



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Análisis de las propiedades mecánicas del suelo arcilloso con ceniza de fondo de ladrilleras en la carretera Acovichay - Huaraz 2020”

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

AUTOR:

Oliveros Murga, Cesar Rubén

<https://orcid.org/0000-0001-7344-6802>

ASESOR:

Mg. Fernández Díaz, Carlos Mario

<https://orcid.org/0000-0001-6774-8839>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

A mis padres Manuel Rubén, Oliveros Córdova y doña Mavila Victoria, Murga Sáenz; a mis hermanos quienes con su esfuerzo y sacrificio me brindaron su apoyo incondicional en todo momento para seguir superándome y ser una persona competente.

Agradecimiento

Un agradecimiento especial para mí asesor Mg. Ing. Fernández Díaz, Carlos Mario. Quien me brindo y facilitó los conocimientos necesarios para la realización del presente trabajo.

ÍNDICE CONTENIDOS

	Pág.
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	19
3.2. Variables de Operacionalización.....	20
3.3. Población y Muestra.....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
3.5. Procedimiento.....	24
3.6. Método de análisis de datos.....	25
3.7. Aspectos éticos.....	26
IV. RESULTADOS.....	27
V. DISCUSIÓN.....	40
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS.....	44
ANEXOS.....	47

Índice de tablas

Tabla 01. Componentes químicos de la ceniza de fondo de ladrilleras.....	07
Tabla 02. Clasificación del suelo según el índice de grupo.....	08
Tabla 03. Clasificación del suelo según el tamaño de partículas Norma ASTM 422	10
Tabla 04. Categoría de la Sub - Rasante según su CBR.....	16
Tabla 05. Número de calicatas para la exploración de suelos.....	17
Tabla 06. Resumen según los ensayos que se realizó al suelo arcilloso con ceniza de fondo de ladrilleras.....	30
Tabla 07. Resultados del ensayo granulométrico.....	31
Tabla 08. Resultados de contenido de humedad.....	32
Tabla 09. Resultados del ensayo de límite de Atterberg.....	32
Tabla 10. Clasificación del suelo según muestra extraída.....	33
Tabla 11. Resultados del ensayo Proctor modificado.....	33
Tabla 12. Resultados del CBR del suelo extraído.....	34
Tabla 13. Resultado de límite de Atterberg adicionando ceniza de fondo de ladrilleras	34
Tabla 14. Resultados de Proctor modificado añadiendo ceniza de fondo de ladrilleras	36
Tabla 15. Resultados de CBR del suelo arcilloso con ceniza de fondo de ladrilleras.....	37

Índice de figuras	Pág.
Figura 1. Clasificación de suelo - método AASHTO.....	08
Figura 2. Clasificación de suelo - método SUCS.....	09
Figura 3. Diagrama de las estructuras de (a) caolinita; (b) ilita; (c) monmorilonita.....	12
Figura 4. Etapas de la investigación.....	19
Figura 5. Flujo grama de los procesos de investigación.....	29
Figura 6. Límite de Atterberg añadiendo ceniza de fondo de ladrilleras.....	35
Figura 7. Proctor Modificado añadiendo ceniza de fondo de ladrilleras.....	36
Figura 8. CBR añadiendo ceniza de fondo de ladrilleras.....	38
Figura 9: lavado de las muestras.....	86
Figura 10: proceso de tamizado de la muestra.....	86
Figura 11: resultado del tamizado de la muestra.....	86
Figura 12: muestra para el ensayo de Proctor modificado.....	86
Figura 13: contenido de agua para la compactación.....	87
Figura 14: compactación 56 golpes.....	87
Figura 15: muestra para observar límite líquido (casa grande).....	87
Figura 16: secado de muestras en el horno.....	87

Resumen

El presente trabajo de investigación, consiste en analizar las propiedades mecánicas del suelo arcilloso, agregando ceniza de fondo de ladrilleras en la carretera Acovichay de la provincia de Huaraz. Esta carretera carece de mantenimiento, debido a las precipitaciones en tiempo de lluvia disminuyendo la resistencia del suelo, generando baches y dificultando la transitabilidad. Como una alternativa de mejora a las condiciones de esta vía, se analizó las propiedades mecánicas del suelo arcilloso a través de los ensayos de límite de Atterberg, Proctor Modificado y California Bearing Ratio (CBR) para ello se añadió la ceniza de fondo de ladrilleras en proporciones de dosificación de 10, 15 y 20 %; este aditivo químico se utilizó como un estabilizador a nivel de la sub rasante que mejoró las propiedades mecánicas del suelo arcilloso generando una mejor capacidad de soporte. La ceniza de fondo proviene de la incineración de ladrillos artesanales producidos en la zona de Huaraz, éstas pueden ser utilizadas como aditivos químicos para ayudar a mejorar las propiedades del suelo arcilloso y mejorar las condiciones de la carretera de Acovichay para una mejor transitabilidad.

PALABRAS CLAVES: Ceniza de fondo de ladrilleras, suelo arcilloso, CBR.

Abstract

The present research work consists of analyzing the mechanical properties of clay soil, adding bottom ash from brickyards on the Acovichay highway in the province of Huaraz. This road lacks maintenance, due to rainfall in rainy weather decreasing the resistance of the ground, generating potholes and making passability difficult. As an alternative to improve the conditions of this route, the mechanical properties of the clay soil were analyzed through the Atterberg limit tests, Modified Proctor and California Bearing Ratio (CBR), for this purpose, the bottom ash of brick kilns was added in dosage proportions of 10, 15 and 20 %; This chemical additive was used as a stabilizer at the subgrade level that improved the mechanical properties of the clay soil, generating a better bearing capacity. The bottom ash comes from the incineration of artisan bricks produced in the Huaraz area, these can be used as chemical additives to help improve the properties of the clay soil and improve the conditions of the Acovichay road for better tractability.

KEYWORDS: Background ash from brick kilns, Clay floor, CBR

I. INTRODUCCIÓN

En este trabajo de investigación se tiene como punto de partida la dificultad que presenta la carretera no pavimentada del centro poblado de Acovichay, provincia de Huaraz, motivadas por las diferentes fallas que presente por falta de un mejor control y sobre todo el cumplimiento de las especificaciones técnicas, desarrolladas en esta zona de la localidad.

Brindar a los usuarios una vía segura y que garantice la transitabilidad de forma permanente debe ser el principal objetivo del sector transportes, por lo que considero que es de suma importancia la construcción de carreteras que tengan las condiciones técnicas básicas y necesarias, para que éstas puedan ser de gran utilidad para la población. Motivado por ello, en el presente trabajo de investigación se propondrá el uso de ceniza de fondo de ladrilleras artesanales en la Localidad, con el propósito de mejorar las condiciones de las propiedades mecánicas del suelo arcilloso.

El beneficio es económico y social lo que va generar la construcción de una determinada carretera, primordialmente, cuando está conecta las zonas con alto potencial productivo, como en este caso del centro poblado Acovichay, que se caracteriza por ser una zona de actividad económica la agricultura y ganadería, que son actividades prioritarias que son recursos de ingreso para la población, por ello el medio de transitabilidad debe garantizar con buenas condiciones de acceso de comunicación como es la carretera no pavimentada a esta localidad.

Las carreteras que se construyen son obras estratégicas en busca del desarrollo, dando prioridad al turismo, transporte, agropecuaria y también la industria. Es aquí donde se ve la necesidad de tener la red vial que esté conectando cada tramo al país. Pero en la actualidad las carreteras no pavimentadas no están teniendo su debida corrección.

Según Sánchez (2015), "investigaciones en relación a la selva peruana, en donde no ha presentado la cantidad suficiente de proyectos viales para abastecer a la población local, tales como carreteras, puentes, ferrocarriles, etc. Esto se debe en gran parte al tipo de suelo, que en su mayoría son arcillas. Estas arcillas son un problema ingenieril debido a que poseen baja resistencia al corte y alta deformabilidad. Las consecuencias de estas características mecánicas pueden verse reflejadas en hundimientos y fallas en la estructura de los pavimentos

construidos sobre estas arcillas. Sin embargo, frente a un problema de suelos arcillosos se utilizan metodologías para mejorar las características físicas y mecánicas del suelo, como adicionar cemento, cal, utilizar geomallas para distribuir mejor los esfuerzos sobre el suelo arcilloso, sustituir los suelos arcillosos por un relleno controlado, entre otros. Sin embargo, existen estudios acerca de la estabilización de arcillas mediante la incorporación de cenizas volantes, cenizas de madera y biomasa en general”.

Hoy en día se cuenta con una gran cantidad de aditivos químicos que permiten optimizar las propiedades mecánicas del suelo arcilloso y al tener una adecuada estabilidad del suelo permite la transitabilidad de los vehículos y peatones.

Los tramos de la carretera Acovichay carece de mantenimiento, por lo que la frecuente transitabilidad se da en el tiempo de sequía, y con las precipitaciones que se dan en tiempo de lluvia disminuye la resistencia del suelo y se generan baches y ocasionan malestar al transitar. De esta manera se puede observar el alto grado de deterioro de la carretera, generando incomodidad de los pobladores que aumentan el tiempo de recorrido y costo operativo vehicular.

Es por esta razón que en este trabajo de investigación se ha visto la necesidad de realizar el análisis de las propiedades mecánicas de suelo arcilloso con ceniza de fondo de ladrilleras en los tramos de la carretera Acovichay, provincia de Huaraz, a fin de garantizar una mejor transitabilidad. Por lo que se Justifica en esta investigación la información que se obtenga será de mucha ayuda para aquellas investigaciones de infraestructura vial, donde se podrá conocer las capacidades que tiene la ceniza de fondo de ladrilleras artesanales en el afianzamiento de suelos arcillosos, también con esta investigación se busca dar un adecuado uso a la ceniza de fondo mejorando las propiedades mecánicas del suelo arcilloso. Ya que en su mayoría de las regiones donde se produce ladrillos artesanales la ceniza lo están desechando por desconocimiento de sus propiedades.

Tenemos como planteamiento del problema general ¿de qué manera contribuye añadir la ceniza de fondo de ladrilleras en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020?, se proponen los siguientes problemas específicos: a) ¿de qué manera contribuye la ceniza de fondo de ladrilleras en la plasticidad del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020?, b) ¿de qué manera contribuye la ceniza de fondo de ladrilleras en la máxima

densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020?, c) ¿de qué manera contribuye la ceniza de fondo de ladrilleras en la resistencia del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020?. Una vez delimitado el problema se procedió a formular el objetivo general: analizar como contribuye la ceniza de fondo de ladrilleras en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020, con esta premisa se enunciaron los siguientes objetivos específicos: a) determinar la contribución de la ceniza de fondo de ladrilleras en la plasticidad del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020, b) determinar la contribución de la ceniza de fondo de ladrilleras en la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020 y c) determinar la contribución de la ceniza de fondo de ladrilleras en la resistencia del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020, se establecieron como hipótesis general : la ceniza de fondo de ladrilleras contribuirá en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020 y como hipótesis específicas: a) la ceniza de fondo de ladrilleras contribuirá en la plasticidad del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020 b) la ceniza de fondo de ladrilleras contribuirá en la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020 y c) la ceniza de fondo de ladrilleras contribuirá en la resistencia del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020

II. MARCO TEÓRICO

En antecedentes internacionales, tenemos a Ahmaruzaman, M. (2010), en su investigación “utilización de las cenizas volantes, generadas durante la combustión del carbón”, cuyo objetivo es determinar el uso adecuado, debido a los problemas ambientales que se generaban, para ello se realizó los respectivos ensayos para conocer de qué está compuesta la ceniza. Llegando a una conclusión que los componentes de la ceniza tienen un alto rendimiento en la sub base de carreteras. En otros países como la India, la ceniza volante tiene alto costo de eliminación, por lo que han optado hacer uso en la producción de ladrillos y cementos por las propiedades que contiene.

Cañar (2017), en su trabajo de investigación “análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón” para recibirse de ingeniero civil en Ambato – Ecuador en donde su objetivo es determinar la incidencia que tiene la ceniza de carbón respecto a la resistencia al corte y estabilización del suelo en un estudio de tipo experimental, para ello se realizó ensayos en 20, 23 y 25 % ceniza de carbón. Llegando a una conclusión bastante favorable, la ceniza de carbón aporta de manera óptima en la CBR y la resistencia del suelo, de los ensayos realizados el que tuvo un mejor resultado fue al añadir 25% de ceniza de carbón y mientras más cantidad de ceniza que se añada mejores serán los resultados.

En Madrid, Gomez (2019), en su tesis “comportamiento geotécnico de suelos arcillosos compactados, respuesta a cargas estáticas y dinámicas” en donde su objetivo es observar las características del suelo arcilloso expansivos compactados haciendo uso el material granular como la arena en un estudio de tipo experimental, para lo cual en primer lugar se hizo la compactación de las arcillas azules de Guadalquivir sin hacer ninguna mezcla con la arena, en segundo lugar se hizo la compactación haciendo uso de la arena en un 10 y 20% con la arcilla, para lo cual, después de haber realizado los estudios se concluyó que la introducción de este material granular tiene un aporte significativo que aumenta la compresibilidad y rigidez y la deformación será menor cuanto más arena contenga el suelo arcilloso. A nivel nacional están, Pérez R. (2012), en su trabajo de investigación “estabilización de suelos arcillosos con ceniza de carbón para su uso como sub rasante y/o sub base” en donde su objetivo es determinar la estabilización del suelo

arcilloso añadiendo la ceniza volante, lo cual se realizó un estudio de tipo experimental, para ello se realizaron los ensayos correspondientes, se observa que la máxima densidad seca disminuye al añadir la ceniza volante y el valor de la CBR mejora de un 7,7% a un 23.5%, también se hizo la mezcla de un 60% de suelo arcilloso y 40 % de ceniza volante concluyendo que el aditivo ceniza volante influye positivamente en la resistencia del suelo.

Cajaleón y Mondragón (2018), en su tesis denominado “estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la sub rasante en el km+17 Pimpingos, Choros 2018”, cuyo objetivo general que plantea es determinar si las propiedades mecánicas del suelo arcilloso mejorará al añadirse 10 % y 15 % ceniza de cáscara de arroz para la sub rasante; para lo cual la metodología de investigación fue experimental. Concluyendo favorablemente donde se pudo determinar que al añadir la cáscara del arroz que fue quemada para lograr a convertirse en ceniza, fue usado como aditivo a fin de lograr estabilizar el suelo arcilloso, a lo que inicialmente presentaba un suelo inadecuado o pobre logró ser un suelo regular.

Huancoillo (2017), en su investigación de título “Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané – Chupa – Puno”, en donde su objetivo es analizar las propiedades mecánicas del suelo arcilloso, para ello hace uso de la ceniza volante y también cal a nivel de afirmado en la carretera Huancané – Chupa, en la región Puno. La metodología empleado para esta investigación fue experimental. En resumen podemos decir que el autor en esta investigación pudo corroborar que el uso de la ceniza volante y también cal mejora la propiedad del suelo en cuanto a la plasticidad, como también en la expansión del suelo natural. Para ello, combinó en una proporción de Suelo en un 90%, más Ceniza Volante en 5% y 5% de Cal, obteniendo como resultado que la plasticidad del suelo se reduzca de 12.44 % a un 4.28 % y la expansión del suelo de 1.67 % a 0.13 %, esto implica que el suelo natural mejoró en cuanto a sus propiedades, encontrándose dentro de los parámetros de las especificaciones técnicas. A nivel local se han considerado las siguientes investigaciones.

Espinoza (2018), de título “Estabilización de Suelos Arcillosos Adicionando Ceniza de Caña de azúcar en el tramo del Pinar-Marian, Distrito de Independencia 2018”,

el objetivo que plantea es determinar el mejoramiento de los suelos arcillosos añadiendo ceniza de caña de azúcar, de acuerdo a los estudios realizados obtuvo resultados favorables en las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso. La metodología de investigación utilizada para este trabajo fue experimental. En conclusión podemos inferir que la mejora del suelo arcilloso al añadir en un 20% de ceniza de caña de azúcar se logra aumentar el CBR al 95% de 4.81 % a un 15.18%, lo cual implica que la densidad seca del suelo de 1.859 gr/cm³ llega a contener una humedad óptima de 9.567%, de esta forma también se reduce el índice de plasticidad de 16.11% a un 9.73%, finalmente se logró bajar el porcentaje de la expansión del suelo arcilloso de 1.47% a un 0.24%.

Bueno y Torre (2019), en su tesis “Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación en el barrio del Pinar, Independencia, Huaraz – 2018”, el cual tuvo como objetivo precisar el porcentaje óptimo, añadiendo las cenizas de carbón en un 3%, 5% y 10%, con la finalidad de incrementar la estabilidad del suelo natural, obteniendo resultados favorables en la combinación de cenizas de carbón con el suelo natural, logrando subir el CBR de 10,5 % a 14.32 %, con 5% de ceniza de carbón. La metodología usada para este trabajo de investigación fue experimental.

En cuanto a las teorías relacionadas, para la presente investigación se encontró las siguientes definiciones:

Según centro de estudios y experimentación de obras públicas (CEDEX), en su ficha técnica, la ceniza de fondo o escoria es aquella que cae por gravedad, suelen extraer por arrastre hasta los silos de almacenamiento provisional y están constituyen en un 60 % de la ceniza.

Normalmente, las propiedades químicas de las cenizas de fondo dependen de la de los recursos que se usan en la incineración y el control de contaminación de aire. Las cenizas están formadas mayormente por los componentes químicos SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃ y de manera minoritaria, Cl, Si, Mg, Al, Fe, Ca, K, Na.

En la siguiente tabla se detalla los compuestos químicos de la ceniza de fondo de ladrilleras.

Tabla 01. Componentes químicos de la ceniza de fondo de ladrilleras

Elemento	Oxido	%
Óxido de cromo	Cr ₂ O ₃	3.87
Óxido de hierro	Fe ₂ O ₃	0.9
Óxido de aluminio	Al ₂ O ₃	30.83
Óxido de magnesio	MgO	19.48
Óxido de silicio	SiO ₂	33.02
Óxido de calcio	CaO	4.88
Fluoruro de calcio	CaF ₂	6.29
Óxido de sodio	Na ₂ O	0.34
Óxido de potasio	K ₂ O	0.28
Dioxido de titanio	TiO ₂	0.11

Fuente: elaboración propia

Suelos

De acuerdo a Crespo (2004). Define al suelo como un manto delgado en la corteza terrestre que está formado por descomposiciones físicas y químicas de piedras, como también de aquellos desechos de la actividad de seres vivos que se van asentando.

Clasificación de los suelos

Para Das (2013 p. 23) los suelos se clasifican mediante los métodos de: sistema de clasificación de AASHTO y el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS).

Método AASHTO

De acuerdo al MTC, 2014, p. 38. Mediante este método la clasificación del suelo es en dos grupos, suelos granulares y suelos finos, la preselección es a base de símbolos que varía de A -1 al A - 8, el suelo inorgánico se encuentra de A - 1 al A - 7 y estas se dividen en 12 grupos. El suelo con alto material orgánico se clasifica como a - 8. El resultado evaluado en el laboratorio estará basado en el tamaño de la partícula, límite líquido, límite plástico y reconocer el índice de grupo.

En la siguiente figura se muestra la clasificación del suelo según el método AASHTO

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

Figura 1. Clasificación de suelo - método AASHTO

Índice de grupo

Según Montejo, 2010, p. 37. Define al índice de grupo como aquel porcentaje que traspasa por la malla N° 200, este material tienen las características muy parecidas por lo que se encuentran en el mismo grupo y con un determinado índice.

Tabla 2. Clasificación del suelo según el índice de grupo

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
INDICE DE GRUPO	SUELO DE SUBRASANTE
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, sección suelos y pavimentos MTC, 2014

Método SUCS

De acuerdo a Das (2013, p. 82), precisa que este método de clasificación (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos). El suelo se divide en dos categorías que son granulares gruesos y finos.

A continuación se observa el suelo clasificado según el método SUCS

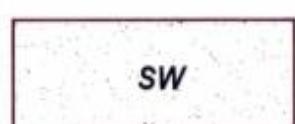
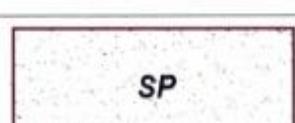
	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fino, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcillaarenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico

Figura 2. Clasificación de suelo - método SUCS

Según Juárez y Rico (2015), “La arcilla es la descomposición química de diferentes minerales, principalmente silicatos, que se encuentran en las rocas ígneas y metamórficas”.

Los suelos arcillosos están conformados por minerales activos y no activos. En el primer grupo se encuentra la montorillonita en mayor proporción y la clorita y vermiculita en menor proporción. En el segundo grupo están las caolinitas y las ilitas, quienes tienen propiedades expansivas en los suelos cuando están en gran proporción.

El tipo de suelo arcilloso normalmente podemos encontrar en lugares donde la precipitación es alta y estos presentan problemas en drenaje, este suelo es caracterizado por contener gran cantidad de agua y un bajo nivel de resistencia in situ.

Este tipo de suelo arcilloso tiende a cambiar de volumen cuando presentan cambios de humedad.

La Asociación Americana de Ensayos de Materiales (ASTM). Define que el suelo arcilloso está constituido por minerales aditivos, y en gran proporción esta la montmorillonita y en poca o casi nula proporción están la clorita y vermiculita, también se tiene a los minerales que no son consideradas activas como la caolinitas y los illitas, pero estos pueden contribuir en las propiedades expansivas teniendo en cuenta que haya en gran cantidad. Se encuentran propiedades físicas en cuanto al volumen que generan cambio, repercutiendo en el lugar y laboratorio. Estas dimensiones podemos observar en la siguiente tabla:

Tabla 03. *Clasificación del suelo según el tamaño de partículas Norma ASTM 422*

TIPO DE MATERIAL	TAMAÑO DE PARTICULAS
Arena gruesa	2.00 - 0.42 mm
Arena fina	0.42 - 0.074 mm
Limo	0.074 - 0.002 mm
Arcilla	Menor a 0.002 mm
Coloides	Menor a 0.001 mm

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de Ensayo de Materiales.

