

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

**“ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA  
(LFS) PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE  
DE SUELOS ARCILLOSOS, VÍAS DE LA  
URBANIZACIÓN JOSÉ GÁLVEZ, LIMA-2022”**

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

Oliver Jhonatan Rivera Huamani

**Asesor:**

Dr. Omart Demetrio Tello Malpartida

<https://orcid.org/0000-0002-5043-6510>

Lima - Perú

2023

### JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	<b>José Alexander Ordoñez Guevara</b>	<b>40501603</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>Jorge Canta Honores</b>	<b>10743048</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Alejandro Vildoso Flores</b>	<b>10712728</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>18%</b>	<b>18%</b>	<b>3%</b>	<b>7%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>7%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>podcast.unesp.br</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>es.scribd.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.upn.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>ISABEL SANTAMARIA VICARIO, ANGEL RODRIGUEZ SAIZ, JUAN GARCIA CUADRADO, CARLOS JUNCO PETREMENT, SARA GUTIERREZ GONZALEZ. "INFLUENCIA DE LA POROSIDAD EN EL COMPORTAMIENTO DE MORTEROS FABRICADOS CON ESCORIAS DE ACERIA Y ADITIVOS EN AMBIENTES</b>	<b>1%</b>

## **DEDICATORIA**

Dirigido a mis familiares, en especial a mis padres, ya que sin ellos no estaría en esta última etapa de mi carrera.

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento profundamente a la Universidad Privada del Norte por haberme apoyado en toda la etapa universitaria.

## Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR.....	2
INFORME DE SIMILITUD.....	3
DEDICATORIA .....	4
AGRADECIMIENTO .....	5
Tabla de contenido.....	6
Índice de Tablas .....	9
<b>Índice de Figuras .....</b>	<b>11</b>
RESUMEN .....	14
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>15</b>
1.1. Realidad Problemática: .....	15
1.2. Antecedentes:.....	18
1.3. Marco Conceptual:.....	24
1.4. Justificación: .....	61
1.5. Formulación del Problema:.....	62
1.6. Objetivos:.....	63
1.6.1. Objetivo General: .....	63

1.6.2. Objetivos Específicos: .....	63
1.7. Hipótesis – General:.....	64
1.7.1. Hipótesis – H <sub>1</sub> : .....	64
1.7.2. Hipótesis – H <sub>2</sub> : .....	64
1.7.3 Hipótesis – H <sub>3</sub> : .....	65
1.7.4 Hipótesis – H <sub>4</sub> : .....	65
1.7.5 Hipotesis-H <sub>5</sub> : .....	65
<b>CAPITULO II: METODOLOGIA.....</b>	<b>66</b>
2.1. Tipo de Investigación: .....	66
2.2. Nivel de Investigación: .....	66
2.3. Diseño de Investigación:.....	67
2.5. Población y muestra.....	68
2.5.1. Población: .....	68
2.5.2. Muestra: .....	69
2.6. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos: .....	71
Fuente.....	72
Técnicas .....	72

Instrumentos.....	72
Trabajos de Campo .....	72
Observación .....	72
Fichas Técnicas.....	72
Instrumentos de Recolección de Datos:.....	72
2.7. Procedimiento:.....	75
<b>CAPITULO III: RESULTADOS.....</b>	<b>116</b>
3.1. Contenido de Humedad: .....	116
3.2 Índice de Plasticidad:.....	118
3.3. Densidad Máxima Seca: .....	120
3.4. CBR (California Bearing Ratio):.....	121
3.5. Esfuerzo Cortante: .....	125
<b>CAPITULO IV: DISCUSION Y CONCLUSIONES.....</b>	<b>132</b>
4.1. Discusiones:.....	132
4.2. Conclusiones:.....	135
4.3. Recomendaciones: .....	137
Referencias: .....	139
Anexos .....	146



## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b>	Clasificaciones de Suelos según su tamaño de partículas .....	25
<b>Tabla 2</b>	Clasificación de Suelos según Índice de Plasticidad.....	29
<b>Tabla 3</b>	Clasificación de Suelos según Índice de Grupos .....	29
<b>Tabla 4</b>	Categorías de Subrasante .....	35
<b>Tabla 5</b>	Símbolos de Grupo SUCS.....	38
<b>Tabla 6</b>	Tipología de Suelos (SUCS) .....	39
<b>Tabla 7</b>	Características de los Suelos según SUCS.....	41
<b>Tabla 8</b>	Características de los Suelos según SUCS.....	44
<b>Tabla 9</b>	Guía Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador .....	51
<b>Tabla 10</b>	Proporción de cemento en estabilizaciones.....	57
<b>Tabla 11</b>	Composición Química de los áridos procedentes de escorias blancas.....	60
<b>Tabla 12</b>	Propiedades físicas de los áridos procedentes de escorias blancas .....	60
<b>Tabla 13</b>	.....	71
Tabla 45	Esfuerzos Cortantes para M1 + 15% LFS.....	122
Tabla 46	Esfuerzos Cortantes para M1 + 20% LFS.....	123
Tabla 47	Esfuerzos Cortantes para M1 + 25% LFS.....	124
Tabla 48	Valores de Angulo de Fricción y Cohesión de los Suelos Arcillosos.....	125
Tabla 49	Resumen de Contenido de Humedad .....	126

Tabla 50 Resumen de Índice de Plasticidad.....	128
Tabla 51 Resumen de la Densidad Máxima Seca .....	130
Tabla 52 Resumen de CBR a 0.1” de penetración .....	132
Tabla 53 Resumen de CBR a 0.2” de penetración .....	134
Tabla 54 Resumen de Esfuerzo Cortante aplicando un Esfuerzo Normal de 1kg/cm2 .....	136
Tabla 55 Resumen de Esfuerzo Cortante aplicando un Esfuerzo Normal de 2kg/cm2 .....	138
Tabla 56 Resumen de Esfuerzo Cortante aplicando un Esfuerzo Normal de 4kg/cm2 .....	140

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> Curva Granulométrica del Suelo .....	26
<b>Figura 2</b> Interpretación de Curva Granulométrica .....	27
<b>Figura 3</b> Estados de Consistencia del Suelo.....	28
<b>Figura 4</b> Curva Humedad – Densidad Seca .....	31
<b>Figura 5</b> Influencia de la Energía de Compactación .....	32
<b>Figura 6</b> Influencia del Tipo del Suelo.....	33
<b>Figura 7</b> Determinación del Índice CBR.....	35
<b>Figura 8</b> Rectas de Resistencia Intrínseca de un Suelo .....	37
<b>Figura 9</b> Carta de Casagrande para los Suelos Cohesivos .....	41
<b>Figura 10</b> Origen de la Cohesión en Suelos Arcillosos .....	46
<b>Figura 11</b> Esquema de la estructura de la lámina silícica .....	47
<b>Figura 12</b> Esquema de la estructura de la lámina alumínica.....	47
<b>Figura 13</b> Proceso para la identificación del tipo de suelo .....	49
<b>Figura 14</b> Proceso de selección del tipo de estabilización .....	50
<b>Figura 15</b> Variación de las propiedades de un suelo estabilizado con cal .....	57
<b>Figura 16</b> Calicata N° 1 .....	76
<b>Figura 17</b> Calicata N° 2.....	77
<b>Figura 18</b> Muestra de Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS).....	78

<b>Figura 19</b> Cuarteo y Tamizado.....	80
Figura 24 Compactación por Capas .....	103
Figura 25 Variación de Máxima Densidad Seca y Óptimo Contenido de Humedad de la Muestra Patrón .....	104
Figura 26 Variación de Máxima Densidad Seca y Óptimo Contenido de Humedad de la Calicata 1 adicionando 15% LFS.....	105
Figura 27 Variación de Máxima Densidad Seca y Óptimo Contenido de Humedad de la Calicata 1 adicionando 20% LFS.....	105
Figura 28 Variación de Máxima Densidad Seca y Óptimo Contenido de Humedad de la Calicata 1 adicionando 25% LFS.....	106
Figura 29 Prueba de Compresión (CBR) .....	107
Figura 30 Valores del Ensayos CBR tanto al 95% y 100% de la muestra patrón.....	110
Figura 31 Valores del ensayo CBR al 95% y 100% MDS de la calicata 1 adicionando 15%LFS .....	112
Figura 32 Valores de ensayo CBR al 95% y 100% MDS de la calicata 1 adicionando 20%LFS .....	115
Figura 33 Valores de ensayo CBR al 95% y 100% MDS de la calicata 1 adicionando 25%LFS .....	117
Figura 34 Preparación de la Muestra .....	119
Figura 35 Maquina de Corte Directo .....	120

Figura 36 Grafica de relación Esfuerzo Cortante-Esfuerzo Normal para M1.....	121
Figura 37 Grafica de relación Esfuerzo Cortante-Esfuerzo Normal para M1 + 15% LFS ....	122
Figura 38 Grafica de relación Esfuerzo Cortante-Esfuerzo Normal para M1 + 20% LFS ....	123
Figura 39 Grafica de relación Esfuerzo Cortante-Esfuerzo Normal para M1 + 25% LFS ....	124
Figura 40 Comparativa de los Contenidos de Humedad.....	127
Figura 41 Comparativa de Índices de Plasticidad .....	129
Figura 42 Comparativa de la Densidad Máxima Seca .....	131
Figura 43 Comparativa de CBR a 0.1” de penetración .....	133
Figura 44 Comparativa CBR a 0.2” de penetración.....	135
Figura 45 Comparativa de los Esfuerzos Cortantes al aplicar un Esfuerzo Normal de 1kg/cm <sup>2</sup> .....	137
Figura 46 Comparativa de los Esfuerzos Cortantes al aplicar un Esfuerzo Normal de 2kg/cm <sup>2</sup> .....	139
Figura 47 Comparativa de los Esfuerzos Cortantes al aplicar un Esfuerzo Normal de 4kg/cm <sup>2</sup> .....	141
Figura 48 Comparativa Resumen de los Esfuerzo Cortantes.....	142

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar en qué medida la Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye en la Estabilización de Suelos Arcillosos a nivel de Subrasante en la Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022, la investigación es de tipo Cuantitativo por Enfoque, el Nivel de Investigación es Explicativo, Diseño de Investigación es Cuasi Experimental, la población estuvo formado por las Vías de la Urbanización José Gálvez-Villa María del Triunfo, la muestra fue la Av. Pachacutec-Jose Gálvez-Villa María del Triunfo-Lima. Los resultados fueron: En Contenido de Humedad (C.H) se logra disminuir en 25% de la muestra patrón. Luego, el Índice de Plasticidad (IP) no se presenta una variación alguna. Además, la Densidad Máxima Seca (D.M.S) aumenta en 3.81% respecto al suelo patrón. También, en el CBR, se observa un incremento de 127.63% respecto a la muestra patrón. Finalmente, el Esfuerzo Cortante aumenta en 92.02% respecto a la muestra patrón. La estabilización de suelo arcilloso respecto a las propiedades físicas, ha mejorado en el C.H y D.M.S, pero no mejora el IP. Sin embargo, en las propiedades mecánicas, si ha mejorado en el CBR y Esfuerzo Cortante. Entonces, la escoria blanca no mejora en las propiedades físicas, solo en las mecánicas.

