propia

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN	INDICADORES	INSTRUMENTO
Variable independiente: Cenizas de cáscaras de arroz	La ceniza es el producto de la incineración o incendio de materiales, que pueden ser orgánicas o inorgánicas y gran parte de esta ceniza permanece en forma de polvo en el lugar de combustión y otra parte es expulsada en forma de humo. (Crespo, 2010, p.45)	La ceniza de residuos de arroz tiene un gran desempeño como un adherente (mortero) que puede ser utilizado para la colocación de baldosas o cerámicas gracias a su contenido de sílice, también se han realizado estudios de sus composiciones físicas, químicas y otros ensayos como fluidez y resistencia a la tracción de los morteros, donde la arena fue reemplazada por ceniza en una proporción de 5% a 25% obteniendo resultados que producen fuerzas de tracción comparables a otros adherentes comerciales. (Universidad Tecnológica de Pereira, 2017, p.255)	D1: Adherencia	Adherencia: Es la resistencia que presenta la masa de las cenizas al ser deformada o amasada, estas son obtenidas producto de aplicar fuerzas a las partículas para logren mantenerse unidas mediante los ensayos de proctor modificado y CBR. (Castro, 2017, p.58)	Cenizas de cáscaras de arroz al 10% y 15%	Peso en kg de las cenizas de cascara de arroz
	La ceniza de residuos de arroz tiene un gran desempeño como un adherente (mortero) que puede ser utilizado para la colocación de baldosas o cerámicas gracias a su contenido de sílice, también se han realizado estudios de sus composiciones físicas, químicas y otros ensayos como fluidez y resistencia a la tracción de los morteros, donde la arena fue reemplazada por ceniza en una proporción de 5% a 25% obteniendo resultados que producen fuerzas de tracción comparables a otros adherentes comerciales. (Universidad Tecnológica de Pereira, 2017, p.255)					
	La ceniza de cáscara de arroz es una sustancia que tiene alto contenido de sílice (20%) es por ello que su combustión es dificultosa y en condiciones naturales es muy baja su biodegradabilidad. Las temperaturas que se obtienen al ser quemados los residuos de arroz varían de acuerdo algunas condiciones como por ejemplo 970 °c si se encuentra seca, 650°c si contiene algún grado de humedad y 100°c si se combina con algún combustible. (Castro, 2017, p.55)					
Variable dependiente: Estabilización de suelos arcillosos	La estabilización de suelos es el mejoramiento sus características físicas a través de procesos que pueden ser mecánicos, químicos, naturales o sintéticos. Dichas estabilizaciones se realizan en subrasantes inadecuadas o pobres con la finalidad de aumentar su resistencia mecánica. (Manual de carreteras, 2013, p. 107)	Es la capacidad de modificar las propiedades del suelo para cumplir con los requisitos deseados. Por ello considerando su alteración y composición del suelo, las propiedades que deben ser estudiadas son: Consistencia, capacidad de soporte, comportamiento elástico. (Montejo, 2010, pp.75-76)	D1: Límites de Consistencia D2: Permeabilidad D3: Resistencia	Límites de Consistencia: Las expansiones y contracciones de algunos suelos se deben al cambio de humedad que se pueden dar en forma rápida. Estas expansiones provocan deformaciones y rupturas en pavimentos o en cualquier obra en general. Las expansiones pueden ser controladas como en el caso de las arcillas expansivas que se pueden transformar en masa rígida o granular, cuyas partículas están ligadas para resistir la presión expansiva interna de las arcillas, que se puede lograr con medios químicos o térmicos (Montejo, 2010, pp.76-77)	Análisis granulométrico Índice de plasticidad	Granulometría por tamizado (ASTM D6913) Límite de Atterberg (ASTM D4318)
	La estabilización de suelos es un proceso que se busca aumentar la capacidad de soporte, disminuir la sensibilidad frente al agua e incrementar la resistencia mecánica, y así de esta manera que sea capaz de resistir a largo plazo las deformaciones del tráfico. (Manual de estabilización de suelos con cemento y cal, p.3)			Permeabilidad: La permeabilidad en suelos arcillosos se puede modificar sustancialmente mediante la compactación, inyección, etc. La permeabilidad en suelos se plantea como la disipación de presiones de poros y el flujo de agua a través del suelo, el tener presiones de poros excesivas se puede originar deslizamientos. Si al compactar suelos arcillosos con poca humedad se obtendrá alta permeabilidad debido a los grumos que se disgregan, pero resistiendo el esfuerzo de compactación, mientras mayor sea la humedad de compactación se produce menor permeabilidad y mayor facilidad a deformarse. (Montejo, 2010, p. 79)	Proctor Modificado	Proctor Modificado (ASTM D1557 / ASTM D1883)
	Es la capacidad de modificar las propiedades del suelo para cumplir con los requisitos deseados. Por ello considerando su alteración y composición del suelo, las propiedades que deben ser estudiadas son: Consistencia, capacidad de soporte, comportamiento elástico. (Montejo, 2010, pp.75-76)			Resistencia: De acuerdo al contenido de humedad que presenta un suelo se obtendrá la resistencia, ya que mientras mayor es el porcentaje de agua que tiene un suelo disminuye la resistencia. Por ello los suelos arcillosos secos tienen una gran ventaja en la resistencia pero al ser sometidos a un proceso de secado a altas temperaturas la ventaja en su resistencia es aún mayor presentando un comportamiento elástico. (Montejo, 2010, pp.77-78)	CBR	ASTM D1883

### 2.2.3. Matriz de consistencia

Tabla 10. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	
¿De qué manera mejora las propiedades de los suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018?	Determinar si el uso de cenizas de cáscaras de arroz estabiliza los suelos arcillosos en la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018.	Los suelos arcillosos con cenizas de cáscaras de arroz mejoraría las propiedades para la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018.	<b>Variable Independiente:</b> Cenizas de cáscara de arroz	D1: <b>Cenizas de cáscaras de arroz</b>	Cenizas de cascara de arroz al 10% y 15%	
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICOS		<b>Variable Dependiente:</b> Estabilización de suelos arcillosos	D1: <b>Limites de Consistencia</b>	Análisis granulométrico Índice de plasticidad
¿De qué manera la incorporación de cenizas de cascara de arroz mejora la limites de consistencia para la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018?	Determinar la limites de consistencia de los suelos arcillosos con cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018.	La incorporación de cenizas de cáscaras de arroz mejoraría el limite de plasticidad de los suelos arcillosos para la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018.			D2: <b>Permeabilidad</b>	Proctor Modificado
¿De qué manera la incorporación de cenizas de cascara de arroz mejora la permeabilidad para la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018?	Determinar la permeabilidad de los suelos arcillosos con cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018.	La incorporación de cenizas de cáscaras de arroz mejoraría la permeabilidad de los suelos arcillosos para la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018.			D3: <b>Resistencia</b>	Ensayo CBR
¿De qué manera la incorporación de cenizas de cascara de arroz mejora la resistencia para la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018?	Determinar la resistencia de los suelos arcillosos con cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018.	La incorporación de cenizas de cáscaras de arroz mejoraría la resistencia de los suelos arcillosos para la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018.				

Fuente: Elaboración propia

## **2.3. Población y muestra**

### **2.3.1. Población**

Según Hernández y otros, en el año 2010, señalan lo siguiente: “las poblaciones deben situarse de acuerdo a las características del contenido, lugar y tiempo”. (p. 174). Por consiguiente, la población correspondiente en esta investigación son los 37 kilómetros de la carretera Pimpingos – Choros, departamento de Cajamarca.

### **2.3.2. Muestra**

La muestra es un subconjunto de la población, es decir una porción del total, y que se tiene que delimitar con exactitud para obtener resultados similares a las que se obtendrán de toda población. (Hernández y otros, 2014 pág. 175)

Por consiguiente, en esta investigación se tomará como muestra el km+ 17 de la carretera Pimpingos, Choros 2018.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **2.4.1. Técnica de recolección de datos**

Según Fidiás (2012). Nos menciona que el método para la recolección de datos nos sirve para tener diversas informaciones. Por lo tanto, en esta investigación se utilizará la técnica observación donde se tomará datos del ensayo que se van a realizar en el laboratorio garantizando la validez y confiabilidad del resultado de los ensayos.

### **2.4.2. Instrumento de investigación**

Son las calicatas a realizar y las plantillas de cálculo para los ensayos en laboratorio.

### **2.4.3. Validez**

Es establecido como el valor de una herramienta y miden las variables de estudio. (Ruiz 2002, p.12).



*Tabla 11. Rango y Magnitud de validez*

<b>Rangos</b>	<b>Magnitud</b>
0.81 a 1.00	Muy alta
0.61 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

*Fuente: Reproducido de Ruiz Bolívar 2002*

#### **2.4.4. Confiabilidad**

Palella y otros (2012) nos mencionan que:

La confiabilidad que es la ausencia de error aleatorio en un instrumento de recolección de datos, por lo tanto, en esta investigación no se realizó confiabilidad debido a que se usará ficha de recolección de datos del laboratorio donde se realizará los ensayos.

#### **2.5. Métodos de análisis de datos**

En esta investigación se realizará calicatas para extraer una muestra de suelos para realizar ensayos de materiales y pruebas en laboratorio para medir la consistencia, capacidad de soporte y comportamiento elástico, adicionando cenizas de cáscara de arroz.

Los datos obtenidos serán analizados y evaluados para luego ser interpretados y finalmente se pasarán a realizar las conclusiones sobre la estabilización de suelos arcillosos con ceniza de arroz.

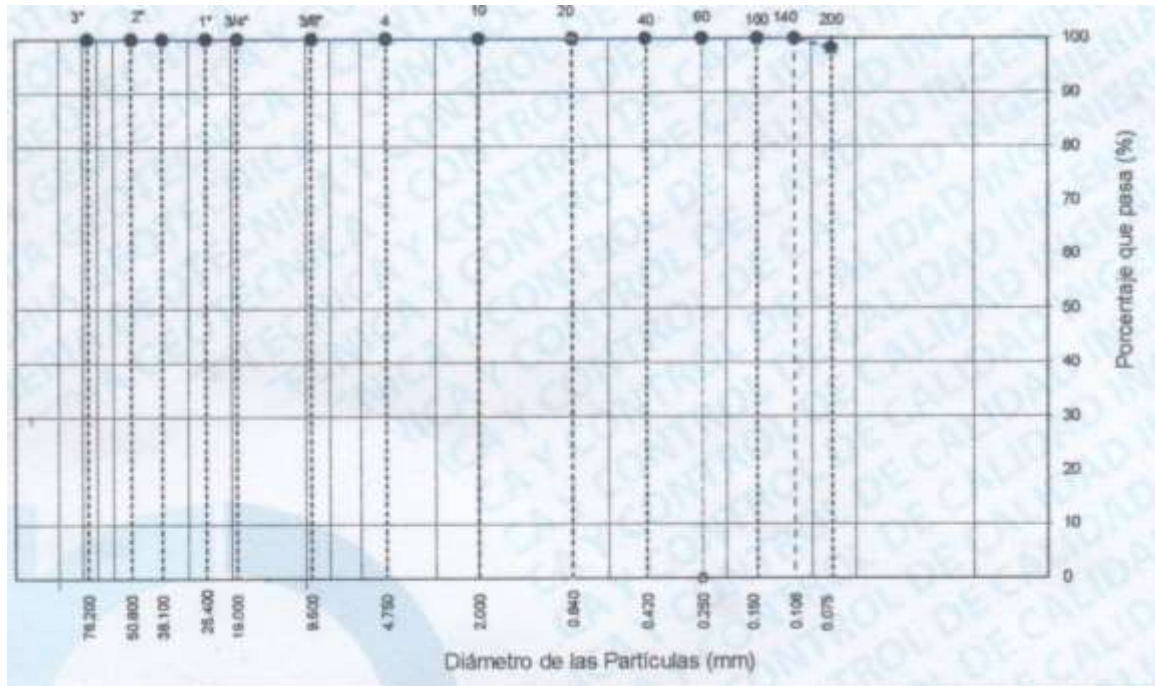
#### **2.6. Aspectos éticos**

En cuanto a los aspectos éticos de esta investigación, se tendrá en cuenta la veracidad y validez de los resultados, toda información extraída de otros investigadores será citado y referenciado bibliográficamente bajo el sistema de referencia de la norma APA

### **III. RESULTADOS**

En el presente capítulo se dará a conocer los resultados de los ensayos realizados a la muestra de suelos arcillosos aplicando ceniza de cascará de arroz, provenientes del distrito de Pimpingos- Cutervo- Cajamarca.

*Figura 9: Análisis Granulométrico por tamizado*



*Fuente: Elaboración propia*

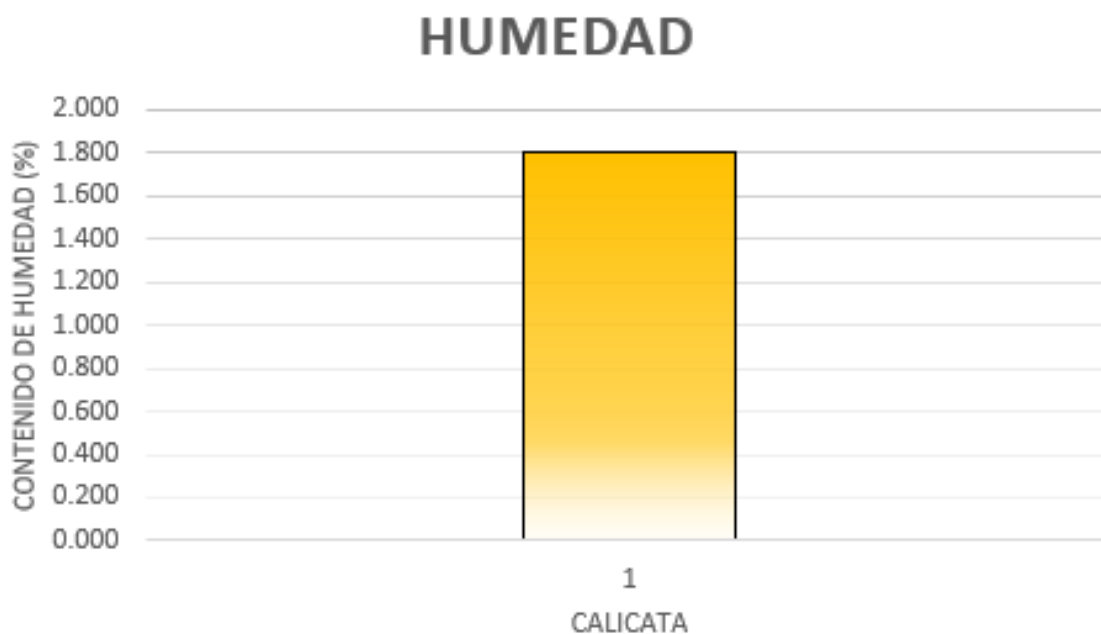
#### DESCRIPCIÓN:

Según el ensayo de granulométrico por tamizado se puede demostrar que el material obtenido de la calicata número 1, logro pasar el 98.2 % de la malla 200 siendo un material con gran cantidad de finos, por lo cual se puede apreciar que la curva granulométrica que es casi recta, solo teniendo el 1.8 % de arena.

#### INTERPRETACIÓN:

De acuerdo a la muestra extraída de la calicata ubicada en la parte media de la carretera Pimpingos – Choros en el Km +17, se pudo demostrar la clasificación SUCS en el laboratorio de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD (INGEOCONTROL) que la muestra es una arcilla de baja plasticidad (CL) color beige claro en condición parcialmente húmeda, plasticidad media sin la presencia de materiales extraños ajenos al suelo y mediante la clasificación AASHTO pertenece al grupo A-6 (8).