Estructura de las arcilla

Whitlow R. (1994), según el autor, normalmente los minerales de las arcillas están formados por la meteorización de las rocas, esto quiere decir que los minerales son transformación de minerales preexistentes de las rocas, el tamaño de este mineral es tan minúsculo que solo se puede observar con un microscopio electrónico. Los componentes químicos que forman este mineral son átomos de: silicio, hierro, aluminio, hidrógeno, magnesio y oxígeno. Los mencionados átomos se combinan entre sí y forman láminas y estructuras atómicas básicas donde la agrupación genera el mineral de arcilla.

La composición mineralógica de los suelos arcillosos es de mucha importancia ya que esto permite observar el comportamiento mecánico del suelo arcilloso que es influenciado por la estructura y constitución mineralógica.

Los principales componentes de este tipo de suelo son los silicatos de aluminio hidratados, silicato de magnesio, hierro, magnesio, oxígeno e hidrógeno. La combinación de estos elementos forma láminas, que al unirse por medio de un enlace forman un mineral de arcilla. En la Figura 10 se observa las formaciones de silicato de aluminio que se componen de uno o dos unidades básicas: tetraedro de sílice y octaedro de alúmina. En ambas estructuras el metal con valencia positiva está situado en el interior y el ion no metálico con valencia negativa se ubica en el exterior.

Los principales componentes de este tipo de suelo son los silicatos de aluminio hidratados, silicato de magnesio, hierro, magnesio, oxígeno e hidrógeno. La combinación de estos elementos forma láminas, que al juntarse generan un mineral de arcilla. En la Figura 10 se observa las formaciones de silicatos de aluminio que están de una o dos elementos básicos como el tetraedro de sílice y octaedro de alúmina. En ambas estructuras, la valencia positiva del metal está situado en el interior y el ion no metálico con valencia negativa se ubica en el exterior.

Las arcillas tienen variedades de minerales y éstas se relacionan con las estructuras de las mismas, como se puede observar en la Figura 2. De las cuales se identificó tres grupos de minerales arcillosos que se detallan a continuación:

La caolinita es una capa repetida de láminas de sílice-gibbsita. Sus capas tienen aproximadamente 7.2 Å de espesor y están unidas por enlaces de hidrógeno. La masa unitaria del área superficial, conocida también como superficie específica, es de 15 m²/g.

La illita, conocida como mica arcillosa no expansiva, es una lámina de mineral transparente conocida como gibbsita, que se encuentra entre dos láminas de sílice, entre las partes superior como inferior. Estas capas del mineral arcilloso se relacionan entre sí a través de iones de potasio, donde se puede equilibrar los elementos que contienen los minerales de la arcilla con los iones que proviene de la sustitución de aluminios a silicio a través de las láminas tetraédricas. Sus capas

tienen aproximadamente 10 Å y la superficie específica de partículas es de 80 m²/g. aproximadamente.

La montmorilonita posee una estructura de composición química inconsistente parecida a la illita. En este grupo mineral hay una sustitución isomorfa que contiene magnesio y aluminio coordinados en láminas octaédricas; que se presentan en forma de hidróxidos y óxidos. Se puede deducir según la figura N° 2 que la lámina central está entre dos láminas superior e inferior que son las láminas externas que están formadas por óxidos de silicio. Asimismo, la superficie específica es de 800 m²/g. aproximadamente.

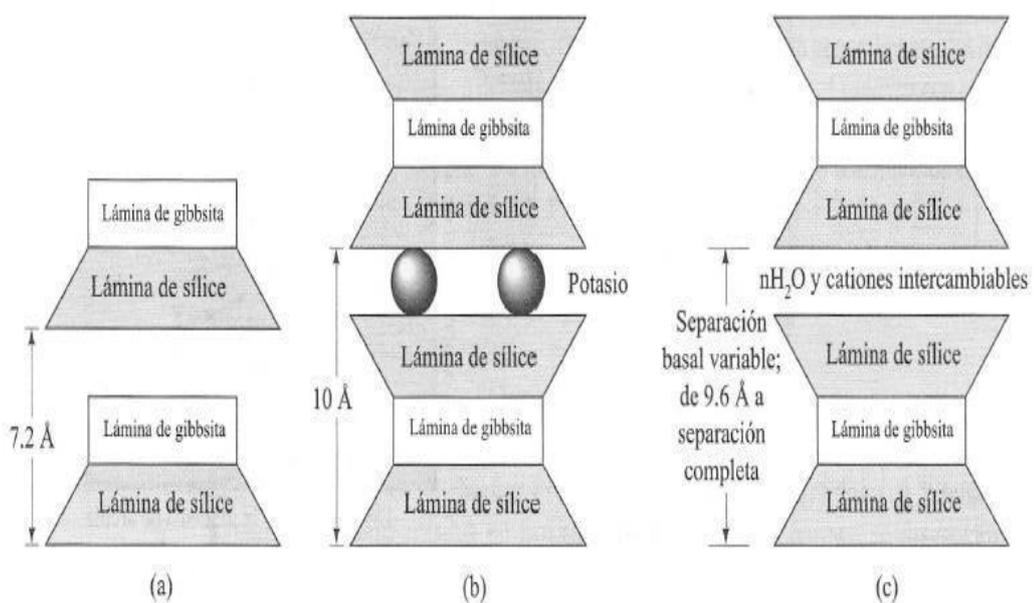


Figura 3. Diagrama de las estructuras de (a) caolinita; (b) illita; (c) monmorilonita.

Según Díaz (2014), Límite de Atterberg (ASTM) mediante este ensayo se determina el límite, líquido, plásticos, sólido, semisólido de los suelos finos, con estos datos se conoce la plasticidad del suelo arcilloso, la resistencia del suelo depende del grado de humedad que contenga, mientras menor sea la humedad mayor será la resistencia (p. 38-41).

Días (2014), según el autor el límite líquido (ASTM D4318) es el que representa el contenido de humedad sin haber pasado de estado plástico a líquido. Este ensayo se hace con la técnica de casa grande y la muestra es el materia que traspasa la malla N° 40, luego se hace la mezcla con agua para ser depositada en el recipiente

de bronce y se procede a realizar 25 golpes de manera consecutiva girando la manivela que se encuentra unida junto a la base, la altura que cae la copa sobre la base es a 1cm. Después se hace el corte de la porción mínima del suelo para realizar la cantidad de golpes necesarios hasta que la ranura de 12 mm ($\frac{1}{2}$ " se cierre y al tomar una porción del suelo se determina el contenido de humedad. Esto se realiza 4 veces y se obtiene la fluidez de la curva en relación del contenido de humedad y la cantidad de golpes (p. 42).

Días (2014), Límite plástico (ASTM D4318), se calcula la humedad seleccionando una pequeña cantidad del suelo y haciendo uso de los dedos con la masa seleccionada se forma unos cilindros de 3 mm, este proceso se realiza hasta que la masa no tenga una forma de cilindro, después se calcula la humedad que pertenece al límite líquido (p. 25).

Compactación tipo Proctor según Pontificia Universidad Católica del Perú (2012), Este ensayo de compactación se aplica en suelos que contengan igual o menos del 30% de peso en partículas retenidas con la malla de $\frac{3}{4}$ " (19 mm). El suelo que se ha seleccionado con contenido de humedad se colocaran sobre capas en el interior de un molde con dimensiones que están determinadas, cada capa se compacta por una cierta cantidad de golpes que se realizará empleando un martillo de peso y con una altura de caída estándar.

Ensayo tipo Proctor modificado "Pontificia Universidad Católica del Perú" (2012), Este ensayo se realiza en suelos que tienen peso inferior al 30 % de las partículas que se retienen en la malla de $\frac{3}{4}$ " (19 mm). La ejecución de la compactación se define en la energía que es de 5 capas y el martillo de 10 lbf (4.54 kg), que cae desde una altura de 18" (457 mm) que proporciona un esfuerzo al suelo una compactación total de 56000 ft-lbf/ft³ (275 ton-m/m³).

Los autores Rondón, A. y Reyes, F. (2015), este ensayo se usa para medir la resistencia mediante el CBR en el diseño de pavimento flexible, el ensayo se realiza in situ o laboratorio. Para realizar este ensayo en suelo tiene que estar saturado y medir las situaciones más críticas, el espécimen será sumergido durante cuatro días en el agua teniendo una sobrecarga en la superficie del espécimen. Con el CBR se mide de forma indirecta la resistencia al corte, rigidez y/o penetración.

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS

El MTC en el manual de carreteras (2014), su clasificación de la vía se conoce por diversos factores como geográficos y demanda, mediante el cual se podrá delimitar la clase de una determinada vía en el Perú, esto permitirá el adecuado uso según las características de la carretera de estudio.

CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS SEGÚN SU FUNCIÓN

García (2015), hace referencia que el sistema nacional se conforma por diversas carreteras que se conectan con las ciudades del país, así como también puertos y fronteras, y están bajo la dirección del MTC.

García (2015), sistema departamental se conforma por vías que están circunscritas de manera principal al departamento, se encuentra bajo la dirección del consejo transitorio de administración regional.

También se encuentra el sistema vecinal o rural cuya dirección lo realizan las municipalidades y está conformado por carreteras que se unen entre capital de provincia, capital de distritos y diferentes centros poblados. García (2015)

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS DE ACUERDO A SU DEMANDA

La autopista de primera clase es aquella carretera de índice medio diario anual de 6000 veh/día con calzadas de 6.00 m cada una y deben tener 2 o más carriles con un mínimo de 3.60 m de ancho. Manual de carreteras: Diseño Geométrico MTC (2014).

El segundo tipo de vía rápida es una vía con IMDA entre 4000 y 6000 vehículos / día, y la vía está dividida por un divisor central, y su alcance es de 6,00 m a 1,00 m, en este caso se debe instalar un sistema de retención de vehículos. La vía debe tener dos o más carriles con un ancho mínimo de 3,60 m. manual de carreteras: Diseño geométrico MTC (2014).

Según el Manual de carreteras: Diseño Geométrico MTC (2014), la carretera de primera clase es aquella que tiene un IMDA que oscila entre 2000 a 4000 veh/día, la anchura mínima de una carretera de dos carriles debe ser de 3,60 m.

Manual de carreteras: Diseño Geométrico MTC (2014), la carretera de segunda clase es aquella que varía de 400 a 2000 veh/día, el ancho mínimo de los dos carriles debe ser de 3,30 m.

Manual de carreteras: Diseño Geométrico MTC (2014), el IMDA del tercer tipo de vía es menor a 400 vehículos por día. La vía debe tener dos carriles con un ancho

mínimo de 3,00 m. Esta vía puede tener carriles de 2,50 m, pero debe contar con el correspondiente sustento técnico.

Para el manual de carretera: diseño geométrico MTC (2014), la trocha carrozable, es aquella vía también transitable pero no logra alcanzar la particularidad geométrica de una carretera, normalmente tienen un índice medio diario anual menos de 200 veh / día. En cuanto a las carreteras, su ancho mínimo debe ser de 4,00 m. La superficie de rodadura puede estar afirmada o no afirmada.

CARRETERA NO PAVIMENTADA

De acuerdo al Manual de carreteras no pavimentadas MTC (2008), Las carreteras sin asfaltar se definen como carreteras con baja transitabilidad, donde aparece una capa de partículas en la superficie de la banda de rodadura a un nivel de afirmado. Su diseño de la carretera no pavimentada es de mucha importancia como el control de polvo porque normalmente las carreteras presentan polvo generado por el desprendimiento del agregado fino. El polvo varía según la zona tales como lluviosa o árida y también influye la calidad que está hecho el afirmado.

PAVIMENTOS

El pavimento está constituido por capas por encima de la sub – rasante el suelo, este será destinado como la base que resistirá y distribuirá el esfuerzo generado por la transitabilidad vehicular.

COMPONENTE ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

Según Montejo (2002), define al pavimento como aquella estructura constituida por capas que están sobreexpuestas de manera horizontal, el cual se diseña y compone técnicamente con material apropiado.

Generalmente, se compone de la carpeta rodante, base, sub base, este conjunto mencionado descansa sobre la subrasante, y cada capa es de gran importancia porque estas:

- Tienen a distribuir la tensión que se deriva de la capa superior logrando conseguir un valor aceptable en las capas que están en el inferior.
- Deben estar diseñadas adecuadas para que puedan resistir cargas sin ninguna deformación.

Las carreteras que se construyen de manera convencional, se componen por capas que se nombran sub- rasante, sub base, base, en cambio, aquellos caminos que son de poca transitabilidad la composición de la carretera son de capas granulares, de consiguiente se mencionara la estructura de las capas:

SUB – RASANTE.

De acuerdo al MTC (2014), La subrasante se caracteriza porque esa estructura asfáltica que se encuentra debajo del asiento y el cristal de la calle se hace entre la explanada del terreno en estado y la estructura asfáltica.

Para el Manual de carreteras: en la sección de suelos y pavimentos (2014), es considerado como material apto en la capa de sub rasante cuando el CBR $\geq 6\%$ y teniendo como máxima expansión al 5%, en caso contrario de obtener un CBR menor al mencionado de deberá hacer el análisis realizar la estabilización.

Tabla 4. Categoría de la Sub - Rasante según su CBR.

Categorías de Subrasante	CBR
S0 : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1 : Subrasante Pobre	De CBR $\geq 3\%$ A CBR < 6%
S2 : Subrasante Regular	De CBR $\geq 6\%$ A CBR < 10%
S3 : Subrasante Buena	De CBR $\geq 10\%$ A CBR < 20%
S4 : Subrasante Muy Buena	De CBR $\geq 20\%$ A CBR < 30%
S5 : Subrasante Excelente	CBR $\geq 30\%$

Fuente: Manual de carreteras de suelos, Geología y pavimentos, sección suelos y pavimentos MTC, 2014

CARACTERIZACIÓN DE LA SUB RASANTE

De acuerdo al MTC Manual de Carreteras Sección de Suelos y pavimentos(2014), para comprobar cuáles son sus particularidades mecánicas de la sub rasante se deberán realizar calicatas con una profundidad de 1.5 m, el mínimo de calicatas que se deberán hacer obedecerá del tipo de carretera, según se detalla en la tabla.

Tabla 5. Número de calicatas para la exploración de suelos.

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Numero Minimo de Calicatas
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido
		Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido
		Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido
		Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido
		Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	4 calicatas x km
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	3 calicatas x km
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	2 calicatas x km
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	1 calicata x km

Fuente: Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia, pavimentos, sección suelos y pavimentos, MTC, 2014.

SUB-BASE:

En el Manual de carreteras en la sección suelos y pavimentos MTC (2014, p. 113), la sub base está conformado con material de soporte ($CBR \geq 40\%$) lo cual es mayor de la sub rasante, esto es utilizada para reducir el espesor de la base, el fin que tiene es transmitir de manera uniforme a la sub rasante la carga del tráfico, asimismo evita la infiltración del agua porque hay drenaje en el pavimento, de esta manera se evita las deformaciones del pavimento.

BASE:

Según el manual de carreteras sección suelos y pavimentos MTC (2014, p. 114). Esta capa está hecha de tema granular y su capacidad para ayudar al CBR es $\geq 80\%$, en cualquier caso el tratamiento se terminará con asfalto, cal o cemento, la motivación detrás de esta capa es asimilar la restricción enviada por el tráfico vehicular para transmitir los esfuerzos a la subbase.

ESTABILIZACIÓN:

Norma CE.010 (2010, p. 41). Es el proceso de mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo natural en corte o como también con material de préstamo en relleno con la intención de que el suelo sea estable Este es el proceso de realizar cambios en las propiedades del suelo a un bajo costo garantizando la calidad. El mejoramiento del suelo se hace de dos maneras, puede ser la estabilización química y mecánica. DAS (2013, p. 266), especifica como la estabilización de los suelos de manera mecánica o agregando productos químicos, naturales y sintéticos. Normalmente la estabilización se realiza con cal, cemento, asfalto y se hace a nivel de la sub rasante en aquellos suelos que tienen baja capacidad portante.

ESTUDIO DE TRÁFICO

De acuerdo a Sarmiento y Arias (2015), en su definición de estudio de tráfico donde menciona que viene a ser un aspecto significativo para la continuación de la realización del diseño de pavimento, es necesario conocer el tipo y la cantidad de vehículos que transitan por una determinada zona para clasificarlos de acuerdo a los reglamento nacionales, también permitirá una proyección futurista con un adecuado diseño estructural del pavimento.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Esta investigación será Investigación aplicada.

En concordancia al tipo de investigación o nivel de estudio se menciona a Carrasco (2005, p. 43), el cual dice que aquella investigación aplicada también se le conoce como empírica o práctica, esto se define como aplicada debido a que se hará la aplicación de conocimientos que se irán adquiriendo en el proceso de la investigación para resolver un problema real.

Diseño de investigación

El diseño metodológico que se ha empleado en esta investigación es experimental.

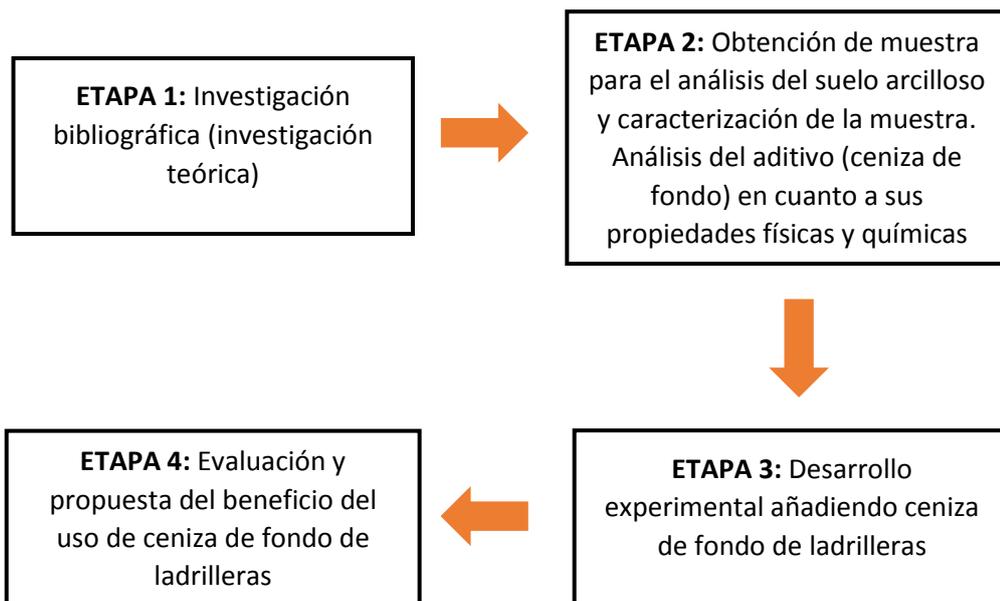


Figura 4. Etapas de la investigación

3.2. Variables y Operacionalización de variables

Variables

Kerlinger (2002), "Estructura de una investigación destinado a adquirir respuestas a las consultas de una investigación, mejora o tratamiento (variable independiente) para notar las respuestas que suceden en la (variable dependiente)". Variables

V.I : Ceniza de fondo de ladrilleras

V.D: Suelo arcillo

Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA
Variable independiente : ceniza de fondo de ladrilleras	La ceniza de fondo se puede conceptualizar como una fracción gruesa de ceniza producida por la combustión de residuos sólidos que someten a la incineración en las ladrilleras artesanales, éstas se producen dentro del horno tanto en la cama inferior y la cámara de combustión primaria. Normalmente, se mezcla con impurezas minerales contenidas en el combustible, como barros. La ceniza de fondo constituye la mayor parte (60%) del total de las cenizas producidas por la combustión de madera y carbón.	La ceniza de fondo se usará como aditivo en el suelo arcilloso de la carretera Acovichay - Huaraz	Dosificación Propiedades físicas	10%, 15%, 20% Partículas con diámetro igual o menor a 0.075mm	Razón Razón
Variable dependiente: suelo arcilloso	El suelo es el atributo material en donde se puede ejecutar las obras, para ello es necesario observar las propiedades mecánicas. (Craig Vaughan, 2006)	Analizar la mecánica del suelo arcilloso con los ensayos de laboratorio	Tipo de suelo plasticidad Compactación Resistencia	Análisis granulométrico Limite liquido Limite plástico Proctor modificado Ensayo CBR	Razón Razón Razón Razón

Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
¿De que manera contribuye añadir la ceniza de fondo de ladrilleras en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz - 2020?	Analizar como contribuye la ceniza de fondo de ladrilleras en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020	La ceniza de fondo de ladrilleras contribuirá en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020	Variable independiente : ceniza de fondo de ladrilleras	Dosificación	10%, 15%, 20%	Balanza digital con precisión de 0,01g
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPÓTESIS ESPECIFICO		Propiedades físicas	Partículas con diámetro igual o menor a 0.075mm	Tamiz #200 (ASTM – D 422)
¿De que manera contribuye la ceniza de fondo de ladrilleras en la plasticidad del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020?	Determinar la contribución de la ceniza de fondo de ladrilleras en la plasticidad del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020	La ceniza de fondo de ladrilleras contribuirá en la plasticidad del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020	Variable dependiente: suelo arcilloso	Tipo de suelo	granulometría por tamizado	granulometría por tamizado : MTC E-107-2000
¿De que manera contribuye la ceniza de fondo de ladrilleras en la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020?	Determinar la contribución de la ceniza de fondo de ladrilleras en la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020	La ceniza de fondo de ladrilleras contribuirá en la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020		plasticidad	límite de Atterber	límite de Atterber ASTM D-2216, MTC E 110 – 2000 / MTC E 111-2000
¿De que manera contribuye la ceniza de fondo de ladrilleras en la resistencia del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020?	Determinar la contribución de la ceniza de fondo de ladrilleras en la resistencia del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020	La ceniza de fondo de ladrilleras contribuirá en la resistencia del suelo arcilloso en la carretera Acovichay, Huaraz 2020		Compactación	Proctor Modificado	Proctor modificado ASTM D-3282, MTC E 115 – 2000
				Resistencia	California Bearing Ratio	California Bearing Ratio ASTM D-1557 y MTC E-132- 2000

3.3. Población y Muestra

La población y muestra según los autores Hernández, Fernández y Batista (2014), este es un conjunto de casos que cumplen con una serie de especificaciones. Debe quedar claro el contenido, la ubicación y las características temporales de la población. En este caso, la población será:

LUGAR : CARRETERA ACOVICHAY
PROVINCIA : HUARAZ
DEPARTAMENTO : ANCASH
TIEMPO : 2020

Muestra

Con respecto la muestra Hernández, Fernández y Baptista (2014, p. 175), Señalan que se trata de "un subconjunto de la población (un conjunto de definiciones con determinadas características) que deben delimitarse con precisión".