**Palabras Claves: Escoria Blanca (LFS), CBR, Densidad Máxima Seca, Índice de Plasticidad y Contenido de Humedad.**

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad Problemática:

En el mundo, existen problemas para la construcción de pavimentos en suelos arcillosos. Tales países como México, presentan condiciones geotécnicas del subsuelo difíciles, debido a las características naturales, la cual requiere adicionar óxido de calcio para su mejoramiento. (Amaya, Botero y Ovando, 2018, pág. 1). También, en España, la presencia de arcilla y un alto contenido de humedad en el suelo, dificultan los trabajos de construcción. Por ello, una alternativa ante este problema es el uso oxido de calcio para su estabilización (Yepes, 2023, pág. 1). Finalmente, en Indonesia y Nigeria se ha podido evidenciar que la cáscara de huevo mejora la resistencia del suelo expansivo. (García & Morales, 2021, pág.8).

En Sudamérica, Ecuador, se presentan suelos expansivos, las cuales actúan de manera inestable y perjudican a sus obras civiles; debido a esto, tienen la necesidad de utilizar métodos estabilizadores con cal, sal y geoceldas(Salinas y Villao, 2019, pág. 2). Por otro lado, en Colombia, su problema más grande en la construcción es la calidad de suelos in-situ, debido que deben garantizar la resistencia, manejabilidad y durabilidad, por lo que hacen necesario ciertos materiales como cal y cenizas volante (Parra, 2018, pág. 19). Además, en Paraguay, ha afectado negativamente el desarrollo del lugar, debido al mal estado de los caminos. También, la escasez de material pétreo ha impulsado a los ingenieros a estabilizar los suelos con cal o cemento (Mencia, Agüero, López y Quiñonez, 2019, pág.1).

En el Perú existe una diversidad de suelos, siendo uno de los más débiles los suelos arcillosos por ser muy susceptibles al agua; por ello, se presenta estabilizantes como conchas de abanico (Espinoza y Honores, 2018, pág. 23). Además, existen calles que solo cuentan con subrasante para la circulación peatonal y vehicular, sin considerar la baja capacidad de soporte; debido a ello, buscan mejorar sus cualidades con cenizas de carbón. (Goñas, 2020, pág. 15). También, otros problemas en el desarrollo económico es no tener vías hacia las poblaciones de la sierra y selva; por ello, recurren a aditivos como PROES (producto estabilizante a base de aceite sulfanados) (Angulo y Rojas, 2016, pág. 15).

En lima, zonas como José Gálvez que cuentan con suelos arcillosos, se deben mejorar sus características, debido a que contienen baja capacidad de soporte, y para mejorarlos se pone en marcha alternativas como estabilizaciones, la cual evitara costos elevados (Bueno y Torre, 2019, pág. 1). En suma, a esto, también se encuentran baches y asentamientos diferenciales, la cual generan intransitabilidad de vehículos, accidentes de tránsito y pérdida de tiempo (Espinoza y Velásquez, 2018, pág. 18). Por otro lado, estos llegan a deteriorarse por que las partículas finas se juntan con el agregado grueso expuestos a la temperatura ambiente, y pierden humedad, luego integrándose con el flujo vehicular, lleva a un disgregamiento de las partículas superficiales. (Mena, 2018, pág. 15).



Entonces considerando los argumentos anteriormente indicados, se puede entender que existen aditivos químicos o métodos tecnológicos para estabilizar suelos arcillosos, entre ellos cemento, proes, cenizas de carbón, óxido de calcio (cal), conchas de abanico, cascara de huevo y geoceldas. Como método tecnológico, geoceldas, cuyas ventajas son mejorar la compactación del terreno y estabilidad del mismo; y como aditivos químicos (cal, cemento, conchas de abanico, cascara de huevo, proes y cenizas de carbón) cuyas ventajas son básicamente mejorar el índice del CBR, Índice de Plasticidad, Contenido de Humedad, Densidad Máxima y su Esfuerzo cortante. Así también, la escoria blanca que presenta tales ventajas como disminución de la plasticidad, modifica sus cualidades de compactación (aumenta peso específico y disminuye humedad), aumenta el valor del CBR, y también, aumenta el Esfuerzo Cortante. Por ese motivo es necesario evaluar como la escoria blanca influye en la estabilización de suelos arcillosos.

## 1.2. Antecedentes:

Ospina, Chávez y Jiménez (2019), su investigación tiene como objetivo: adición de escoria para el mejoramiento de subrasante tipo arcilloso. La metodología fue experimental. En el procedimiento se usaron dosificaciones de escoria de acero de 25%, 50% y 75%, la cual tenía como finalidades hallar Límites de Consistencia (IP), Densidad Máxima Seca (MDS), CBR y Esfuerzo Cortante (EC). En Resultados, se obtiene que en el IP la muestra patrón es de 15.5%, y para las dosificaciones de tanto de 25%, 50% y 75%, se tiene los valores de 11.6%, 5.8% y 0% respectivamente. En la MDS, tanto para la muestra patrón, y las dosificaciones, se obtiene las densidades de 0.159 g/cm<sup>3</sup>, 0.164 g/cm<sup>3</sup>, 0.168 g/cm<sup>3</sup> y 0.155 g/cm<sup>3</sup> respectivamente. Por otro lado, para el CBR se obtuvo el 7.97% para la muestra patrón y el 9.13%, 18.57% y 30.2% para las dosificaciones respectivamente. Por último, en el Esfuerzo de Corte se obtuvo tanto para muestra patrón y las dosificaciones de 25%, 50% y 75%, los esfuerzos de 2.0394 kg/cm<sup>2</sup>, 1.632 kg/cm<sup>2</sup>, 1.530 kg/cm<sup>2</sup> y 1.020 kg/cm<sup>2</sup> cada una. En conclusión, la escoria de acero puede mejorar las propiedades físicas y mecánicas de una subrasante de arcilla caolinita.

Pérez (2022), su investigación tiene como objetivo: determinar la estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el Algarrobal, Ilo, Moquegua 2021. La metodología fue experimental. En el procedimiento se usó dosificaciones de 3%, 6% y 12% de escoria para determinar el Índice de Plasticidad (IP), Densidad Máxima Seca (MDS) y CBR. En resultados, se observa que al agregar las dosificaciones de 3%, 6% y 12%, se

obtiene las MDS de 2.031 g/cm<sup>3</sup>, 2.059 g/cm<sup>3</sup> y 2.146 g/cm<sup>3</sup> respectivamente, comparado con la Oliver Rivera Huamani Pág. 6 muestra patrón que tuvo 1.970 g/cm<sup>3</sup>. En el Índice de Plasticidad tanto para la muestra patrón y las dosificaciones de 3%, 6% y 12%, se obtuvo 0% para cada uno. Por último, en el CBR se tiene los porcentajes de 10.450, 13.417, 19.617 y 28.743 para la muestra patrón y las dosificaciones de 3%, 6% y 12% respectivamente. En conclusión, al agregar 12% de escoria de acero obtiene mejores resultados en la Máxima Densidad Seca, CBR e Índice de Plasticidad..

Ocupa y Troyes (2021), su investigación tiene como objetivo: el comportamiento de adición de escoria de acero para estabilizar la subrasante en la Carretera Tramo Puente Blanco - Chunchuquillo, Colasay – Jaén – Cajamarca - 2021. La metodología fue experimental. En el procedimiento se usaron dosificaciones de 3%, 6% y 12% de escoria de acero para determinar el contenido de humedad (C.H), índice de plasticidad (I.P), densidad máxima seca (D.M.S) y cbr. En resultados, en el C.H de la muestra patrón es de 12.74% para la calicata 1 y para la calicata 2 de 11.25%. En los I.P tanto para la calicata 1 y 2 son 9.15 y 7.67 respectivamente. En la DMS tanto para la muestra patrón y las dosificaciones de 3%, 6% y 12%, se obtiene los valores de 2.127 g/cm<sup>3</sup>, 2.164 g/cm<sup>3</sup>, 2.218 g/cm<sup>3</sup> y 2.240 g/cm<sup>3</sup> respectivamente. Por último, para el CBR presenta los porcentajes de 35.76%, 49.43%, 88.66% y 90.58% respectivamente. En conclusión, la escoria de acero mejora el comportamiento mecánico de los suelos que contengan bajo CBR, la

cual al ser estabilizados con este material aumentando su resistencia, serán aptos para la construcción.

Uribe (2018), su investigación tiene como objetivo: determinar la capacidad de soporte de subrasante en suelos estabilizados con escoria metalúrgica en vías de bajo tránsito, distrito manzanas 2017. La metodología fue experimental. En el procedimiento se usaron las dosificaciones de 15%, 25% y 35% de escoria para determinar el Contenido de Humedad (C.H), Índice de Plasticidad (I.P), Densidad Máxima Seca (D.M.S) y CBR. En resultados, El Contenido de Humedad de la muestra patrón es de 11.5%. En el I.P se obtiene el valor de 12.8 de la muestra patrón. En la D.M.S, tanto para la muestra patrón y las dosificaciones de de 15%, 25% y 35%, presenta los valores de 1.82 g/cm<sup>3</sup>, 11.42 g/cm<sup>3</sup>, 10.67 g/cm<sup>3</sup> y 8.81 g/cm<sup>3</sup> respectivamente. Finalmente, en el CBR presenta los porcentajes de 5.5%, 17.91%, 27.68% y 41.67% para la muestra patrón y las dosificaciones de 15%, 25% y 35% respectivamente. En conclusión, la escoria metalúrgica aumenta exponencialmente el CBR de suelos cohesivos.

Tirado (2019), su investigación tiene como objetivo: análisis comparativo del uso de escoria de siderurgia para la estabilización de suelo. La metodología fue experimental. En el procedimiento se usaron dosificaciones de 8%, 10% y 35% de escoria de siderurgia para determinar el Índice de Plasticidad (I.P), Densidad Máxima Seca (D.M.S) y CBR. En resultados, en el I.P de la muestra patrón es de 9.1%. En la D.M.S se obtuvo que para la muestra patrón y las dosificaciones se tiene

los valores de 1.295 g/cm<sup>3</sup>, 1.297 g/cm<sup>3</sup>, 1.300 g/cm<sup>3</sup> y 1.322 g/cm<sup>3</sup> respectivamente. Por último, en el CBR nos indica los porcentajes de 2.9%, 4.5%, 5.4% y 10.3% para la muestra patrón y las dosificaciones de 8%, 10% y 35% respectivamente. En conclusión, la escoria de siderurgia, según esta investigación experimental, es un material apto para la estabilización de suelos.