Figura 10: Contenido de humedad



Fuente: Elaboración propia

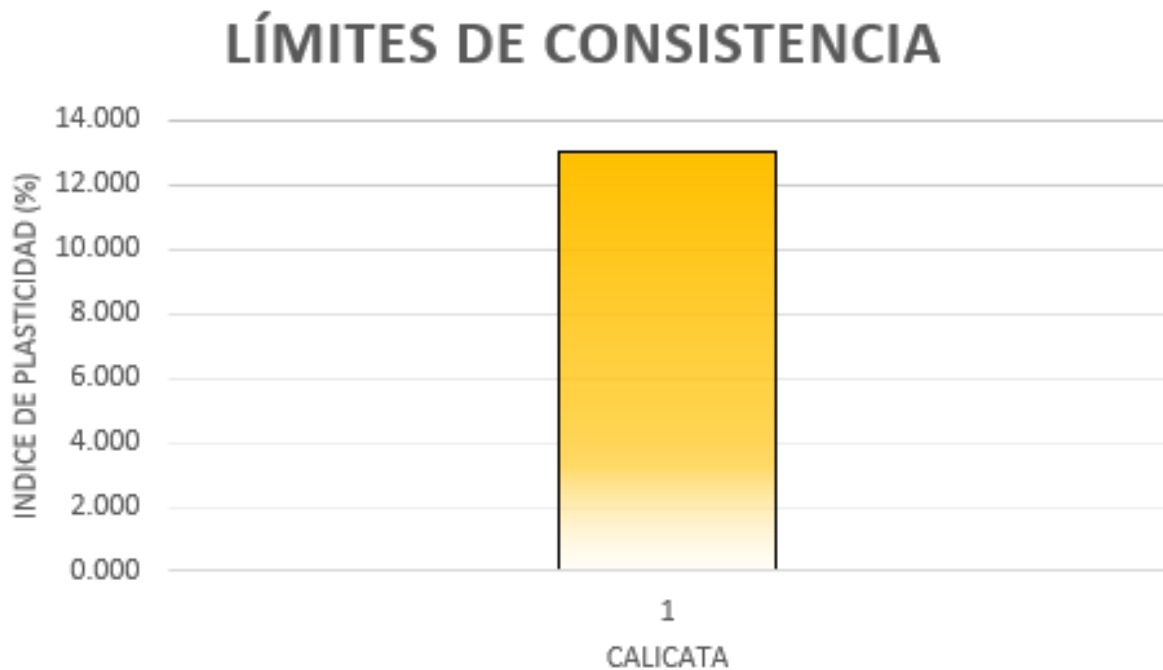
#### DESCRIPCIÓN:

La muestra de la calicata presenta 1.8% de contenido de humedad esto se debe a la baja presencia de lluvias en la zona de Cajamarca entre los meses de julio a diciembre, razón por la cual la muestra está parcialmente humedada.

#### INTERPRETACIÓN:

Se puede apreciar que la muestra está semi seca, esto se puede corroborar con el ensayo realizado, esto es consecuencia de la baja presencia de lluvias, es por ello que al someter la muestra al proceso de secado en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C no presento mucha variación.

Figura 11: Contenido de humedad



Fuente: Elaboración propia

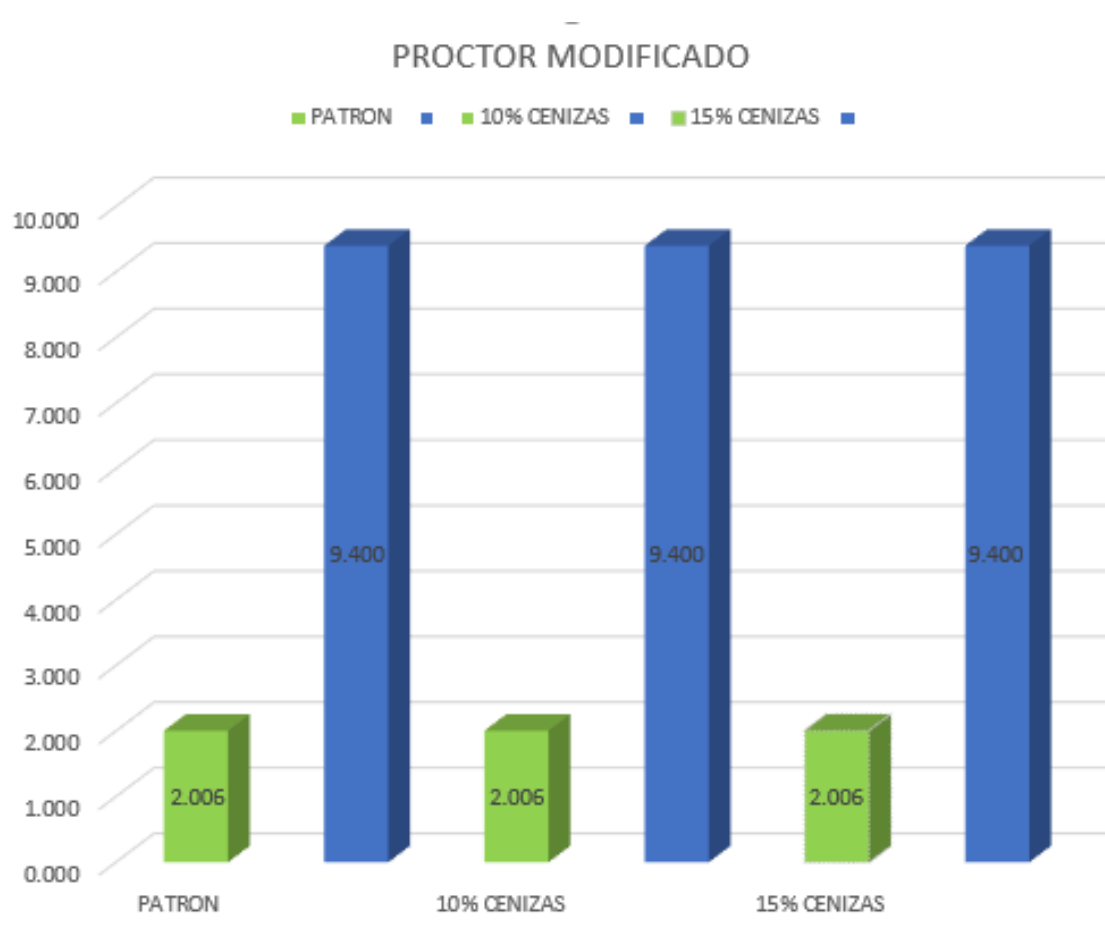
#### DESCRIPCIÓN:

El contenido de humedad que presenta la muestra de la calicata es de 1.8%, esto se debe a la baja presencia de lluvias en la zona de Cajamarca entre los meses de julio a diciembre, razón por la cual la muestra está parcialmente humedad.

#### INTERPRETACIÓN:

De acuerdo a los ensayos de consistencia que fue sometida la muestra nos arroja un índice de plasticidad de 13% es decir que un suelo arcilloso al ser sometido o sumergido en agua logra capturar muy rápido la humedad hasta volverse plásticos; por ello este tipo de suelo posee una baja capacidad portante.

Figura 12: Proctor modificado



Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Datos de Proctor modificado

PROCTOR MODIFICADO		
MUESTRAS	DENSIDAD SECA (%)	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
Patrón	2.006%	9.4%
10% ceniza	2.006%	9.4%
15% ceniza	2.006%	9.4%

Fuente: Elaboración propia.

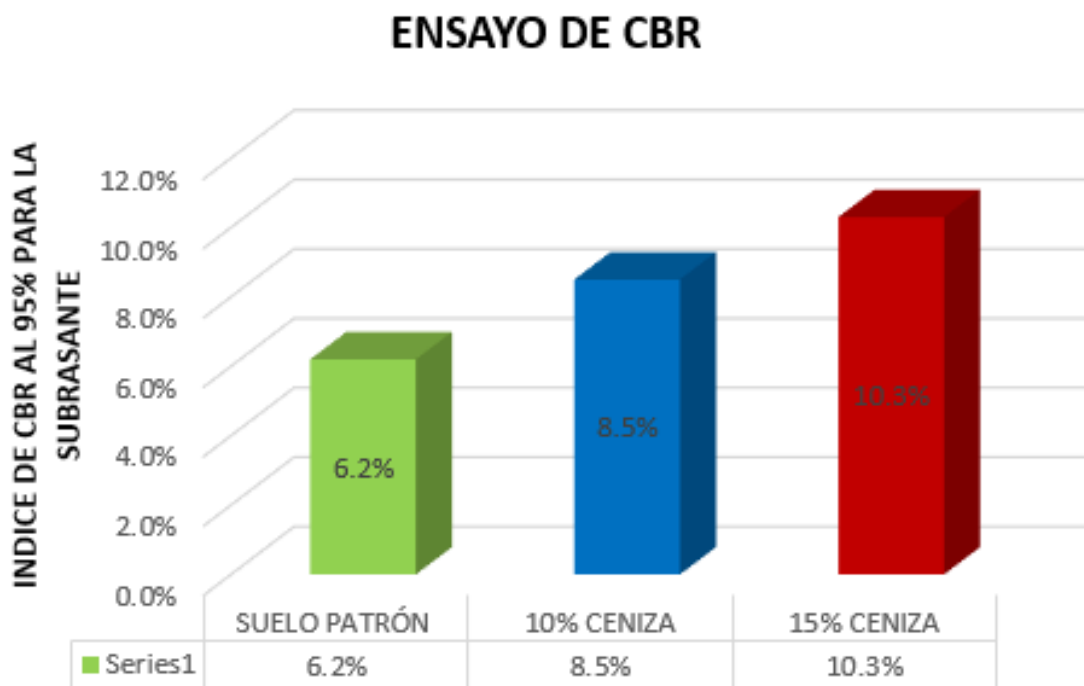
## DESCRIPCIÓN:

La relación entre la máxima densidad seca y el contenido de humedad viene hacer el ensayo de Proctor modificado, en este ensayo tenemos como muestra patrón a un suelo con 2.006 g/cm<sup>3</sup> de densidad seca y un 9.4 % de contenido de humedad y al combinar con cenizas en un porcentaje de 10% de la muestra inicial, obtendremos una densidad máxima seca de 2.006 g/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad optima de 9.4%, al realizar la segunda combinación con un porcentaje de 15% de ceniza obtendremos una densidad máxima seca de 2.006 g/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad optima de 9.4%.

## INTERPRETACIÓN:

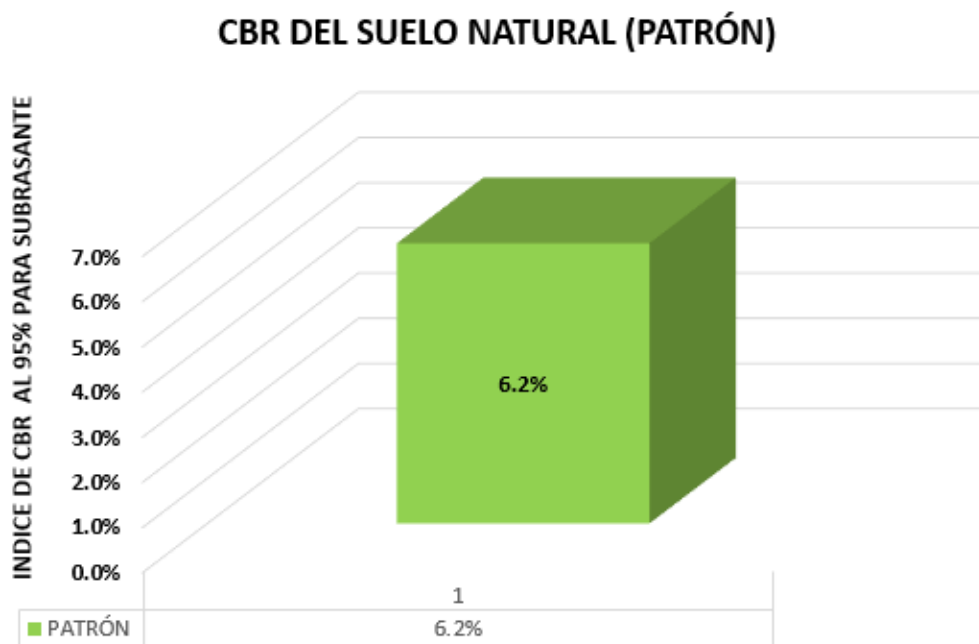
En dicho ensayo se puede apreciar que al realizar las combinaciones de la muestra con ceniza en los porcentajes de 10% y 15% los resultados arrojan que dicha muestra tiene 2.5g/cm<sup>3</sup> como máxima densidad seca y un 9.4% de optimo contenidos de humedad, en dichos resultados se puede apreciar que son iguales, esto es debido a que el porcentaje de combinación de las cenizas son mínimas, razón por la cual la cenizas no influyen en el óptimo contenido de humedad ni en la máxima densidad seca.

Figura 13: CBR Suelo Natural



Fuente: Elaboración propia

Figura 14: CBR Suelo natural



Fuente: Elaboración propia

#### **DESCRIPCIÓN:**

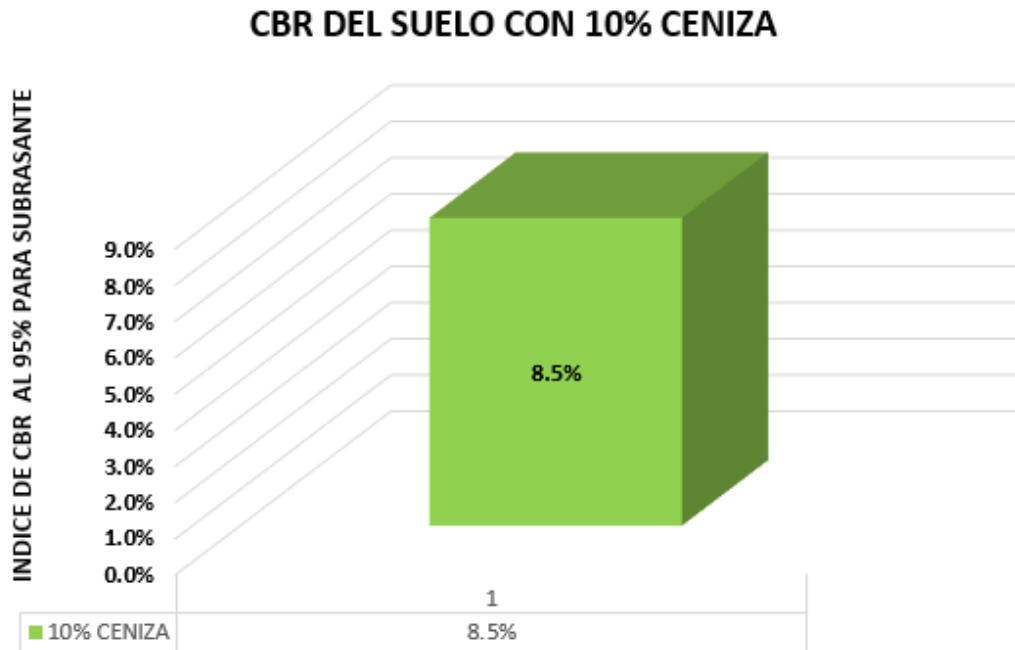
El ensayo de CBR se tendrá como referencia la muestra del suelo natural que tiene una densidad de 2.006 g/cm<sup>3</sup> y un contenido de humedad de 9.4%. Dicha muestra después de ser llevada a saturación se mide su resistencia con una penetración al 0.1” el cual nos brinda un resultado de 6.2% de CBR con una lectura al 95% para subrasante.

#### **INTERPRETACION:**

El ensayo de CBR nos permite clasificar el estado del suelo si es apto o no, para ser utilizado como sub rasante cumpliendo con los requisitos de la norma del ministerio transportes y comunicaciones E-101. El resultado obtenido muestra que el suelo natural nos arroja un 6.2 % de CBR el cual es un suelo pobre para uso en subrasantes.