Para obtener la muestra se realizará a través de 2 calicatas, el primero en el 00+250 km de la carretera Acovichay e intersección con la calle virgen de la puerta, la segunda en el 00+500 km.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

Según Rodríguez (2008), La técnicas, es un medio para recopilar información, incluidas observaciones, cuestionarios, entrevistas, encuestas, métodos estandarizados, etc." En este estudio, la técnica de recolección de datos se realizará a través de la observación directa, la cual visualizará la prueba y registrará los resultados de manera sistemática en los archivos estandarizados de cada prueba dados por las normas NTP, MTC y ASTM, las muestras se llevarán al laboratorio de mecánica de suelos para determinar las propiedades mecánicas del tipo de suelo a analizar

Instrumentos de recolección de datos.

Hernández, Fernández y Batista (2014), manifiestan en su libro titulado “metodología de investigación” que el instrumento de recolección de datos es el medio donde el investigador utilizara para recolectar y registrar información. En la presente investigación los instrumentos que se usaran son fichas de recolección de datos, también formatos que ya están estipuladas en las normas peruanas y extranjeras, el cual permitirá recolectar datos, se realizaran los siguientes ensayos: MTC E-107- 2000 (Análisis granulométrico), Florescencia de rayos x, ASTM D-2216, MTC E 110 – 2000 / MTC E 111-2000 (Límite líquido y límite plástico e Índice de plasticidad), ASTM D-3282, MTC E 115 – 2000 (Proctor modificado), ASTM D-1557 y MTC E-132- 2000 (CBR) ASTM D-1883.

Validez y confiabilidad

Ospino (2014), menciona que la validez es el grado en donde se mide la variable que va a ser evaluada en aquel instrumento que va ser usada en la investigación.

En esta investigación se hará uso de normas técnicas peruanas y extranjeras, por ello no se requerirá validar por especialistas, tampoco la apreciación de confiabilidad, debido a que estas normas técnicas que serán usadas fueron desarrolladas por un grupo de personas especialistas en el campo que se estableció las normas, ASTM, MTC, NTP, ASSHTO, y que ahora instauran ciertos ordenamientos estandarizados que tienen trascendencia tanto a nivel nacional como internacional.

3.5. Procedimiento

Para, Carrillo (2011), manifiesta que el procedimiento, son las actividades que se realizan con la información que se tiene para el logro de aquellos objetivos de la investigación, describe también que los datos se deben coleccionar adecuadamente de acuerdo a la operacionalización de la variable, dimensión, instrumento, esta data permitirá el correcto desarrollo del proyecto. En este presente proyecto se hizo la recolección de datos y la adecuada manipulación de la variable previa coordinación con el laboratorio donde se realizó los ensayos con los instrumentos necesarios para que la investigación

se pueda llevar a cabo. Cuyos documentos de aceptación serán incluidos en anexo

En terreno se recolecto la información básica necesaria como el levantamiento topográfico, para ello se usó; estación total, prisma, para la excavación de las calicatas; wincha, lampa, pico, también se realizó el conteo de vehículos que transitan en la zona de estudio mediante el método de Índice Medio Diario Anual.

En el laboratorio los instrumentos que se tienen son; balanza, bandejas, horno, copa casa grande, determinación de CBR, Tamices.

En gabinete, herramientas de oficina como laptop que tengan programas de MS Office, AutoCAD, AutoCAD Civil, como también impresora y otros materiales de gabinete.

3.6. Método de análisis de datos

Para Hernández (2010), estudiar información que aluda a procedimientos complicados en los que el autor de la composición debe tomar asilo y conocer los atributos de los informes y ejemplos de cualidades cuantitativas (mediciones descriptivas e inferenciales) y subjetivas (codificación y certificación tópica) y, además, puntos de vista potenciales..

En la presente investigación lo primero que se realizara será el ensayo con muestras naturales del suelo arcilloso, físicamente se realizara la granulometría de la ceniza de fondo y la florescencia de rayos x para conocer las propiedades químicas que esta contiene, luego de conocer las características de estas dos variables mencionadas se procederá a estabilizar químicamente la muestra que se tiene del suelo arcilloso con ceniza de fondo en diferente proporciones de porcentaje buscando obtener un buen resultado para la capacidad de resistencia (CBR), como también realizar la evaluación de las características de la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad y hacer la disminución del índice de plasticidad y expansión, de esta manera haber mejorado las propiedades mecánicas del suelo arcilloso.

En este proyecto de investigación se efectuara el método estadístico descriptivo, debido a que se necesita hacer la recolección, organización y representación de un conjunto de datos que se obtendrán de los ensayos de la mecánica de suelos que se realizaran. Se hará uso del software MS

EXCELL 2013 para generar gráficos, frecuencias absolutas o relativas y realizar la descripción como la interpretación de los resultados que se obtendrá.

3.7. Aspectos éticos

En este proyecto de investigación, es necesario asegurar que la información obtenida sea citada con veracidad, y respetar los derechos de propiedad intelectual y aportes teóricos de sus respectivos autores a lo largo del proceso de investigación, por lo que no debe ser considerado como un robo a otros investigadores.

IV. RESULTADOS

Para efectuar el presente trabajo de investigación se tuvo que seguir una secuencia, en primer lugar, consistió en situar los puntos para determinar dónde se va a realizar las calicatas y extraer las muestras, luego de ello se realizó la evaluación mediante los ensayos de mecánica de suelo. Esta etapa se hizo mediante un estudio de campo “topografía” el cual nos proporcionó la precisión de los puntos de corte para su debida perforación del suelo a analizar. Teniendo registrado los puntos para el corte, se determinó la cantidad de calicatas necesarias a realizar en los ensayos de la sub rasante de la carretera Acovichay, también se realizó el conteo vehicular y luego continuar con el respectivo cálculo del IMDA (estudio de tráfico), este conteo vehicular permitió estimar la cantidad de vehículos que transitan en la carretera a realizar el estudio, en el cual se obtuvo 205 veh/día, clasificándose como una carretera de clase tres según el ministerio de transporte y comunicaciones MTC (2014), que se encuentra en el manual sección de suelos y pavimentos.

Como segunda etapa, con la finalidad de determinar las propiedades mecánicas de las muestras, se hizo el reconocimiento y el respectivo trazo de las dos calicatas, con una dimensión de 0,7 metros de ancho, 0,7 de longitud, generando un área de 0,49 m² y una profundidad de 1,50 m, estas calicatas se ubicaron a una distancia de 250 m en la carretera Acovichay.

De las dos excavaciones que se realizaron, se obtuvo las muestras representativas que se llevaron al laboratorio de suelos en donde fueron analizados, se tuvo un registro del espesor del estrato del sub suelo de las calicatas en el que se anotó en un cuadernillo de campo las características mecánicas del suelo arcilloso como el tamaño, humedad, plasticidad, color. Mediante los datos recopilados se pudo dar inició el estudio del respectivo suelo.

Los ensayos realizados con las muestras obtenidas de las calicatas fueron:

En lo que respecta a características físicas están;

- Análisis granulométrico por tamizado (MTC E 107-ASTM D422)
- Contenido de humedad (MTC E 108-ASTM D2216)
- Límite de Atterberg
- Límite líquido (MTC E 110–ASTM D4318)
- Límite plástico (MTC E 111-ASTM D4318)
- Índice de plasticidad (MTC E 111-ASTM D4318)

- Clasificación de suelos método SUCS (ASTM D-2487)
- Clasificación de suelos método AASHTO (ASTM D-3282)

Con respecto a características mecánicas

- Proctor modificado (MTC E 115-ASTM D1557)
- California Bearing Ratio CBR (MTC E 132-ASTM D1883)

Como tercera etapa, luego de haber hecho los ensayos correspondientes de análisis de granulometría, se pasó a clasificar el tipo de suelo según el método de SUCS Y ASHTO, después de haber clasificado las muestras y conocer las características del suelo, se hizo la verificación si la muestra patrón cumplía con la especificación técnica de la sub rasante determinada por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones "MTC". Consiguiendo resultados no favorables, donde las características del suelo no son las adecuadas para su uso como sub rasante de la carretera, porque se presenta un alto índice de plasticidad, la resistencia de carga es baja, CBR al 100 % 8.98 % y CBR al 95% 6.42%.

Según la norma del ministerio de transporte y comunicaciones señala que si un suelo tiene un CBR < 6 %, necesariamente se tiene que mejorar las propiedades del suelo, puede ser con material de préstamo o mediante el proceso de estabilización, en efecto se optó la estabilización química con ceniza de fondo de ladrilleras, se procedió a realizar el nuevo ensayo de límite de Atterberg, Proctor modificado y CBR, pero en esta ocasión mezclando el suelo con ceniza de fondo de ladrilleras en 3 porcentajes, 10, 15, y 20 %, así lograr mejorar la capacidad portante. De esta manera mejorar las propiedades mecánicas del suelo arcilloso con ceniza de fondo de ladrilleras en la carretera Acovichay.

Como cuarta etapa, se hizo el ensayo de límite consistencia, en donde se logró resultados muy prósperos, se pudo observar la disminución del índice de plasticidad, así mismo se hizo el ensayo de Proctor modificado mezclando el suelo arcilloso con ceniza de fondo de ladrilleras y se obtuvo mejoras porcentualmente en la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad, y por último se realizó el ensayo de capacidad portante (CBR) del suelo en estudio añadiendo ceniza de fondo de ladrilleras en donde se obtuvo nuevos resultados y de manera favorable. Llegando a una conclusión que las características del suelo arcilloso fueron mejoradas al añadir ceniza de fondo de ladrilleras, cumpliendo con las

especificaciones del MTC para que el suelo en estudio se pueda usar como subrasante del pavimentado o afirmado.

En el siguiente grafico se puede observar los procesos de investigación.

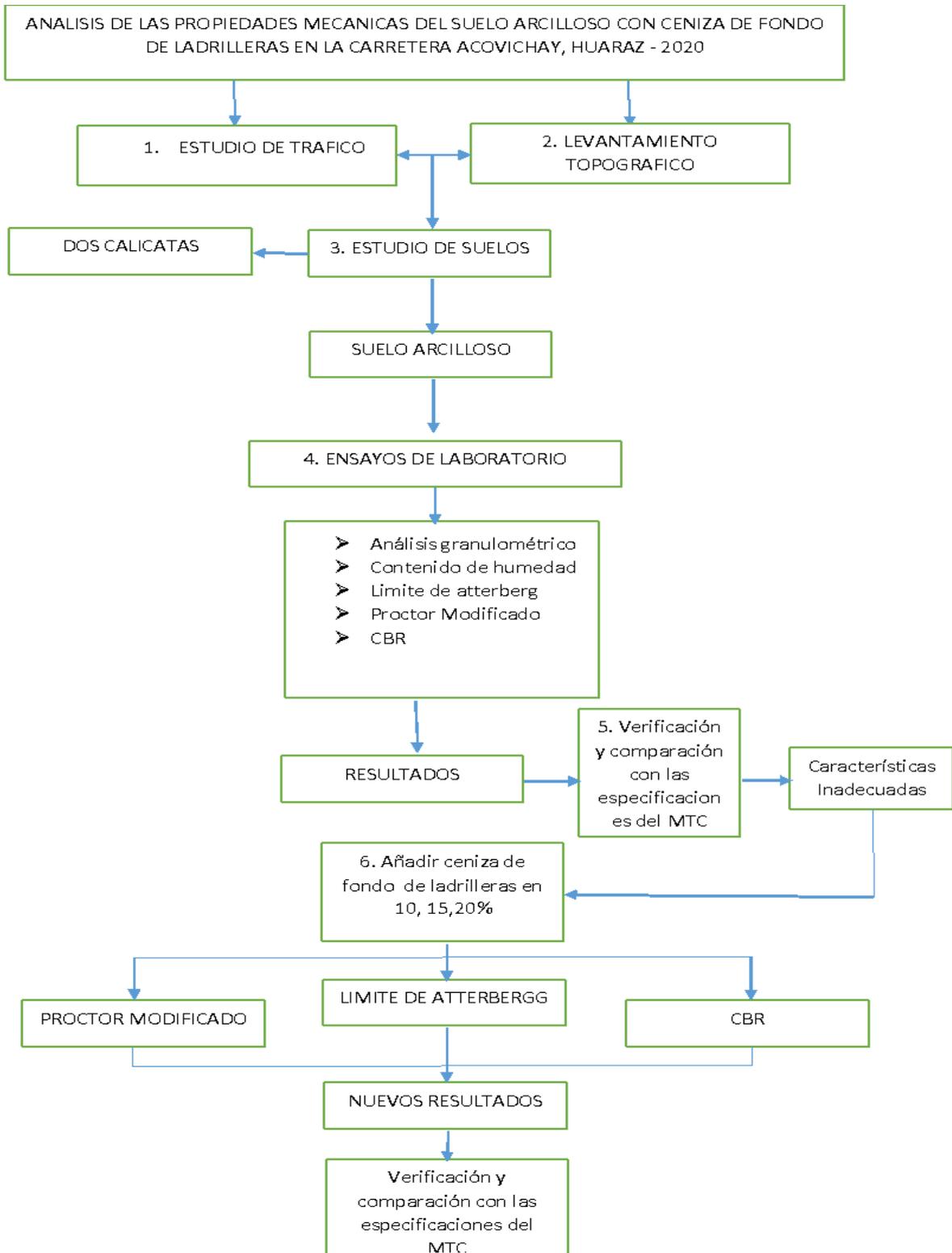


Figura 5. Flujograma de los procesos de investigación.

RESULTADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS

RESULTADOS EN RELACIÓN AL OBJETIVO GENERAL.

ANALIZAR COMO CONTRIBUYE LA CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO ARCILLOSO EN LA CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ 2020.

De acuerdo con los resultados obtenidos tras mezclar el suelo arcilloso con la ceniza de fondo de ladrilleras, se pudo reconocer que la capacidad portante (CBR) y la densidad seca máxima aumentaron en porcentaje, así como también se logró reducir el índice de plasticidad. De esta manera cumplir con los parámetros mínimos establecidos para que el CBR de la subrasante pueda ser utilizado como carpeta estructural para el afirmado o pavimentado.

En la siguiente tabla es posible observar la mejora de los límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR del suelo arcilloso con ceniza de fondo con respecto al patrón de suelo arcilloso.

Tabla 6. Resumen según los ensayos que se realizó al suelo arcilloso con ceniza de fondo de ladrilleras.

MUESTRA	% DE ADICIÓN	COMPACTACIÓN		EXPANSIÓN (%)	CBR		I.P (%)
		M.D.S (T/M3)	O.C.H (%)		95%	100%	
SUELO ARCILLOSO	0	2.010	6.800	0.19	6.42	8.98	9.13
CON CENIZA	10	2.240	8.300	0.14	10.69	14.97	8.17
DE FONDO DE	15	2.270	8.400	0.13	13.23	18.52	6.93
LADRILLERAS	20	2.290	9.960	0.12	15.43	21.61	5.39

Fuente: elaboración propia

RESULTADOS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A continuación se detalla los resultados de las muestras del suelo arcilloso antes de ser mezcladas con ceniza de fondo de ladrilleras, para ello se hizo 2 calicatas que se ubicaron en la carretera Acovichay – Huaraz, a una distancia de 250 metros a una profundidad de 1.50 m.

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

En la siguiente tabla se muestra los resultados del ensayo que se realizó de las 2 calicatas de análisis granulométrico.

Tabla 7. Resultados del ensayo granulométrico.

MALLA		Acumulado que pasa (%)	
TAMIZ	Abertura	Calicata - 01	Calicata - 02
	(mm)		
3"	75	100	100
2 1/2"	63.5	100	100
2"	50	100	100
1 1/2"	37.5	100	100
1"	25	100	100
3/4"	19	100	100
3/8"	9.5	97.69	99.7
N°4	4.75	95.18	98.19
N° 10	2	91.17	95.53
N° 40	0.425	86.06	86.92
N° 100	0.149	81.14	82.5
N° 200	0.075	77.05	78.46

Fuente: elaboración propia

En la tabla 5, se puede observar de acuerdo a los resultados de las calicata 01 y 02, cuyas muestras fueron analizadas, de la calicata 01 el 77.05 % pasa por la malla N° 200 y de la calicata 02, es el 78.46 % que pasa por la malla N° 200, con estos resultados se puede mostrar que existe la presencia de material arcilloso.

CONTENIDO DE HUMEDAD

Esta prueba permite determinar la presencia de una cantidad de agua en el suelo y es una referencia a los resultados del contenido de humedad óptimo para compactar el suelo arcilloso a nivel de subrasante. Los resultados del contenido de humedad se muestran en la siguiente tabla

Tabla 08. Resultados de contenido de humedad.

CONTENIDO DE HUMEDAD			
CALICATA	PROGRESIVA	PROF. (m)	W(%)
C - 01	00 + 250 Km	1.50	3.02
C - 02	00 + 500 Km	1.50	3.44

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a los resultados que se muestran en la tabla N° 6, se puede concluir que en promedio es 3.23 % el contenido de humedad natural del suelo arcilloso de la carretera Acovichay.

LIMITE DE ATTERBERG

El ensayo de límite de Atterberg permite conocer el Índice de Plasticidad, y en la muestra del suelo que fueron analizados, la calicata 01 presenta el índice de plasticidad de 7.45 % y la calicata 02, 9.13 %, estos datos permiten deducir que ambas calicatas presentan un material arcilloso. Los datos mencionados son de mucha importancia ya que estos permitieron clasificar el tipo de suelo. A continuación se detalla los resultados del límite de Atterberg.

Tabla 09. Resultados del ensayo de límite de Atterberg.

CALICATA	MUESTRA	L.L(%)	L.P(%)	I.P(%)
C - 01	M - 01	31.75	24.3	7.45
C - 02	M - 02	27.3	18.17	9.13

Fuente: elaboración propia

CARACTERISTICAS DE SUELO ARCILLOSO QUE FUERON EXTRAIDOS DEL TRAMO EN ESTUDIO

La clasificación de los suelos mediante el método de SUCS Y ASHTO se hicieron con los resultados detallados anteriormente.

La clasificación para el método de SUCS, fueron consideradas según la granulometría, el material que pasa por la malla N° 4, N° 200 como también sus propiedades plásticas.

La clasificación para el método según ASHTO, Se consideró la granulometría, el material que pasó por la malla N ° 10, N ° 40, N ° 200, índice de grupo y características plásticas. Es muy importante conocer el índice de grupo (IG), el cual se basa en el límite líquido, índice de plasticidad y el material que pasa por la malla 200, esto permite evaluar la calidad de un suelo para ser utilizado como subrasante. La clasificación del suelo se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 10. *Clasificación del suelo según muestra extraída.*

CALICATA	MUESTRA	AASHTO	SUCS
C - 01	M - 01	A - 6(5)	CL (Es una arcilla de baja plasticidad)
C - 02	M - 02	A - 4(5)	CL (Es una arcilla de baja plasticidad)

Fuente. Elaboración propia

Con los resultados que se muestran se concluye que el tramo en estudio presenta material arcilloso y la particularidad de estos suelos es la baja capacidad de soporte CBR.

PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO SEGÚN LA MUESTRA EXTRAIDA PROCTOR MODIFICADO

Mediante esta prueba se pudo determinar la relación entre el contenido óptimo de humedad y la máxima densidad seca, en la tabla 11 se detallan los resultados obtenidos

Tabla 11. *Resultados del ensayo Proctor modificado.*

CALICATA	MUESTRA	M.D.S. (T/m ³)	O.C.H. (%)
C - 01	M - 01	1.99	6.33
C - 02	M - 02	2.01	5.80

Fuente: elaboración propia

Los resultados de CBR detallados en la siguiente tabla son después de estar sumergido durante 4 días con una sobrecarga de 4,5 kg. Esto permitió determinar el porcentaje de expansión, cabe señalar que el CBR se realizó al 95% y 100% de la máxima densidad seca y penetración de 0.1”.

Tabla 12. Resultados del CBR del suelo extraído.

CALICATA	MUETRA	EXPANSIÓN (%)	CBR 0.1" al	
			95 % DE M.D.S.	100 % DE M.D.S.
C - 01	M-01	0.20	6.66	9.32
C - 02	M-02	0.19	6.42	8.98

Fuente: elaboración propia

Luego de conocer los resultados de las características del suelo natural, se realizó los ensayos correspondientes añadiendo ceniza de fondo de ladrilleras en 3 proporciones, 10 %, 15 % y 20%.

DETERMINAR LA CONTRIBUCIÓN DE LA CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA PLASTICIDAD DEL SUELO ARCILLOSO EN LA CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ 2020.

Luego de haber determinado las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso en estado natural, se pasó a realizar el ensayo con el estabilizante químico ceniza de fondo de ladrilleras en 3 porcentajes diferentes en la calicata C – 02, con el propósito de obtener el objetivo general en este estudio, se concretó mediante el ensayo de límite de consistencia.