Cohen y Paz (2022), su investigación tiene como objetivo: el mejoramiento de Suelos arcillosos de la ruta N° Li- 810 con trayectoria: emp. Pe3n (Quiruvilca) – Bandurria, con escoria de acero blanca. La metodología fue experimental. En procedimiento se usar las dosificaciones de 7.5%, 15% y 22.5% de escoria para hallar el Contenido de Humedad (C.H), Índice de Plasticidad (I.P), Densidad Máxima Seca (D.M.S) y CBR. En resultados, el C.H se tiene de la muestra patrón de 23%. El I.P de la muestra patrón presenta 27%, y para las dosificaciones de 24%. En la D.M.S se obtiene los valores para la muestra patrón y dosificaciones de mencionadas de 1.885 g/cm<sup>3</sup>, 1.986 g/cm<sup>3</sup>, 2.000 g/cm<sup>3</sup> y 2.059 g/cm<sup>3</sup>. En cuanto al CBR para la muestra patrón fue de 1.5%, y al agregar las dosificaciones son de 2.7%, 4.6% y 5.3%. En conclusión, el mejor porcentaje de escoria blanca para estabilizar, varía entre 8% y 9%, teniendo en cuenta los resultados de CBR realizados con las dosificaciones establecidas.

Llano (2021), su investigación tiene como objetivo: determinar el mejoramiento de la capacidad portante del suelo adicionando 5% y 10% de escoria de acero, C.P “Cambio Puente” ChimboteAncash-2021. La metodología fue experimental. En el procedimiento se usaron las

dosificaciones de 5% y 10% de escoria blanca para determinar el Contenido de Humedad (C.H), Densidad Máxima Seca (D.M.S) y CBR. En resultados, el C.H se tiene de la muestra patrón de 12.4% y para las dosificaciones de 5% y 10% son 10.8% y 9.4% respectivamente. En la D.M.S se obtiene los valores para la muestra patrón y dosificaciones de mencionadas de 1.889 g/cm<sup>3</sup>, 1.913 g/cm<sup>3</sup> y Oliver Rivera Huamani Pág. 9 1.912 g/cm<sup>3</sup>. En cuanto al CBR para la muestra patrón fue de 14.3%, y al agregar las dosificaciones son de 17.6% y 20.2% respectivamente. En conclusión, se logró cambiar el tipo de categoría de subrasante a una superior, debido al incremento en la capacidad de soporte..

Guerrero (2021), su investigación tiene como objetivo: el análisis de la incorporación de escoria negra de acero y cal para mejorar la subrasante en la av. zona industrial de Pachacútec 2021. La metodología fue experimental. En el procedimiento se usó las dosificaciones de 4%, 6% y 8% de escoria de acero negro para hallar el Índice de Plasticidad (I.P), Densidad Máxima Seca (D.M.S) y CBR. En resultados, el I.P presenta tanto como la muestra patrón y las dosificaciones en 0%. En la D.M.S se muestra los valores de 2.066 g/cm<sup>3</sup>, 2.080 g/cm<sup>3</sup>, 2.053 g/cm<sup>3</sup> y 2.050 g/cm<sup>3</sup> para la muestra patrón y las dosificaciones de 4%, 6% y 8% respectivamente. Finalmente, en el CBR se obtiene los porcentajes de 8.3% para la muestra patrón y para las dosificaciones mencionadas son 11.3% 12.5% y 17.7% respectivamente. En conclusión, la escoria negra de acero influye positivamente, de acuerdo a los resultados obtenidos, así mismo al ser un material reutilizable, se puede aprovechar para mejorar la subrasante.

Ccoillo (2017), su investigación tiene como objetivo: el comportamiento de la subrasante de suelos con adición de escoria en pavimentos flexibles de la Universidad Agraria la Molina – 2016. La metodología fue experimental. En el procedimiento se usaron las dosificaciones de 10%, 20%, 30% y 40% de escoria para determinar el Índice de Plasticidad (I.P), Densidad Máxima Seca (D.M.S) y CBR. En resultados, para la muestra patrón se presenta un IP de 11.46%, D.M.S de Oliver Rivera Huamani Pág. 10 1.973 g/cm<sup>3</sup> y un CBR de 5.61 %. En cambio, para las dosificaciones de 10%, 20%, 30% y 40% presentan respectivamente 10.61, 9.29, 7.76 y 6.1 para IP, 2.038 g/cm<sup>3</sup>, 2.101 g/cm<sup>3</sup>, 2.119 g/cm<sup>3</sup> y 2.220 g/cm<sup>3</sup> para la D.M.S, y 24.8%, 29.82%, 48.43% y 70% para CBR. En conclusión, al utilizar la dosificación de 30% de escoria, se obtiene un CBR mejorado, la cual lo categoriza en subrasante extraordinaria.

Leiva, Montenegro y Ponce (2017), su investigación tiene como objetivo: determinar la caracterización de un suelo arcilloso y su mezcla con escoria blanca proveniente de la siderúrgica integral. La metodología fue experimental. En el procedimiento se utilizó escoria blanca y cal apagada para hallar el índice de plasticidad (I.P), máxima densidad seca (M.D.S), CBR y esfuerzo cortante (E.C). En resultados, presentan una reducción en el I.P del suelo (31%) al agregar las dosificaciones de 5% y 10%. La D.M.S se obtiene al agregar 10% de escoria, obteniendo 1.778 g/cm<sup>3</sup>. Las mezclas de suelo con 5% y 10% de escoria, aumenta el CBR en 7% y 8% respectivamente. Por último, en el E.C, se obtiene el incremento de 1050 kPa a 1250kPa en las

dosificaciones de 5% de escoria. En conclusión, la escoria de acero evidencia mejoras geotécnicas, las cuales son los indicadores de la presente investigación.

### **1.3. Marco Conceptual:**

#### **I. Suelos:**

Es una estructura que posee propiedades físicas como porosidad, densidad, módulo de balasto, talud, ángulo fricción o cohesión, que le otorgan resistencia a la compresión y cizalla, la cual se presentan en la tensión admisible o los asentamientos máximos y diferenciales (Bañon & Beviá, 2000, p. 1).

La meteorización favorece el transporte de materiales, la cual, mediante procesos físicos y químicos, se consolida el suelo (Bañon & Beviá, 2000, p. 2).

#### **1. Propiedades de los Suelos:**

##### **a. Granulometría:**

La granulometría representa el tamaño de los agregados distribuidos mediante el tamizado (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, p.30). A continuación, se muestra el tipo de material del suelo, según el tamaño de partículas:



**Tabla 1**

*Clasificaciones de Suelos según su tamaño de partículas*

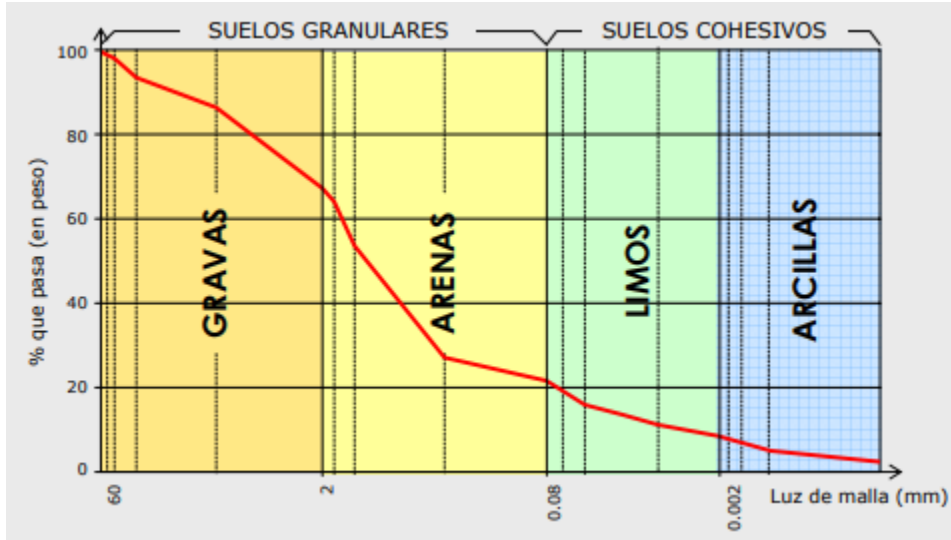
Tipo de Material		Tamaño de las Partículas
Grava		75 mm - 4.5 mm
		Arena Gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm
Arena		Arena Media: 2.00 mm – 0.425 mm
		Arena Fina: 0.425 mm – 0.075 mm
	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
Material Fino	Arcilla	Menor a 0.005 mm

*Nota.* Tomada de Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014)

Para realizar el ensayo se requiere una serie de tamaños de tamices. Luego, al determinar el porcentaje que pasa por cada una de ellas respectivamente, se podrá graficar la curva granulométrica (Bañon & Beviá, 2000, p.6)

**Figura 1**

*Curva Granulométrica del Suelo*



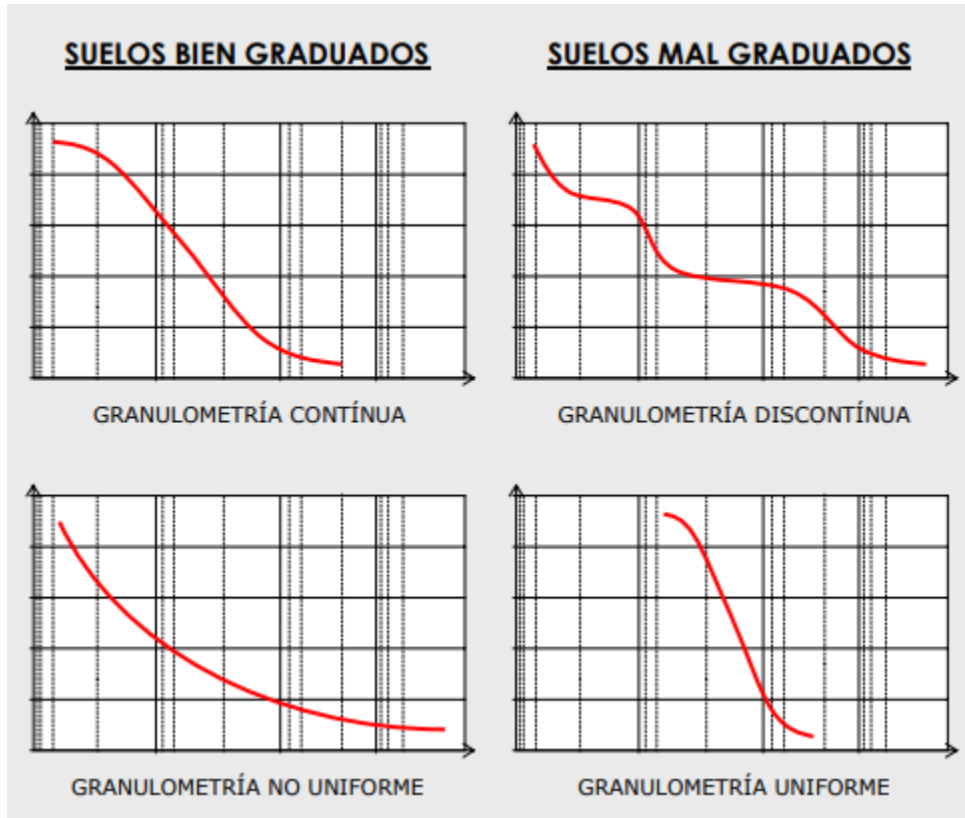
*Nota.* Tomado de Bañon & Beviá (2000)

De la gráfica se puede obtener información del comportamiento del suelo, la cual se puede apreciar dos tipos (Bañon & Beviá, 2000, p.7):

- Granulometría discontinua: cuando presenta varios tamices sin ser retenidos con material, lo que muestra que no hay variación de tamaño..
- Granulometría continua: cuando presenta en la totalidad presenta materiales retenidos en los tamices, la cual muestra que existe variación en los tamaños.