Figura 15: CBR suelo combinado con 10% de ceniza de cáscaras de arroz



Fuente: Elaboración propia

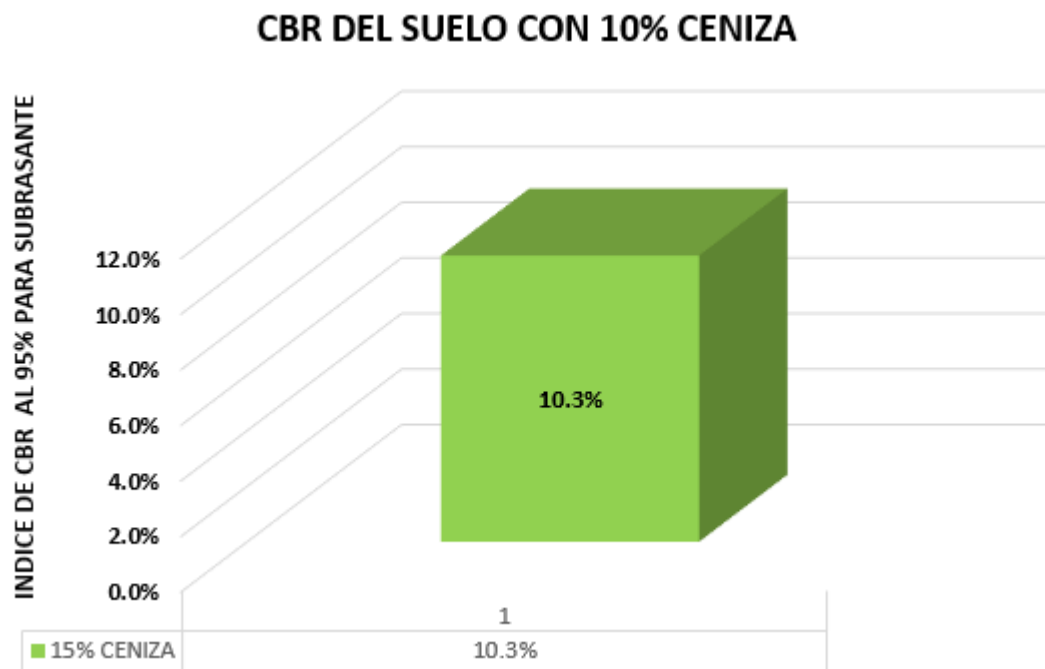
### DESCRIPCIÓN:

Dicho ensayo de CBR es realizado a la muestra combinada con ceniza de cascara de arroz con un 10%, es decir esta muestra es llevada a saturación y luego se mide su resistencia con una penetración al 0.1”, el cual arroja como resultado 8.5% de CBR con una lectura al 95% para subrasante.

### INTERPRETACIÓN:

El ensayo de CBR nos permite clasificar las condiciones en las que se encuentra el suelo, es decir dicho ensayo nos permite verificar si el suelo es apto para ser utilizado como subrasante. El resultado de dicho ensayo nos arroja un 8.5% de CBR, comparando con los requisitos de la norma del ministerio de transportes y comunicaciones, el resultado obtenido es un suelo regular para uso de subrasante.

Figura 16: Suelo combinado con 15% de ceniza de cáscaras de arroz



*Fuente: Elaboración propia*

#### **DESCRIPCIÓN:**

Dicho ensayo de CBR es realizado a la muestra combinada con ceniza de cascara de arroz con un 15%, es decir esta muestra es llevada a saturación y luego se mide su resistencia con una penetración al 0.1”, el cual arroja como resultado 10.3% de CBR con una lectura al 95% para subrasante.

#### **INTERPRETACIÓN:**

El ensayo de CBR nos permite clasificar las condiciones en las que se encuentra el suelo, es decir dicho ensayo nos permite verificar si el suelo es apto para ser utilizado como subrasante. El resultado de dicho ensayo nos arroja un 10.3% de CBR, comparando con los requisitos de la norma del ministerio de transportes y comunicaciones, el resultado obtenido es un suelo regular para uso de subrasante.

muestra que el suelo natural nos arroja un 10.3% de CBR el cual es un suelo regular para uso en subrasantes.

#### **IV. DISCUSIONES**

1. Según la investigación de Castro la clasificación de suelos mediante la norma SUCS menciona que es un suelo malo para ser utilizado subrasante clasificándolo como suelo arcilloso de baja plasticidad (CL), pero hechas las combinaciones de ceniza de cascara de arroz y cal el valor del CBR aumenta para las combinaciones planteadas, es decir permite tener cifras con mayor capacidad de soporte de resistencia, elevando el valor del CBR al 100% de la máxima densidad seca del 5% hasta un 38.5 % esto se logró con un 20% de adición de ceniza de cascara de arroz más cal. Si comparamos su investigación con la presente tesis podemos decir que la estabilización del suelo arcilloso logra aumentar el valor del CBR de un 6.2% hasta un 10.3 % con una combinación de 15% de ceniza de casca de arroz teniendo un suelo regular para uso en subrasante.
2. Según la investigación de Carrasco en sus ensayos realizados de Proctor modificado al suelo natural tiene una máxima densidad seca de 1.67 g/cm<sup>3</sup> y el óptimo contenido de humedad de 8.6 % y con el 45% de ceniza de caña de azúcar, la densidad seca es de 1.65 g/cm<sup>3</sup> y el óptimo contenido de humedad de 8.7 %, mostrando una disminución en la máxima densidad seca y un pequeño incremento en el óptimo contenido de humedad es decir que al incrementar ceniza no hay una variación considerable en los resultados por ello, en comparación con esta investigación que al combinar la muestra con 10% y 15% que son cantidades menores, se puede apreciar que la máxima densidad seca y óptimo contenido de que la ceniza no influye de una manera considerable debido a que no absorbe agua. humedad de 2.006 g/cm<sup>3</sup> y 9.4% respectivamente se mantienen en los 3 ensayos, es decir
3. Según la investigación de Mamani y Yataco, menciona que al aplicar cenizas de madera de fondo, el índice de plasticidad disminuye mejorando las propiedades físicas y mecánicas del suelo; de tal manera que logra mejorar la resistencia del suelo y que en comparación con nuestra investigación podemos decir que si guarda cierta relación debido que la resistencia en los ensayos de CBR se puede apreciar con un 15% de ceniza tenemos un CBR de 10.3% entonces decimos que la aplicación de cenizas cascara de arroz si mejora la capacidad de soporte del suelo arcilloso, en cambio en los datos del Proctor modificado no tenemos ninguna variación debido a

que nuestras combinaciones son mínimas en comparación con la investigación de Mamani y Yataco, pero teniendo un resultado favorable en resistencia del suelo.

4. Vega en su tesis nos menciona que la paja de trigo se encuentra en grandes cantidades por el tramo de la carretera a estabilizar, siendo esta esencial en el aspecto económico ya que se aprovechó un recurso no comúnmente usado. Por otro lado, se pudo apreciar que al someter la muestra al laboratorio arroja un CBR PATRÓN al 100% de 21.10 %, todo lo contrario, cuando se le adiciono el 10% de ceniza de paja de trigo ya que este arroja un CBR al 100% de 20.2%, observando así que no se logró estabilizar la subrasante del pavimento. Por ello para la presente tesis teniendo como referencia los resultados anteriores, al mezclar las cenizas de cascaras de arroz con la muestra arcillosa se pudo verificar que tampoco es posible estabilizar la subrasante ya que arroja un CBR PATRON al 100% de 8.5% y con la adición del material al 10% y 15% se obtuvo un CBR al 100% de 12.1% y 15.5% respectivamente, presentando asi un suelo regular no bueno para estabilización.
5. En esta investigación Llamoga nos menciona que el CBR obtenido al combinar las cenizas de cascarillas de arroz con suelos arcillosos va desde el 2.85% a 4.52% adicionando el 4% y para un volumen de ceniza del 7% el CBR logra tener un incremento desde 2.85% a 7.8% mostrando así que es un suelo muy pobre para estabilizar la subrasante. Por ello corroborando con los ensayos realizados al mezclar al 10% y 15% nos arroja un CBR al 100% de 12.1% y 15.5% respectivamente siendo asi material pésimo para el uso de estabilización.
6. Para Cañar la estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón trae cuantiosos beneficios en sus propiedades químicas y físicas, así como también un incremento en el CBR, ya que inicialmente presentaba 9.10% hasta el 11.20% pero al combinarlas con el 25% de cenizas de carbón se obtuvo como resultado que varía desde 15% hasta 19.6% razón por la cual ya puede ser utilizado como material de subrasante. Todo lo contrario, al mezclarlas con cenizas de cascaras de arroz ya que al ser un material que no logra absorber humedad la variación en el CBR es mínima.

7. Según Behak y Washington las cenizas de cáscaras de arroz más la adición de cal, logran estabilizar a suelos arcillosos, por lo que en esta investigación se tuvo un CBR inicial de 9% y que al ser mezcladas con el 20% de cenizas más 10% de cal logro incrementar considerablemente el CBR en un 25%, esto se debe al gran aporte que tiene la cal como material absorbente de la humedad ya que al verificar en la presente tesis la combinación de la muestra arcillosa solo con las cenizas de cascaras de arroz no varía mucho el CBR porque tienen diferentes propiedades en comparación a la cal que es un material hidráulico como el cemento.
  
8. Para Morales la estabilización con cenizas de carbón es muy beneficiosa por lo que se puede encontrar en grandes cantidades en las zonas industriales razón por la cual se le podría dar un buen uso y obtener beneficios económicos. Pero eso no es la única ventaja que posee dicho material ya que de acuerdo a la investigación que se realizó puede ser utilizada para la estabilización de suelos por presentar propiedades que aumentan la resistencia

## **V. CONCLUSIONES**

1. Se logro determinar mediante los ensayos realizados que la ceniza de cascara de arroz estabiliza los suelos arcillosos en la subrasante del km+17 Pimpingos - Choros, adicionando el 10% y 15% de ceniza logramos obtener el valor de 8.5% y 10.3% de CBR clasificándolo como un suelo regular para subrasante.
  
2. Se determino la consistencia del suelo arcillosos mediante los ensayos realizados pudimos obtener que el limite liquido es de 25%, limite plástico 12%, índice de plasticidad 13% y teniendo como resultado que el tipo de suelo es una arcilla de baja plasticidad (CL) color beige claro en condición parcialmente humedad, plasticidad media sin presencia de materiales ajenos al suelo.
  
3. Se logro determinar la permeabilidad mediante el ensayo de Proctor modificado, con la compactación de suelos dando como resultado que la máxima densidad seca del terreno es 2.006 g/cm<sup>3</sup> y el optimo contenido de humedad de 9.4%, por ello realizando las combinaciones respectivas con las cenizas de cascara de arroz al 10% y 15% nos arrojan los mismos resultados, esto debido a que el componente estabilizador es mínimo en proporciones y no absorben humedad.
  
4. Se logro determinar la resistencia mediante el ensayo de CBR, donde se tomo como referencia al suelo natural la cual presento un CBR de 6.2% al 95% con una penetración a 0.1" y con la adición de cenizas de cascara de arroz al 15% presento como valor máximo 10.3% al 95% de CBR con una penetración a 0.1".



## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a la municipalidad del distrito de Pimpingos o a las autoridades competentes realizar la estabilización del suelo arcilloso localizado en el km +17 de la carretera Pimpingos – Choros, agregando ceniza de cascara de arroz en un 15% para obtener un suelo estable y evitar problemas de asentamientos y expansión de la arcilla.
  
2. Se recomienda a las municipalidades implementar este tipo de estabilización en sus proyectos debió a que el costo de la ceniza de cascara de arroz son mínimos y se puede obtener mayores beneficios económicos
  
3. Se recomienda que para lograr estabilizar suelos de tipos arcillosos con cenizas de cascara de arroz, es importante adicionarle un material hidráulico para mejorar sus propiedades físicas y químicas ya que al solo combinar la muestra arcillosa con cenizas de cascara de arroz solo se logra obtener un tipo de suelo regular.

## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Braja, D. (2001). Fundamentos de ingeniería geotécnica. Thomson International: USA.
- Behak, L. y Peres, W. (2008). *Revista Ingeniería de construcción*. Recuperado de [https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S071850732008000100004&lng=es&nrm=iso](https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S071850732008000100004&lng=es&nrm=iso)
- Cañar, E. (2017). Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con cenizas de carbón (Tesis de pregrado). Recuperado de: <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25266/1/Tesis%201115%20-%20Ca%C3%B1ar%20Tiviano%20Edwin%20Santiago.pdf>
- Castro, A. (2017). Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de cáscaras de arroz para el mejoramiento de la subrasante (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://www.google.com.pe/search?q=tesis+de+estabilizacion+de+suelos+con+cenizasde+arroz&oq=tesis+de+estabilizacion+de+suelos+con+cenizasde+arroz&aqs=chrome..69i57j59l9j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>.
- Carrasco, D. (2017). Estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de Moro a Virahuanca en el Distrito de Moro – Provincia del Santa,(Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10223>
- Crespo, C. (2004) Mecánica de suelos y cimentaciones. 5. a ed. Limusa: México, 2004.
- Del Cid, R. y Franco, R. (2007). *Investigación fundamentos y metodología*. México: Pearson.
- Díaz, Abraham (2014). Mecánica de suelos: naturaleza y propiedades. Editorial: Trillas. México.
- Fernández, S (2011) Conceptos que conforman el proyecto ejecutivo carreteras. Recuperado de [http://www.sct.gob.mx/fileadmin/subseInfraestructura/conceptos\\_de\\_carreteras.pdf](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/subseInfraestructura/conceptos_de_carreteras.pdf)

- Heros, E. (2013). Manejo integrado en el cultivo de arroz. Recuperado de <https://www.agrobanco.com.pe/data/uploads/ctecnica/006-a-arroz.pdf>
- McDowell, C. (1966) “Evaluation of Soil-Lime Stabilization Mixtures”. Highway Research Record, National Research Council Washington, EEUU.
- Juárez, E. y Rico, A. (2011). Mecánica de suelos. Editorial: Limusa. México.
- Hodgson, M. (2007). Muestreo y descripción de suelos. Reverte: España.
- Juárez E. y Rico R. (2015). Fundamentos de la mecánica de suelos. Limusa: México.
- Lambe, W (2012). Mecánica de Suelos. Editorial: Limusa. México.
- Llamoga, L. (2017). Estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar en el tramo de Moro a Virahuanca en el Distrito de Moro – Provincia del Santa,  
2017 (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10223>
- Mamani, L. y Yataco, A. (2016). Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasantes al adicionar ceniza de cascarilla de arroz, Cajamarca 2016 (Tesis de pregrado). Recuperado de [http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/1387/discover?filtertype=subject&filter\\_relational\\_operator=equals&filter=Suelos](http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/1387/discover?filtertype=subject&filter_relational_operator=equals&filter=Suelos)
- Manual técnico para el cultivo de arroz (2003). Recuperado de <https://curlacavunah.files.wordpress.com/2010/04/el-cultivo-del-arroz.pdf>
- McDowell, C. (1966). Evaluation of Soil-Lime Stabilization Mixtures. Highway Research Record, National Research Council Washington, EEUU.
- Ministerio de transportes y comunicaciones (2013). *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Recuperado de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4955.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4955.pdf)

- Ministerio nacional agricultura. *Cultivo de arroz*. Recuperado de [http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manualesboletines/arroz/arroz\\_en\\_barrizal.pdf](http://agroaldia.minagri.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manualesboletines/arroz/arroz_en_barrizal.pdf)
- Ministerio nacional agricultura. *Producción agrícola y ganadera*. Recuperado de [http://minagri.gob.pe/porta1/download/pdf/herramientas/boletines/prod-agricolaganadera/prod-agricola-ganadera-iv-trimestre2017\\_020318.pdf](http://minagri.gob.pe/porta1/download/pdf/herramientas/boletines/prod-agricolaganadera/prod-agricola-ganadera-iv-trimestre2017_020318.pdf)
- Montejo, A. (2010). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Recuperado de <https://samustuto.files.wordpress.com/2014/09/ingenieric3ada-de-pavimentos-paracarreteras-tomo-i-ed-3ra-alfonso-montejo-fonseca.pdf>
- Morales (2015). Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas (Tesis de pregrado). Recuperado de <https://repository.udem.edu.co/handle/11407/1236>
- Muthadhi, A. and S. Kothandaraman (2010). Optimum production conditions for reactive rice husk ash. *Materials and Structures*.
- Palma, C., Ortiz, J., Ávalos, F. y Castañeda, A. (2016). *Revista Afinidad LXXIII*. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/afinidad/article/viewFile/312010/402105>
- Pranav, M. y Koteswara, D. (2011). “Stabilization Of Expansive Soil With Rice Husk Ash, Lime And Gypsum – An Experimental Study”. *International Journal of Engineering Science and Technology*.
- Perez, A. (2014) “Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón para su uso como subrasante mejorada”. Tesis para optar título profesional, FIC-UNI, Lima, Perú.
- Reyes, F., Madrid, M. y Salas, S. (2007). *Revista Universidad de Costa Rica*. Recuperado de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/vial/article/view/2063>
- Rodríguez, A. *La ingeniería de los suelos en las vías terrestres Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas*. Limusa: México, 2005. 460 pp.

- Rondón, H. y Reyes, F. (2015). Pavimentos, materiales, construcción y diseño. Primera edición. Lima.

- Thenoux, G. y Carrillo, H. (2012). *Revista Ingeniería y gestión de la construcción*.