Tabla 13. Resultado de límite de Atterberg adicionando ceniza de fondo de ladrilleras.

CALICATA	MUESTRA	% DE ADICIÓN DE CENIZA	L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)
C - 02	CL	0%	27.30	18.17	9.13
		10%	24.75	16.58	8.17
		15%	22.60	15.67	6.93
		20%	18.00	12.61	5.39

Fuente: elaboración propia

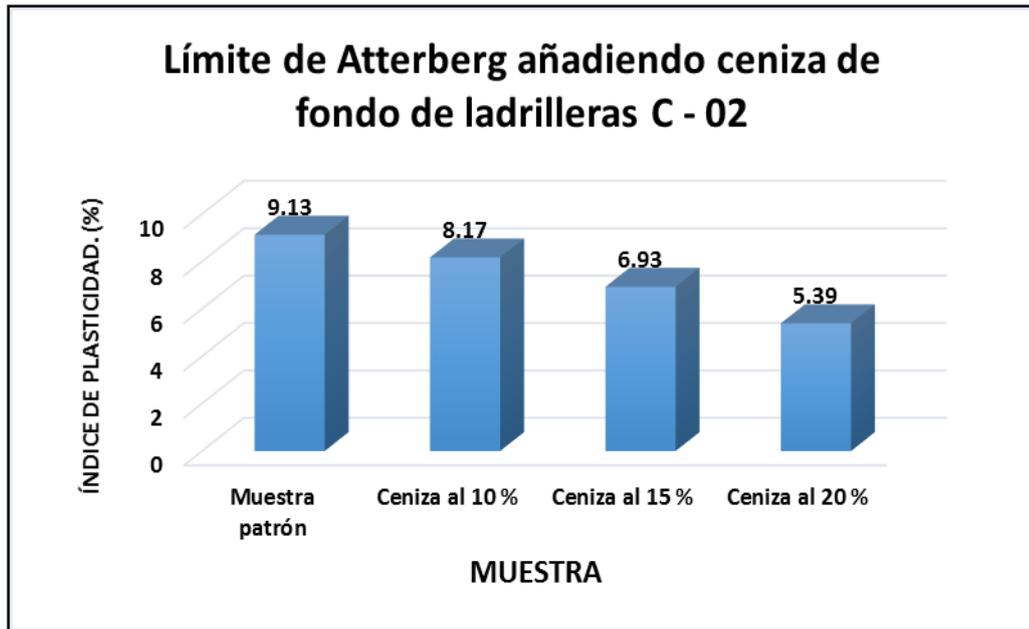


Figura 6. Límite de Atterberg añadiendo ceniza de fondo de ladrillera

DESCRIPCION

En el grafico se puede observar los resultados del ensayo de límite de Atterberg realizados añadiendo ceniza de fondo de ladrilleras, para ello se tomó como muestra patrón a la calicata, C- 02 por tener resultados más desfavorables, el cual tenía 9.13% de índice de plasticidad y al añadir el 20% de ceniza se pudo notar que el índice de plasticidad disminuyo a 5.39%, como también al añadir el 10% y 15% de ceniza disminuyeron en menos proporción generando el índice de plasticidad a 8.17% y 6.93% respectivamente.

INTERPRETACIÓN

Se puede evidenciar que la muestra patrón obtiene mejoría en el índice de plasticidad adicionando el 20% de ceniza de fondo de ladrilleras, también podemos mencionar que el 10% y 15% de ceniza disminuyen el índice de plasticidad pero en menor proporción.

DETERMINAR LA CONTRIBUCIÓN DE LA CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA MAXIMA DENSIDAD SECA Y EL ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO ARCILLOSO EN LA CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ 2020.

De acuerdo al ensayo realizado de Proctor modificado se determinó la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad, el ensayo se realizó en la calicata 2 añadiendo ceniza de fondo de ladrilleras, los resultados se muestra en las siguiente tabla.

Tabla 14. Resultados de Proctor modificado añadiendo ceniza de fondo de ladrilleras.

CALICATA	MUESTRA	% DE ADICIÓN DE CENIZA	M.D.S (T/m ³)	O.C.H. (%)
C - 02	CL	0%	2.01	5.80
		10%	2.24	8.30
		15%	2.27	8.40
		20%	2.29	9.86

Fuente: elaboración propia

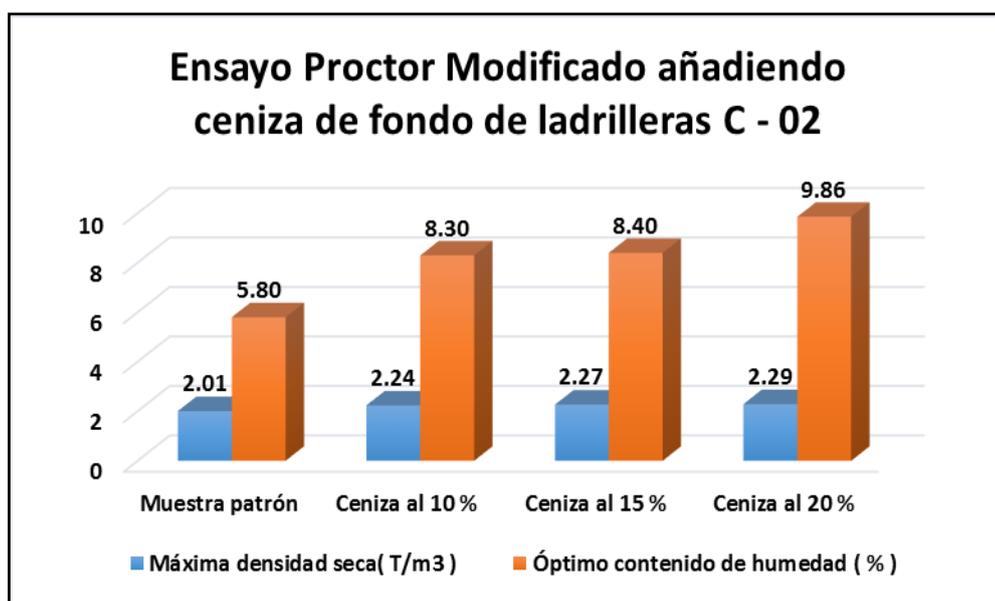


Figura 7. Proctor modificado añadiendo ceniza de fondo de ladrilleras

DESCRIPCIÓN

En el gráfico se puede observar que la muestra estándar tiene una densidad seca máxima de 2.01 t/m³ y un contenido de humedad óptimo de 5.80% obtenido de la calicata N°. 02, también se puede notar que agregando 20% de ceniza de fondo de

hornos de ladrillos aumenta notablemente la densidad seca máxima a 2.29 t/m³ y el contenido óptimo de humedad al 9.86%, seguido por el 15% de ceniza que genera la densidad seca máxima de 2.27 t/m³ y un contenido de humedad óptimo de 8.40%. Finalmente, añadiendo el 10% de las cenizas de fondo de los hornos de ladrillos, se obtiene la densidad seca máxima de 2,24 t/m³ y el 8,30% de contenido de humedad óptimo.

INTERPRETACIÓN

Con el ensayo de Proctor modificado se pudo demostrar que el suelo del lugar en estudio, añadiendo ceniza de fondo de ladrilleras, se logró obtener con ciertos porcentajes de agua un cambio en el óptimo contenido de humedad, lo que permitirá realizar una mejor compactación, esto se eligió mediante la curvatura que alcanzó su máxima densidad seca, obteniendo como mejor resultado al añadir 20% de ceniza de fondo de ladrilleras con 9.86% de agua y su máxima densidad seca de 2.29 t/m³.

DETERMINAR LA CONTRIBUCIÓN DE LA CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA RESISTENCIA DEL SUELO ARCILLOSO EN LA CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ 2020.

La siguiente tabla detalla los resultados de CBR obtenidos después de haber mezclado el suelo arcilloso con ceniza de fondo de ladrilleras con el contenido de humedad óptimo según el último resultado Proctor modificado. A continuación se muestran los valores.

Tabla 15. Resultados de CBR del suelo arcilloso con ceniza de fondo de ladrilleras.

CALICATA	MUESTRA	% DE ADICIÓN DE CENIZA	EXPANSIÓN (%)	CBR 0,1" AL	
				95% DE M.D.S.	100% DE M.D.S.
C - 02	CL	0%	0.19	6.42	8.98
		10%	0.14	10.69	14.97
		15%	0.14	13.23	18.52
		20%	0.12	15.43	21.53

Fuente: elaboración propia

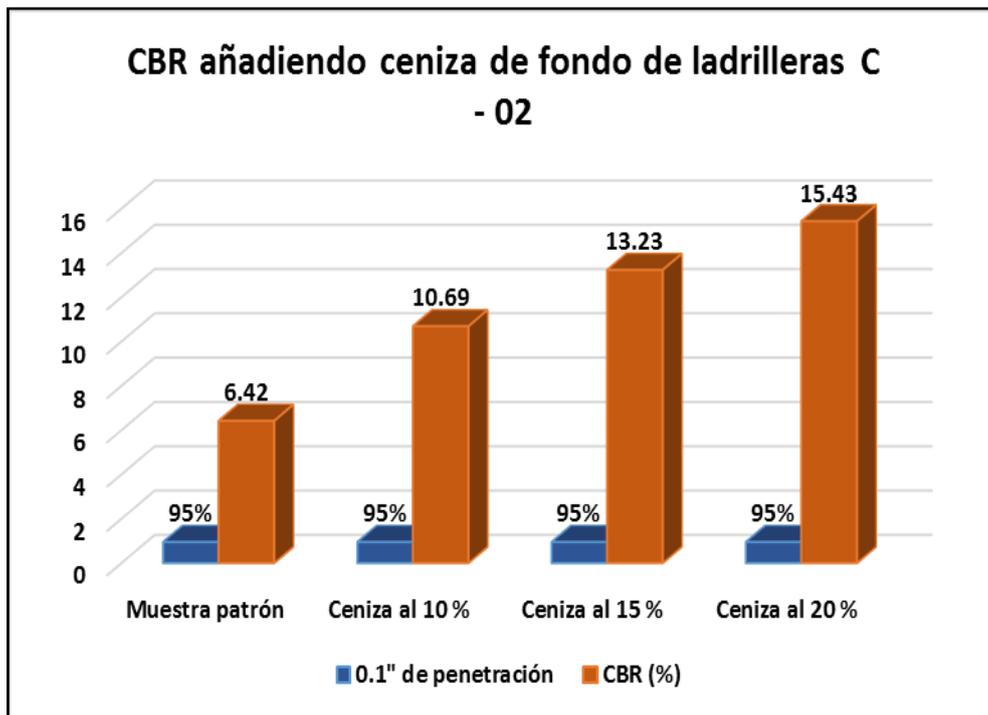


Figura 8. CBR añadiendo ceniza de fondo de ladrilleras.

DESCRIPCIÓN

Para este ensayo de california bearing ratio se tuvo como referencia a los resultados de la calicata, C – 02.

La muestra de referencia que es la muestra patrón en su mejor densidad seca de 2.01 t/m^3 y con humedad de 5.80% el cual se utilizó en el molde de Proctor modificado y después de haber hecho la saturación y medición de la resistencia a una penetración correlacional de 0.1" dio como resultado 6.42% al 95% de CBR para la sub rasante. Se puede destacar que al añadir el 20% de ceniza de fondo de ladrilleras con un 2.29 t/m^3 de densidad seca y un 9.86% de contenido de humedad de la muestra que se utilizó en el molde de Proctor modificado, se mejora de manera notable el CBR alcanzando un 15.43% con la misma penetración correlacional de 0.1" al 95% de CBR para la sub rasante. También se puede observar que al añadir el 15% de ceniza de fondo de ladrilleras con 2.27 t/m^3 de densidad seca y 8.40% de contenido de humedad de la muestra que se utilizó en el molde de Proctor modificado, dio como resultado 13.23% a una penetración correlacional de 0.1" al 95% de CBR para la sub rasante y por último se tiene que al añadir 10% de ceniza de fondo de ladrilleras con 2.24 t/m^3 de densidad seca y 8.30% de contenido de

humedad de la muestra que se usó en el molde de Proctor modificado, se obtuvo 10.69% a una penetración correlacional de 0.1" al 95% de CBR para la sub rasante.

INTERPRETACIÓN

El ensayo de CBR permite identificar si el suelo es el adecuado para ser usado como carpeta de rodadura, para ello debe cumplir con los requerimientos establecidos del ministerio de transportes y comunicaciones E – 101, en esta investigación el CBR que se obtuvo de la muestra patrón es 6.42% el cual pertenece a la categoría sub rasante regular y se puede observar que al añadir el 10% de ceniza de fondo de ladrilleras el CBR aumenta a un 10.69%, al añadir 15% de ceniza de fondo de ladrilleras se obtiene un CBR de 13.23% y el mayor porcentaje de CBR que se pudo obtener fue al añadir 20% de ceniza de fondo de ladrilleras generando el 15.83%, con estos resultados se puede demostrar que la ceniza de fondo de ladrilleras mejora la CBR pasando de ser sub rasante regular a sub rasante bueno.

V. DISCUSIÓN

1. En la investigación realizada según cañar (2017), concluyó que al añadir ceniza de carbón, el suelo expansivo mejorará de manera significativa, para ello realizó combinaciones en 3 proporciones y la que dio mejor resultado fue al añadir 25 % de ceniza de carbón, logrando mejorar el CBR de un 15% al 19.60%, lo cual, comparando con el presente trabajo de investigación, se puede afirmar que la ceniza de fondo de ladrilleras aumenta de manera considerable el CBR al añadir el 20%, logrando subir de un 6.42% a 15.43%. Se puede observar que el aumento de CBR es resaltante.
2. De acuerdo a la investigación de Pérez, R. (2012), quien llegó a una conclusión bastante significativa, donde el aumento del CBR es bastante considerable, de lo que tenía 7.7% logro aumentar a un 23% al añadir la ceniza volante y el presente trabajo de investigación se asemeja con los resultados, en donde también se logró aumentar el CBR de manera considerable al añadir ceniza de fondo de ladrilleras, de lo que tenía 6.42% se subió a 15.43%. Tanto la investigación mencionada como la investigación realizada se encontraban en la sub rasante de categoría regular y al añadir los estabilizantes químicos pasaron a estar en una sub rasante de categoría buena.
3. En la investigación realizada por Cajaleón y Mondragón (2018), en donde los autores hicieron estudios del suelo arcilloso añadiendo el 10% y 20% de ceniza de cascara de arroz a nivel de sub rasante, concluyendo que el estabilizante químico mejora las propiedades mecánicas del suelo arcilloso, el CBR que se encontraba en la categoría menor del 6 % el cual se considera sub rasante de categoría pobre, añadiendo la ceniza de cascara de arroz lograron subir a una sub rasante de categoría regular y en esta investigación que se añadió ceniza de fondo de ladrilleras al 10%, 15% y 20% que son proporciones de dosificación parecidas a la investigación mencionada, también mejoró el CBR de lo que se encontraba la sub rasante en categoría regular, al añadir el estabilizante químico se subió la sub rasante a una categoría de estado bueno.
4. En la investigación de Huancoillo (2017), en donde realizó los ensayos de límite de Atterberg, el cual le permitió corroborar que el 90% del suelo arcilloso

con 5% de ceniza volante y 5% de cal, mejoran la plasticidad del suelo, reduciendo de 12.44% a un 4.28%, también disminuyó la expansión de 1.67% a 0.13%, en comparación del presente trabajo de investigación, el índice de plasticidad se redujo de 9.13% a 5.39% al añadir el 20% de ceniza de fondo de ladrilleras, también redujo la expansión en un mínimo porcentaje de 0.20% a 0.13% debido a que el suelo en estudio es considerada arcilla de baja plasticidad.

5. En la investigación realizada por Espinoza y Velázquez (2018), donde los autores hicieron el estudio del suelo arcilloso añadiendo la ceniza de caña de azúcar, dosificando en 3 proporciones de 10, 20 y 30%, concluyendo de manera resaltante que al añadir el 20% de ceniza de caña de azúcar aumenta el CBR, de lo que tenía 4.81% subió a 15.18%, implicando que la densidad seca del suelo de 1.859 gr/cm^3 logra contener un óptimo contenido de humedad de 9.567 %, siendo así, la presente investigación se asemeja en los resultados habiendo añadido la misma proporción de dosificación del 20% de ceniza de fondo de ladrilleras, obteniendo como resultado aumentar el CBR, de lo que tenía 6.42% subir a 15.43%, a una máxima densidad del suelo de 2.29 gr/cm^3 y un óptimo contenido de humedad de 9.86%.
6. Para Bueno y Torre (2019), en donde los autores hicieron los estudios del suelo añadiendo ceniza de carbón, para ello, a la muestra patrón añadieron proporciones de dosificación de 3, 5 y 10% de ceniza de carbón, obteniendo resultados positivos con las 3 proporciones de dosificación, pero el 5% es aquel que aumenta el CBR en un mejor porcentaje, subiendo de 10.5% a 14.32%, comparando con el presente trabajo de investigación, el CBR también se logró subir añadiendo ceniza de fondo de ladrilleras en proporciones de 10, 15, 20% pero el que dio mejor resultado fue el 20%, logrando subir de 6, 42% a 15.43%. el cual se puede observar que en esta investigación se usó proporciones superiores de dosificación pero también se alcanzó resultados mayores al de la investigación mencionada.

VI. CONCLUSIONES

la ceniza de fondo de ladrilleras en proporciones de 10, 15 y 20 %, se observa que contribuye de manera favorable en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso; mientras mayor sea el porcentaje de dosificación se obtendrán mejores resultados, cumpliendo con las especificaciones técnicas del ministerio de transportes y comunicaciones.

De acuerdo a los resultados obtenidos del ensayo de límite de Atterberg, en donde se tomó como muestra patrón a la calicata N° 2, el índice de plasticidad está representada en un 9.13%, y al añadir la ceniza de fondo de ladrilleras se observa la mejora del índice de plasticidad, el cual se reduce a un 5.39% con el 20% de ceniza, con el 15% de ceniza el índice de plasticidad disminuye a 6.93% y con el 10% de ceniza se obtiene como resultado el índice de plasticidad el valor de 8.17%, mediante este ensayo se observa que; mientras mayor sea el porcentaje de dosificación de ceniza de fondo de ladrilleras mayor será la reducción en el índice de plasticidad.

En la presente investigación, luego de haber realizado los ensayos correspondientes de Proctor modificado, límite de consistencia y CBR, del suelo arcilloso añadiendo ceniza de fondo de ladrilleras con fines de pavimentación, se logró obtener resultados satisfactorios en donde se puede observar la mejora de las propiedades mecánicas del suelo y la proporción de dosificación que dio el mejor resultado fue al añadir el 20% de ceniza de fondo de ladrilleras donde se registró un CBR al 95% de 15.43%, la densidad seca de 2.29 t/m³ con un óptimo contenido de humedad de 9.86%, también se redujo el índice de plasticidad de 9.13% a 5.39% y la expansión de 0.19% a 0.13%.

Culminado los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos se pudo determinar que la ceniza de fondo de ladrilleras contribuye de manera favorable en la estabilidad del suelo, según la proporción de dosificación se obtuvo lo siguiente, al 10% un CBR al 95 % resultó 10.69%, con 15% se obtuvo el CBR al 95% de 13.13%, y por ultimo al añadir 20% se generó un CBR al 95% de 15.43%, estos resultados pueden reflejar que al añadir una proporción mayor de ceniza de fondo de ladrilleras el CBR tiende a subir.

VII. RECOMENDACIONES

Es recomendable el uso de la ceniza de fondo de ladrilleras en aquellos suelos con características finas como la arcilla que tienen baja capacidad de soporte, este estabilizante químico puede usarse en suelos que requieren mejoramiento o cuando el CBR esté inferior al 6%.

Este estabilizante químico tiende a subir el CBR, óptimo contenido de humedad y también disminuye el índice de plasticidad.

Se recomienda el uso de la ceniza de fondo de ladrilleras en aquellos suelos de baja capacidad portante.

Se recomienda al MTC la difusión de la ceniza de fondo de ladrilleras como estabilizador de aquellos suelos arcillosos que tienen baja capacidad portante.

REFERENCIAS

- Ahmaruzzaman, M. A review on the utilization of fly ash. *Progress in Energy and Combustion Science*, 2010. 36, 327-363 pp.
- ANCADE. Manual de estabilización de suelos con cemento o cal. España: IECA, 2008.
- ARIAS G. Fidias. El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica. Caracas: Episteme, 2012.
- Alonso, S. Tesis “valorización de cenizas volantes y cenizas de fondo procedentes de la incineración de residuos sólidos urbanos: revisión bibliográfica”, España - universidad de Cantabria.
- Borja Suárez, Manuel. Metodología de la Investigación Científica para ingenieros. Chiclayo, 2012.
- Bueno, J. y Torres, H. Tesis “mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación en el barrio del Pinar, Independencia, Huaraz – 2018”, Huaraz – Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- Cabana, M. tesis “mejoramiento de la relación de soporte (CBR) al adicionar el estabilizante químico cal a la sub – rasante de la carretera no pavimentada de bajo tránsito paria – Wilcahuain, Huaraz, 2017”, Huaraz – Perú. Universidad Cesar Vallejo.
- Cajaleón, O. y Mondragón, D. tesis “Estabilización de suelos arcillosos agregando cenizas de cáscaras de arroz para la subrasante en el km+17 Pimpingos, Choros 2018”, Lima – Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- CARRASCO, Díaz S. Metodología de la investigación científica. Lima: San Marcos.
- Coenen, A. R, Titi, H.H & Elias, M. B: Resilient Characteristics of Bottom Ash and Bottom Ash-soil Mixtures. *Journal of ASTM International*. 2010. 8-9, 1-15 pp
- CRESPO Villalaz, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 5a. ed. México: Limusa, 2004.
- Diagnóstico Nacional del Sector Ladrillero Artesanal. Lima, Perú: Mercadeando S.A. 2012.
- Díaz, Abraham. Mecánica de suelos: naturaleza y propiedades. Editorial: Trillas. México, 2014.