## Figura 2

### Interpretación de Curva Granulométrica



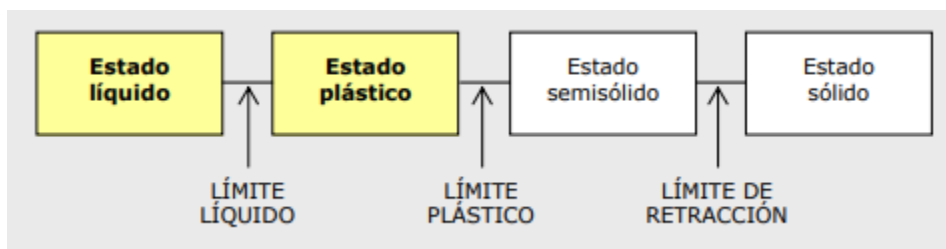
Nota. Tomado de Bañon & Bevia (2000)

### b. Plasticidad:

Es la propiedad del suelo de estabilidad con cierto grado de humedad sin disgregarse (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, p.31).

### Figura 3

*Estados de Consistencia del Suelo*



*Nota.* Tomado de Bañón & Bevíá (2000)

### Límites de Atterberg:

Es el comportamiento del suelo en relación al contenido de humedad. La cual se mide su cohesión mediante el Limite Liquido (L.L), Plástico (L.P) y de Contracción (L.C).

También mediante el L.L y L.P se puede determinar el Índice de Plasticidad.

$$IP = LL - LP$$

El IP indica el grado de humedad que contiene el suelo, permitiéndole clasificarlos desde suelos muy arcillosos a pocos arcillosos.

**Tabla 2**

*Clasificación de Suelos según Índice de Plasticidad*

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20	Media	Suelos arcillosos
IP > 7		
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No plástico (NP)	Suelos exentos de arcilla

*Nota.* Tomado de Ministerio de Transportes y comunicaciones (2014)

**c. Índice de Grupo:**

EL índice de grupo clasifica los suelos mediante los Límites de Atterberg, la cual esta normado por AASHTO (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, p.32):

**Tabla 3**

*Clasificación de Suelos según Índice de Grupos*

Índice de Grupo	Suelos de Subrasante
IG > 9	Muy Pobre

---

IG está entre 4 a 9	Pobre
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 - 2	Bueno
IG está entre 0 - 1	Muy Bueno

---

*Nota.* Tomado de Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014)

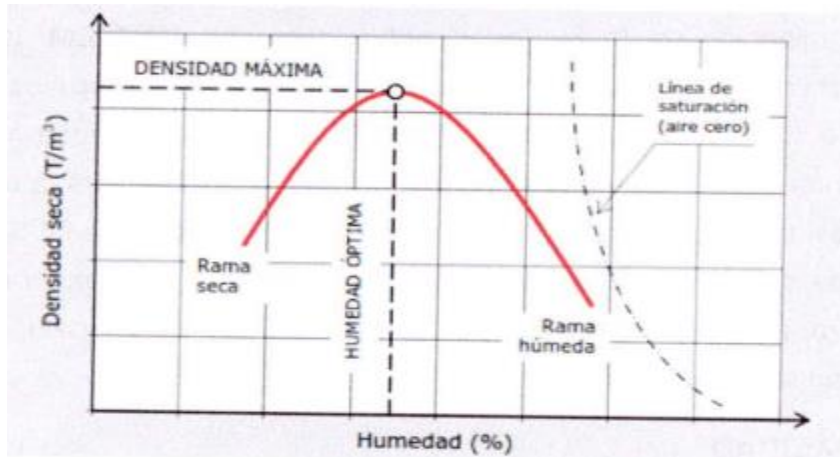
#### **d. Humedad Natural:**

La humedad natural del suelo relaciona directamente su resistencia con las condiciones de humedad y densidad que contenga (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, p.33).

Al determinar la humedad natural del suelo, se podrá comparar con la humedad optima determinada en el ensayo Proctor para obtener el CBR (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, p.33).

## Figura 4

### Curva Humedad – Densidad Seca



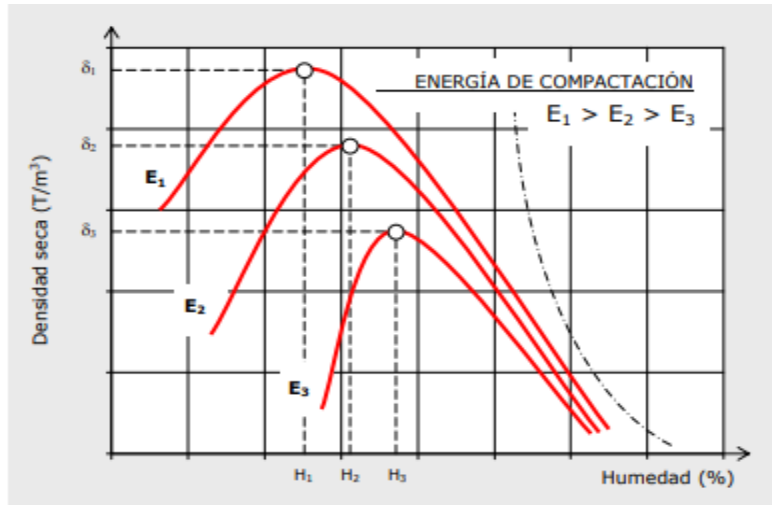
Nota. Tomado de Bañon & Beviá (2000)

### Influencia de la Energía de Compactación:

Si estudiamos la relación humedad-densidad de un suelo para distintos niveles de energía de compactación, se observará que la humedad óptima varía en función de la energía que se comunicó en la muestra (Bañon & Beviá, 2000, p.13).

**Figura 5**

*Influencia de la Energía de Compactación*



Nota. Tomado de Bañon & Beviá (2000)

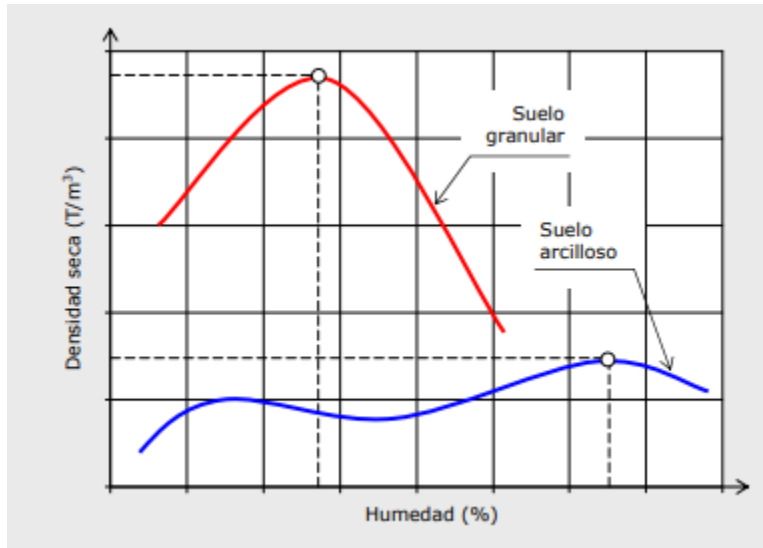
**Ensayo Proctor:**

Determina la relación de la densidad seca con su respectivo óptimo contenido de humedad. Se realiza mediante el Ensayo Proctor Normal y Modificado, que seguidamente veremos (Bañon & Beviá, 2000, p.14):



## Figura 6

### *Influencia del Tipo del Suelo*



*Nota.* Tomado de Bañon & Beviá (2000)

### **f. Resistencia del Suelo:**

El comportamiento mecánico de los suelos es un factor muy importante para que las tensiones se transmitan de forma uniforme y progresivamente (Bañon & Beviá, 2000, p.17).

### **Capacidad Portante:**

Se define el máximo grado de carga que soporta un suelo sin que sufra daños o asentamientos excesivos (Bañon & Beviá, 2000, p.17).

El CBR es el indicador para obtener la capacidad portante que posee un suelo (Bañon & Beviá, 2000, p.17).

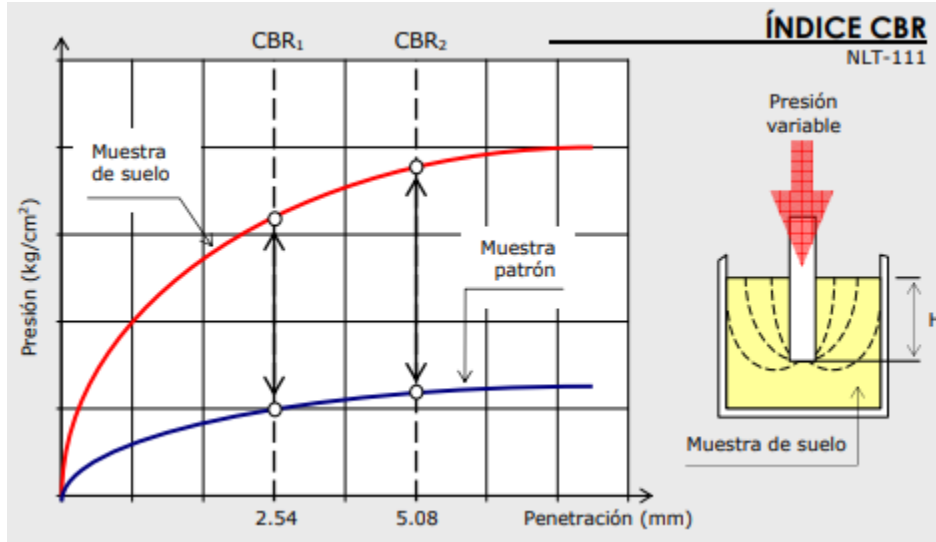
Se determina el CBR mediante el ensayo de penetración, aplicando una presión ascendente. (Bañon & Beviá, 2000, p.17).

$$\text{CBR} = \frac{\text{Presion en muestra problema}}{\text{Presion en muestra patron}} * 100$$

Se toman los valores de presión-penetración a 0.1” y 0.2”, la cual se puede construir la gráfica. Generalmente se toma el valor de 0.1”(Bañon & Beviá, 2000, p.17).