Recuperado de:

[http://www2.udec.cl/~provincial/trabajos\\_pdf/15ThenouxCenizasPetropower.pdf](http://www2.udec.cl/~provincial/trabajos_pdf/15ThenouxCenizasPetropower.pdf)

- Tingle, J. S., Newman, J. K., Larson, S. L., Weiss, C. A., & Rushing, J. F. (2007) “Stabilization Mechanisms of Nontraditional Additives,” Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board. Washington, EEUU.

- Vásquez, D. (2010). Pavimentos no tradicionales para carreteras de selva baja con bajo volumen de tránsito, aplicación: Carretera Contamana – Aguas Calientes, Loreto. Tesis para optar título profesional, FIC-UNI, Lima, Perú.

- Vega, A. (2017). Estabilización de los suelos con adición de cenizas de paja de trigo al 100% carretera Macashca tramo Pariac Alto provincia de Huaraz - 2017 (Tesis de pregrado). Recuperado de <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/4021>

## **VIII. ANEXOS**



Anexo 01 Matriz de consistencia

Tabla 13. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
¿De qué manera mejora las propiedades de los suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018?	Determinar si el uso de cenizas de cáscaras de arroz estabiliza los suelos arcillosos en la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018.	Los suelos arcillosos con cenizas de cáscaras de arroz mejoraría las propiedades para la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018.	<b>Variable Independiente: Cenizas de cáscara de arroz</b>	<b>D1: Cenizas de cáscaras de arroz</b>	Cenizas de cascaras de arroz al 10% y 15%
<b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b>			
¿De qué manera la incorporacion de cenizas de cascaras de arroz mejora la limites de consistencia para la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018?	Determinar la limites de consistencia de los suelos arcillosos con cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018.	La incorporación de cenizas de cáscaras de arroz mejoraria el limite de plasticidad de los suelos arcillosos para la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018.	<b>Variable Dependiente: Estabilización de suelos arcillosos</b>	<b>D1: Limites de Consistencia</b>	Análisis granulométrico Índice de plasticidad
¿De qué manera la incorporacion de cenizas de cascaras de arroz mejora la permeabilidad para la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018?	Determinar la permeabilidad de los suelos arcillosos con cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018.	La incorporación de cenizas de cáscaras de arroz mejoraria la permeabilidad de los suelos arcillosos para la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018.		<b>D2: Permeabilidad</b>	Proctor Modificado
¿De qué manera la incorporacion de cenizas de cascaras de arroz mejora la resistencia para la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018?	Determinar la resistencia de los suelos arcillosos con cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018.	La incorporación de cenizas de cáscaras de arroz mejoraria la resistencia de los suelos arcillosos para la subrasante en el km +17 Pimpingos, Choros 2018.		<b>D3: Resistencia</b>	Ensayo CBR

Fuente: Elaboración propia

## **Anexo 02. Panel fotográfico**

*Anexo 02.01. Realizando la calicata para extraer el material de estudio.*



*Fuente: Elaboración propia*

*Anexo 02.02. Extracción de arcilla de la carretera Pimpingos- Choros.*



*Fuente: Elaboración propia*

*Anexo 02.03. Planta de arroz en el caserío Cuyca- Pimpingos- Cutervo*



*Fuente: Elaboración propia*

*Anexo 02.04. cascara de arroz, proceso de quemado*



*Fuente: Elaboración propia*

*Anexo 02.05. Proceso de quemado de la cascara de arroz.*



*Fuente: Elaboración propia*

*Anexo 02.06. Obtención de la ceniza de cascara de arroz.*



*Fuente: Elaboración propia*

*Anexo 02.07. Trituración de la muestra.*



*Fuente: Elaboración propia*

*Anexo 02.08. muestra para ser tamizado*



*Fuente: Elaboración propia*



*Anexo 02.09. Proceso de tamizado de la muestra.*



*Fuente: Elaboración propia*

*Anexo 02.10. Peso de la muestra.*



*Fuente: Elaboración propia*

**Anexo 02.11.** Selección de muestra para realizar ensayos de límite líquido y plasticidad.



*Fuente: Elaboración propia*

**Anexo 02.12.** Secado de muestra del límite plástico



*Fuente: Elaboración propia*

*Anexo 02.13. Ensayo de Proctor modificado*



*Fuente: Elaboración propia*

*Anexo 02.14. Ensayo de Proctor modificado*



*Fuente: Elaboración propia*



**Anexo 02.15.** *Proceso de combinación de la ceniza con la muestra*



*Fuente: Elaboración propia*

**Anexo 02.16.** *Combinación de la muestra con ceniza de cascara de arroz*



*Fuente: Elaboración propia*

*Anexo 02.17. Testigos sumergidos en agua*



*Fuente: Elaboración propia*

*Anexo 02.18. Muestras de CBR secund.*



*Fuente: Elaboración propia*

*Anexo 02.19. Ensayo de penetración a los testigos para CBR*



*Fuente: Elaboración propia*

*Anexo 02.20. Ensayo de penetración*



*Fuente: Elaboración propia*


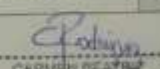
*Anexo 02.21. Ensayos realizados*





*Fuente: Elaboración propia*

Anexo 03. Ficha técnica

Anexo 1. Ficha Técnica

 <b>FICHA TÉCNICA</b>		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		VALORACIÓN
Proyecto:	Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la construcción del lote #36 hasta 158, Clajón 2018			
Autores:	Ciprián Díaz, Gary Christian - Alejandro Díaz, Darwin Yucander			
<b>I. INFORMACIÓN GENERAL</b>				
Utilización:	En vía hacia #36	Provincia:	Cañete	
Dirección:	Clajón	Departamento:	Cañete	
<b>CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ</b>				
Repartimiento de construcción				
Subtramos:		Clajón - Cañete	Torres	lot #36 hasta #38
Estados/Envases	Parámetros de diseño	Normativa	Unidad	0.85
Ahorros	Cenizas de cáscaras de arroz	NTN D423	Kg	
<b>ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS</b>				
Envase	Parámetros de diseño	Normativa	Unidad	0.75
Consistencia	Análisis granulométrico	MTCE 107-200	%	
	Índice de plasticidad	MTCE 108-200	%	
Capacidad de soporte	Proctor Modificado	MTCE 115-2000	Kg	
	CBR	MTCE 115-2000	Kg	
Compatibilidad elástica	Módulo resiliente	MTCE 118	%	
<b>DATOS DEL EVALUADOR</b>				<b>PROCESO DE VALORACIÓN</b>
Apellido y Nombre:	RODRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ			0.80
Registro CP:	50202	Teléfono:	991880407	
Correo:	crodruigs@ucv.edu.pe			
 CARMEN BEATRIZ RODRIGUEZ SOLIS INGENIERA CIVIL Reg. CIP N° 50202				


Anexo 1. Ficha Técnica

 <b>FICHA TÉCNICA</b>		FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		VALIDACIÓN																						
Proyecto:	Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante del km +56 hasta +58, Chiple 2018																									
Autores:	-Cajalón Salas, Omar Christian -Mondragón Díaz, Darwin Yonander																									
<b>1- INFORMACION GENERAL</b>																										
Ubicación:	Km +56 hasta +58	Provincia:	Cuzco																							
Dirección:	Chiple	Departamento:	Cajamarca																							
<b>CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ</b>																										
Resumido de construcción <table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <td>Subrasante:</td> <td>Chiple - Cuzco</td> <td>Tramo:</td> <td>Km +56 hasta +58</td> </tr> </table>					Subrasante:	Chiple - Cuzco	Tramo:	Km +56 hasta +58																		
Subrasante:	Chiple - Cuzco	Tramo:	Km +56 hasta +58																							
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Estudios/Ensayos</th> <th>Parámetros de diseño</th> <th>Normativa</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Adherencia</td> <td>Cenizas de cáscaras de arroz</td> <td>ASTM D422</td> <td>Kg</td> </tr> </tbody> </table>				Estudios/Ensayos	Parámetros de diseño	Normativa	Unidad	Adherencia	Cenizas de cáscaras de arroz	ASTM D422	Kg	0.7														
Estudios/Ensayos	Parámetros de diseño	Normativa	Unidad																							
Adherencia	Cenizas de cáscaras de arroz	ASTM D422	Kg																							
<b>ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS</b>																										
<table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th>Ensayos</th> <th>Parámetros de diseño</th> <th>Normativa</th> <th>Unidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Consistencia</td> <td>Análisis granulométrico</td> <td>MTCE 107-200</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Índice de plasticidad</td> <td>MTCE 1090-200</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Capacidad de soporte</td> <td>Proctor Modificado</td> <td>MTCE 113-2000</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>CBR</td> <td>MTCE 132-2000</td> <td>%</td> </tr> <tr> <td>Comportamiento elástico</td> <td>Módulo resiliente</td> <td>MTCE 128</td> <td>%</td> </tr> </tbody> </table>				Ensayos	Parámetros de diseño	Normativa	Unidad	Consistencia	Análisis granulométrico	MTCE 107-200	%	Índice de plasticidad	MTCE 1090-200	%	Capacidad de soporte	Proctor Modificado	MTCE 113-2000	%	CBR	MTCE 132-2000	%	Comportamiento elástico	Módulo resiliente	MTCE 128	%	0.60
Ensayos	Parámetros de diseño	Normativa	Unidad																							
Consistencia	Análisis granulométrico	MTCE 107-200	%																							
	Índice de plasticidad	MTCE 1090-200	%																							
Capacidad de soporte	Proctor Modificado	MTCE 113-2000	%																							
	CBR	MTCE 132-2000	%																							
Comportamiento elástico	Módulo resiliente	MTCE 128	%																							
<b>DATOS DEL EVALUADOR</b>				<b>PROCESO DE VALIDACIÓN</b>																						
Apellidos y Nombre:	Espinoza Sandoval Jaime Héman			0.65																						
Registro CIP:	159895	Teléfono:																								
Correo:	jaimehemán@hotmail.com																									
 EVALUADOR																										

JAIMÉ HEMÁN  
 ESPINOZA SANDOVAL  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 159895



# Anexo 04. Ensayo de laboratorio



**INGEOCONTROL**  
**INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.S.**  
 Calle 16 Mz. G2 Lote 11 As. San Francisco de Cayrán  
 Distrito de San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Informes@ingeocontrol.com  
 Teléfono: 01-6589784  
 Celular: 924 513 299

**COTIZACIÓN**

FECHA	3/11/2018
COTIZACIÓN N°	IGC-18-LP-6-524
VALIDO HASTA	3/12/2018

Página 1 de 1

---

**CLIENTE**

Omar Christian Cajalón Salas / Darwin Yonander Montañán Díaz  
 Telf.: ---

**PROYECTO** : Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscara de arroz para la subcarretera km +17 Pírpings, Chirca, 2018

**UBICACIÓN** : Km +17 Pírpings, Cutervo, Cajamarca

ITEM	DESCRIPCIÓN	NORMA	CANT.	U. MED.	CONSTANTE	C. PARCIAL
<b>ENSAYOS VARIOS DE LABORATORIO</b>						
1	Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D6913	1	litro	5/	50.00
2	Límite Líquido	ASTM D4318	1	litro	5/	20.00
3	Límite Plástico	ASTM D4318	1	litro	5/	20.00
4	Clasificación SUCL, Inicial	ASTM D2497	1	litro	5/	---
5	Proctor modificado	ASTM D1557	3	litro	5/	150.00
6	Valor de Soporte de California (CBR)	ASTM D1883	3	litro	5/	600.00
NOTA: El cliente deberá indicar la proporción de ceniza por kg de suelo (10% y 15%)						

**TÉRMINOS Y CONDICIONES**

1. Forma de pago: Adelanto del 100% facturado.
2. El cliente se compromete a pagar una penalidad del 0.5% por día de atraso en el pago de saldo a partir del día 15.
3. El cliente tiene un plazo máximo de 72 horas para emitir observaciones a los resultados entregados, caso contrario se considerará el expediente a certificado como CONFORME.
4. INGENCOCONTROL se compromete a subsanar cualquier observación realizada a los certificados o informes emitidos en un plazo máximo no mayor a 48 horas.
5. Se hará entrega del informe preliminar sin firmas en digital para su revisión. El informe final se entregará en físico una vez levantadas las observaciones realizadas debidamente firmadas y cuando se haya hecho efectivo el pago de la segunda factura emitida.
6. El cliente se compromete a brindar total confiabilidad de la información interna proporcionada durante la prestación de servicios.
7. El cliente deberá proporcionar los datos necesarios e información requerida para la emisión de los informes o certificados de ensayos (Historia del proyecto, ubicación, cenizas eléctricas, relevos de civildad, etc).
8. Una vez aceptada nuestra propuesta, términos y condiciones, si va a emitir su ORDEN DE SERVICIO o contrato indicando en ella el número de cotización aceptada.
9. Nuestro personal cuenta con experiencia mayor a 10 años en el área de estudios y control de calidad.
10. La presente propuesta no incluye recojo de muestras, estas deberán ser entregadas en nuestras instalaciones.
11. Para casos de controversia legal por pagos atrasados o moras incurridas las cuales no hayan sido asumidas pasados los 30 días de facturación, el oportuno crédito será derivado a nuestro agente legal NETPAQ quien se hará cargo del control administrativo o judicial según sea el caso siendo el solicitante quien cubra los gastos legales desde el inicio al final del proceso.

<b>Subtotal</b>	S/ 840.00
<b>Descuento</b>	S/ 140.00
<b>TOTAL</b>	S/ 700.00
<b>Adelanto</b>	S/ 140.00
<b>Saldo</b>	S/ 560.00

**FECHA DE ENTREGA:** martes 13 de noviembre 2018

---

Cuenta corriente BBVA Continental S.A.S.  
 0011-0174-0100045491-06  
 CCI BBVA: 011-174-000100045491-06  
 A partir de la fecha si el importe es mayor a S/ 700.00, el cliente está obligado al TPOT del 12%.  
 Resolución N.º 071-2018/SUNAT del 28/02/2018.  
 Cuenta de Retenciones BBVA: 00-059-106031  
Informes@ingeocontrol.com

Al aceptar los términos y condiciones de nuestra propuesta, sírvase emitir su orden de servicio o contrato indicando el número de cotización aceptado a: [ingeocontrol@ingeocontrol.com](mailto:ingeocontrol@ingeocontrol.com)

[www.ingeocontrol.com](http://www.ingeocontrol.com)  
 Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayrán Jera etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf: (011) 658-9784      Pagina 1 de 1      513 299    930 267 190  
[www.ingeocontrol.com](http://www.ingeocontrol.com) / [Informes@ingeocontrol.com](mailto:Informes@ingeocontrol.com)