- Espinoza, A y Velásquez, tesis “estabilización de suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar en el tramo de Pinar-Marian, distrito de Independencia 2018”, Huaraz – Perú: Universidad Cesar Vallejo.
- Gonzalo, D. y Escobar C. Mecánica de suelos, Universidad Nacional de Colombia, Manizales, 2002.
- Gomez, C. tesis “Comportamiento geotécnico de suelos arcillosos compactados, respuesta a cargas estáticas y dinámicas”, Madrid - Universidad Complutense de Madrid, 2019.
- Hauppauge, New York : Nova Science Publishers, Fly Ash : Properties, Analysis and Performance Inc. 2017 Jatav, Priyanka P Journal of Material Cycles & Waste Management. May 2019, Vol. 21.
- HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, FERNÁNDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, María del Pilar. Metodología de la investigación. México: The McGraw-Hill, 2014. 656 pp.
- Huancoillo, Y. tesis “mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané – Chupa – Puno”, Puno – Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- Lujerio, L. tesis “Efecto de la adición de un 4% de cemento y 1% de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de los suelos en la carretera de Cantú-Huaraz”, Huaraz – Perú: Universidad San Pedro.
- Pérez, J. Ribero, R. tesis “evaluación de la capacidad cementante de la ceniza de caña y ceniza volante para suelos granulares limpios”, Bucaramanga – Colombia: Universidad Industrial de Santander.
- Márquez, José Javier. Mecánica De Suelos y Estudios Geotécnicos En Obras De Ingeniería. 2006.
- MENÉNDEZ, Jose. Ingeniería de Pavimentos, Materiales, Diseño y Conservacion. 3° ed. Lima: ICG, Instituto de la Construcción y Gerencia, 2012.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016. Manual de Ensayo de Materiales.
- MINISTERIO de Vivienda Construcción y Saneamiento (Perú).NORMA CE.010: Pavimentos urbanos. Lima, 2010. 79 pp.
- MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones (Perú).NP, R.D. N°10-MTC/14: Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos-Sección suelos y pavimentos. Lima, 2014. 302 pp.
- MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones. MTC. Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. [En línea] 2008. 159pp.

[Citado el: 20 de mayo del 2018.]
www.mtc.gob.pe/.../manual/...MEspecificaciones/MEspecific-Volumen%20II. pdf.

- MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones. MTC. Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2014. Lima, 2014. 329 pp.
- MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones. MTC. Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018. Lima, 2018. 288 pp.
- MONTEJO Fonseca, Alfonso. Ingeniería de Pavimentos. 2ª ed. Colombia: Agora, 2002.
- NAMAUFOROOSH Mohammad, Naghi. Metodología de la Investigación. México: Limusa S.A., 2000. 525 pp.
- OSPINO Rodríguez, Jairo Alfonso. 2004. Metodología de la Investigación en ciencias de la salud. Colombia: Universidad Cooperativa de Colombia, Facultad de Ciencias de la Salud, 2004. 233 pp.
- QUINTERO, Lemusa Leidy y GALLARDO, Amaya Romel. Caracterización mineralógica de arcillas expansivas con fines de estabilización. Investigación en Geotecnia y Medio Ambiente GIGMA. Colombia: Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, 2015. 10 pp.
- Registro Nacional de Carreteras (RENAC). Disponible en: <https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/renac.html>
- Swisscontact. (2012). Programa Eficiencia Energética en Ladrilleras Artesanales de América Latina para Mitigar el Cambio Climático (EELA). Lima, Perú: Calandria. Disponible en: <http://www.redladrilleras.net/assets/files/fb27f168113ce59412e89faab27e4633.pdf>
- Soriano, C. Diagnóstico Nacional del Sector Ladrillero Artesanal. Lima, Perú: Mercadeando S.A. 2012.
- U.S Department Of The Interior Bureau Of Reclamation. Earth Manual. Third Edition. Denver, Colorado: Earth Sciences Laboratory. 1998. 348 pp.
- VALERO Alonso, Luis. Compactación en carreteras y aeropuertos. Barcelona: Eyrolles, 1978. 233 pp.
- VALDERRAMA Mendoza, Santiago. Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación. Lima: San Marcos, 2013. 495 pp.
- VEGA Guimarey, Anthony. Estabilización de suelos con adición de ceniza de paja de trigo al 10% carretera Macashca tramo Pariac Alto Provincia de Huaraz - 2017. Tesis (Obtención del título de ingeniero civil). Huaraz: Universidad San Pedro, Facultad de Ingeniería Civil, 2017- 263 pp.

ANEXOS

Resultados de muestra de la Calicata 1



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N° 20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

SOLICITA : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA

PROYECTO : "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO
ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA
CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020".

LUGAR : HUARAZ

FECHA : Octubre del 2020

INFORME N° 382-2020-3R-GEOING

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA		C-01
MUESTRA		Mab.01
PROGRESIVA		-----
PROFUNDIDAD (mts.)		1.50
PORCENTAJE	3"	100.00
	2 1/2"	100.00
ACUMULADO	2"	100.00
	1 1/2"	100.00
QUE PASA POR	1"	100.00
MALLA DE	3/4"	100.00
PORCION	3/8"	97.69
DE MATERIAL	N° 4	95.18
MENOR	N° 10	91.17
DE 3"	N° 40	86.06
	N° 100	81.14
	N° 200	77.05
Coef. Uniformidad	Cu.	-----
Coef. Concavidad	Cc.	-----
LIMITES	L.L.	31.75
DE	L.P.	24.30
CONSISTENCIA	L.P.	7.45
HUMEDAD NATURAL		3.02
CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (SUCS) ASTM D-2487		CL
CLASIFICACION AASHTO ASTM D-3282 - AASHTO M145		A-6 (5)

DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO	1.99
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	6.33

DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION (ASTM D-1883)

C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	9.32
C.B.R. 95% P.V.S.M. (%)	6.66

Nota:

- Las muestras de suelos fueron muestreadas en campo y traídas por el proyectista,
al laboratorio para sus pruebas respectivas.



Reynaldo
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Consultor de Obras - Reg. N° C2182
Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

SOLICITADO : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA	LUGAR : HUARAZ
PROYECTO : *ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020*	CALICATA : C-01
	FECHA : Octubre del 2020

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216

CALICATA	: C-01	
FRASCO N°	1	2
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	123.25	124.51
(2) Pfr + P.S.S. (gr)	121.35	122.45
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	1.90	2.06
(4) Pfr (gr)	55.48	56.99
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	65.87	65.46
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	2.88	3.15
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	3.02	

Nota: Pfr = Peso del frasco
P.S.H. = Peso del suelo humedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
Pagua = Peso del agua



Reynaldo M. Reyes Roque
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Consultor de Obras - Reg. N° C2162
Maestría en Ingeniería Geotécnica

3R
GeoIngeniería S.A.C.
Ingeniería Civil Especializada
Laboratorio Geotécnico



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R Geoingeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N° 20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

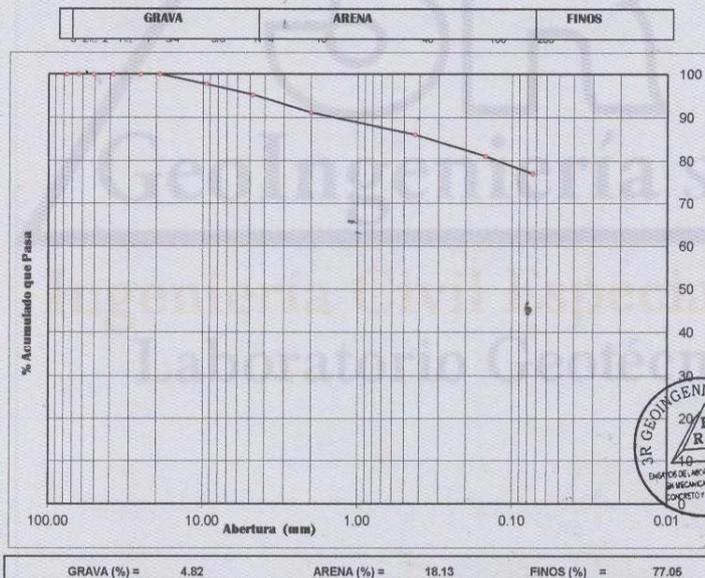
SOLICITADO : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA	LUGAR : HUARAZ
PROYECTO : ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO	CALICATA : C-01
ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA	FECHA : Octubre del 2020
CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020	

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO CLASIFICACION ASTM D-422

PESO INICIAL SECO : 2,000.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 77.05
 PESO LAVADO SECO : 461.90 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.000	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.000	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.000	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.000	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.000	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	46.150	2.31	2.31	97.69
No 4	4.780	50.180	2.51	4.82	95.18
No 10	2.000	80.260	4.01	8.83	91.17
No 40	0.426	102.260	5.11	13.94	86.06
No 100	0.149	98.450	4.92	18.87	81.14
No 200	0.074	81.700	4.09	22.95	77.05
> No 200	0.000	2.900	0.15	23.10	76.91
TOTAL		461.90	23.10		

Resumen de Datos	
% que pasa N° 3	100.00
% que pasa N° 4	95.18
% que pasa N° 200	77.05
L.L.	31.75
L.P.	24.30
I.P.	7.45
D10	-----
D30	-----
D60	-----
Cu	-----
Cc	-----
w (%)	3.02
GRAVA (%)	4.82
ARENA (%)	18.13
FINOS (%)	77.05



Reyes
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

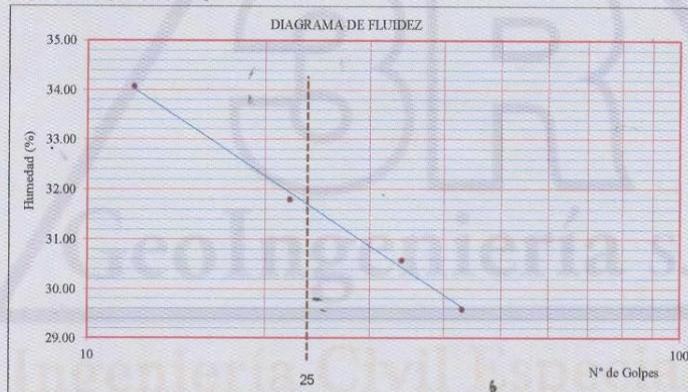
SOLICITADO : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA	LUGAR : HUARAZ
PROYECTO : ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020*	CALICATA : C-01
	FECHA : Octubre del 2020

LIMITES DE CONSISTENCIA

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO ASTM D-4318

Ensayo	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
	Datos						
Frasco N°							
N. De golpes	12	22	34	43	1	2	3
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	34.03	30.30	37.12	35.63	23.40	23.80	23.84
(2) Pfr + P.S.S. (gr)	30.17	27.26	33.04	31.84	22.40	22.84	22.88
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	3.86	3.04	4.08	3.79	1.00	0.96	0.96
(4) Pfr (gr)	18.84	17.70	19.70	19.03	18.39	18.94	18.77
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	11.33	9.56	13.34	12.81	4.01	3.90	4.11
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	34.07	31.80	30.58	29.59	24.94	24.62	23.36

Nota: Pfr = Peso del frasco
 P.S.H. = Peso del suelo humedo
 P.S.S. = Peso del suelo seco
 Pagua = Peso del agua



Límite Líquido (L.L.) =	31.75	Límite Plástico (L.P.) =	24.30	Índice Plasticidad (I.P.) =	7.45
-------------------------	-------	--------------------------	-------	-----------------------------	------



Rey
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

CARACTERISTICAS DE COMPACTACION EN LABORATORIO DEL SUELO USANDO ESFUERZO MODIFICADO ASTM D1557 - MTC E115

SOLICITADO : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA

PROYECTO : "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO
 ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA
 CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020".

LUGAR : HUARAZ

CALICATA : C-01 FECHA : Octubre del 2020

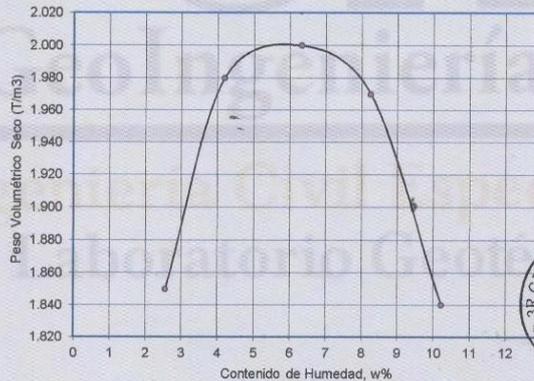
Golpes/Capa : 56 N° de Capas : 05 Wmart : 4,513.0 Wmolde : 6,470.0
 Dimens. del molde : $\phi = 15.75$ cm. H = 10.90 cm. Volúmen : 20.50

Determinación del Contenido de Humedad:

Recipiente N°	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4		Muestra 5	
Wsuelo Húm. + Rec.	88.67	85.07	103.00	86.31	82.25	77.99	80.28	81.42	92.30	102.31
Wsuelo Sec. + Rec.	86.78	83.70	99.85	83.78	78.78	74.78	75.85	77.20	85.74	95.40
Peso del agua	1.89	1.37	3.15	2.53	3.47	3.21	4.43	4.22	6.56	6.91
Peso del Recip.	18.26	25.50	26.75	21.63	26.55	21.44	23.43	24.85	22.63	26.71
Peso suelo seco	68.52	58.20	73.10	62.15	52.23	53.34	52.42	52.35	63.11	68.69
Cont. Hum. W%	2.76	2.35	4.31	4.07	6.64	6.02	8.45	8.06	10.39	10.06

Determinación del Peso Volumétrico:

Cont. Hum. Prom.	2.56	4.19	6.33	8.26	10.23
Wsuelo + molde	10,356.00	10,707.00	10,810.00	10,844.00	10,624.00
Wmolde	6,470.00	6,470.00	6,470.00	6,470.00	6,470.00
Wsuelo	3,886.00	4,237.00	4,340.00	4,374.00	4,154.00
Peso Vol. Húmedo	1.90	2.07	2.12	2.13	2.03
Peso Vol. Seco (T/m3)	1.85	1.98	1.99	1.97	1.84



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica

Contenido de Humedad Óptima : 6.33 % Peso Volumétrico Seco Máximo : 1.99 T/m3



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N° 20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR (ASTM D1883 - MTC E132)

SOLICITADO : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA
 PROYECTO : "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO
 ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA
 CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020".

LUGAR : HUARAZ
 CALICATA : C-01
 Muestra : Mab-01
 Operador : DAD

Fecha : Octubre del 2020

Molde	1				2				3			
Capas	5				5				5			
Golpes por capa	56				25				12			
Condición de la muestra	Sin Mojar		Mojada		Sin Mojar		Mojada		Sin Mojar		Mojada	
Peso Molde + Suelo hum.	8,710.00	13,570.00	8,720.00	13,545.00	8,611.00	13,492.00	8,611.00	13,492.00	8,611.00	13,492.00	8,611.00	13,492.00
Peso del molde (gr.)	4,700.00	9,500.00	4,710.00	9,450.00	4,600.00	9,460.00	4,600.00	9,460.00	4,600.00	9,460.00	4,600.00	9,460.00
Peso del Suelo humedo	4,010.00	4,070.00	4,010.00	4,095.00	4,011.00	4,032.00	4,011.00	4,032.00	4,011.00	4,032.00	4,011.00	4,032.00
Volumen del Molde (cm ³)	1,894.00				1,894.00				1,894.00			
Peso Vol. Humedo (gr/c)	2.12	2.15	2.12	2.16	2.12	2.13	2.12	2.13	2.12	2.13	2.12	2.13
% de humedad	6.29	7.77	8.36	10.69	11.21	12.07	11.21	12.07	11.21	12.07	11.21	12.07
Peso Vol. Seco (gr/c)	1.99	1.99	1.95	1.95	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90
Tarro N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tarro + suelo humedo	87.33	87.33	87.70	87.70	90.85	90.85	92.89	92.89	94.36	94.36	103.25	103.25
Tarro + suelo seco	83.85	83.86	83.50	83.50	86.10	86.00	86.75	86.75	87.85	87.58	95.10	95.10
Peso de Agua	3.48	3.47	4.20	4.20	4.75	4.85	6.14	6.14	6.51	6.78	8.15	8.15
Peso del Tarro	28.63	28.50	29.43	29.43	29.49	27.80	29.33	29.33	29.58	27.31	27.59	27.59
Peso del suelo seco	55.22	55.36	54.07	54.07	56.61	58.20	57.42	57.42	58.27	60.27	67.51	67.51
% humedad	6.30	6.27	7.77	7.77	8.39	8.33	10.69	10.69	11.17	11.25	12.07	12.07
Promedio de Humedad	6.29		7.77		8.36		10.69		11.21		12.07	

EXPANSION

Molde N°	Fecha	Tiempo	Hora	1						2			3		
				Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión				
					mm.	%		mm.	%		mm.	%			
	Oct-20	0 0 hrs.	10:30 a.m.	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Oct-20	24 0 hrs.	10:30 a.m.	19.00	0.185	0.122	20.00	0.195	0.129	22.00	0.215	0.142			
	Oct-20	48 0 hrs.	10:30 a.m.	21.00	0.205	0.135	23.00	0.224	0.148	26.00	0.254	0.167			
	Oct-20	72 0 hrs.	10:30 a.m.	22.00	0.215	0.142	25.00	0.244	0.161	28.00	0.273	0.180			
	Oct-20	96 0 hrs.	10:30 a.m.	25.00	0.244	0.161	28.00	0.273	0.180	31.00	0.302	0.200			

PENETRACION C.B.R.

Penetración	Carga Tipo	MOLDE 1				MOLDE 2				MOLDE 3			
		Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)			
		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)		(Kg)	(Kg/cm ²)				
0.025		42.28	2.18		36.24	1.87		27.18	1.40				
0.050		81.54	4.21		66.44	3.43		48.32	2.50				
0.075		99.66	5.15		87.58	4.52		60.40	3.12				
0.100	70.30	126.84	6.55	9.32	111.74	5.77	8.21	90.60	4.68	6.66			
0.200	105.45	196.30	10.14	9.62	172.14	8.89	8.43	144.96	7.49	7.10			



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL/CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.

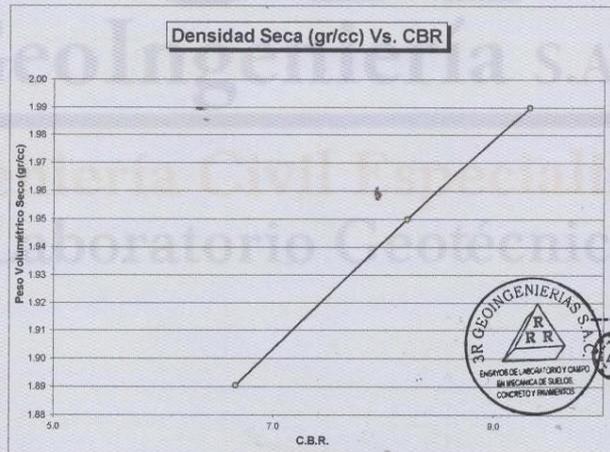
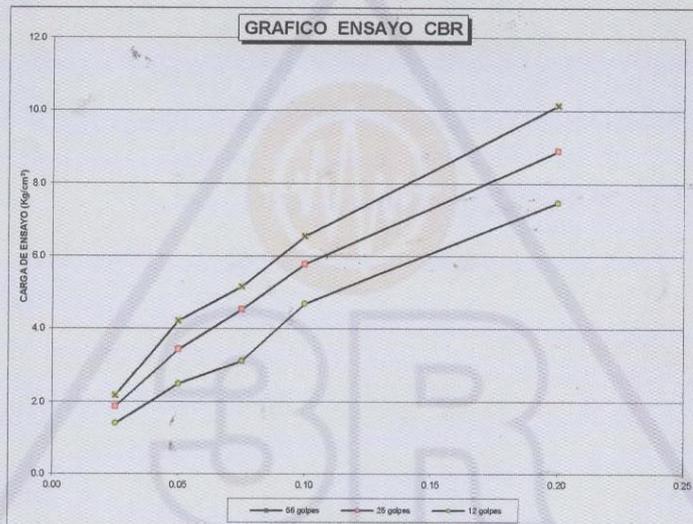


Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N° 20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

SOLICITAD: CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA
 PROYECTO : "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO
 ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA
 CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020".