**Figura 7**

*Determinación del Índice CBR*



Nota. Tomado de Bañon & Beviá (2000)

Para el diseño de vías, se determina el CBR en la subrasante y se clasifica en:

**Tabla 4**

*Categorías de Subrasante*

Categorías de Subrasante	CBR
S <sub>0</sub> : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%

---

S <sub>1</sub> : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3%
	A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6%
	A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10%
	A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20%
	A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Subrasante Excelente	CBR > 30%

---

*Nota.* Tomado de Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014)

### **Resistencia a Cizalla:**

También llamado esfuerzo cortante, y es de suma importancia en placas, estabilidad de terraplenes y cimientos, por lo que es necesario conocer cómo se comporta el suelo antes dichas solicitudes (Bañon & Beviá, 2000, p. 19).

$$t = C + \sigma * \operatorname{tg} \alpha$$

Donde  $t$  es el esfuerzo cortante del suelo

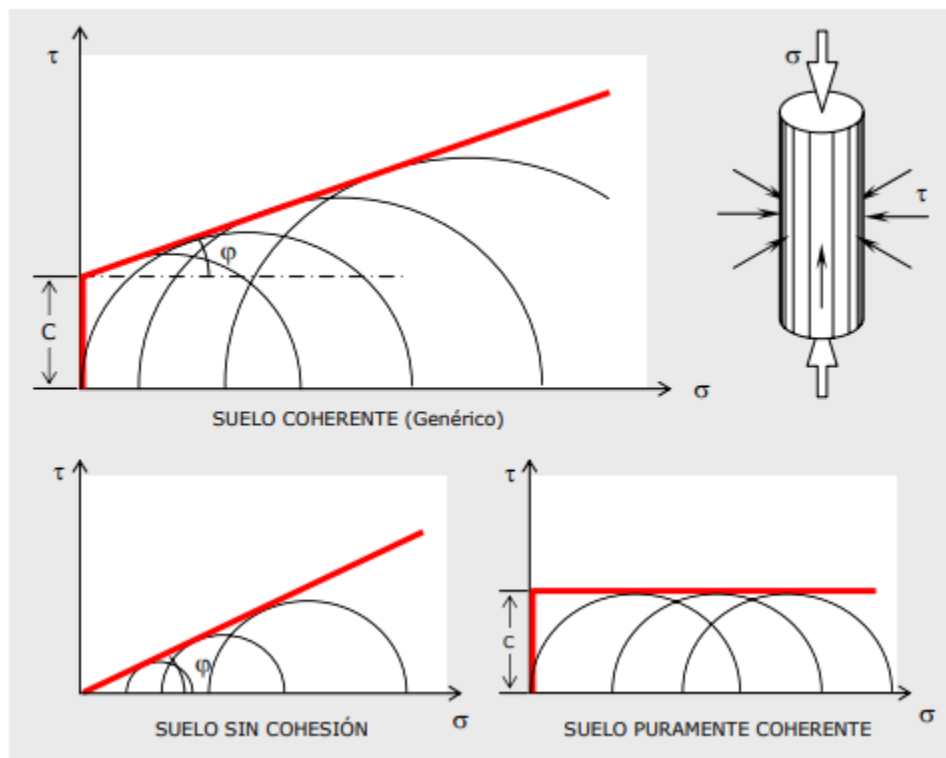
$\sigma$  es el esfuerzo normal aplicado al suelo

$C$  es la cohesión del suelo en  $\text{kg}/\text{cm}^2$

$\alpha$  es el ángulo de fricción del suelo

**Figura 8**

*Rectas de Resistencia Intrínseca de un Suelo*



*Nota.* Tomado de Bañon y Beviá (2000)

## **2. Clasificación de los Suelos:**

Existe dos formas de clasificar el suelo. Se usará según SUCS por ser la más completa y ASSHTO, ya que se utiliza en obras viales.

### **a. Clasificación Según SUCS:**

Se utiliza símbolos de grupo para nombrar al suelo. Los prefijos indican el tipo de suelo y los sufijos las subdivisiones que describen sus propiedades (Bañon & Beviá, 2000, p.21).

**Tabla 5**

*Símbolos de Grupo SUCS*

Tipo de Suelo	Prefijo	Sub-Grupo	Sufijo
---------------	---------	-----------	--------

Grava	G	Bien Graduado	W
Arena	S	Pobremente Graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Limite Liquido Alto (>50)	L
Turba	Pt	Limite Liquido Bajo (<50)	H

*Nota.* Tomado de Bañon & Beviá (2000)

### Tabla 6

#### Tipología de Suelos (SUCS)

Símbolo		Características Generales	
GW		Limpias	Bien Graduadas
GP	Gravas (> 50% en tamiz #4 ASTM)	(Finos < 5%)	Pobremente Graduadas
GM		Con Finos	Componente Limoso
GC		(Finos > 12%)	Componente Arcilloso
SW		Limpias	Bien Graduadas
SP	Arenas (< 50% en tamiz #4 ASTM)	(Finos < 5%)	Pobremente Graduadas
SM		Con finos	Componente Limoso
SC		(Finos > 12%)	Componente Arcilloso

---

ML		Baja Plasticidad (LL < 50)
MH	Limos	Alta Plasticidad (LL > 50)
CL		Baja Plasticidad (LL < 50)
CH	Arcillas	Alta Plasticidad (LL > 50)
OL		Baja Plasticidad (LL < 50)
OH	Suelos Orgánicos	Alta Plasticidad (LL > 50)
Pt	Turba	Suelos Altamente Orgánicos

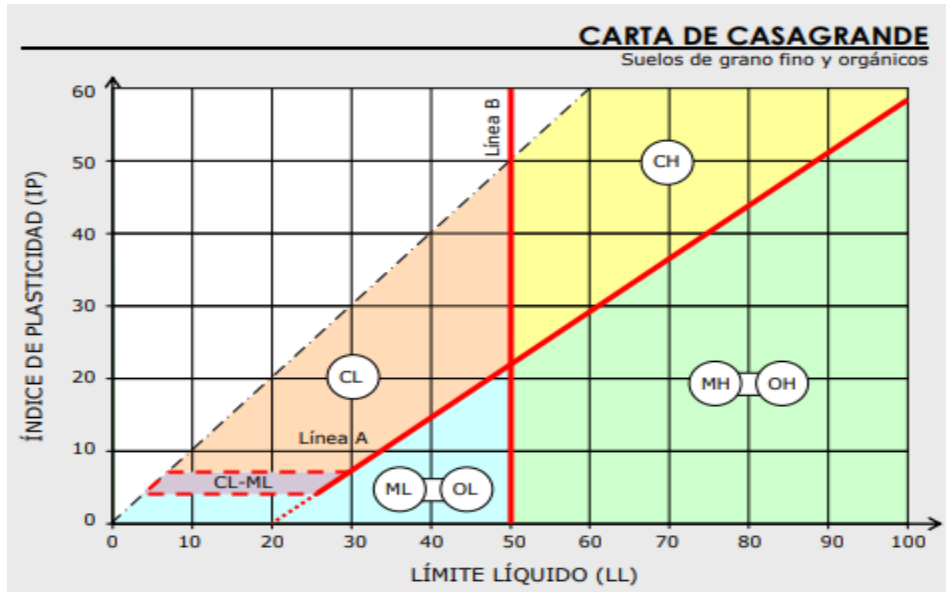
---

*Nota.* Tomado de Bañon & Beviá (2000)



**Figura 9**

*Carta de Casagrande para los Suelos Cohesivos*



Nota. Tomado de Bañon & Beviá (2000)

**Tabla 7**

Características de los Suelos según SUCS

Divisiones Principales	Símbolo	Comportamiento Mecánico	Capacidad de Drenaje	Densidad Optima	CB
				P.M	R In Situ
	GW	Excelente	Excelente	2.00	60 –
	GP	Bueno a Excelente	Excelente	2.24	80

Suelos de Grano Grueso	Grav	GM		Aceptable a mala	1.76	–	25 – 60
	Suelos de Grano Grueso	{ d u	Bueno a Excelente	Mala a impermeable	2.08		40 – 80
			Bueno	Mala a impermeable	2.08 – 2.32		20 – 40
		GC	Bueno		1.92 – 2.24		20 – 40
					1.92	–	
					2.24		
					1.76	–	
		SW	Bueno		2.08		20 –
		SP	Aceptable a bueno	Excelente	1.60	–	40
		SM		Excelente	1.92		10 – 25
Suelos de Grano Fino	Arenas	{ d u	Aceptable a bueno	Aceptable a mala	1.92 – 2.16		20 – 40
			Aceptable	Mala a impermeable	1.68 – 2.08		10 – 20
	Suelos de Grano Fino	SC	Malo a aceptable	Mala a impermeable	1.68	–	10 – 20
					2.08		
Suelos de Grano Muy Fino y Arcillas (LL<50)	Limos y Arcillas	ML	Malo a aceptable	Aceptable a mala	2.00		5 –
					1.60	–	15
	Suelos de Grano Muy Fino y Arcillas (LL<50)	CL	Malo a aceptable	Casi impermeable	2.00		5 – 15
				Mala	1.44	–	4 – 8
					1.70		

Grano					1.28	-
Fino	Limo				1.60	4 -
	s y	MH	Malo	Aceptable a mala	1.44	- 8
	Arcillas	CH	Malo a aceptable	Casi permeable	1.76	3 - 5
	(LL>50	OH	Malo a muy malo	Casi permeable	1.28	- 3 - 5
	)				1.68	
Suelos		Pt	Inaceptable	Aceptable a mala	-	-
Orgánicos						

*Nota.* Tomado de Bañon & Beviá (2000)

#### **b. Clasificación según AASHTO:**

Considera siete grupos del suelo, números desde A-1 hasta A-7. Además, algunos grupos tiene subdivisiones; así como, A-1 y A-7 presentan dos subgrupos y A-2, cuatro (Bañon & Beviá, 2000, p.24).

A continuación, se muestra la tabla según AASTHO, en el que presenta sus características de cada grupo y subgrupo.