Fuente: Elaborado por los autores


Anexo 04.01. Ensayo para la clasificación de los suelos

INGEOCONTROL		FORMATO		Código	AD75-01																																																				
		ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS		versión	01																																																				
				Fecha	07-05-2016																																																				
				Página	1 de 1																																																				
<b>Proyecto:</b> Clasificación de Suelos agrícolas agregando zonas de cultivo de arroz para la subzona 161 +17 Pongraya, Choros, 2016 <b>Solicitante:</b> Daniel Christian Cajalán Salas / Daniel Fernando Mendigán Olay <b>Código del Proyecto:</b> --- <b>Ubicación del Proyecto:</b> Km +17 Pongraya, Choros, Cuchivil, Cajamarca <b>Materia:</b> Terreno agrícola		<b>Registro N°:</b> 10019-LEM-024-01 <b>Elaborado por:</b> R. León <b>Elaborado por:</b> R. León <b>Fecha del Ensayo:</b> 4/3/2016 <b>Tiempo:</b> (Jornal)		<b>Profundidad:</b> 0.00 - 1.00 m <b>Nombre:</b> --- <b>Calle:</b> --- <b>Ciudad:</b> ---																																																					
<b>Identificación:</b> Muestra agrícola <b>Procedencia:</b> Km +17 Pongraya, Choros, Cajamarca <b>N° de Muestra:</b> M-1 <b>Proyecto:</b> Km +17 Pongraya, Choros, Cajamarca																																																									
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM D6913)</b>				<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Muestra</th> <th colspan="2">Muestra</th> <th colspan="2">Muestra</th> </tr> <tr> <th>Origen</th> <th>Final</th> <th>Origen</th> <th>Final</th> <th>Origen</th> <th>Final</th> </tr> </thead> <tr> <td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td> </tr> </table>		Muestra		Muestra		Muestra		Origen	Final	Origen	Final	Origen	Final	1	2	3	4	5	6																																		
Muestra		Muestra		Muestra																																																					
Origen	Final	Origen	Final	Origen	Final																																																				
1	2	3	4	5	6																																																				
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>ABERTURA (mm)</th> <th>PORCENTAJE QUE PASA</th> <th>ESPECÍFICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2"</td><td>50.800</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>3"</td><td>76.200</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>4"</td><td>101.600</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>10"</td><td>254.000</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>20"</td><td>508.000</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>40"</td><td>1016.000</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>60"</td><td>1524.000</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>80"</td><td>2032.000</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>100"</td><td>2540.000</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>150"</td><td>3810.000</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>200"</td><td>5080.000</td><td>100.0</td><td></td></tr> <tr><td>250"</td><td>6350.000</td><td>100.0</td><td></td></tr> </tbody> </table>				TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECÍFICO	2"	50.800	100.0		3"	76.200	100.0		4"	101.600	100.0		10"	254.000	100.0		20"	508.000	100.0		40"	1016.000	100.0		60"	1524.000	100.0		80"	2032.000	100.0		100"	2540.000	100.0		150"	3810.000	100.0		200"	5080.000	100.0		250"	6350.000	100.0			
TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECÍFICO																																																						
2"	50.800	100.0																																																							
3"	76.200	100.0																																																							
4"	101.600	100.0																																																							
10"	254.000	100.0																																																							
20"	508.000	100.0																																																							
40"	1016.000	100.0																																																							
60"	1524.000	100.0																																																							
80"	2032.000	100.0																																																							
100"	2540.000	100.0																																																							
150"	3810.000	100.0																																																							
200"	5080.000	100.0																																																							
250"	6350.000	100.0																																																							
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2218)</b>				<b>CLASIFICACIÓN (USDA - AASHTO)</b> CL - Arcilla de baja plasticidad (menor límite líquido en condiciones parcialmente saturadas, plasticidad media)																																																					
CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 1.8 MÉTODO DE SECADO : Forno a 110 ± 0.5°C MÉTODO DE REPORTE : "W" MATERIALES EXCLUIDOS : Ninguno				<b>NOTAS SOBRE LA MUESTRA:</b> Se presencia de materia orgánica, se usó el suelo																																																					
<b>PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA:</b> "Sección al terno a 110 ± 0.5°C" <b>PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO:</b> Método integral <b>TAMIZ SEPARADOR:</b> Ninguno <b>MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS:</b> "W"				<b>GRÁFICO DE FLUJO:</b> Gráfico de N° de Líquido vs. Número de Grupos. La curva muestra un valor de N° de Líquido de aproximadamente 28 para el grupo 1.																																																					
<b>LÍMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4918)</b>				<b>CLASIFICACIÓN DEL SUELO:</b> CLASIFICACIÓN SUELO (ASTM D2049) : CL CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D2487) : A-6 (2) NOMBRE DEL GRUPO : suelo de baja plasticidad																																																					
<b>COMPOSICIÓN FÍSICA DEL SUELO EN FUNCIÓN AL TAMAÑO DE PARTÍCULAS</b>																																																									
CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO % : 0.0 CONTENIDO DE ARCILLA PRESENTE EN EL SUELO % : 1.8 CONTENIDO DE FINES PRESENTE EN EL SUELO % : 98.2																																																									
INGEOCONTROL S.A.C.																																																									
TÉCNICO LEM Nombre y firma: Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIF N°: 196029 INGENIERÍA DE TÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		JEFE LEM Nombre y firma: Jony C. Guérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA DE TÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		COE LEM Nombre y firma:																																																					
Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima Telf.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190 www.ingeocontrol.com / Informes@ingeocontrol.com																																																									

Fuente: Elaborado por los autores



Anexo 04.02. Ensayo de Proctor Modificado

	<b>FORMATO</b>		Código	AE-PC-16
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b>		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	1 de 3
Proyecto	: Estabilización de Suelos arcillosos agregando cenizas de cañera de arena para la subcarretera km +17 Pirinpinas, Choros, 2018		Registro N°	IGC19-LEM-624-03
Propietario	: Omsa Christian Cajalán Salas / Darwin Yurander Montañón Díaz		Muestreado por	R. Latoré
Código del Proyecto	: ---		Ensayado por	R. Latoré
Ubicación de Proyecto	: Km +17 Pirinpinas, Choros, Cutervo, Cajamarca		Fecha de Ensayo	4/12/2018
Materia	: Terrazo asfáltico		Tiempo	Diurno
Identificación	: Suelo Natural		Profundidad	0.00 - 1.50
Procedencia	: Tierra comunal Pirinpinas, Choros		Nombre	---
N° de Muestra	: M-1		Edad	---
Proyecto	: Km +17 Pirinpinas, Choros, 2018		Cole	---

<b>ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR</b>				
<b>ASTM D1557 / ASTM D1555</b>				
Volumen Mueble	2123	cm <sup>3</sup>		
Peso Mueble	8282	gr.		

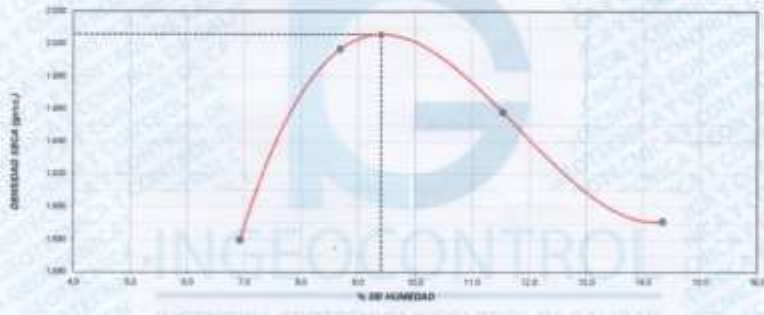
<b>NUMERO DE ENSAYOS</b>		1	2	3	4
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.010	2.171	2.184	2.182
Contenido de agua	%	8.9	8.7	11.5	14.3
Densidad Seca	gr/cm <sup>3</sup>	1.880	1.887	1.898	1.891

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	2.098	gr/cm <sup>3</sup>	<b>Contenido Humedad Óptimo:</b>	8.49	%
------------------------------	-------	--------------------	----------------------------------	------	---

<b>RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA</b>	
---	--






INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

**OBSERVACIONES:**

- Muestra provista e identificada por el solicitante.
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL.

<b>INGEOCONTROL S.A.C.</b>					
TECNICO LEM Nombre y firma:	G	JEFE LEM Nombre y firma:	D	QOC - LEM Nombre y firma:	D
	M	 Noemi C. Sanchez Nuaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M	 Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran Jera etapa - San Martín del Porres - Lima  
 Telf.: (01) 650-9784    Cel: 924 513 299    930 267 190  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

Fuente: Elaborado por los autores

	<b>FORMATO</b>	Código	AE-PO-18
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b>	Versión	01
		Fecha	30-04-2018
		Página	1 de 2
Proyecto	Estabilización de Sustrato anfibioso agregando cenizas de cáscara de arroz para la subrasante km +17 Piripingas, Choros, 2018	Registro N°:	IGC18-LEM-024-03
Propietario	Omar Christian Cajalán Salas / Darwin Yonander Montañán Díaz	Muestreado por:	B. Leiva
Código del Proyecto	---	Ensayado por:	R. Leiva
Ubicación de Proyecto	Km +17 Piripingas, Choros, Cutervo, Cajamarca	Fecha de Ensayo:	4/12/2018
Materia	Terreno existente	Tiempo:	Duero
Identificación	Sustrato con 12% de cenizas	Profundidad:	0.00 - 1.00
Procedencia	Trocha camaronera Piripingas, Choros	Huete:	---
N° de Muestra	M-1	Estr:	---
Progresiva	Km +17 Piripingas, Choros, 2018	Colo:	---

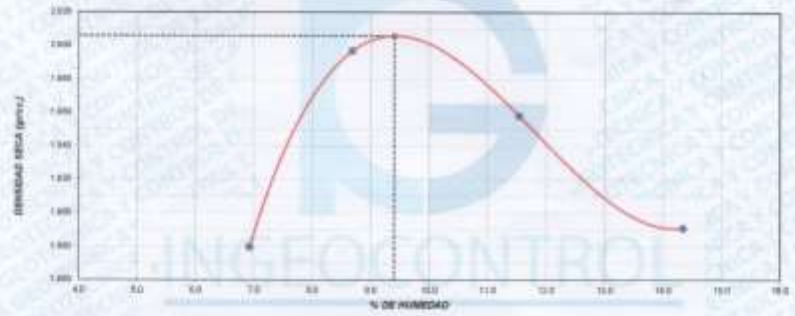
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA GBR  
ASTM D1557 / ASTM D1583**

Volumen Móvil	2133	cm <sup>3</sup>
Peso Móvil	8202	gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
Peso Volumétrico Humedo	gr.	2.010	2.171	2.134	2.182
Contenido de agua	%	8.9	8.7	11.8	14.3
Densidad Seca	gr/cc	1.880	1.997	1.858	1.891

Densidad Máxima Seca	2.088	gr/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Óptimo:	9.48	%
----------------------	-------	--------------------	---------------------------	------	---

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**




**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

INGEOCONTROL S.A.C.					
TERRACERO LEM		JEFE LEM		USUO LEM	
Nombre y firma:		Nombre y firma:		Nombre y firma:	
		 <b>Nelson C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N° 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.		 <b>Jony C. Gutiérrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf: (01) 658-9784 - Cel: 924 513 299 - 930 267 190  
 www.ingeocontrol.com / Informes@ingeocontrol.com

Fuente: Elaborado por los autores



	<b>FORMATO</b>		Código:	AE-PO-18
	<b>ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO</b>		Versión:	01
			Fecha:	30-04-2018
			Página:	1 de 3
Proyecto:	Estabilización de Suelo arcilloso agregando cenizas de cáscara de arroz para la edificación km +17 Pingüinos, Choros, 2018	Registro N°:	IGC18-LEM-624-04	
Propietario:	Omar Christian Cagabán Salas / Darwin Yonander Mondragón Díaz	Muestreado por:	R. Leiva	
Código del Proyecto:	—	Ensayado por:	R. Leiva	
Ubicación de Proyecto:	Km +17 Pingüinos, Choros, Cutervo, Cajamarca	Fecha de Ensayo:	4/12/2018	
Materia:	Tartrato existente	Turno:	Diurno	
Identificación:	Suelo con 15% de cenizas	Profundidad:	0.20 - 1.30	
Procedencia:	Trocha Yonander Pingüinos, Choros	Notar:	—	
N° de Muestra:	M-1	Estad:	—	
Progresiva:	Km +17 Pingüinos, Choros, 2018	Cada:	—	

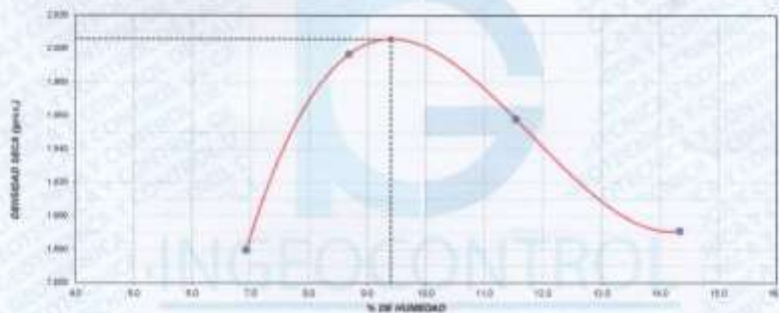
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA GBR  
ASTM D1557 / ASTM D1583**

Volumen Móvil	2125	cm <sup>3</sup>
Peso Móvil	6292	gr

NÚMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
Peso Volumétrico Humedado	gr. 2.010	2.171	2.164	2.162
Contenido de agua	% 9.8	9.7	11.5	14.3
Densidad Seca	gr/cc 1.800	1.867	1.850	1.801

Densidad Máxima Seca:	2.006	gr/cm <sup>3</sup>	Contenido Humedad Óptima:	9.40	%
-----------------------	-------	--------------------	---------------------------	------	---

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA**



**OBSERVACIONES:**


- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D	JEFE LEM	D
Nombre y firma:	M	Nombre y firma:	M
	A	 <b>Rosmi C. Sánchez Huismán</b> INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran Jera etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf: (01) 658-9784 Cef: 924 513 299 930 267 190  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

*Fuente: Elaborado por los autores*

Anexo 04.03. Valor de Soporte de California – CBR

	<b>FORMATO</b>		Código:	AB-FQ-18
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>		Versión:	01
			Fecha:	30-04-2018
			Página:	2 de 3
Proyecto:	Estabilización de Suelos arcillosos agregando cenizas de cáscara de arroz para la carretera km +17 Pírpungos, Choros, 2018	Registro N°:	KIC18-LEM-834-02	
Propietario:	Ornar Christian Cajalero Salas / Darwin Yonander Mondragán Díaz	Mostrado por:	R. Lohs	
Código del Proyecto:	---	Elaborado por:	R. Lohs	
Ubicación de Proyecto:	Km +17 Pírpungos, Choros, Cutervo, Cajamarca	Fecha de Ensayo:	8/12/2018	
Materia:	Terreno sustituto	Tiempo:	Días	
Identificación:	Suelo Natural	Profundidad:	0.00 - 1.50 m	
Procedencia:	Trocha comunal Pírpungos, Choros	Estado:	---	
N° de Muestra:	(M-1)	Edad:	---	
Progresiva:	Km +17 Pírpungos, Choros, 2018	Cable:	---	

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1557						
CÁLCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)						
Muestra N°	C		A		B	
Número de Jares	5		5		5	
Número de pr(100)	30		30		30	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso seco + molde (gr.)	4.355	4.355	4.355	4.355	4.355	4.355
Peso molde (gr.)	4.354	4.354	4.354	4.354	4.354	4.354
Peso suelo compactado (gr.)	4.686	4.687	4.687	4.687	4.687	4.687
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2.128	2.128	2.128	2.128	2.128	2.128
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.198	2.199	2.199	2.199	2.199	2.199
Humedad (%)	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.089	2.090	2.090	2.090	2.090	2.090

CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso de tara (gr.)						
Tara + suelo húmedo (gr.)	222.3		211.6		222.6	
Tara + suelo seco (gr.)	221.7		240.5		220.8	
Peso de agua (gr.)	0.6		-28.9		0.8	
Peso de suelo seco (gr.)	221.7		240.5		220.8	
Humedad (%)	0.3		-12.0		0.4	




EXPANSIÓN											
Fecha	Hoy	Tiempo Hr	Día 0.01"	Expansión		Día	Expansión		Día	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
8-Dic	14:00	0	80	0.00	0.00	80	0.00	0.00	77	0.00	0.00
9-Dic	14:00	24	88	0.08	0.04	88	0.03	0.03	77	0.00	0.00
10-Dic	14:00	48	74	0.20	0.16	83	0.15	0.13	75	0.36	0.88
11-Dic	14:00	72	80	0.48	0.60	76	0.46	0.58	76	0.15	0.12
12-Dic	14:00	96	87	0.84	1.02	81	0.82	0.93	86	0.36	0.84

PENETRACIÓN										
Penetración (mm)	Carga Standard (kg/cm <sup>2</sup> )	C			A			B		
		Carga Indicador	Compresión kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	Carga Indicador	Compresión kg/cm <sup>2</sup>	CBR %	Carga Indicador	Compresión kg/cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		1.7	0.5		0.0	0.0		0.0	0.0	
0.050		13.4	3.3		10.1	2.8		7.6	2.3	
0.075		32.0	8.0		14.0	3.7		10.0	2.8	
0.100	10.80	24.5	6.0	57	8.8	17.2	8.8	13.0	3.5	6.1
0.150		33.0	7.7		23.0	5.7		15.7	4.7	
0.200	10.440	36.4	9.0	8.0	27.0	6.6	6.7	14.4	4.7	6.8
0.300		46.0	11.5		36.0	8.7		24.3	6.0	
0.400		51.0	12.8		45.0	10.7		26.0	7.2	
0.500		75.4	18.9		54.0	13.6		34.4	8.2	

OBSERVACIONES:


- Muestra provista e identificada por el solicitante
- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD SAC.