LUGAR : HUARAZ
 CALICATA : C-01
 Muestra : Mab-01
 Operador : DAD Fecha : Octubre del 2020



C.B.R. AL 100% P.V.S.M. =	9.32	%
C.B.R. AL 95% P.V.S.M. =	6.66	%



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com

Resultados de la muestra de la Calicata 2



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N° 20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

SOLICITA : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA
PROYECTO : "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO
ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA
CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020".
LUGAR : HUARAZ
FECHA : Octubre del 2020 INFORME N° 382-2020-3R-GEOING

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA		C-02
MUESTRA		Mab.01
PROGRESIVA		-----
PROFUNDIDAD (mts.)		1.50
PORCENTAJE ACUMULADO	3"	100.00
	21/2"	100.00
QUE PASA POR	2"	100.00
	1 1/2"	100.00
MALLA DE	1"	100.00
PORCION	3/4"	100.00
DE MATERIAL	3/8"	99.70
MENOR	N° 4	98.19
DE 3"	N° 10	95.53
	N° 40	86.92
	N° 100	82.50
	N° 200	78.46
Coef. Uniformidad	Cu.	-----
Coef. Concavidad	Cc.	-----
LIMITES	L.L.	27.30
DE	L.P.	18.17
CONSISTENCIA	I.P.	9.13
HUMEDAD NATURAL		3.44
CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (SUCS) ASTM D-2487		CL
CLASIFICACION AASHTO ASTM D-3282 - AASHTO M145		A-4 (5)

DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO	2.01
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	5.80

DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION (ASTM D-1883)

C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	8.98
C.B.R. 95% P.V.S.M. (%)	6.42

Nota:

- Las muestras de suelos fueron muestreadas en campo y traídas por el proyectista, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



Reyes
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Consultor de Obras - Reg. N° C2162
Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

SOLICITADO : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA	LUGAR : HUARAZ
PROYECTO : ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020.	CALICATA : C-02
	FECHA : Octubre del 2020

CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216

CALICATA	: C-02	
FRASCO N°	1	2
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	148.55	150.26
(2) Pfr + P.S.S. (gr)	145.48	147.45
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	3.07	2.81
(4) Pfr (gr)	60.26	61.51
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	85.22	85.94
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	3.60	3.27
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	3.44	

Nota: Pfr = Peso del frasco
P.S.H. = Peso del suelo humedo
P.S.S. = Peso del suelo seco
Pagua = Peso del agua



Ree Reyes
Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Consultor de Obras - Reg. N° C2162
Maestría en Ingeniería Geotécnica

GeoIngeniería S.A.C.
Ingeniería Civil Especializada
Laboratorio Geotécnico



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sísmorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

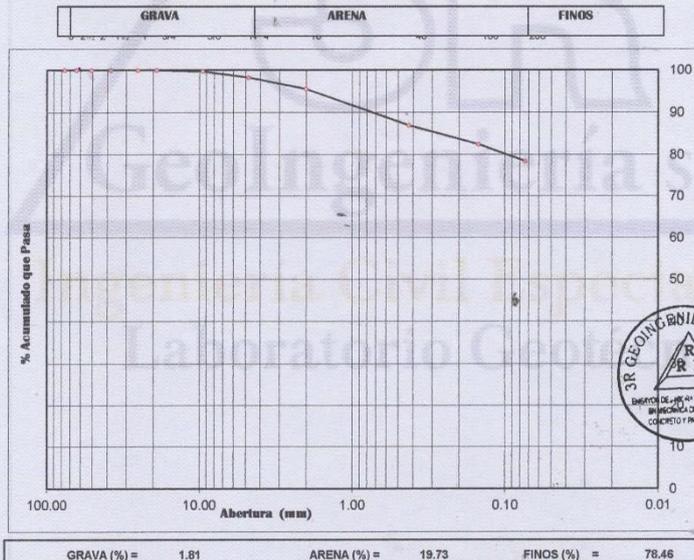
RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

SOLICITADO: CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA	LUGAR : HUARAZ
PROYECTO : ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020.	CALICATA : C-02
	FECHA : Octubre del 2020

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO CLASIFICACION ASTM D-422

PESO INICIAL SECO : 2,000.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 78.46
 PESO LAVADO SECO : 432.79 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa	Resumen de Datos
3"	76.200	0.000	0.00	0.00	100.00	% que pasa 3" : 100.00
2 1/2"	63.500	0.000	0.00	0.00	100.00	% que pasa 2 1/2" : 98.19
2"	50.800	0.000	0.00	0.00	100.00	% que pasa 2" : 78.46
1 1/2"	38.100	0.000	0.00	0.00	100.00	L.L. : 27.30
1"	25.400	0.000	0.00	0.00	100.00	L.P. : 18.17
3/4"	19.050	0.000	0.00	0.00	100.00	I.P. : 9.13
3/8"	9.525	6.000	0.30	0.30	99.70	D10 : ----
No 4	4.780	30.200	1.51	1.81	98.19	D30 : ----
No 10	2.000	53.200	2.66	4.47	95.53	D60 : ----
No 40	0.426	172.230	8.61	13.08	86.92	Cu : ----
No 100	0.149	88.460	4.42	17.50	82.50	Cc : ----
No 200	0.074	80.800	4.04	21.54	78.46	w (%) : 3.44
> No 200	0.000	1.900	0.10	21.64	78.36	GRAVA (%) : 1.81
TOTAL		432.79	21.64			ARENA (%) : 19.73
						FINOS (%) : 78.46



Rey
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

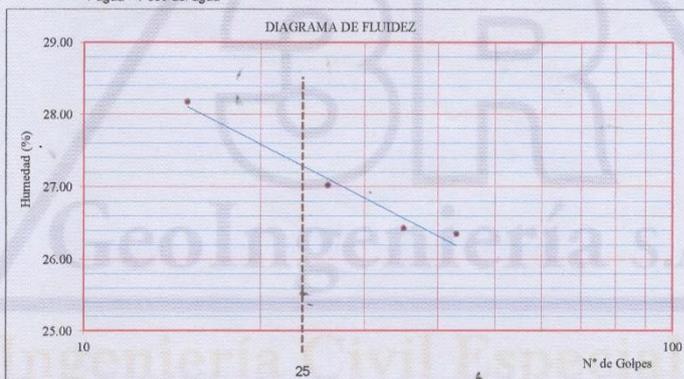
SOLICITADO : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA	LUGAR : HUARAZ
PROYECTO : ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020*	CALICATA : C-02
	FECHA : Octubre del 2020

LIMITES DE CONSISTENCIA

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO ASTM D-4318

Ensayo	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
	Datos				Datos		
Frasco N°							
N. De golpes	15	26	35	43	1	2	3
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	34.64	32.70	34.02	33.49	22.12	23.97	24.09
(2) Pfr+ P.S.S. (gr)	31.40	29.59	30.92	30.52	21.42	23.32	23.24
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	3.24	3.11	3.10	2.97	0.70	0.65	0.85
(4) Pfr (gr)	19.90	18.08	19.19	19.25	17.54	19.57	18.80
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	11.50	11.51	11.73	11.27	3.88	3.75	4.44
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	28.17	27.02	26.43	26.35	18.04	17.33	19.14

Nota: Pfr = Peso del frasco
 P.S.H. = Peso del suelo humedo
 P.S.S. = Peso del suelo seco
 Pagua = Peso del agua



Limite Líquido (L.L.) = 27.30	Limite Plástico (L.P.) = 18.17	Índice Plasticidad (I.P.) = 9.13
-------------------------------	--------------------------------	----------------------------------



Rey
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeotecnologia.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental
 RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

CARACTERISTICAS DE COMPACTACION EN LABORATORIO DEL SUELO USANDO ESFUERZO MODIFICADO ASTM D1557 - MTC E115

SOLICITADO : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA

PROYECTO : "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO
 ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA
 CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020".

LUGAR : HUARAZ

CALICATA : **C-02** FECHA : Octubre del 2020

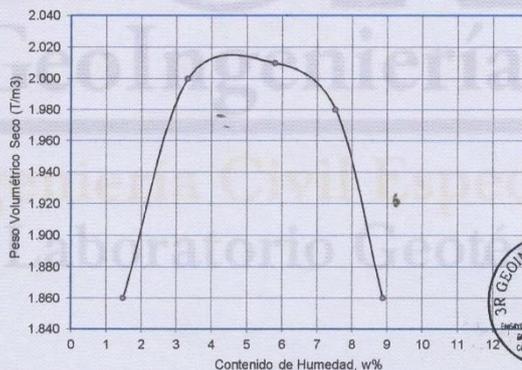
Golpes/Capa : 56 N° de Capas : 05 Wmart : 4,513.0 Wmolde : 6,470.0
 Dimens. del molde : $\phi = 15.75$ cm. H = 10.90 cm. Volúmen : 20.50

Determinación del Contenido de Humedad:

Recipiente N°	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4		Muestra 5	
Wsuelo Húm. + Rec.	87.67	84.06	103.01	103.01	81.24	76.98	80.21	80.41	82.29	91.20
Wsuelo Sec. + Rec.	86.74	83.10	100.26	100.45	77.91	73.74	75.74	76.40	76.92	85.78
Peso del agua	0.93	0.96	2.75	2.56	3.33	3.24	4.47	4.01	5.37	5.42
Peso del Recip.	20.23	21.55	21.15	19.78	18.92	19.33	19.45	20.00	20.44	20.15
Peso suelo seco	66.51	61.55	79.11	80.67	58.99	54.41	56.29	56.40	56.48	65.63
Cont. Hum. W%	1.40	1.56	3.48	3.17	5.65	5.95	7.94	7.11	9.51	8.26

Determinación del Peso Volumétrico:

Cont. Hum. Prom.	1.48	3.32	5.80	7.53	8.88
Wsuelo + molde	10,335.00	10,707.00	10,828.00	10,844.00	10,824.00
Wmolde	6,470.00	6,470.00	6,470.00	6,470.00	6,470.00
Wsuelo	3,865.00	4,237.00	4,358.00	4,374.00	4,154.00
Peso Vol. Húmedo	1.89	2.07	2.13	2.13	2.03
Peso Vol. Seco(T/m3)	1.86	2.00	2.01	1.98	1.86



Contenido de Humedad Óptima : **5.80 %** Peso Volumétrico Seco Máximo : **2.01 T/m3**



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con líneas de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental
 RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR (ASTM D1883 - MTC E132)

SOLICITADO : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA
 PROYECTO : "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO
 ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA
 CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020".

LUGAR : HUARAZ
 CALICATA : C-02
 Muestra : Mab-01
 Operador : DAD

Fecha : Octubre del 2020

Molde	1				2				3			
Capas	5				5				5			
Golpes por capa	56				25				12			
Condición de la muestra	Sin Mojar		Mojada		Sin Mojar		Mojada		Sin Mojar		Mojada	
Peso Molde + Suelo hum.	8,713.00	13,566.00	8,745.00	13,535.00	8,585.00	13,542.00	8,585.00	13,542.00	8,585.00	13,542.00	8,585.00	13,542.00
Peso del molde (gr.)	4,700.00	9,500.00	4,710.00	9,450.00	4,600.00	9,460.00	4,600.00	9,460.00	4,600.00	9,460.00	4,600.00	9,460.00
Peso del Suelo humedo	4,013.00	4,066.00	4,035.00	4,085.00	3,985.00	4,082.00	3,985.00	4,082.00	3,985.00	4,082.00	3,985.00	4,082.00
Volumen del Molde (cm ³)	1,894.00				1,894.00				1,894.00			
Peso Vol. Humedo (gr/ce)	2.12	2.15	2.13	2.16	2.10	2.16	2.10	2.16	2.10	2.16	2.10	2.16
% de humedad	5.48	7.21	8.22	9.71	10.40	12.60	10.40	12.60	10.40	12.60	10.40	12.60
Peso Vol. Seco (gr/ce)	2.01	2.00	1.97	1.97	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91
Tarro N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tarro + suelo humedo	130.16	132.05	83.89	83.89	80.15	81.36	88.55	88.55	90.32	90.45	95.03	95.03
Tarro + suelo seco	125.85	128.60	80.22	80.22	76.32	77.25	83.30	83.30	84.50	84.59	87.46	87.46
Peso de Agua	4.31	3.45	3.67	3.67	3.83	4.11	5.25	5.25	5.82	5.86	7.57	7.57
Peso del Tarro	52.61	60.51	29.34	29.34	29.32	27.70	29.22	29.22	29.48	27.28	27.42	27.42
Peso del suelo seco	73.24	68.09	50.88	50.88	47.00	49.55	54.08	54.08	55.02	57.31	60.04	60.04
% humedad	5.88	5.07	7.21	7.21	8.15	8.29	9.71	9.71	10.58	10.23	12.60	12.60
Promedio de Humedad	5.48	7.21	8.22	9.71	10.40	12.60	10.40	12.60	10.40	12.60	10.40	12.60

EXPANSION

Molde N°	Fecha	Tiempo	Hora	1				2				3			
				Expansión		Expansión		Expansión		Expansión		Expansión			
				Dial	mm.	%	Dial	mm.	%	Dial	mm.	%	Dial	mm.	%
	Oct-20	0.0 hrs.	12.30 p.m.	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Oct-20	24.0 hrs.	12.30 p.m.	14.00	0.137	0.090	16.00	0.156	0.103	19.00	0.185	0.122			
	Oct-20	48.0 hrs.	12.30 p.m.	16.00	0.156	0.103	21.00	0.205	0.135	23.00	0.224	0.148			
	Oct-20	72.0 hrs.	12.30 p.m.	20.00	0.195	0.129	23.00	0.224	0.148	28.00	0.273	0.180			
	Oct-20	96.0 hrs.	12.30 p.m.	23.00	0.224	0.148	27.00	0.263	0.174	30.00	0.293	0.193			

PENETRACION C.B.R.

Penetración (Pulg)	Carga Tipo (Kg/cm ²)	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3				
		Carga Ensayo (Kg)	C B R (%)	Carga Ensayo (Kg)	C B R (%)	Carga Ensayo (Kg)	C B R (%)			
		0.025	40.74	2.10	34.92	1.80	26.19	1.35		
0.050	78.57	4.06	64.02	3.31	46.56	2.41				
0.075	96.03	4.96	84.39	4.36	58.20	3.01				
0.100	70.30	122.22	6.31	8.98	107.67	5.56	7.91	87.30	4.51	6.42
0.200	105.45	189.15	9.77	9.27	165.87	8.57	8.13	139.68	7.22	6.84



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

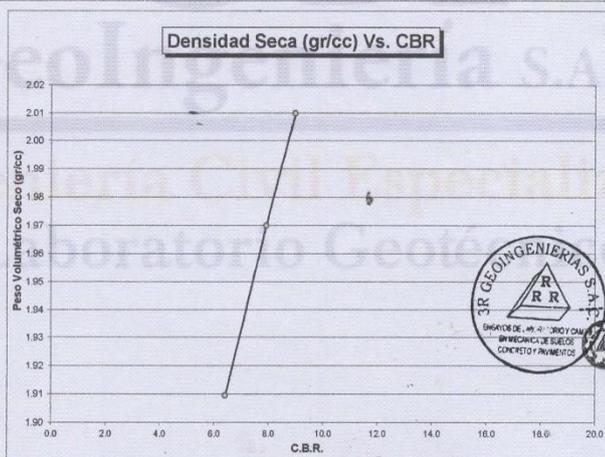
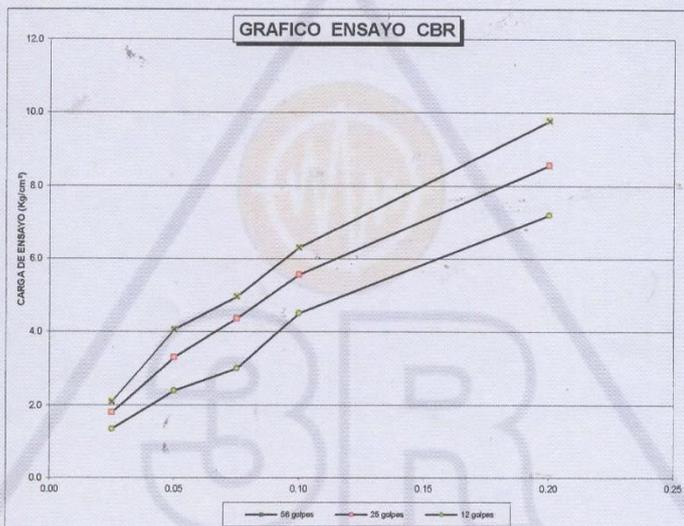
Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



GeoLab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental
 RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

SOLICITADC: CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA
 PROYECTO : "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO
 ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA
 CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020".

LUGAR : HUARAZ
 CALICATA : C-02
 Muestra : Mab-01
 Operador : DAD Fecha : Octubre del 2020



C.B.R. AL 100% P.V.S.M. =	8.98	%
C.B.R. AL 95% P.V.S.M. =	6.42	%



Reyes
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com

Resultados del ensayo del suelo arcilloso con 10 % de ceniza de
fondo de ladrilleras



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental
 RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

SOLICITA : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA
 PROYECTO : "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO
 ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA
 CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020".
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : Octubre del 2020

INFORME N° 382-2020-3R-GEOING

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA	C-02	
MUESTRA	CON 10% DE CENIZA	
PROGRESIVA	----	
PROFUNDIDAD (mts.)	1.50	
PORCENTAJE	3"	100.00
	2 1/2"	100.00
ACUMULADO	2"	100.00
	1 1/2"	100.00
QUE PASA POR	1"	100.00
MALLA DE	3/4"	100.00
PORCION	3/8"	99.35
DE MATERIAL	N° 4	97.74
MENOR	N° 10	94.82
DE 3"	N° 40	83.66
	N° 100	76.55
	N° 200	72.80
Coef. Uniformidad	Cu.	----
Coef. Concavidad	Cc.	----
LIMITES	L.L.	24.75
	L.P.	16.58
DE	L.P.	16.58
CONSISTENCIA	I.P.	8.17
HUMEDAD NATURAL		3.44
CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (SUCS) ASTM D-2487		CL
CLASIFICACION AASHTO ASTM D-3282 - AASHTO M145		A-4 (3)

DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO	2.24
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	8.30



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, M.Sc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica

DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION (ASTM D-1883)

C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	14.97
C.B.R. 95% P.V.S.M. (%)	10.69

Nota:
 - Las muestras de suelos fueron muestreadas en campo y traídas por el proyectista, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



GeoLab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

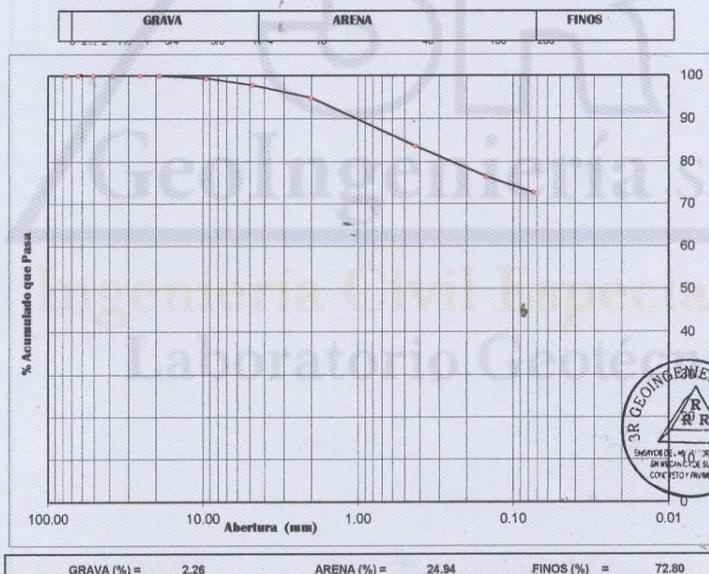
SOLICITADO : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA	LUGAR : HUARAZ
PROYECTO : "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020"	CALICATA : C-02
	FECHA : Octubre del 2020

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D-422

PESO INICIAL SECO : 2,000.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 72.80
 PESO LAVADO SECO : 546.56 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa	Resumen de Datos	
3"	76.200	0.000	0.00	0.00	100.00	% que pasa N° 3	100.00
2 1/2"	63.500	0.000	0.00	0.00	100.00	% que pasa N° 4	97.74
2"	50.800	0.000	0.00	0.00	100.00	% que pasa N°200	72.80
1 1/2"	38.100	0.000	0.00	0.00	100.00	L.L.	24.75
1"	25.400	0.000	0.00	0.00	100.00	L.P.	16.58
3/4"	19.050	0.000	0.00	0.00	100.00	D10	---
3/8"	9.525	13.020	0.65	0.65	99.35	D30	---
No 4	4.780	32.150	1.61	2.26	97.74	D60	---
No 10	2.000	58.450	2.92	5.18	94.82	Cu	---
No 40	0.426	223.260	11.16	16.34	83.66	Cc	---
No 100	0.149	142.180	7.11	23.45	76.55	w (%)	3.44
No 200	0.074	74.850	3.74	27.20	72.80	GRAVA (%)	2.26
> No 200	0.000	2.650	0.13	27.33	72.67	ARENA (%)	24.94
TOTAL		546.56	27.33			FINOS (%)	72.80



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R Geotecnología S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

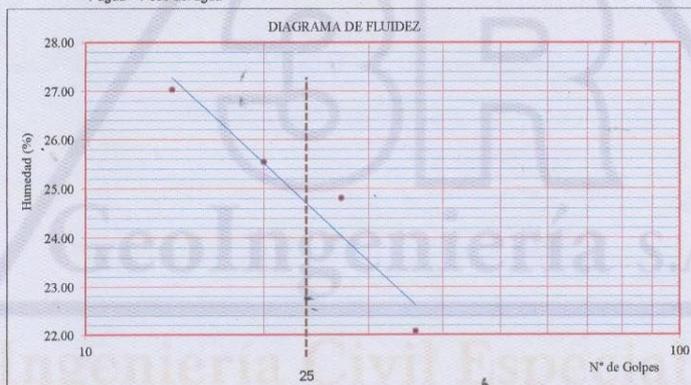
SOLICITADO : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA	LUGAR : HUARAZ
PROYECTO : ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020.	CALICATA : C-02
	FECHA : Octubre del 2020

LIMITES DE CONSISTENCIA

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO ASTM D-4318

Ensayo	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO			
	Datos							
Frasco N°								
N. De golpes	14	20	27	36	1	2	3	
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	53.15	53.45	55.02	49.48	15.56	15.12	15.05	
(2) Pfr + P.S.S. (gr)	47.65	48.70	49.75	45.85	14.02	14.01	14.08	
(3) Pagua (gr)	(1) - (2)	5.50	4.75	5.27	3.63	1.54	1.11	0.97
(4) Pfr (gr)		27.30	30.10	28.51	29.41	6.35	7.15	6.88
(5) P.S.S. (gr)	(2) - (4)	20.35	18.60	21.24	16.44	7.67	6.86	7.20
(6) C. Humedad (%)	(3) / (5)	27.03	25.54	24.81	22.08	20.08	16.18	13.47

Nota: Pfr = Peso del frasco
 P.S.H. = Peso del suelo humedo
 P.S.S. = Peso del suelo seco
 Pagua = Peso del agua



Limite Liquido (L.L.) = 24.75	Limite Plastico (L.P.) = 16.58	Indice Plasticidad (I.P.) = 8.17
-------------------------------	--------------------------------	----------------------------------



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeotecnologia.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental
 RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACION EN LABORATORIO DEL SUELO USANDO ESFUERZO MODIFICADO ASTM D1557 - MTC E115

SOLICITADO : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA

PROYECTO : "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO
 ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA
 CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020".