**Tabla 8**

*Características de los Suelos según SUCS*

División General	Materiales (pasa menos del 35% por el tamiz ASTM #200)			Granulares				Materiales Limo – Arcilloso (más del 35% por el tamiz ASTM #200)					
	A - 1		A - 2	A	A	A	A	A	A	A	A	A-7	
Grupo	A	A	A-	A	A	A	A	A	A	A	A	A-	A-
Subgrupo	-1-a	-1-b	3	-2-	-2-	-2-	-2-	-4	-5	-6	7-5	7-6	
o				4	5	6	7						

Análisis Granulométrico (% que pasa por cada matriz)

Serie ASTM	#1	≤												
	0	50												
	#4	≤	≤	≥										
	0	30	50	51										
#2	≤	≤	≤	≤	≤	≤	≤	≤	≥	≥	≥	≥	≥	
00	15	25	10	35	35	35	35	36	36	36	36	36	36	

Estado de Consistencia (de la fracción del suelo que pasa por el tamiz ASTM #40)

		<	<	>	>	<	>	<	>
Limite								41	41
								(IP<	(IP>
Liquido		40	41	40	41	40	41	40	
								LL-	LL-
								30)	30)
Índice de Plasticidad	≤ 6								
		10	10	11	11	10	10	11	11
Índice de Grupo	0	0	0						
				≤ 4		8	12	20	≤ 20
	Fragmentos de Arena								
Tipología	piedra, grava y arena	arena Fina	Gravas limosas	y Arenas o arcillosas	Suelos Limosos				Suelos Arcillosos
Calidad	Excelente a Buena			Aceptable a Mala					

Nota. Tomado de Bañon & Beviá (2000)

## II. Suelos Arcillosos:

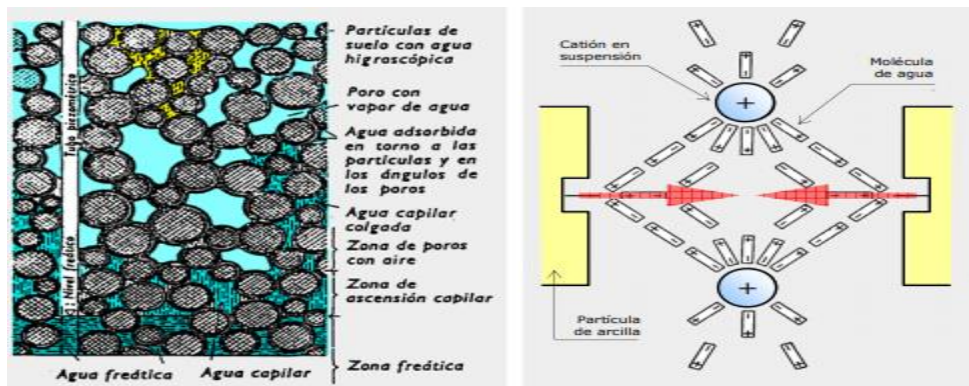
Se caracteriza por el tamaño de sus partículas, que nos inferiores a 0.08 mm. Esto se debe a que el peso específico es más considerable (Bañon & Beviá, 2000, p.3).

La principal propiedad mecánica del suelo es la cohesión, esto se debe a que es la fuerza interparticular producido por el agua del suelo. (Bañon & Beviá, 2000, p.3).

Respecto a los suelos cohesivos, se pueden clasificar en dos grupos: limos, formados por partículas finas entre 0.02 y 0.002 mm, y arcillas, compuesta por agregados microscópicos de las rocas (Bañon & Beviá, 2000, p.3).

## Figura 10

### *Origen de la Cohesión en Suelos Arcillosos*

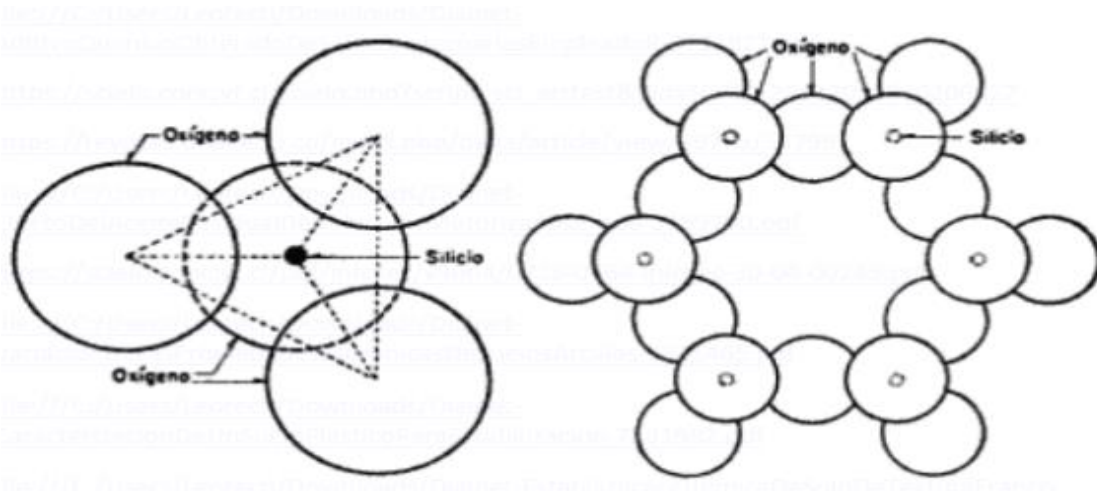


*Nota.* Tomado de Bañon y Beviá (2000)

Las arcillas están formadas por silicatos de aluminio hidratados (Juárez & Rico, 2010, p.37).

### Figura 11

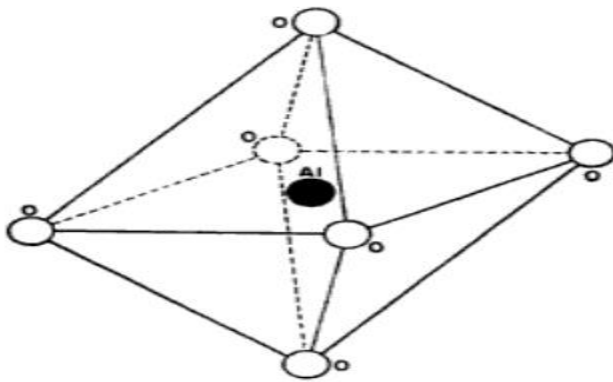
*Esquema de la estructura de la lámina silícica*



*Nota.* Tomado de Juárez y Rico (2010)

### Figura 12

*Esquema de la estructura de la lámina alumínica*



*Nota.* Tomado de Juárez y Rico (2010)

### **III. Estabilización de Suelos:**

Mejora las propiedades físicas y mecánicas del suelo, a través de la incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014, p.92)

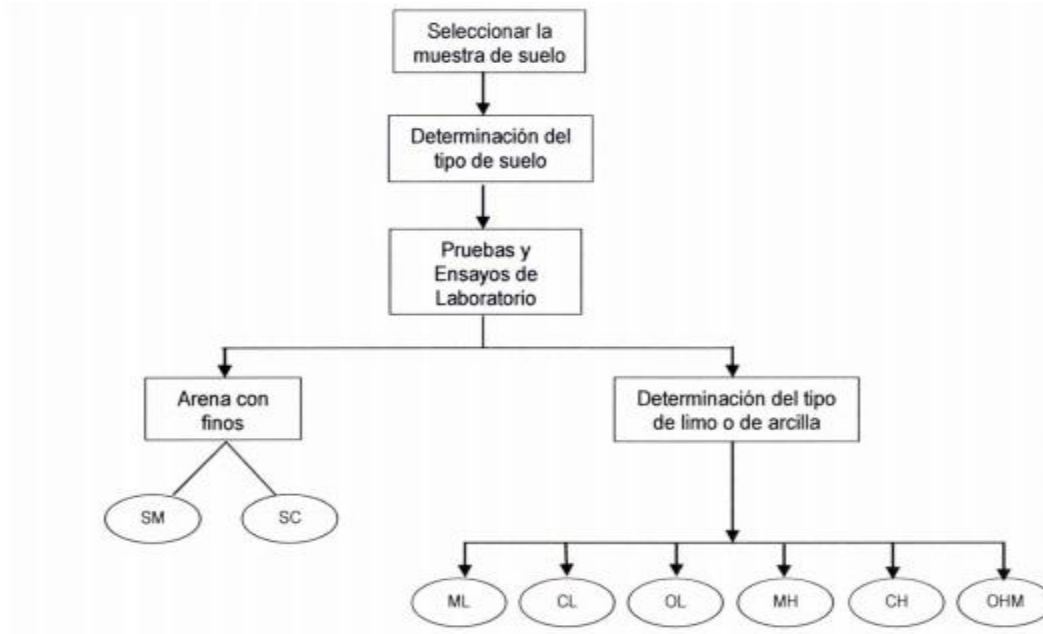
#### **Características Exigibles:**

- **Estabilidad Volumétrica:** Soporta cargas de tráfico, pero sin sufrir deformaciones graves..
- **Compresibilidad:** Es la propiedad de que el suelo tenga menos probabilidades de que suelo colapse, debido a que presenta menos huecos internamente.
- **Durabilidad:** Cuando se conserva las propiedades físicas y mecánicas del suelo a lo largo del tiempo.
- **Permeabilidad:** Capacidad el suelo a evacuar el agua que resbala por su superficie.
- **Capacidad de Soporte:** Capacidad del suelo a resistir cargar sin sufrir daños excesivos.



**Figura 13**

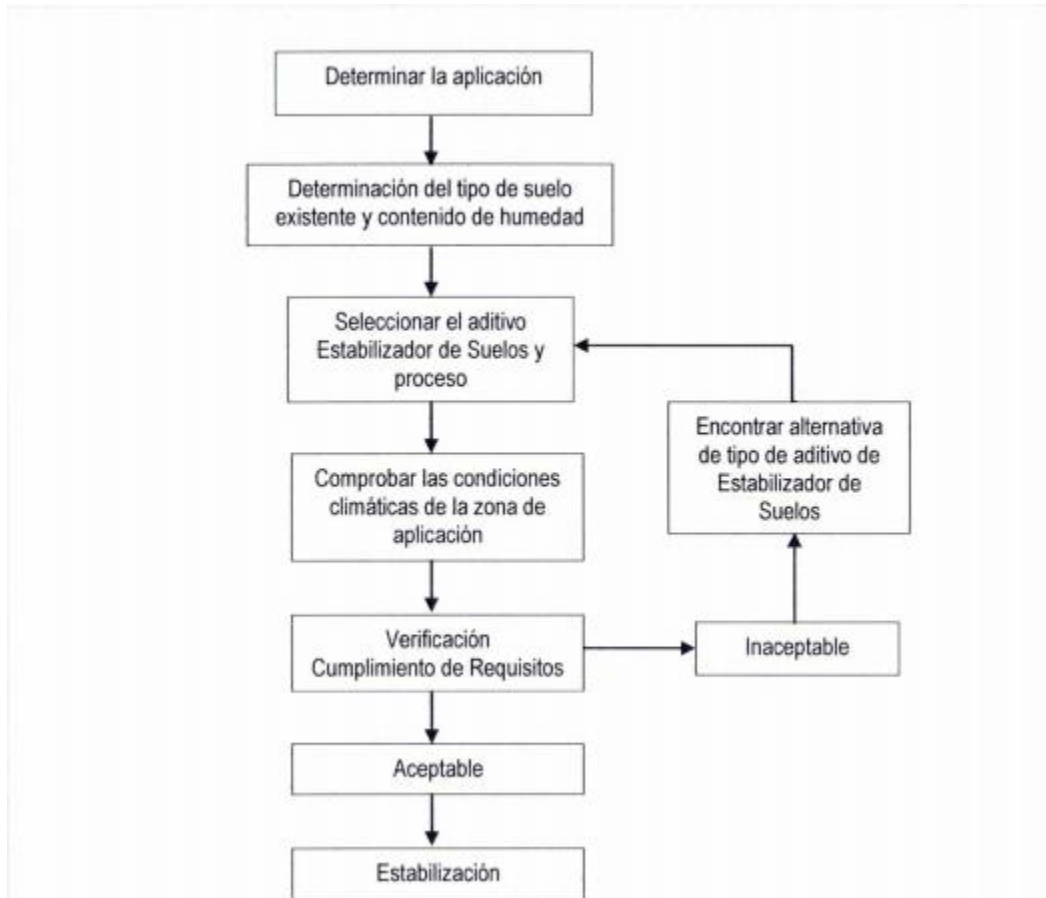
*Proceso para la identificación del tipo de suelo*



*Nota.* Tomado de Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014)

## Figura 14

### Proceso de selección del tipo de estabilización



Nota. Tomado de Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014)

A continuación, se presentan dos guías referenciales para la selección del tipo de estabilizador, que satisface las restricciones y observaciones de cada tipo de suelo.