INGEOCONTROL SAC					
TODRICO LEM		JITE LEM		COC-LEM	
Nombre y Firma		Nombre y Firma		Nombre y Firma	
					
		Nelson C. Sánchez Huamán INGENIERIA CIVIL - CIP N° 136629 INGENIERIA INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD SAC		Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA INGENIERIA Y CONTROL DE CALIDAD SAC	

Calle 16 Mz. 62 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Telf: (01) 856-9784 Cel: 924 513 299 930 267 190  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

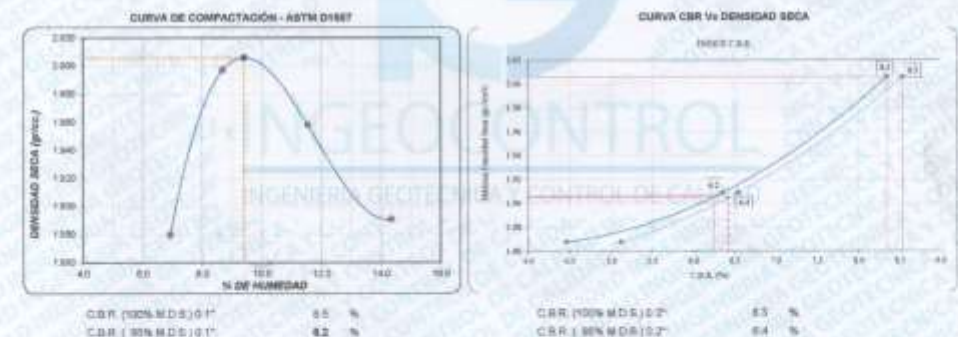
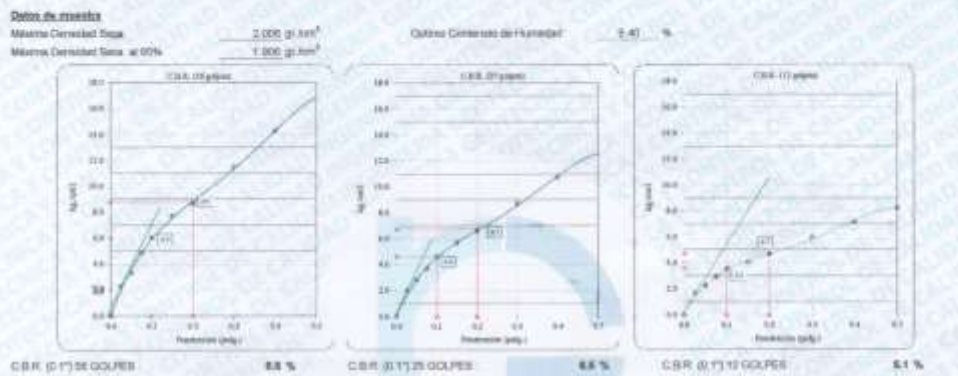
Fuente: Elaborado por los autores



	FORMATO		Código	AE-FO-15
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	3 de 3

Proyecto	Estabilización de Suelos arcillosos agregando cenizas de cáscara de arroz para la subrasante km +17 Pimpingo, Choros, 2018	Registro N°	IGC18-LEM-524-02
Propietario	Óscar Cristian Cajalón Salas / Darwin Yonander Mondragón Díaz	Muestreado por	R. Lavia
Código del Proyecto	---	Ensayado por	R. Lavia
Ubicación de Proyecto	Km +17 Pimpingo, Choros, Cutervo, Cajamarca	Fecha de Ensayo	8/12/2018
Materia	Terreno existente	Turno	Diurno
Identificación	Suelo Natural	Profundidad	0.00 - 1.00 m
Procedencia	Trocha carrozable Pimpingo, Choros	Notas	---
N° de Muestra	M-1	Estado	---
Progresiva	Km +17 Pimpingo, Choros, 2018	Cota	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1553**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante
- \* Prohíbe la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

INGEOCONTROL SAC					
TECNICO (LM)	D	JEFE LEM	D	OJC - LEM	D
Nombre y Firma:  	M	Nombre y Firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto INGENIERA CIVIL - CEP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M	Nombre y Firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	M
	A		A		A

Calle T6 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
 Tel.: (01) 658-9784 Cel.: 924 513 299 930 267 190  
 www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

Fuente: Elaborado por los autores

	FORMATO		Código	AB-PQ-18
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	30-04-2018
			Página	2 de 3
Proyecto	Estabilización de Suelo arcilloso agregando cenizas de caicaca de arroz para la subrasante km +17 Pampingo, Choros, 2018		Registro N°	IOC18-LEM-834-03
Propietario	Omar Christian Capelón Salas / Darwin Yezander Montagnín Díaz		Mostrado por	R. Leiva
Código del Proyecto	---		Elaborado por	R. Leiva
Ubicación de Proyecto	Km +17 Pampingo, Choros, Cuzco, Cajamarca		Fecha de Emisión	8/12/2018
Material	Terreno existente		Tipo	Dúctil
Identificación	Suelo con 10% de cenizas		Profundidad	0.00 - 1.50 m
Procedencia	Trocha campestre Pampingo, Choros		Norte	---
N° de Muestra	M-1		Este	---
Progresiva	Km +17 Pampingo, Choros, 2018		Otra	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1557**

**CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**

Muestra N°	D		E		F	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	10		10		10	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (g)	4.628	4.640	4.640	4.640	4.620	4.620
Peso molde (g)	4.100	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200
Peso suelo compactado (g)	4.732	4.440	4.440	4.440	4.420	4.420
Volumen del molde (cm³)	2.199	2.199	2.199	2.199	2.176	2.176
Densidad húmeda (g/cm³)	2.150	2.018	2.018	2.018	2.032	2.032
Humedad (%)	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4	9.4
Densidad Seca (g/cm³)	1.964	1.900	1.900	1.900	1.897	1.897

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Peso de suelo (g)	320.7	307.4	319.3
Tara + suelo húmedo (g)	357.7	344.4	350.1
Tara + suelo seco (g)	307.0	293.7	297.1
Peso de agua (g)	50.7	50.7	53.0
Peso de suelo seco (g)	267.0	256.7	266.3
Humedad (%)	19.0	19.7	19.9

**EXPANSIÓN**

Fecha	Hora	Tiempo hr	Dist cm	Expansión		Dist	Expansión		Dist	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
9-Oct	13:01	0	50	0.00	0.00	50	0.00	0.00	50	0.00	0.00
9-Oct	12:00	24	45	0.00	0.00	47	0.00	0.00	49	0.00	0.00
10-Oct	12:00	48	47	0.10	0.08	50	0.00	0.04	51	0.08	0.08
11-Oct	12:00	72	45	0.14	0.14	50	0.10	0.08	51	0.13	0.10
12-Oct	12:00	96	45	0.08	0.08	48	0.25	0.20	51	0.15	0.10

**PENETRACIÓN**

Penetración (mm)	Carga descendente (kg/cm²)	D				E				F			
		Carga		Consistencia		Carga		Consistencia		Carga		Consistencia	
		Indicador	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	Indicador	kg/cm²	kg/cm²	CBR %	Indicador	kg/cm²	kg/cm²	CBR %
0.025		10.0	2.9			5.0	2.7			7.0	3.1		
0.050		18.5	4.6			15.5	5.8			13.1	3.8		
0.075		26.7	7.0			21.0	8.3			17.3	5.8		
0.100	70.307	36.4	9.7	8.5	42.4	11.0	4.5	8.8	8.3	17.0	4.5	4.1	8.7
0.150		47.9	11.2			14.4	6.2			20.3	6.4		
0.200	105.400	54.5	12.7	13.0	12.5	15.5	6.6	6.5	6.8	23.4	7.5	7.4	7.8
0.300		73.0	16.9			20.3	12.8			26.9	8.8		
0.400		33.4	21.1			26.0	15.8			44.0	16.3		
0.500		112.1	25.1			40.4	18.8			52.3	18.2		

**OBSERVACIONES:**


- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIERIA DEPENDENCIA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

INGEOCONTROL S.A.C.			
TECNICO LEM	D	JEFE LEM	D
Nombre y Firma:	M	Nombre y Firma:	M
	A	 Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N° 196029 INGENIERIA DEPENDENCIA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A
		 Jocy C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA DEPENDENCIA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
Telf: (01) 658-9784 Cef: 924 513 299 930 267 190  
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

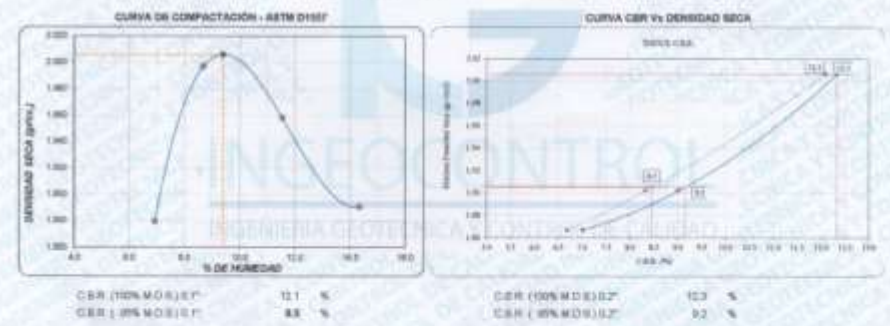
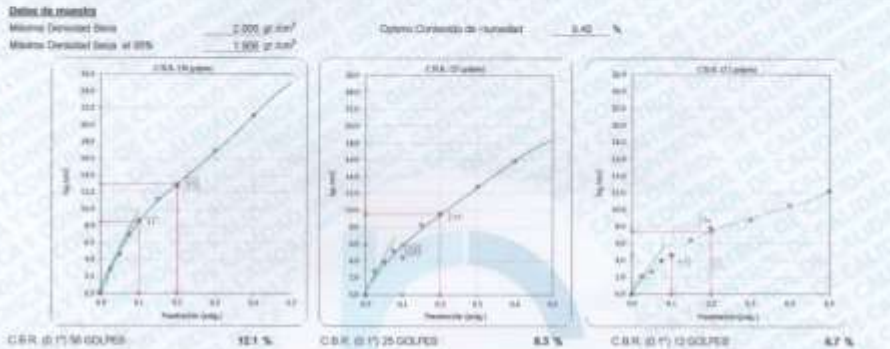
Fuente: Elaborado por los autores



	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FC-18	
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>			Versión	01
				Fecha	30-04-2018
				Página	3 de 3

Proyecto	Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de carbón térmico para la subcarretera km +17 Pingüino, Choros, 2018.	Registro N°	IGC18-LEM-034-03
Propietario	Comar Cristian Capelán Salas / Darwin Yivarier Mondragón Díaz	Muestreado por	R. Leiva
Código del Proyecto	---	Ensayado por	R. Leiva
Ubicación de Proyecto	Km +17 Pingüino, Choros, Caldera, Cajamarca	Fecha de Ensayo	8/12/2018
Material	Terrazo existente	Turno	Diurno
Identificación	Suelo con 10% de cenizas	Profundidad	0.00 - 1.50 m
Procedencia	Tracha cantable Pingüino, Choros	Norte	---
N° de Muestra	M-1	Este	---
Progresiva	Km +17 Pingüino, Choros, 2018	Oeste	---

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1557**



**OBSERVACIONES:**  
\* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
\* Prohíbida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

INGEOCONTROL SAC			
TECNICO LEM	D	JEFE LEM	D
Nombre y Firma	M	Nombre y Firma	M
	A	 <b>Jony C. Sánchez Huamán</b> INGENIERA CIVIL - CD N° 196029 INGENIERA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	A
		 <b>Jony C. Guisado Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
Telf.: (01) 658-9784 Cel: 924 513 299 930 267 190  
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

*Fuente: Elaborado por los autores*

	FORMATO		Código	AF-PD-18
	VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR		Versión	01
			Fecha	05-04-2018
			Página	2 de 3
Proyecto	Estructuración de Buenos Avenidas agregando cerchas de concreto de arcos para la subestación km +17 Pampas, Choros, 2018		Registro N°	IGC18-LEM-024-04
Propietario	Onse Christian Cajalán Salas / Darwin Yanandor Mineragón Díaz		Muestreado por	R. Leiva
Código del Proyecto	—		Ensayado por	R. Leiva
Ubicación de Proyecto	Km +17 Pampas, Choros, Callao, Cajamarca		Fecha de Ensayo	11/12/2018
Materia	Terreno existente		Talno	Dama
Identificación	Suelo con 15% de cerchas		Profundidad	0.00 - 1.50 m
Procedencia	Trocha carrocable Pampas, Choros		Nota:	—
N° de Muestra	M-1		Este:	—
Progresiva	Km +17 Pampas, Choros, 2018		Otro:	—

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1553**

**CALCULO DE LA RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**

Muestra N°	I		II		J	
	1	2	3	4	5	6
Número de golpes	5		25		100	
Número de golpes	NO SATURADO		SATURADO		NO SATURADO	
Peso seco + molde (gr.)	3.057		3.057		3.718	
Peso molde (gr.)	5.275		4.198		4.301	
Peso suelo compactado (gr.)	4.674		4.459		4.917	
Volumen del molde (dm <sup>3</sup> )	2.127		2.140		2.144	
Densidad húmeda (gr./dm <sup>3</sup> )	2.197		2.081		2.291	
Humedad (%)	9.2		9.2		9.2	
Densidad seca (gr./dm <sup>3</sup> )	2.303		1.906		1.889	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

Peso de bot (gr.)			
Tara + suelo húmedo (gr.)	313.1		328.1
Tara + suelo seco (gr.)	301.1		320.5
Peso de agua (gr.)	12.0		7.6
Peso de suelo seco (gr.)	301.1		308.1
Humedad (%)	3.9		2.4

**EXPANSION**

Fecha	Hora	Tiempo hr	Dial 0.01"	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
9-Oct	12:00	0	96	0.00	0.00	79	0.05	0.00	91	0.00	0.00
9-Oct	12:00	24	97	0.05	0.04	79	0.04	0.00	97	0.01	-0.02
10-Oct	12:00	48	95	0.13	0.10	82	0.10	0.06	98	0.05	0.04
11-Oct	12:00	72	95	0.50	0.44	84	0.16	0.12	98	0.00	0.04
12-Oct	12:00	96	97	0.23	0.18	85	0.10	0.14	99	0.06	0.06

**PENETRACION**

Penetración	Carga Standard (kg./cm <sup>2</sup> )	I				II				J			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
		indicador	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %	indicador	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %	indicador	kg./cm <sup>2</sup>	kg./cm <sup>2</sup>	CBR %
0.025		10.0	3.8			12.7	3.4			9.1	2.9		
0.050		25.0	5.9			10.5	4.9			10.1	3.3		
0.075		37.5	8.8			27.0	6.9			19.4	5.0		
0.100	75.0T	47.5	11.1	10.4	16.8	22.1	5.5	7.3	16.4	23.5	5.7	9.9	
0.150		67.5	14.4			44.7	10.9			34.2	8.3		
0.200	100.0T	71.0	16.4	16.7	18.8	52.7	12.3	13.2	19.8	42.1	9.9	14.4	
0.300		90.0	21.9			71.0	16.0			47.4	11.2		
0.400		102.7	27.3			89.0	20.4			69.0	15.9		
0.500		143.1	35.4			104.5	25.8			84.0	18.7		

**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra privada e identificada por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC


INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	D	JEFE LEM	D	DOC LEM	D
Nombre y Firma:	M	Nombre y Firma:	M	Nombre y Firma:	M
	A	 Rodmi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC	A	 Jony C. Gutiérrez Abarito GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC	A

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
Tel: (01) 658-9784 Cel: 924 513 299 930 267 190  
www.ingeocontrol.com / informes@ingeocontrol.com

Fuente: Elaborado por los autores



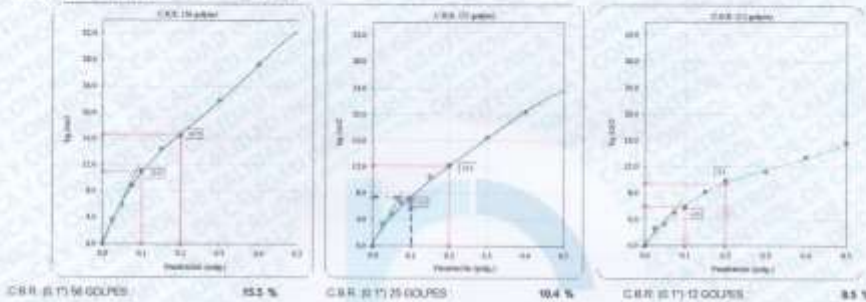
	<b>FORMATO</b>		Código	AE-FO-15	
	<b>VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR</b>			Versión	01
				Fecha	30-04-2018
				Página	3 de 3