LUGAR : HUARAZ

CON 10% DE CENIZA

CALICATA : C-02

FECHA : Octubre del 2020

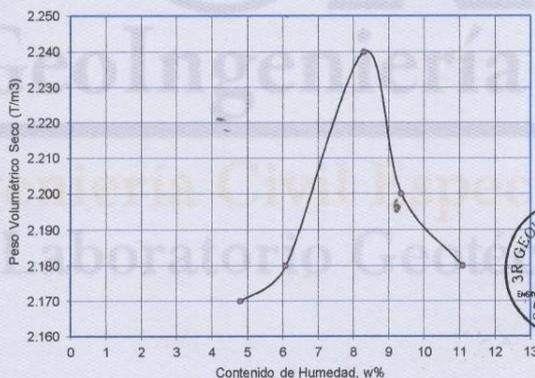
Golpes/Capa : 56 N° de Capas : 05 Wmart : 4,513.0 Wmolde : 6,470.0
 Dimens. del molde : $\phi = 15.75$ cm. H = 10.90 cm. Volúmen : 20.50

Determinación del Contenido de Humedad:

Recipiente N°	Muestra 1		Muestra 2		Muestra 3		Muestra 4		Muestra 5	
Wsuelo Húm. + Rec.	114.22	109.12	96.28	101.86	89.07	84.68	96.51	88.15	87.36	88.25
Wsuelo Sec. + Rec.	110.32	104.74	92.02	97.10	83.62	79.74	90.11	82.15	81.10	81.02
Peso del agua	3.90	4.38	4.26	4.76	5.45	4.94	6.40	6.00	6.25	7.23
Peso del Recip.	20.23	21.55	21.15	19.78	18.92	19.33	19.45	20.00	20.44	20.15
Peso suelo seco	90.09	83.19	70.87	77.32	64.70	60.41	70.66	62.15	60.66	60.87
Cont. Hum. W%	4.33	5.27	6.01	6.16	8.42	8.18	9.06	9.65	10.30	11.88

Determinación del Peso Volumétrico:

Cont. Hum. Prom.	4.80	6.08	8.30	9.36	11.09
Wsuelo + molde	11,133.00	11,211.00	11,452.00	11,402.00	11,425.00
Wmolde	6,470.00	6,470.00	6,470.00	6,470.00	6,470.00
Wsuelo	4,663.00	4,741.00	4,982.00	4,932.00	4,955.00
Peso Vol. Húmedo	2.27	2.31	2.43	2.41	2.42
Peso Vol. Seco(T/m3)	2.17	2.18	2.24	2.20	2.18



Contenido de Humedad Óptima : 8.30 % Peso Volumétrico Seco Máximo : 2.24 T/m3



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sísmorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



GeoLab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental
 RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR (ASTM D1883 - MTC E132)

SOLICITADO : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA
 PROYECTO : "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO
 ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA
 CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020".

LUGAR : HUARAZ
 CALICATA : C-02
 Muestra : Mab-01
 Operador : DAD

CON 10% DE CENIZA

Fecha : Octubre del 2020

Molde	1				2				3			
Capas	5				5				5			
Golpes por capa	56				25				12			
Condicion de la muestra	Sin Mojar		Mojada		Sin Mojar		Mojada		Sin Mojar		Mojada	
Peso Molde + Suelo hum.	9,345.00	14,148.00	9,364.00	14,061.00	9,152.00	14,017.00	9,152.00	14,017.00	9,152.00	14,017.00	9,152.00	14,017.00
Peso del molde (gr.)	4,750.00	9,500.00	4,780.00	9,450.00	4,600.00	9,460.00	4,600.00	9,460.00	4,600.00	9,460.00	4,600.00	9,460.00
Peso del Suelo humedo	4,595.00	4,648.00	4,584.00	4,611.00	4,552.00	4,557.00	4,552.00	4,557.00	4,552.00	4,557.00	4,552.00	4,557.00
Volumen del Molde (cm ³)	1,894.00				1,894.00				1,894.00			
Peso Vol. Humedo (gr/cc)	2.43	2.45	2.42	2.43	2.40	2.41	2.40	2.41	2.40	2.41	2.40	2.41
% de humedad	8.15	9.35	10.89	11.43	12.74	12.82	12.74	12.82	12.74	12.82	12.74	12.82
Peso Vol. Seco (gr/cc)	2.24	2.24	2.18	2.18	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13
Tarro N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tarro + suelo humedo	140.00	143.02	84.20	84.20	80.20	81.26	88.20	88.20	90.35	90.36	95.20	95.20
Tarro + suelo seco	133.25	136.22	79.51	79.51	75.35	75.85	82.15	82.15	83.45	83.25	87.50	87.50
Peso de Agua	6.75	6.80	4.69	4.69	4.85	5.41	6.05	6.05	6.90	7.11	7.70	7.70
Peso del Tarro	50.16	53.15	29.34	29.34	29.32	27.70	29.22	29.22	29.48	27.28	27.42	27.42
Peso del suelo seco	83.09	83.07	50.17	50.17	46.03	48.15	52.93	52.93	53.97	55.97	60.08	60.08
% humedad	8.12	8.19	9.35	9.35	10.54	11.24	11.43	11.43	12.78	12.70	12.82	12.82
Promedio de Humedad	8.15		9.35		10.89		11.43		12.74		12.82	

EXPANSION

Molde N°	Fecha	Tiempo	Hora	1						2			3		
				Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión				
					mm.	%		mm.	%		mm.	%			
	Oct-20	0.0 hrs	7.00 a.m.	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Oct-20	24.0 hrs	7.00 a.m.	12.00	0.117	0.077	13.00	0.127	0.084	15.00	0.146	0.097			
	Oct-20	48.0 hrs	7.00 a.m.	13.00	0.127	0.084	16.00	0.156	0.103	19.00	0.185	0.122			
	Oct-20	72.0 hrs	7.00 a.m.	17.00	0.166	0.109	18.00	0.176	0.116	20.00	0.195	0.129			
	Oct-20	96.0 hrs	7.00 a.m.	22.00	0.215	0.142	22.00	0.215	0.142	22.00	0.215	0.142			

PENETRACION C.B.R.

Penetración (Pulg)	Carga Tipo (Kg/cm ²)	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
		Carga Ensayo		Carga Ensayo		Carga Ensayo	
		(Kg)	(Kg/cm ²)	(Kg)	(Kg/cm ²)	(Kg)	(Kg/cm ²)
0.025		67.90	3.51	58.20	3.01	43.65	2.26
0.050		130.95	6.77	106.70	5.51	77.60	4.01
0.075		160.05	8.27	140.65	7.27	97.00	5.01
0.100	70.30	203.70	10.52	149.97	9.27	145.50	7.52
0.200	105.45	315.25	16.29	15.45	276.45	14.28	13.55



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Materia en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



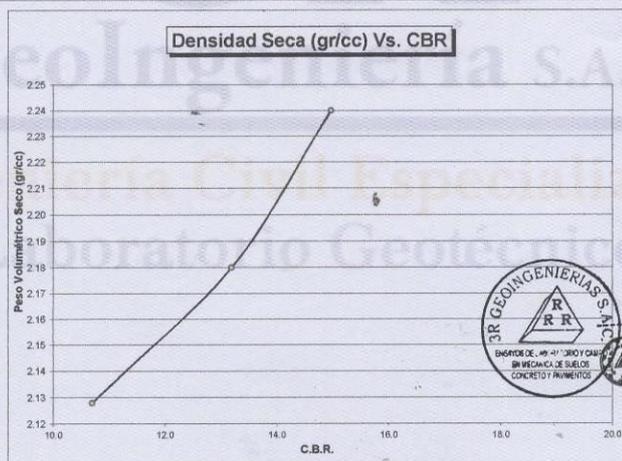
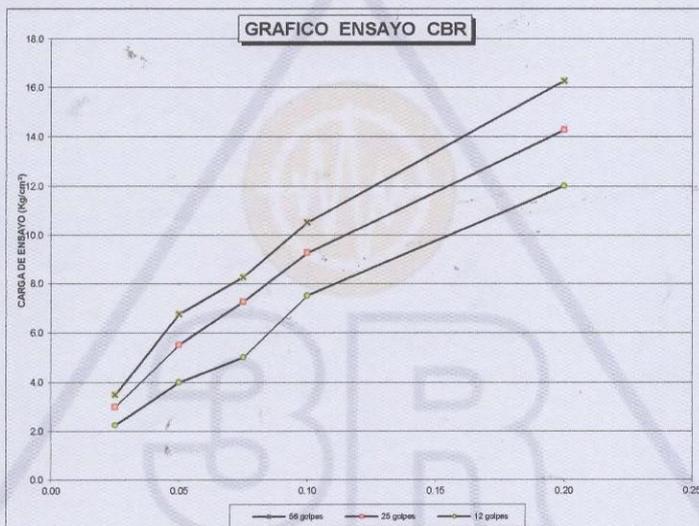
GeoLab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental
 RUC N° 20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

SOLICITAD: CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA
 PROYECTO: "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO
 ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA
 CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020".

LUGAR : HUARAZ
 CALICATA : C-02
 Muestra : Mab-01
 Operador : DAD

CON 10% DE CENIZA

Fecha : Octubre del 2020



C.B.R. AL 100% P.V.S.M. =	14.97	%
C.B.R. AL 95% P.V.S.M. =	10.69	%



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com

Resultados del ensayo del suelo arcilloso con 15 % de ceniza de
fondo de ladrilleras



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental
 RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

SOLICITA : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA
 PROYECTO : "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO
 ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA
 CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020".
 LUGAR : HUARAZ
 FECHA : Octubre del 2020 INFORME N° 382-2020-3R-GEOING

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA		C-02
MUESTRA		CON 15% DE CENIZA
PROGRESIVA		-----
PROFUNDIDAD (mts.)		1.50
PORCENTAJE	3"	100.00
	2 1/2"	100.00
ACUMULADO	2"	100.00
	1 1/2"	100.00
QUE PASA POR	1"	100.00
MALLA DE	3/4"	100.00
PORCION	3/8"	98.95
DE MATERIAL	N° 4	97.19
MENOR	N° 10	94.03
DE 3"	N° 40	84.42
	N° 100	75.55
	N° 200	70.98
Coef. Uniformidad	Cu.	---
Coef. Concavidad	Cc.	---
LIMITES	L.L.	22.60
DE	L.P.	15.67
	I.P.	6.93
CONSISTENCIA	I.P.	6.93
HUMEDAD NATURAL		3.44
CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (SUCS) ASTM D-2487		CL-ML
CLASIFICACION AASHTO ASTM D-3282 - AASHTO M145		A-4 (2)

DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO	2.27
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	8.40

DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION (ASTM D-1883)

C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	18.52
C.B.R. 95% P.V.S.M. (%)	13.23



Reynaldo M. Reyes Roque
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica

Nota:
 - Las muestras de suelos fueron muestreadas en campo y traídas por el proyectista, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

SOLICITADO : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA	LUGAR : HUARAZ
PROYECTO : ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020°.	CALICATA : C-02
	FECHA : Octubre del 2020

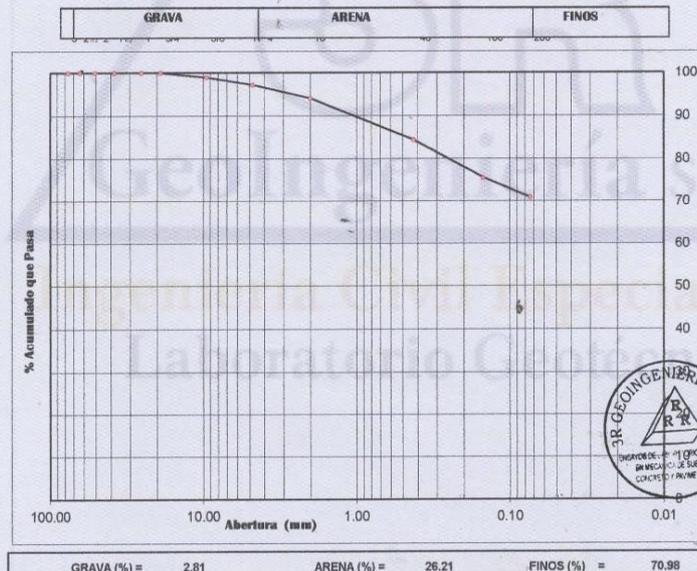
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D-422

PESO INICIAL SECO : 2,000.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 70.98
 PESO LAVADO SECO : 589.12 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa
3"	76.200	0.000	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.000	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.000	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.000	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.000	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.000	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.525	21.000	1.05	1.05	98.95
No 4	4.780	35.260	1.76	2.81	97.19
No 10	2.000	63.150	3.16	5.97	94.03
No 40	0.426	192.260	9.61	15.58	84.42
No 100	0.149	177.350	8.87	24.45	75.55
No 200	0.074	91.450	4.57	29.02	70.98
> No 200	0.000	8.650	0.43	29.46	70.54
TOTAL		589.12	29.46		

Resumen de Datos	
% que pasa N° 3	100.00
% que pasa N° 4	97.19
% que pasa N°200	70.98
L.L.	22.60
I.P.	15.67
I.P.	6.93
D10	-----
D30	-----
D60	-----
Cu	-----
Cc	-----
w (%)	3.44
GRAVA (%)	2.81
ARENA (%)	26.21
FINOS (%)	70.98



Reynaldo
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



GeoLab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N° 20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

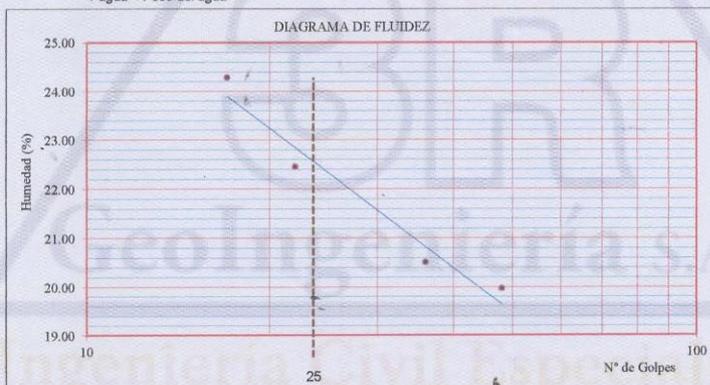
SOLICITADO : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA	LUGAR : HUARAZ
PROYECTO : *ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020*	CALICATA : C-02
	FECHA : Octubre del 2020

LIMITES DE CONSISTENCIA

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO ASTM D-4318

Ensayo	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
	Datos						
Frasco N°							
N. De golpes	17	22	36	48	1	2	3
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	45.40	43.81	45.91	45.02	29.10	29.40	28.62
(2) Pfr + P.S.S. (gr)	42.41	41.15	43.10	42.22	26.85	27.15	26.57
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	2.99	2.66	2.81	2.80	2.25	2.25	2.05
(4) Pfr (gr)	30.10	29.30	29.40	28.20	12.70	12.90	13.20
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	12.31	11.85	13.70	14.02	14.15	14.25	13.37
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	24.29	22.45	20.51	19.97	15.90	15.79	15.33

Nota: Pfr = Peso del frasco
 P.S.H. = Peso del suelo humedo
 P.S.S. = Peso del suelo seco
 Pagua = Peso del agua



Límite Líquido (L.L.) =	22.60	Límite Plástico (L.P.) =	15.67	Índice Plasticidad (I.P.) =	6.93
-------------------------	-------	--------------------------	-------	-----------------------------	------



Rey
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



GeoLab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con lines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental
 RUC N° 20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

CARACTERISTICAS DE COMPACTACION EN LABORATORIO DEL SUELO USANDO ESFUERZO MODIFICADO ASTM D1557 - MTC E115

SOLICITADO : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA

PROYECTO : "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO
 ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA
 CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020".

LUGAR : HUARAZ

CON 15% DE CENIZA

CALICATA : C-02

FECHA : Octubre del 2020

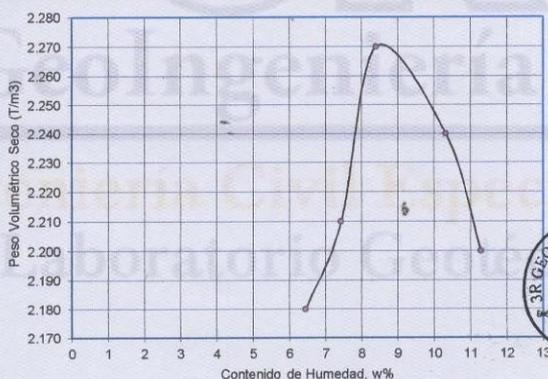
Golpes/Capa : 56 N° de Capas : 05 Wmart. : 4,513.0 Wmolde : 6,470.0
 Dimens. del molde : $\phi = 15.75$ cm. H = 10.90 cm. Volúmen : 20.50

Determinación del Contenido de Humedad:

Recipiente N°	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5					
Wsuelo Húm. + Rec.	97.30	110.39	86.00	98.01	108.20	104.89	93.62	111.58	92.48	95.35
Wsuelo Sec. + Rec.	94.02	106.00	83.12	94.00	103.26	100.12	89.10	105.11	87.40	90.15
Peso del agua	3.28	4.39	2.88	4.01	4.94	4.77	4.52	6.47	5.08	5.20
Peso del Recip.	40.23	41.51	42.35	42.55	43.58	44.16	44.00	44.11	43.26	43.12
Peso suelo seco	53.79	64.49	40.77	51.45	59.68	55.96	45.10	61.00	44.14	47.03
Cont. Hum. W%	6.10	6.81	7.06	7.79	8.28	8.52	10.02	10.61	11.51	11.06

Determinación del Peso Volumétrico:

Cont. Hum. Prom.	6.45	7.43	8.40	10.31	11.28
Wsuelo + molde	11,232.00	11,345.00	11,525.00	11,525.00	11,478.00
Wmolde	6,470.00	6,470.00	6,470.00	6,470.00	6,470.00
Wsuelo	4,762.00	4,875.00	5,055.00	5,055.00	5,008.00
Peso Vol. Húmedo	2.32	2.38	2.47	2.47	2.44
Peso Vol. Seco(T/m3)	2.18	2.21	2.27	2.24	2.20



Contenido de Humedad Óptima : 8.40 % Peso Volumétrico Seco Máximo : 2.27 T/m3



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



GeoLab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental
 RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR (ASTM D1883 - MTC E132)

SOLICITADO : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA
 PROYECTO : "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO
 ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA
 CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020".

LUGAR : HUARAZ CON 15% DE CENIZA
 CALICATA : C-02
 Muestra : Mab-01
 Operador : DAD Fecha : Octubre del 2020

Molde	1				2				3			
Capas	5				5				5			
Golpes por capa	56				25				12			
Condicion de la muestra	Sin Mojar		Mojada		Sin Mojar		Mojada		Sin Mojar		Mojada	
Peso Molde + Suelo hum.	9,374.00	14,202.00	9,326.00	14,100.00	9,185.00	14,085.00	9,185.00	14,085.00	9,185.00	14,085.00	9,185.00	14,085.00
Peso del molde (gr.)	4,700.00	9,500.00	4,710.00	9,450.00	4,600.00	9,460.00	4,600.00	9,460.00	4,600.00	9,460.00	4,600.00	9,460.00
Peso del Suelo humedo	4,674.00	4,702.00	4,616.00	4,650.00	4,585.00	4,625.00	4,585.00	4,625.00	4,585.00	4,625.00	4,585.00	4,625.00
Volumen del Molde (cm3)	1,894.00				1,894.00				1,894.00			
Peso Vol. Humedo (gr/cc)	2.47	2.48	2.44	2.46	2.42	2.44	2.42	2.44	2.42	2.44	2.42	2.44
% de humedad	8.51	9.41	10.10	11.44	12.25	13.08	12.25	13.08	12.25	13.08	12.25	13.08
Peso Vol. Seco (gr/cc)	2.27	2.27	2.21	2.20	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16	2.16
Tarro N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tarro + suelo humedo	87.26	88.46	84.78	84.78	81.23	81.82	89.02	89.02	90.99	91.60	95.36	95.36
Tarro + suelo seco	82.75	83.65	80.01	80.01	76.32	77.01	82.88	82.88	84.35	84.50	87.50	87.50
Peso de Agua	4.51	4.81	4.77	4.77	4.91	4.81	6.14	6.14	6.64	7.10	7.86	7.86
Peso del Tarro	28.42	28.45	29.34	29.34	29.32	27.70	29.22	29.22	29.48	27.28	27.42	27.42
Peso del suelo seco	54.33	55.20	50.67	50.67	47.00	49.31	53.66	53.66	54.87	57.22	60.08	60.08
% humedad	8.30	8.71	9.41	9.41	10.45	9.75	11.44	11.44	12.10	12.41	13.08	13.08
Promedio de Humedad	8.51		9.41		10.10		11.44		12.25		13.08	

EXPANSION

Molde N°	Fecha	Tiempo	Hora	1						2						3					
				Expansión		Expansión		Expansión		Expansión		Expansión		Expansión							
				mm.	%																
	Oct-20	0.0 hrs	8.00 a.m.	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000				
	Oct-20	24.0 hrs	8.00 a.m.	11.00	0.107	0.071	12.00	0.117	0.077	13.00	0.127	0.084	13.00	0.127	0.084	13.00	0.127				
	Oct-20	48.0 hrs	8.00 a.m.	14.00	0.137	0.090	14.00	0.137	0.090	17.00	0.166	0.109	17.00	0.166	0.109	17.00	0.166				
	Oct-20	72.0 hrs	8.00 a.m.	16.00	0.156	0.103	18.00	0.176	0.116	19.00	0.185	0.122	19.00	0.185	0.122	19.00	0.185				
	Oct-20	96.0 hrs	8.00 a.m.	18.00	0.176	0.116	20.00	0.195	0.129	21.00	0.205	0.135	21.00	0.205	0.135	21.00	0.205				

PENETRACION C.B.R.