**Tabla 9**

*Guía Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador*

Área	Clase de Suelo	Tipo de Estabilizador Recomendado	Restricción		Observaciones
			de Restricción en LL e IP del suelo	en el porcentaje que pasa la malla 200	
1A	SW o SP	(1) Asfalto			
		(2) Cemento Portland			
		(3) Cal-Cemento-Cenizas Volantes	IP no excede de 25		
1B	SW-SM o SP-SM o	(1) Asfalto		IP no excede de 10	
		(2) Cemento Portland	IP no excede de 30		

1C	SW-SC	(3)	Cal	IP	no	
	o			menor de 12		
	SP-PC		Cal-			
		(4)	Cemento-	IP	no	
			Cenizas	excede de 25		
			Volantes			
		(1)	Asfalto	IP	no	No debe exceder el 30% en peso
				excede de 10		
		(2)	Cemento Portland	(b)		
	SM o					
SC o	(3)	Cal	IP	no		
SM-SC			menor de 12			
		Cal-				
	(4)	Cemento-	IP	no		
		Cenizas	excede de 25			
		Volantes				

				Solamente
2A	GW o GP	(1)	Asfalto	material bien graduado
		(2)	Cemento Portland	El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4
		(3)	Cal-Cemento-Cenizas Volantes	IP no excede de 25
2B	GW- GM o GP-GM o GW-GC	(1)	Asfalto	Solamente material bien graduado
		(2)	Cemento Portland	El material deberá contener cuanto menos
				IP no excede de 10
				IP no excede de 30

					45% en peso de
	GP-GC				material que pasa
					la Malla N° 4
		(3)	Cal	IP no menor de 12	
			Cal-		
		(4)	Cemento- Cenizas Volantes	IP no excede de 25	
					No debe Solamente
		(1)	Asfalto	IP no excede de 10	exceder el material bien 30% en peso graduado
	GM				
					El material
					deberá contener
	GC o				cuanto menos
2C	GM-GC	(2)	Cemento Portland	(b)	45% en peso de
					material que pasa
					la Malla N° 4

			IP	no	
	(3)	Cal		menor de 12	
		Cal-			
	(4)	Cemento- Cenizas	IP	no excede de 25	
			LL	no	Suelos
		Cemento		menor de 40	orgánicos y
	(1)	Portland	IP	no menor de 20	fuertemente ácidos contenidos
					en esta área no
3					son susceptibles a
	(2)	Cal	IP	no menor de 12	la estabilización de suelos
			IP	=	Índice plástico Sin restricción u
			(b) IP	20 + (50 – porcentaje que pasa la	observación
			Malla	N° 200) / 4	No es necesario aditivo estabilizador
					Fuente: US Army Corps of Engineers

*Nota.* Tomado de Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014)

## **2. Tipos de Estabilizaciones de Suelos:**

### **a. Estabilización “in situ” con Cal:**

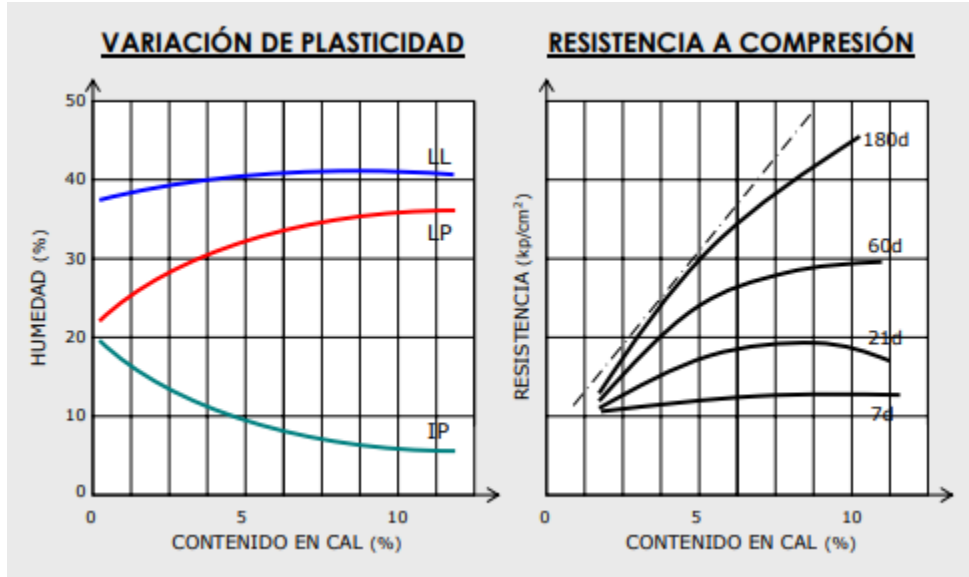
#### **Elaboración:**

Se mezcla el suelo con cal apagada o viva. Las dosificaciones varían de acuerdo al suelo, agregando porcentajes de 2% a 5% para la viva y 4% a 7% para la apagada (Bañon & Beviá, Manual de Carreteras, 2000, p. 196).



**Figura 15**

*Variación de las propiedades de un suelo estabilizado con cal*



Nota. Tomado de Bañon & Beviá (2000)

**b. Estabilización con cemento:**

Elaboración:

Se mezcla el suelo con los agregados de cemento y aditivos opcionales, la cual deben estar compactados y curados adecuadamente (Bañon & Beviá, 2000, p. 198).

**Tabla 10**

*Proporción de cemento en estabilizaciones*

Tipo de Suelo	% en peso	Proporciones a Ensayar (%)
---------------	-----------	----------------------------

---

A-1-a	3-5	3,5,7
A-1-b	5-8	4,6,8
A-2	5-9	5,7,9
A-3	7-11	7,9,11
A-4	7-12	8,10,12
A-5	8-13	8,10,12
A-6	9-15	10,12,14
A-7	10-16	11,13,15
Orgánicos	Inadecuados	-

---

*Nota.* Tomado de Bañon & Beviá (2000)

**c. Estabilizaciones con productos bituminosos:**

Se utiliza aditivos de ligante bituminoso, la cual genera alquitranes poco viscosos, emulsiones bituminosas de rotura lenta y betunes fluidificados (Bañon & Beviá, 2000, p.201).

**d. Estabilización con cloruros:**

Se emplea en caminos de bajo tráfico o no pavimentadas, ya que reduce el polvo. Esto se debe a sus propiedades higroscópicas que ayudan a mantener la humedad en la superficie (Bañon & Beviá, 2000, p. 202).

#### **IV. Escoria:**

La escoria es un subproducto de la fabricación de acero, las cual se origina en el proceso purificación del acero (Leiva, Montenegro, & Ponce, 2017, p. 1)

La escoria es un subproducto de la fabricación de acero, las cual se origina en el proceso purificación del acero (Leiva, Montenegro, & Ponce, 2017, p. 1)

La escoria es un residuo del proceso siderúrgico formado fundamentalmente por calcio, hierro y silicato de magnesio. En estado líquido es una espuma que captura todas las impurezas presentes en el acero, favoreciendo las reacciones químicas en la fase de producción (Boza, Estrada, & Sánchez, 2016, p. 2).

##### **a. Escoria Blanca (LFS):**

La escoria blanca, posee una cantidad alta de finos provenientes de la pulverización del silicato bicálcico durante el enfriamiento de estas y es rica en calcio y silicio (Boza, Estrada, & Sánchez, 2016, p. 2).

Según lo descrito en la ASTM C 618 no es un material puzolánico, sino una adición mineral (Mendoza, Gutiérrez, & García, 2019, p. 2)

**Tabla 11**

*Composición Química de los áridos procedentes de escorias blancas*

Compuesto 1	Cantidad	Compuesto 2	Cantidad
Si O <sub>2</sub> (%)	17.4 – 19.3	Fluoruro (%)	1.4
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	1.1 – 3.6	Sulfuro (mg/kg)	503
Fe O (%)	0.0 – 0.95	Zinc (ppm)	596
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	3.2 – 10.4	Plomo (ppm)	84
Ca O (%)	45.3 – 62.1	Cobre (ppm)	200
Mg O (%)	4.5 – 17.2	Cromo (ppm)	150
Mn O (%)	0.0 – 1.2	Níquel (ppm)	80
S (%)	1.45 – 1.65		
C (%)	0.0 – 0.03		

*Nota.* Tomado de Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) (2013)

**Tabla 12**

*Propiedades físicas de los áridos procedentes de escorias blancas*

Propiedades Físicas		
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	2.65

---

Superficie Especifica	cm <sup>2</sup> /g	2064
-----------------------	--------------------	------

---

*Nota.* Tomado de Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX) (2013)

#### **1.4. Justificación:**

La siguiente investigación tiene como finalidad La Estabilización de Suelos Arcillosos utilizando Escoria Blanca de horno de cuchara (LFS) para su aplicación en el mejoramiento de la subrasante, ya que hoy en día en el Perú existen suelos arcillosos (subrasante) con características que no cumplen para poder construir pavimentos sobre ella, haciendo esto un problema principalmente para los ingenieros de transporte y comunicaciones. Por ello, utilizar la escoria blanca para la estabilización de suelos arcillosos, genera un beneficio tanto económico como ambiental para nuestra sociedad; es decir, se estará eliminando prácticamente las grandes cantidades este material, provenientes a nivel nacional de las empresas siderúrgicas. Además, muy aparte de estos puntos, son contaminadores ambientales, ya que pueden degradar tanto el agua, aire y la tierra en la que vivimos actualmente. Por lo tanto, se evaluará el comportamiento en la subrasante, dando así, los valores de ángulos de fricción, cohesión, y capacidad portante. En conclusión, si se logra este método para poder estabilizar áreas no pavimentadas, utilizando este elemento, y mejorar la subrasante, será un aporte más a las soluciones para los problemas que hoy

en día atraviesa el país, las cuales son en su mayoría, la deficiente capacidad de soporte o carga que contienen las superficies en el Perú.