Proyecto	Estabilización de Suelos arcillosos agregando cenizas de almir para la subcarretera km +17 Pimpingón, Choros, 2018	Registro N°	IOC18-LEM-824-04
Propietario	Onar Christian Cajalón Salas / Darwin Yonandir Mondragón Díaz	Muestreado por	R. Leiva
Código del Proyecto	—	Ensayado por	R. Leiva
Ubicación de Proyecto	Km +17 Pimpingón, Choros, Cutervo, Cajamarca	Fecha de Ensayo	8/12/2018
Material	Terrazo arcilloso	Turno	Diurno
Identificación	Suelo con 15% de cenizas	Profundidad	0.00 - 1.50 m
Procedencia	Trocha camaronés Pimpingón, Choros	Norte	—
N° de Muestra	M-1	Este	—
Progresiva	Km +17 Pimpingón, Choros, 2018	Oeste	—
		Sur	—

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA  
ASTM D1983**

**Datos de muestra**

Máxima Densidad seca  $\gamma_{dmax}$  2.005 gr/cm<sup>3</sup>      Círculo Contenido de Humedad 3.10 %  
Máxima Densidad húmeda  $\gamma_{mo}$  1.925 gr/cm<sup>3</sup>



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra proyecta e identificada por el solicitante
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL

INGEOCONTROL SAC			
TÉCNICO (LEM)	D	JEFE (LEM)	D
Nombre y firma:	M	Nombre y firma:	M
	A	 <b>Noemi C. Sanchez Huaman</b> INGENIERA CIVIL - CIP N° 196029 INGENIERA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD SAC	A
	A		 <b>Jony C. Gutierrez Abanto</b> GERENTE GENERAL INGENIERA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.E

Calle 16 Mz. G2 Lote 11 - Asoc. San Francisco de Cayran 3era etapa - San Martín de Porres - Lima  
Telf: (011) 658-9784    Cel: 924 513 299    930 267 190  
[www.ingeocontrol.com](http://www.ingeocontrol.com) / [Informes@ingeocontrol.com](mailto:Informes@ingeocontrol.com)

*Fuente: Elaborado por los autores*

# Anexo 05. Calibración de equipos de laboratorio

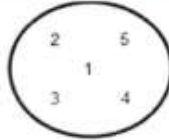


Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO Nº LC-016  
NTP ISO / IEC 17025:2006

Certificado : LMA - 0022 - 2018

Página : 3 de 3



## ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	27,01 °C	27,01 °C
Humedad Relativa	62,29 %	62,29 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec					e.m.p. (±mg)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	0,0010	0,0013	--	0,30	80,0000	79,9999	--	-0,10	-0,40	2,00
2		0,0012	--	0,20		79,9999	--	-0,10	-0,30	
3		0,0009	--	-0,10		80,0005	--	0,50	0,60	
4		0,0009	--	-0,10		79,9996	--	-0,40	-0,30	
5		0,0009	--	-0,10		79,9993	--	-0,70	-0,60	

## ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	27,01 °C	27,01 °C
Humedad Relativa	62,29 %	62,29 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
0,0010	0,0010	--	0,00						
0,0100	0,0102	--	0,20	0,20	0,0102	--	0,20	0,20	1,00
1,0000	0,9997	--	-0,30	-0,30	0,9997	--	-0,30	-0,30	1,00
5,0000	4,9996	--	-0,40	-0,40	4,9990	--	-1,00	-1,00	1,00
10,0000	9,9992	--	-0,80	-0,80	9,9992	--	-0,80	-0,80	1,00
19,9999	20,0002	--	0,30	0,30	20,0002	--	0,30	0,30	1,00
39,9998	39,9999	--	0,10	0,10	39,9999	--	0,10	0,10	1,00
50,0000	49,9992	--	-0,80	-0,80	49,9992	--	-0,80	-0,80	1,00
79,9999	79,9986	--	-1,30	-1,30	79,9986	--	-1,30	-1,30	2,00
120,0000	119,9983	--	-1,70	-1,70	119,9983	--	-1,70	-1,70	2,00
250,0002	249,9984	--	-1,80	-1,80	249,9984	--	-1,80	-1,80	3,00

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

$$\text{Lectura Corregida} : R_{\text{corregida}} = R + 8,24 \times 10^{-9} \times R$$

$$\text{Incertidumbre de Medición} : U_{95} = 2 \times \sqrt{3,08 \times 10^{-7} \text{ g}^2 + 1,89 \times 10^{-9} \times R^2}$$

### OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.

[1] Calculada según la NMP 003-2009

[2] Dato proporcionado por el cliente

### 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



PGC-16-r08/Octubre 2017/Rev.01

Jr. Condesa de Lemos Nº 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Fuente: Elaborado por los autores



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016  
NTP ISO / IEC 17025:2006

Certificado : LMA - 0022 - 2018

Página : 2 de 3

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E1 DM-INACAL	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-152-2017

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	Dispositivo Indicador Auxiliar	No Tiene

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	27,01 °C	27,11 °C
Humedad Relativa	62,29 %	62,29 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	$\Delta L$ (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	$\Delta L$ (mg)	E (mg)
1	120,0000	120,0011	--	1,10	1	250,0000	249,9990	--	-1,00
2		120,0005	--	0,50	2		249,9990	--	-1,00
3		119,9999	--	-0,10	3		249,9989	--	-1,10
4		120,0011	--	1,10	4		249,9990	--	-1,00
5		120,0005	--	0,50	5		249,9990	--	-1,00
6		119,9999	--	-0,10	6		249,9989	--	-1,10
7		120,0011	--	1,10	7		249,9990	--	-1,00
8		120,0005	--	0,50	8		249,9990	--	-1,00
9		119,9999	--	-0,10	9		249,9989	--	-1,10
10		119,9999	--	-0,10	10		249,9990	--	-1,00
E <sub>máx</sub> - E <sub>mín</sub>				1,20 mg	E <sub>máx</sub> - E <sub>mín</sub>				0,10 mg
error máximo permitido				± 2,00 mg	error máximo permitido				± 3,00 mg



PGC-16-r08/Octubre 2017/Rev.01

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Fuente: Elaborado por los autores



Anexo 05.01. Certificado de calibración de la Balanza 250 x 0.000 1g.



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016  
NTP ISO / IEC 17025:2006

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LMA - 0022 - 2018

O.T. : 0359-0531

Fecha de emisión : 2018 - 03 - 03

Página : 1 de 3

SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

Dirección : Calle 16 Mz. G2 Lote 11 - San Martín de Porres - Lima

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : BALANZA  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : DENVER INSTRUMENT COMPANY  
Modelo : AA-250  
N° de Serie : B032815  
Capacidad Máxima : 250 g  
División de Escala (d) : 0,0001 g  
División de Verificación (e) : 0,001 g  
Clase de Exactitud<sup>(1)</sup> : I  
Capacidad Mínima<sup>(1)</sup> : 0,01 g  
Procedencia : U.S.A.  
Identificación : No Indica  
Intervalo de  $\Delta T$  Local : 15 °C hasta 30 °C  
Fecha de Calibración : 2018 - 02 - 23  
Ubicación<sup>(2)</sup> : LABORATORIO DE SUELOS

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).

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.

Los resultados en el presente documento 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.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

**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.

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.

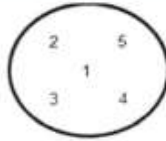
PGC-16-08/Octubre 2017/Rev 01



Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Fuente: Elaborado por los autores



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	27,42 °C	27,42 °C
Humedad Relativa	61,10 %	61,10 %

N°	Determinación de Error Eo				Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (±mg)	
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)		Ec (mg)
1	0,10	0,10	4	1	700,00	699,99	2	-7	-6	20
2		0,10	6	-1		699,99	4	-9	-8	
3		0,10	6	-1		699,99	3	-8	-7	
4		0,10	5	0		699,99	3	-8	-8	
5		0,10	4	1		699,99	2	-7	-8	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	27,42 °C	27,42 °C
Humedad Relativa	61,10 %	61,10 %

Carga (g)	Crecientes					Decrecientes				e.m.p. (±mg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)		
0,10	0,10	6	-1							
1,00	1,00	6	-1	0	1,00	5	0	1	10	
10,00	9,99	4	-9	-8	9,99	4	-9	-8	10	
100,00	100,00	8	-3	-2	100,00	7	-2	-1	10	
500,00	499,99	4	-9	-8	499,99	6	-11	-10	10	
700,00	699,99	2	-7	-6	699,99	4	-9	-8	20	
900,00	899,99	2	-7	-6	899,99	3	-8	-7	20	
1 100,00	1 099,98	4	-19	-18	1 099,98	2	-17	-16	20	
1 500,00	1 499,98	3	-18	-17	1 499,98	2	-17	-16	20	
2 000,00	1 999,98	3	-18	-17	1 999,98	2	-17	-16	20	
2 200,00	2 199,98	2	-17	-16	2 199,98	2	-17	-16	30	

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

Lectura Corregida :  $R_{\text{corregida}} = R + 1,01 \times 10^{-6} \times R$

Incertidumbre de Medición :  $U_{95} = 2 \times \sqrt{1,77 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 1,63 \times 10^{-9} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.  
[1] Calculada según la NMP 003-2009  
[2] Dato proporcionado por el cliente

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



PGC-15-r08/Octubre 2017/Rev.01



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016  
NTP ISO / IEC 17025:2006

Certificado : LMA - 0021 - 2018

Página : 2 de 3

TRAZABILIDAD

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E1 DM-INACAL	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-192-2017
Pesa 2 kg Clase de Exactitud E1	Pesa 2 kg Clase de Exactitud F1	LM-239-2017

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	Dispositivo Indicador Auxiliar	Tiene

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	27,42 °C	27,42 °C
Humedad Relativa	61,10 %	61,10 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	1 100,00	1 100,00	4	1	1	2 200,00	2 200,00	3	2
2		1 100,00	4	1	2		2 200,00	4	1
3		1 100,00	5	0	3		2 200,00	4	1
4		1 100,00	5	0	4		2 200,00	4	1
5		1 100,00	4	1	5		2 200,00	3	2
6		1 100,00	4	1	6		2 200,00	3	2
7		1 100,00	6	-1	7		2 200,00	4	1
8		1 100,00	5	0	8		2 200,00	4	1
9		1 100,00	6	-1	9		2 200,00	4	1
10		1 100,00	4	1	10		2 200,00	3	2
E <sub>máx</sub> - E <sub>mín</sub>				2 mg	E <sub>máx</sub> - E <sub>mín</sub>				1 mg
error máximo permitido				± 20 mg	error máximo permitido				± 30 mg



PGC-16-08/Octubre 2017/Rev 01

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Fuente: Elaborado por los autores

Anexo 05.02. Certificado de calibración de la Balanza 2200 x 0.01 g.



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016  
NTP ISO / IEC 17025:2006

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LMA - 0021 - 2018

O.T. : 0359-0531

Fecha de emisión : 2018 - 03 - 03

Página : 1 de 3

SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.  
Dirección : Calle 16 Mz. G2 Lote 11 - San Martín de Porres - Lima

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : BALANZA  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : SARTORIUS  
Modelo : LC2201S  
N° de Serie : 50310007  
Capacidad Máxima : 2200 g  
División de Escala (d) : 0,01 g  
División de Verificación (e) : 0,01 g  
Clase de Exactitud<sup>(1)</sup> : I  
Capacidad Mínima<sup>(1)</sup> : 1 g  
Procedencia : Alemania  
Identificación : No Indica  
Intervalo de  $\Delta T$  Local : 16 °C hasta 30 °C  
Fecha de Calibración : 2018 - 02 - 23  
Ubicación<sup>(2)</sup> : LABORATORIO DE SUELOS

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).

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.

Los resultados en el presente documento 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.

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

**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.

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 Padcar  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

PGC-15-e08/Octubre 2017/Rev.01

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Fuente: Elaborado por los autores





# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 067 - 2018

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	21.8 °C	21.9 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
10	10	500	0	0	20	500	0	0	10,000
20	20	500	0	0	100	600	-100	-100	10,000
100	100	400	100	100	500	600	-100	-100	10,000
500	500	600	-100	-100	1,000	500	0	0	10,000
1,000	1,000	500	0	0	5,000	500	0	0	20,000
5,000	5,000	400	100	100	10,000	400	100	100	20,000
10,000	10,000	500	0	0	15,000	500	0	0	20,000
15,000	15,000	600	-100	-100	20,000	400	100	100	30,000
20,000	20,000	800	700	700	25,000	600	-100	-100	30,000
25,000	25,000	500	0	0	30,000	500	0	0	30,000
30,000	30,000								

\*\* error máximo permisible



Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E<sub>0</sub>: Error en cero.  
l: Indicación de la balanza. E: Error encontrado. E<sub>c</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición  $U = 2 \times \sqrt{(0.3427778 \text{ g}^2 + 0.00000000007 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida  $R_{\text{CORREGIDA}} = R + 0.0000073 \text{ R}$

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 067 - 2018

Área de Metrología

Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.7 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g		
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	15,000	400	100	30,000	500	0
2	14,999	300	-800	30,000	500	0
3	15,000	600	-100	29,999	300	-800
4	15,000	600	-100	30,000	400	100
5	15,000	500	0	30,000	500	0
6	15,000	400	100	30,000	500	0
7	15,000	400	100	30,000	400	100
8	14,999	300	-800	30,000	500	0
9	15,000	500	0	30,000	500	0
10	15,000	500	0	29,999	300	-800
Diferencia Máxima	900			900		
Error Máximo Permisible	± 20,000			± 30,000		



#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición  
de las  
cargas

	Inicial	Final
Temperatura	21.7 °C	21.8 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	10 g	10	500	0	10,000	10,000	500	0	0
2		10	500	0		10,000	500	0	0
3		10	600	-100		10,000	500	0	-100
4		10	500	0		10,000	500	0	0
5		10	600	-100		10,000	600	-100	0
* Valor entre 0 y 10g					Error máximo permisible ± 20,000				



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 067 - 2018

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOP. Tercera Edición.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.  
Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Urb. Pop. Asoc. Viv. San Francisco De Cayran - San Martín De Porres - Lima - LIMA

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.9 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	PESAS DE 5 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0414 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 10 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0413 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 20 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0412 - 2018
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0642-2018

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores



Anexo 05.03. Certificado de calibración de la Balanza 30000 x 1 g.