Penetración (Pulg)	Carga Tipo (Kg/cm2)	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
		Carga Ensayo (Kg)	C B R (%)	Carga Ensayo (Kg)	C B R (%)	Carga Ensayo (Kg)	C B R (%)
		(Kg/cm2)	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)	(Kg/cm2)
0.025		84.00	4.34	72.00	3.72	54.00	2.79
0.050		162.00	8.37	132.00	6.82	96.00	4.96
0.075		198.00	10.23	174.00	8.99	120.00	6.20
0.100	70.30	252.00	13.02	222.00	11.47	180.00	9.30
0.200	105.45	390.00	20.15	342.00	17.67	288.00	14.11



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



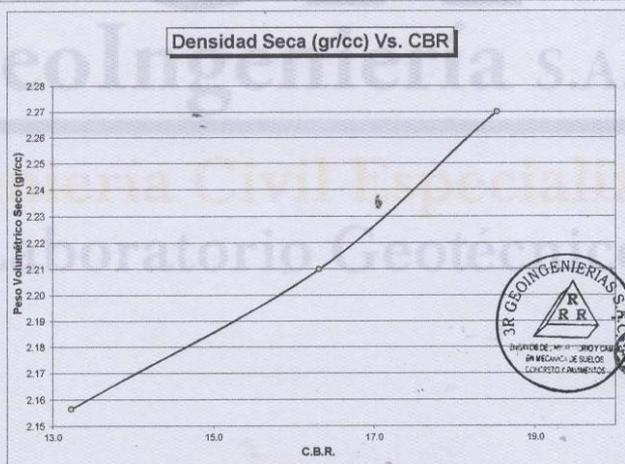
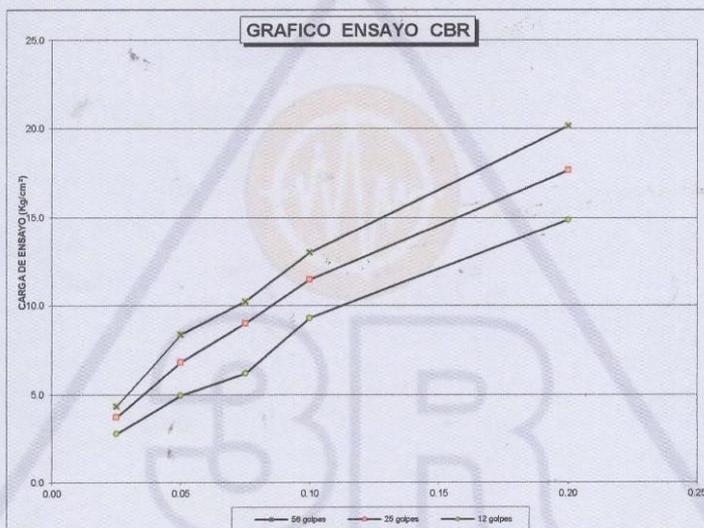
GeoLab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental
 RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

SOLICITAD: CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA
 PROYECTO : "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO
 ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA
 CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020".

LUGAR : HUARAZ
 CALICATA : C-02
 Muestra : Mab-01
 Operador : DAD

CON 15% DE CENIZA

Fecha : Octubre del 2020



C.B.R. AL 100% P.V.S.M. =	18.52	%
C.B.R. AL 95% P.V.S.M. =	13.23	%



Rey
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com

Resultados del ensayo del suelo arcilloso con 20 % de ceniza de
fondo de ladrilleras



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



GeoLab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

SOLICITA : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA
PROYECTO : "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO
ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA
CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020".
LUGAR : HUARAZ
FECHA : Octubre del 2020

INFORME N° 382-2020-3R-GEOING

ENSAYOS ESTANDAR DE LABORATORIO

CALICATA		C-02
MUESTRA		CON 20% DE CENIZA
PROGRESIVA		-----
PROFUNDIDAD (mts.)		1.50
3"		100.00
	21/2"	100.00
2"		100.00
1 1/2"		100.00
1"		100.00
3/4"		99.34
3/8"		98.21
N° 4		96.44
N° 10		91.87
N° 40		84.36
N° 100		69.95
N° 200		66.44
Coef. Uniformidad	Cu.	-----
Coef. Concavidad	Cc.	-----
LIMITES	L.L.	18.00
DE	L.P.	12.61
CONSISTENCIA	I.P.	5.39
HUMEDAD NATURAL		3.44
CLASIFICACION UNIFICADA DE SUELOS (SUCS) ASTM D-2487		CL-ML
CLASIFICACION AASHTO ASTM D-3282 - AASHTO M145		A-4 (0)

DATOS DE PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO	2.29
CONTENIDO DE HUMEDAD OPTIMA	9.86

DATOS DE C.B.R. A 0.1" DE PENETRACION (ASTM D-1883)

C.B.R. 100% P.V.S.M. (%)	21.61
C.B.R. 95% P.V.S.M. (%)	15.43

Nota:

- Las muestras de suelos fueron muestreadas en campo y traídas por el proyectista, al laboratorio para sus pruebas respectivas.



Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
Consultor de Obras - Reg. N° C2162
Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

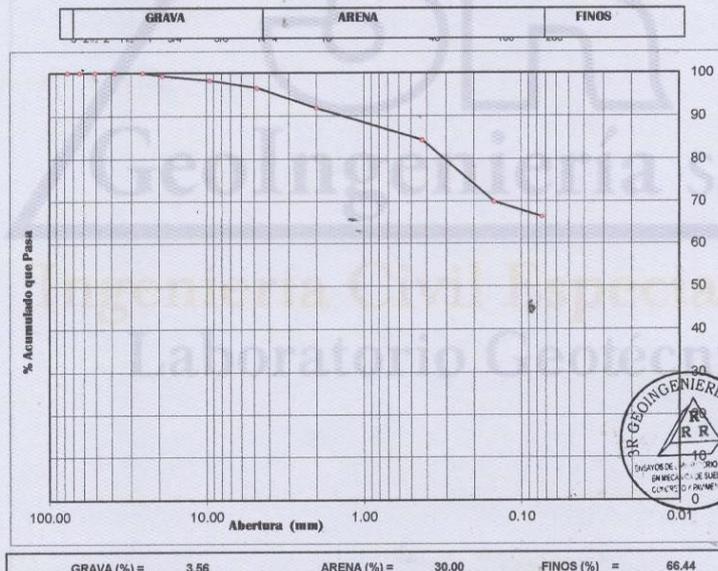
SOLICITADO : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA	LUGAR : HUARAZ
PROYECTO : "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020".	CALICATA : C-02
	FECHA : Octubre del 2020

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

CLASIFICACION ASTM D-422

PESO INICIAL SECO : 2,000.00 grs % QUE PASA MALLA No 200 : 66.44
 PESO LAVADO SECO : 684.80 grs % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa	Resumen de Datos	
3"	76.200	0.000	0.00	0.00	100.00	% que pasa N° 3	100.00
2 1/2"	63.500	0.000	0.00	0.00	100.00	% que pasa N° 4	96.44
2"	50.800	0.000	0.00	0.00	100.00	% que pasa N°200	66.44
1 1/2"	38.100	0.000	0.00	0.00	100.00	L.L.	18.00
1"	25.400	0.000	0.00	0.00	100.00	L.P.	12.61
3/4"	19.050	13.260	0.66	0.66	99.34	I.P.	5.39
3/8"	9.525	22.550	1.13	1.79	98.21	D10	---
No 4	4.780	35.480	1.77	3.56	96.44	D30	---
No 10	2.000	91.260	4.56	8.13	91.87	D60	---
No 40	0.426	150.230	7.51	15.64	84.36	Cu	---
No 100	0.149	288.260	14.41	30.05	69.95	Cc	---
No 200	0.074	70.200	3.51	33.56	66.44	w (%)	3.44
> No 200	0.000	13.560	0.68	34.24	65.76	GRAVA (%)	3.56
TOTAL		684.80	34.24			ARENA (%)	30.00
						FINOS (%)	66.44



Ree Red
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2182
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R Geoingeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



GeoLab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

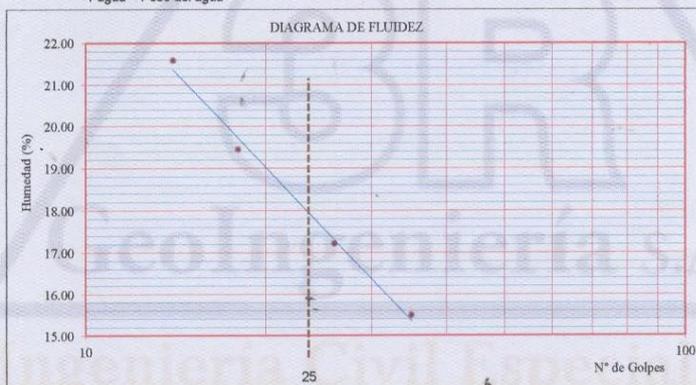
SOLICITADO : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA	LUGAR : HUARAZ
PROYECTO : "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020".	CALICATA : C-02
	FECHA : Octubre del 2020

LIMITES DE CONSISTENCIA

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO ASTM D-4318

Ensayo Datos	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO		
Frasco N°							
N. De golpes	14	18	26	35	1	2	3
(1) Pfr + P.S.H. (gr)	46.65	45.62	45.70	46.51	33.78	34.48	34.45
(2) Pfr+ P.S.S. (gr)	43.85	43.15	43.46	44.42	32.02	32.75	32.61
(3) Pagua (gr) (1) - (2)	2.80	2.47	2.24	2.09	1.76	1.73	1.84
(4) Pfr (gr)	30.88	30.45	30.45	30.93	18.50	19.35	17.15
(5) P.S.S. (gr) (2) - (4)	12.97	12.70	13.01	13.49	13.52	13.40	15.46
(6) C. Humedad (%) (3) / (5)	21.59	19.45	17.22	15.49	13.02	12.91	11.90

Nota: Pfr = Peso del frasco
 P.S.H. = Peso del suelo humedo
 P.S.S. = Peso del suelo seco
 Pagua = Peso del agua



Limite Liquido (L.L.) = 18.00	Limite Plastico (L.P.) = 12.61	Indice Plasticidad (I.P.) = 5.39
-------------------------------	--------------------------------	----------------------------------



Rey
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° 02162
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



Geo-Lab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental
 RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

CARACTERISTICAS DE COMPACTACION EN LABORATORIO DEL SUELO USANDO ESFUERZO MODIFICADO ASTM D1557 - MTC E115

SOLICITADO : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA

PROYECTO : "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO
 ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA
 CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020".

LUGAR : HUARAZ

CON 20% DE CENIZA

CALICATA : C-02

FECHA : Octubre del 2020

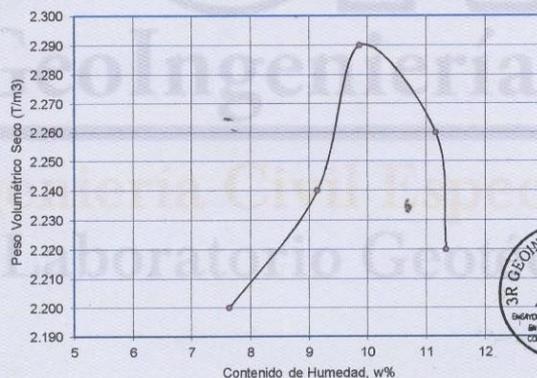
Golpes/Capa : 56 N° de Capas : 05 Wmart : 4,513.0 Wmolde : 6,470.0
 Dimens. del molde : $\phi = 15.75$ cm. H = 10.90 cm. Volúmen : 20.50

Determinación del Contenido de Humedad:

Recipiente N°	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5					
Wsuelo Húm. + Rec.	98.31	110.40	87.00	99.01	109.21	105.90	94.63	112.59	116.19	113.52
Wsuelo Sec. + Rec.	94.15	105.55	83.22	94.33	103.22	100.45	89.45	105.85	108.87	106.25
Peso del agua	4.16	4.85	3.78	4.68	5.99	5.45	5.18	6.74	7.32	7.27
Peso del Recip.	40.23	41.51	42.35	42.55	43.58	44.16	44.00	44.11	43.26	43.12
Peso suelo seco	53.92	64.04	40.87	51.78	59.64	56.29	45.45	61.74	65.61	63.13
Cont. Hum. W%	7.72	7.57	9.25	9.04	10.04	9.68	11.40	10.92	11.16	11.52

Determinación del Peso Volumétrico:

Cont. Hum. Prom.	7.84	9.14	9.86	11.16	11.34
Wsuelo + molde	11,326.00	11,485.00	11,635.00	11,615.00	11,535.00
Wmolde	6,470.00	6,470.00	6,470.00	6,470.00	6,470.00
Wsuelo	4,856.00	5,015.00	5,165.00	5,145.00	5,065.00
Peso Vol. Húmedo	2.37	2.45	2.52	2.51	2.47
Peso Vol. Seco (T/m3)	2.20	2.24	2.29	2.26	2.22



Contenido de Humedad Óptima : 9.86 % Peso Volumétrico Seco Máximo : 2.29 T/m3



Reyes
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras Reg. N° 02162
 Maestro en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Minas
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sísmorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



GeoLab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

RUC N°20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR (ASTM D1883 - MTC E132)

SOLICITADO : CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA
 PROYECTO : "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO
 ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA
 CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020".

LUGAR : HUARAZ
 CALICATA : C-02
 Muestra : Mab-01
 Operador : DAD
 Fecha : Octubre del 2020

CON 20% DE CENIZA

Molde	1				2				3			
Capas	5				5				5			
Golpes por caps	56				25				12			
Condicion de la muestra	Sin Mojar		Mojada		Sin Mojar		Mojada		Sin Mojar		Mojada	
Peso Molde + Suelo hum.	9,451.00		14,262.00		9,442.00		14,185.00		9,242.00		14,138.00	
Peso del molde (gr.)	4,700.00		9,500.00		4,710.00		9,450.00		4,600.00		9,460.00	
Peso del Suelo humedo	4,751.00		4,762.00		4,732.00		4,735.00		4,642.00		4,678.00	
Volumen del Molde (cm3)	1,894.00				1,894.00				1,894.00			
Peso Vol. Humedo (gr/cc)	2.51		2.51		2.50		2.50		2.45		2.47	
% de humedad	9.57		10.21		12.19		12.32		12.60		13.17	
Peso Vol. Seco (gr/cc)	2.29		2.28		2.23		2.23		2.18		2.18	
Tarro N°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tarro + suelo humedo	88.15	88.85	86.33	86.33	87.15	87.50	90.02	90.02	92.45	92.61	96.15	96.15
Tarro + suelo seco	82.84	83.67	81.05	81.05	80.85	81.02	83.35	83.35	84.88	85.85	88.15	88.15
Peso de Agua	5.31	5.18	5.28	5.28	6.30	6.48	6.67	6.67	7.57	6.76	8.00	8.00
Peso del Tarro	28.42	28.45	29.34	29.34	29.32	27.70	29.22	29.22	29.48	27.28	27.42	27.42
Peso del suelo seco	54.42	55.22	51.71	51.71	51.53	53.32	54.13	54.13	55.40	58.57	60.73	60.73
% humedad	9.76	9.38	10.21	10.21	12.23	12.15	12.32	12.32	13.66	11.54	13.17	13.17
Promedio de Humedad	9.57		10.21		12.19		12.32		12.60		13.17	

EXPANSION

Molde N°	Fecha	Tiempo	Hora	Dial	Expansión		Expansión			Expansión		
					mm.	%	Dial	Expansión		Expansión		
								mm.	%	mm.	%	
	Oct-20	0.0 hrs	4:00 p.m.	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
	Oct-20	24.0 hrs	4:00 p.m.	8.00	0.078	0.051	9.00	0.088	0.058	10.00	0.098	0.064
	Oct-20	48.0 hrs	4:00 p.m.	13.00	0.127	0.084	13.00	0.127	0.084	13.00	0.127	0.084
	Oct-20	72.0 hrs	4:00 p.m.	15.00	0.146	0.097	15.00	0.146	0.097	16.00	0.156	0.103
	Oct-20	96.0 hrs	4:00 p.m.	16.00	0.156	0.103	17.00	0.166	0.109	19.00	0.185	0.122

PENETRACION C.B.R.

Penetración (Pulg)	Carga Tipo (Kg/cm2)	MOLDE 1				MOLDE 2				MOLDE 3			
		Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)	Carga Ensayo		C B R (%)			
		(Kg)	(Kg/cm2)		(Kg)	(Kg/cm2)		(Kg)	(Kg/cm2)				
0.025		98.00	5.06		84.00	4.34		63.00	3.26				
0.050		189.00	9.77		154.00	7.96		112.00	5.79				
0.075		231.00	11.94		203.00	10.49		140.00	7.23				
0.100	70.30	294.00	15.19	21.61	259.00	13.38	19.04	210.00	10.85	15.43			
0.200	105.45	455.00	23.51	22.29	399.00	20.62	19.55	336.00	17.36	16.46			



Reyes
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, MSc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2182
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com



3R GeoIngeniería S.A.C.

Servicios Geotécnicos e Ingeniería Especializada en Obras Civiles y Mineras
 Consultoría en Ingeniería Geotécnica Sísmica, Ingeniería Geológica, Ingeniería Civil,
 Ingeniería Sismorresistente, Ingeniería de Recursos Hídricos e Ingeniería Ambiental.



GeoLab Laboratorio Geotécnico - Investigaciones de Campo, Laboratorio de Mecánica de Suelos y Control de Calidad de Materiales,
 Estudios Geotécnicos, Estudios de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, Estudios Geofísicos y Geotecnia Ambiental

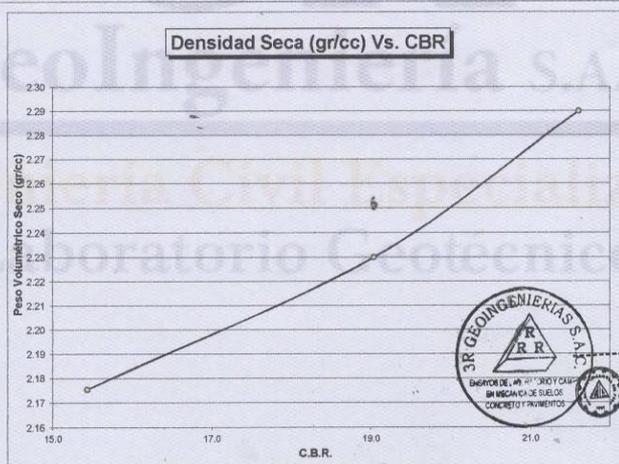
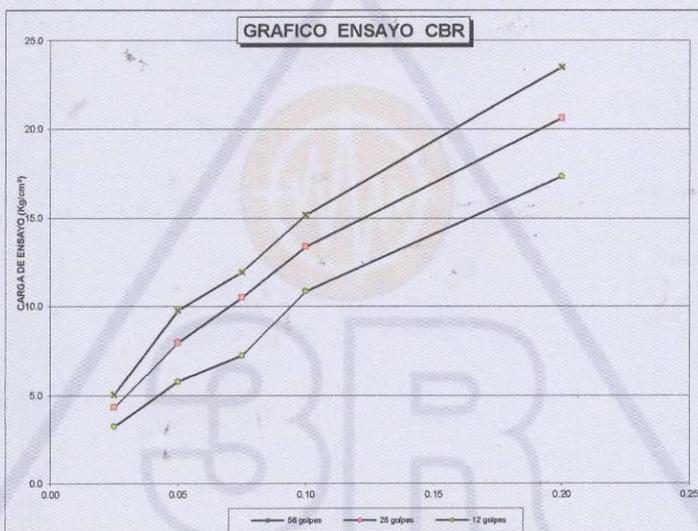
RUC N° 20408092524 RNP - OSCE: CONSULTOR DE OBRAS N° C39006

SOLICITAD: CESAR RUBEN OLIVEROS MURGA
 PROYECTO : "ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL SUELO
 ARCILLOSO CON CENIZA DE FONDO DE LADRILLERAS EN LA
 CARRETERA ACOVICHAY, HUARAZ - 2020".

LUGAR : HUARAZ
 CALICATA : C-02
 Muestra : Mab-01
 Operador : DAD

CON 20% DE CENIZA

Fecha : Octubre del 2020



C.B.R. AL 100% P.V.S.M. =	21.61	%
C.B.R. AL 95% P.V.S.M. =	15.43	%



Rey Cas
 Ing. Reynaldo M. Reyes Roque, M.Sc. Dr.
 INGENIERO CIVIL CIP N° 57900
 Consultor de Obras - Reg. N° C2182
 Maestría en Ingeniería Geotécnica



Oficina: Huaraz - Jr. Recuay N° 470 - Esq. Av. Confraternidad Int. Oeste N° 702 - Centenario - Independencia
 Fijo: 043-601980 Email: ing.reynaldo.reyes@hotmail.com web: www.3rgeoingenieria.com

Panel fotográfico



Figura 9: lavado de las muestras



Figura 10: proceso de tamizado de la muestra



Figura 11: resultado del tamizado de la muestra



Figura 12: muestra para el ensayo de Proctor modificado



Figura 13: contenido de agua para la compactación



Figura 14: compactación 56 golpes



Figura 15: muestra para observar límite líquido (casa grande)



Figura 16: secado de muestras en el horno

Plano de ubicación