**PERUTEST S.A.C**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

**PERUTEST S.A.C**  
CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA  
RUC N° 20602182721

---

**Área de Metrología**  
*Laboratorio de Masas*

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**PT - LM - 067 - 2018**

Página 1 de 4

<b>1. Expediente</b>	695-2018	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	
<b>3. Dirección</b>	Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Urb. Pop. Asoc. Viv. San Francisco De Cayran -- San Martín De Porres - Lima - LIMA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.  PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	
Capacidad Máxima	30000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	WALTOX	
Modelo	LDC30N2	
Número de Serie	NO INDICA	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	CHINA	
Identificación	LM-067	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2018-08-20	

---

<b>Fecha de Emisión</b>	<b>Jefe del Laboratorio de Metrología</b>	<b>Sello</b>
2018-08-21	 MANDEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES	

---

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores



**PERUTEST S.A.C.**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 068 - 2018

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	21.8 °C	21.9 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				s.m.p ** ( ± mg )
	l (g)	ΔL ( mg )	E ( mg )	E <sub>c</sub> ( mg )	l (g)	ΔL ( mg )	E ( mg )	E <sub>c</sub> ( mg )	
10	10	500	0	0	20	500	0	0	10,000
20	20	500	0	0	100	600	-100	-100	10,000
100	100	500	0	0	500	600	-100	-100	10,000
500	500	400	100	100	1,000	500	0	0	10,000
1,000	1,000	600	-100	-100	5,000	500	0	0	20,000
5,000	5,000	500	0	0	10,000	400	100	100	20,000
10,000	10,000	400	100	100	15,000	500	0	0	20,000
15,000	15,000	500	0	0	20,000	600	-100	-100	30,000
20,000	20,000	600	-100	-100	24,999	400	-900	-900	30,000
25,000	24,999	300	-800	-800	29,999	300	-800	-800	30,000
30,000	29,999	300	-800	-800					

\*\* error máximo permisible



Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E<sub>0</sub>: Error en cero.  
l: Indicación de la balanza. E: Error encontrado. E<sub>c</sub>: Error corregido

Incertidumbre expandida de medición  $U = 2 \times \sqrt{(0.3506667 \text{ g}^2 + 0.00000000015 \text{ R}^2)}$

Lectura corregida  $R_{CORREGIDA} = R - 0.0000181 \text{ R}$

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 068 - 2018

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura Inicial Final  
21.6 °C 21.7 °C

Medición N°	Carga L1 = 15,000 g			Carga L2 = 30,000 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	14,999	300	-800	30,000	500	0	
2	15,000	500	0	30,000	400	100	
3	15,000	600	-100	30,000	500	0	
4	15,000	600	-100	30,000	400	100	
5	15,000	500	0	29,999	300	-800	
6	14,999	300	-800	30,000	500	0	
7	15,000	400	100	30,000	400	100	
8	15,000	600	-100	29,999	300	-800	
9	15,000	500	0	30,000	500	0	
10	15,000	500	0	30,000	400	100	
Diferencia Máxima			900	Diferencia Máxima			900
Error Máximo Permissible			± 20,000	Error Máximo Permissible			± 30,000



#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de las cargas

Temperatura Inicial Final  
21.7 °C 21.8 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		10	600	-100		10,000	500	0	100
2		10	500	0		10,000	500	0	0
3	10 g	10	400	100	10,000	10,000	600	-100	-200
4		10	500	0		10,000	500	0	0
5		10	600	-100		10,000	600	-100	0
Error máximo permisible									± 20,000

\* Valor entre 0 y 10g

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 068 - 2018

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI. Tercera Edición.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.  
Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Urb. Pop. Asoc. Viv. San Francisco De Cayran - San Martín De Porres - Lima - LIMA

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.9 °C
Humedad Relativa	56 %	56 %

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	PESAS DE 5 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0414 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 10 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0413 - 2018
Patrones de referencia	PESAS DE 20 kg (Clase de Exactitud: M2)	SAT - LM - 0412 - 2018
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROIL M-0842-2018

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 068 - 2018

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 1 de 4

<b>1. Expediente</b>	<b>695-2018</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</b>	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>3. Dirección</b>	Calle 16 Mz. G2 Lots 11 Urb. Pop. Asoc. VIV San Francisco De Cayran - San Martín De Porres - Lima - LIMA	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Capacidad Máxima	30000 g	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	III	
Marca	OHAUS	
Modelo	R21PE30ZH	
Número de Serie	B845372630	
Capacidad mínima	20 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	<b>2018-08-20</b>	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

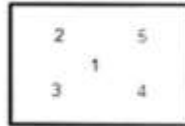
2018-08-21

  
MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,32 °C	20,01 °C
Humedad Relativa	51,71 %	52,06 %

N°	Determinación de Error Eo			Determinación de Error Corregido Ec				e.m.p. (tmg)		
	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)		E (mg)	Ec (mg)
1	20	20	800	200	5 000	5 000	1 000	0	-200	2 000
2		20	800	200		5 000	1 000	0	-200	
3		20	800	200		5 000	1 000	0	-200	
4		20	1 000	0		5 000	1 800	-800	-800	
5		20	600	400		5 000	1 800	-800	-1 200	

ENSAYO DE PESAJE

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,01 °C	19,71 °C
Humedad Relativa	52,06 %	51,83 %

Carga (g)	Crecientes				Decrecientes				e.m.p. (tmg)
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
20	20	800	200						
100	100	1 000	0	-200	100	800	200	0	2 000
200	200	800	200	0	200	800	200	0	2 000
500	500	1 000	0	-200	500	800	200	0	2 000
1 000	1 000	1 000	0	-200	1 000	1 000	0	-200	2 000
2 000	2 000	1 000	0	-200	2 000	1 000	0	-200	2 000
5 000	5 000	1 800	-800	-1 000	5 000	1 800	-800	-1 000	2 000
7 500	7 500	1 800	-800	-1 000	7 500	1 600	-600	-800	2 000
10 000	10 000	1 800	-800	-1 000	9 998	800	-1 800	-2 000	2 000
12 000	12 000	1 800	-800	-1 000	12 000	1 800	-800	-1 000	4 000
15 000	15 000	1 800	-800	-1 000	15 000	1 800	-800	-1 000	4 000

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

Lectura Corregida :  $R_{\text{corregida}} = R + 1,15 \times 10^{-4} \times R$

Incertidumbre de Medición :  $U_{95} = 2 \times \sqrt{1,40 \times 10^{-10} \text{ g}^2 + 4,95 \times 10^{-8} \times R^2}$

OBSERVACIONES

Con fines de identificación de la calibración se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde.

[1] Calculada según la NMP 003-2009

El cliente realiza ajustes periódicos a la balanza, por lo que no se consideró la contribución a la incertidumbre por deriva instrumental.

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 14994 g para una carga de 15000 g.

El cliente realizó el ajuste de la balanza con las pesas de Test & Control S.A.C.

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







Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016  
NTP ISO / IEC 17025:2006

Certificado : LM - 0088 - 2018

Página : 2 de 3

**TRAZABILIDAD**

Patrón de Referencia	Patrón de Trabajo	Certificado de Calibración
Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud E1 DM-INACAL	Juego de Pesas 1 mg a 1 kg Clase de Exactitud F1	LM-C-152-2017
Pesa 2 kg Clase de Exactitud E1	Pesa 2 kg Clase de Exactitud F1	LM-239-2017
Pesa 5 kg Clase de Exactitud E1	Pesa 5 kg Clase de Exactitud F1	LM-240-2017
Pesa 10 kg Clase de Exactitud E2	Pesa 10 kg Clase de Exactitud F1	LM-241-2017

**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	Dispositivo Indicador Auxiliar	No Tiene

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	20,52 °C	20,32 °C
Humedad Relativa	51,95 %	51,71 %

Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Medición N°	Carga (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)
1	7 500	7 500	1 800	-800	1	15 000	15 000	1 200	-200
2		7 500	1 800	-800	2		15 000	1 000	0
3		7 500	1 800	-600	3		15 000	1 200	-200
4		7 500	1 000	0	4		15 002	1 200	1 800
5		7 500	1 000	0	5		15 000	1 000	0
6		7 500	1 000	0	6		15 000	1 000	0
7		7 500	1 000	0	7		15 002	1 200	1 800
8		7 500	1 000	0	8		15 000	1 200	-200
9		7 500	1 000	0	9		15 000	1 200	-200
10		7 500	1 000	0	10		15 000	1 000	0
E <sub>max</sub> - E <sub>min</sub>				800 mg	E <sub>max</sub> - E <sub>min</sub>				2 000 mg
error máximo permitido				± 2 000 mg	error máximo permitido				± 4 000 mg

PGC-16-r08/Octubre 2017/Rev.01



Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Fuente: Elaborado por los autores

Anexo 05.04. Certificado de calibración de la Balanza 3000 x 0.1 g.



Laboratorio de Calibración

LABORATORIO ACREDITADO N° LC-016  
NTP ISO / IEC 17025:2006

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LM - 0088 - 2018

O.T. : 0293-0531

Fecha de emisión : 2018 - 02 - 17

Página : 1 de 3

SOLICITANTE : INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.  
Dirección : Cal. 16 Mz. G2, Lote 11 - As. San Francisco de Cayrán 3era etapa - SMP

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN :** BALANZA  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : OHAUS  
Modelo : V11P15T  
N° de Serie : 20911195  
Capacidad Máxima : 15000 g  
División de Escala (d) : 1 g  
División de Verificación (e) : 1 g  
Clase de Exactitud<sup>(1)</sup> : II  
Capacidad Mínima<sup>(1)</sup> : 100 g  
Procedencia : China  
Identificación : M-010  
Intervalo de  $\Delta T$  Local : 18 °C hasta 22 °C  
Fecha de Calibración : 2018 - 02 - 16

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).

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.

Los resultados en el presente documento 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.

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

**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.

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 Educar  
Gerente Técnico  
CFP:0316  


PGC-16-r08/Octubre 2017/Rev 01

Jr. Condesa de Lemos N° 117 - San Miguel - Lima / Teléfono: 262-9536 / E-mail: informes@testcontrol.com.pe

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DE TEST & CONTROL S.A.C.

Fuente: Elaborado por los autores



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA  
 RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 069 - 2018

Área de Metrología  
 Laboratorio de Masas

Página 4 de 6

### ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	Final
	21.8 °C	21.9 °C

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p** (± mg)
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1.00	1.00	60	-10						
2.00	2.00	50	0	10	2.00	60	-10	0	100
10.00	10.00	40	10	20	10.00	50	0	10	100
100.00	100.00	50	0	10	100.00	50	0	10	100
500.00	500.00	60	-10	0	500.00	50	0	10	200
800.00	800.00	50	0	10	800.00	60	-10	0	200
1,000.00	1,000.00	30	20	30	1,000.00	50	0	10	200
1,500.00	1,500.00	50	0	10	1,500.00	50	0	10	200
2,000.00	2,000.00	60	-10	0	2,000.00	40	10	20	300
2,500.00	2,499.90	30	-80	-70	2,499.90	30	-80	-70	300
3,000.00	2,999.90	20	-70	-80	2,999.90	20	-70	-80	300

\*\* error máximo permisible



Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza      ΔL: Carga adicional      E<sub>0</sub>: Error en cero  
 l: Indicación de la balanza                      E: Error encontrado                      E<sub>C</sub>: Error corregido.

Incertidumbre expandida de medición       $U = 2 \times \sqrt{(0.0041544 \cdot g^2 + 0.0000000060 \cdot R^2)}$

Lectura corregida       $R_{CORREGIDA} = R - 0.0000150 \cdot R$

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 069 - 2018

Área de Metrología  
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

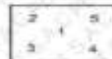
#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Temperatura Inicial Final  
21.6 °C 21.6 °C

Medición N°	Carga L1 = 1,500.00 g			Carga L2 = 3,000.00 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	1,500.00	50	0	3,000.00	50	0	
2	1,500.00	30	20	3,000.00	50	0	
3	1,500.10	50	100	3,000.00	60	-10	
4	1,500.00	40	10	3,000.00	50	0	
5	1,500.00	40	10	3,000.00	20	30	
6	1,499.90	20	-70	2,999.90	40	-90	
7	1,500.00	50	0	3,000.00	60	-10	
8	1,500.00	40	10	3,000.00	50	0	
9	1,500.00	40	10	2,999.90	30	-80	
10	1,499.90	30	-80	3,000.00	50	0	
Diferencia Máxima			180	Diferencia Máxima			120
Error Máximo Permissible			± 200	Error Máximo Permissible			± 300



#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición  
de las  
cargas

Temperatura Inicial Final  
21.6 °C 21.7 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec					
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)	
1	1.00 g	1.00	50	0	2500.00	1,000.00	50	0	0	
2		1.00	50	0		1,000.00	50	0	0	
3		1.00	50	0		999.90	30	-80	-80	
4		1.00	50	0		1,000.00	50	0	0	
5		1.00	50	0		1,000.00	60	-10	-10	
					Error máximo permisible					± 200

\* Valor entre 0 y 10e

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 069 - 2018

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

Página 2 de 8

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.  
Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Urb. Pop. Asoc. Viv. San Francisco De Cayran - San Martín De Porres - Lima - LIMA

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.6 °C	21.9 °C
Humedad Relativa	56%	56%

### 9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia	JUEGO DE PESAS 1 g a 1 kg (Clase de Exactitud: F1)	METROL M-0642-2018

### 10. Observaciones

- Se adjunta una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (\*\*) Código indicada en una etiqueta adherido al equipo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores





# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LM - 069 - 2018

Área de Metrología  
Laboratorio de Muxa

Página 1 de 4

<b>1. Expediente</b>	695-2018	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).  Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>2. Solicitante</b>	INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.	
<b>3. Dirección</b>	Calle 16 Mz. G2 Lote 11 Urb. Ppp. Asoc.Viv. San Francisco De Cayran - San Martín De Porres - Lima - LIMA	
<b>4. Equipo de medición</b>	<b>BALANZA ELECTRÓNICA</b>	
<b>Capacidad Máxima</b>	3000 g	
<b>División de escala (d)</b>	0.1 g	PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>Div. de verificación (e)</b>	0.1 g	
<b>Clase de exactitud</b>	II	
<b>Marca</b>	OHAUS	
<b>Modelo</b>	SE3001F	
<b>Número de Serie</b>	8346750775	
<b>Capacidad mínima</b>	2.00 g	
<b>Procedencia</b>	U.S.A.	
<b>Identificación</b>	LM - 069	
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2018-08-20	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2018-08-21

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

Fuente: Elaborado por los autores

Anexo 06. Resultado del turniti

feedback studio
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
9 de 40



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**  
Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km+ 17 Pimpingos, Choros 2018

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**  
Omar Christian Cajalón Solas,  
Darwin Yonander, Mondragón Díaz.

**ASESORA:**  
Dra. María Yobel García Álvarez

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**  
Diseño de Infraestructura vial

**LIMA - PERÚ**

**2018**



Resumen de coincidencias

24 %

Se están usando fuentes estándar

Ver fuentes en línea de texto

Coincidencias

24	1	Entregado a Universidad	9 %
21	2	Cybertronics.un.edu.pe	3 %
19	3	repositorio.un.edu.pe	2 %
18	4	Entregado a Universidad	2 %
17	5	Entregado a Universidad	1 %
16	6	Entregado a Universidad	1 %
15	7	docs.com	1 %
14	8	Entregado a Universidad	1 %
13	9	www.repositorio.un.edu.pe	<1 %
12	10	Cociflaya.es	<1 %
11	11	Repositorio.un.edu.pe	<1 %
10	12	Entregado a Universidad	<1 %
9	13	www.scribd.com	<1 %

Página: 1 de 12
Número de palabras: 5506
Test-only Report
Turnitin Classic
High Resolution

Anexo 07. F06-PP-PR-02.02

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE          TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo, María Ysabel García Álvarez, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de **INGENIERIA CIVIL** de la **Universidad César Vallejo - Lima Este**, revisor (a) de la tesis titulada:

**"ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS AGREGANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ PARA LA SUBRASANTE EN EL KM+ 17 PIMPINGOS, CHOROS 2018"**, del (de los) estudiante (s) **OMAR CHRISTIAN CAJALEON SALAS** constató que la investigación tiene un índice de similitud de **24%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 13 diciembre 2018




*Ma Ysabel Garcia Alvarez*

Dra. María Ysabel García Álvarez

DNI: 21453567

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------



 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, María Ysabel García Álvarez, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de **INGENIERIA CIVIL** de la **Universidad César Vallejo - Lima Este**, revisor (a) de la tesis titulada:

**"ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS AGREGANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ PARA LA SUBRASANTE EN EL KM+ 17 PIMPINGOS, CHOROS 2018"**, del (de los) estudiante (s) **DARWIN YONANDER MONDRAGON DIAZ** constató que la investigación tiene un índice de similitud de **24%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

San Juan de Lurigancho, 13 diciembre 2018



*g. a. s.*

.....  
María Ysabel García Álvarez

DNI: 21453567

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

**Anexo 08. F08-PP-PR-02.02**

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 10 Fecha : 10.06.2019 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, CAJALEÓN SALAS OMAR CHRISTIAN, identificado con DNI No 71141583, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo ( x ) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS AGREGANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ PARA LA SUBRASANTE EN EL KM +17 PIMPINGOS, CHOROS 2018."; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de no autorización:



FIRMA

DNI: 71141583

FECHA: 13 de diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02
		Versión : 10
		Fecha : 10-06-2019
		Página : 1 de 1

Yo, DARWIN YONANDER MONDRAGON DIAZ, identificado con DNI No 71507575, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo ( x ) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS AGREGANDO CENIZAS DE CÁSCARAS DE ARROZ PARA LA SUBRASANTE EN EL KM +17 PIMPINGOS, CHOROS 2018.," en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822. Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

  
 \_\_\_\_\_  
 FIRMA

DNI: 71507575

FECHA: 13 de diciembre del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------

**Anexo 09. Autorización de entrega de la versión final del trabajo de investigación**



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACION SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

OMAR CHRISTIAN CAJALEON SALAS

INFORME TÍTULADO:

Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km+ 17 Pimpingos, Choros 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 13 de diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 14 (Catorce)



DRA. MARÍA YSABEL GARCÍA ÁLVAREZ



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL, DRA. ING. GARCIA ALVAREZ MARIA YSABEL A LA RECEPCIÓN DE LA DOCUMENTACION SOLICITADA PARA LA ENTREGA DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

DARWIN YONANDER MONDRAGON DIAZ

INFORME TÍTULADO:

Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km+ 17 Pimpingos, Choros 2018

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

---

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 13 de diciembre del 2018

NOTA O MENCIÓN: 14 (Catorce)



*g. a.*

DRA. MARÍA YSABEL GARCÍA ÁLVAREZ