### **1.5. Formulación del Problema:**

#### **Problema General:**

¿En qué medida la Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye en la Estabilización de subrasante de Suelos Arcillosos, Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022?

#### **Problemas Específicos:**

¿De qué manera la Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye en el CBR de Suelos Arcillosos de nivel de subrasante en la Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022?

¿De qué forma la Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye en el Esfuerzo Cortante de Suelos Arcillosos a nivel de Subrasante en la Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022?

¿De qué modo la Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye en el Índice de Plasticidad de Suelos Arcillosos a nivel de Subrasante en la Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022?

¿En qué medida la Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye en el Contenido de Humedad de Suelos Arcillosos a nivel de Subrasante en la Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022?

¿Como la Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye en la Densidad Máxima Seca de Suelos Arcillosos a nivel de Subrasante en la Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022?

## **1.6. Objetivos:**

### **1.6.1. Objetivo General:**

- Determinar en qué medida la Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye en la Estabilización de Suelos Arcillosos a nivel de Subrasante en la Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022

### **1.6.2. Objetivos Específicos:**

- Evaluar de qué manera la Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye en el CBR de Suelos Arcillosos a nivel de Subrasante en las Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022.
- Evaluar de que forma la Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye en el Esfuerzo Cortante de Suelos Arcillosos a nivel de Subrasante en la Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022
- Evaluar de qué modo la Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye en el Índice de Plasticidad de Suelos Arcillosos a nivel de Subrasante en la Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022.

- Evaluar en qué medida la Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye en el Contenido de Humedad de Suelos Arcillosos a nivel de Subrasante en la Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022.
- Evaluar cómo la Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye en la Densidad Máxima Seca de Suelos Arcillosos a nivel de Subrasante en la Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022.

### **1.7. Hipótesis – General:**

- La Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye positivamente en la Estabilización de Suelos Arcillosos a nivel de Subrasante en la Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022.

#### **1.7.1. Hipótesis – H<sub>1</sub>:**

- La Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye significativamente en el CBR de Suelos Arcillosos a nivel de Subrasante en la Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022.

#### **1.7.2. Hipótesis – H<sub>2</sub>:**

- La Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye beneficiosamente en el Esfuerzo Cortante de Suelos Arcillosos a nivel de Subrasante en la Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022.



### **1.7.3 Hipótesis – H<sub>3</sub>:**

- La Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye positivamente en el Índice de Plasticidad de Suelos Arcillosos a nivel de Subrasante en la Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022.

### **1.7.4 Hipótesis – H<sub>4</sub>:**

- La Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye moderadamente en el Contenido de Humedad de Suelos Arcillosos a nivel de Subrasante en la Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022.

### **1.7.5 Hipotesis-H<sub>5</sub>:**

- La Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye útilmente en la Densidad Máxima Seca de Suelos Arcillosos a nivel de Subrasante en la Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022.

## CAPITULO II: METODOLOGIA

### 2.1. Tipo de Investigación:

Según el tipo de investigación esta dividido por enfoque y propósito:

Por **Enfoque** se divide en: Cuantitativo y Cualitativo. La primera utiliza recolección para responder una o varias interrogantes y demostrar las hipótesis. Se confía en la medición numérica y la estadística para establecer patrones de una población (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, pág.4). La segunda, describe preguntas de investigación, y en ocasiones aprueba hipótesis. Además, recolecta datos sin mediciones numéricas como la observación y descripción (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, pág.7).

Por propósito se divide en: Básica y Aplicada. La primera se basa en un específico desconocido ampliándolo, así, complementándolo con nuevos parámetros (Miler, 2011, pag.622). La segunda utiliza la experiencia del mismo y la aplica en su campo de estudio (Miler, 2011, pag.622).

Según lo mencionado anteriormente, la presente investigación es: Por enfoque de tipo cuantitativo, debido que su variable independiente es la escoria (LFS) y su variable dependiente de estabilización de suelo arcilloso que son indicadores numéricos. También, Por propósito es de tipo Aplicada, ya que se utilizará teorías conocidas para la aplicación de la escoria en las propiedades de subrasante.

### 2.2. Nivel de Investigación:

Según el nivel de conocimiento que se obtiene son:

- Nivel Exploratorio: Identifica los aspectos principales de una determinada problemática; además de encontrar la mejor manera de cómo enfocarlo (Miler, 2011, pág.622).
- Nivel Descriptivo: Es la descripción e interpretación mediante el análisis. En esta investigación se analizan las características para que con un criterio se pueda profundizar en un tema (Miler, 2011, pág. 623).
- Nivel Explicativo: Profundiza los mecanismos de un problema y permite identificar los puntos claves. Trata en definitiva responder la pregunta de investigación (Miler, 2011, pág. 622).

De acuerdo a las definiciones anteriores es Explicativo, debido a que explicara que efectos se generan en el suelo arcilloso de la subrasante (V.D) con la adición de escoria (LFS) (V.I).

### **2.3. Diseño de Investigación:**

Es una estrategia para conseguir información que se requiere con la finalidad de contestar al planteamiento del problema. El diseño experimental esta dividido en tres etapas:

:

- Experimentos Puros: Reúnen dos requisitos para conseguir el control y la validez. Los sujetos son de manera aleatoria (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, pág. 141).
- Cuasi-Experimental: Los sujetos no son de manera aleatoria o al azar, si no que están conformación antes del experimento (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, pág. 151).
- Pre-Experimental: El control es bajo y posee un solo grupo. Se usa como primer paso hace un problema de investigación (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, pág. 141).

De acuerdo a lo mencionado anteriormente es Cuasi-Experimental, esto se debe que la muestra de la población será de manera no aleatoria y se manipula la variable independiente (adición de escoria blanca).

## **2.5. Población y muestra**

### **2.5.1. Población:**

Es el conjunto de elementos o individuos, la cual pueden mostrar una característica para ser estudiado (Carrillo, 2015, pág. 5).

La población presente en este trabajo de investigación será las vías urbanas con suelos arcillosos de la Urbanización José Gálvez-Lima.

### **2.5.2. Muestra:**

Es la parte o porción de una población que se escoge para ser estudiado (Carrillo, 2015, pág. 8).

La muestra de la presente investigación estará constituida por la Av. Pachacutec-Jose Gálvez-Villa María del Triunfo-Lima. La cual se analizará los primeros 1000 m, debido a que es donde circulan mayor tránsito; es por ello que se realizara 2 calicatas de acuerdo a lo establecido en la RD 037-2008-MTC/14 y el manual de pruebas de materia prima del MTC. Ver Anexo 9.

## AV. PACHACÚTEC – JOSÉ GÁLVEZ, VILLA MARÍA DEL TRIUNFO - LIMA



D0= Muestra Patrón



M1: Muestra Calicata 1

M2: Muestra Calicata 2

D1= Suelo + 15% LFS

D2= Suelo + 20% LFS

D3= Suelo + 25%LFS

De las Muestras extraídas y en combinación con las dosificaciones de Escoria Blanca (LFS), se obtuvo los siguientes especímenes:

**Tabla 13**

*Numero de Especímenes*

	Contenido de Humedad	Índice de Plasticidad	Máxima Densidad Seca	CBR	Esfuerzo Cortante
D0	2	2	1	1	1
D1	1	1	1	1	1
D2	1	1	1	1	1
D3	1	1	1	1	1
Total	5	5	4	4	4

*Nota.* Elaboración Propia

## 2.6. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos:

### Técnicas de Recolección de Datos:

Son procedimientos que permiten conseguir información para contestar un interrogante (Hernández y Duana, 2020, pág. 52). Comprende tres tipos: Observación, Entrevista, Encuesta, Test y Experimento.

La Observación es la percepción de captar aspectos más importantes de la realidad en el contexto que se desarrolla. Brinda información necesaria para plantear problemas, hipótesis y, luego, comprobarlas. (Abril, 2008, pág. 10)

Se usará la técnica de la observación, debido a que se realizará un trabajo experimental agregando porcentajes de escoria blanca de horno de cuchara (LFS) al suelo arcilloso.

#### **Tabla 14**

*Trabajos, técnicas e instrumentos para el desarrollo de la investigación*

Fuente	Técnicas	Instrumentos
Trabajos de Campo	Observación	Fichas Técnicas

*Nota.* Elaboración Propia

#### **Instrumentos de Recolección de Datos:**

Los instrumentos están orientados en crear condiciones para la medición de datos. Es decir, el documento donde se encontrará la información (Martínez, 2013, pág. 3).



Fichas Técnicas: Se utiliza para evaluar o analizar un elemento; es decir, conseguir datos (Arias, 2020, pág. 14).

Indicador 1: CBR (Anexo 5)

Indicador 2: Esfuerzo Cortante (Anexo 6)

Indicador 3: Densidad Máxima Seca (Anexo 4)

Indicador 4: Índice de Plasticidad (Anexo 3)

Indicador 5: Contenido de Humedad (Anexo 2)

### **Validación del Instrumentos:**

**Validez:** Se refiere al grado de la variable que pretende medir, a través de un instrumento (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, pág. 200).

**Juicio de Expertos:** Son personas con una vasta experiencia en un tema, la cual son calificados para evidenciar o evaluar. (Escobar y Cuervo, 2008, pág. 29).

La validez se realizó por Juicio de Experto. Por ello, se contó con 3 expertos en el tema y cada uno con sus respectivo CIP.

**Experto 1:** Ingeniero Antony Keylin Valderrama Espejo con CIP 237470

**Experto 2:** Ingeniero Jair Omar Moquillaza Callan con CIP 287135

**Experto 3:** Ingeniero Juan Antonio Espinal Ramos con CIP 204586

### **Confiabilidad del Instrumento:**

1. Certificado N°1: Anillo de Carga AC-05 (Anexo 7)
2. Certificado N°2: Anillo de Carga AC-07 (Anexo 7)
3. Certificado N°3: Balanza BL-05 (Anexo 7)
4. Certificado N°4: Balanza BL-06 (Anexo 7)
5. Certificado N°5: Balanza BL-07 (Anexo 7)
6. Certificado N°6: Corte Directo ECD-01 (Anexo 7)
7. Certificado N°7: Horno HO-01 (Anexo 7)

### **Análisis de Datos:**

El sistema de análisis de datos será el método de la observación, debido a que nuestros ensayos nos brindarán datos, de acuerdo a que se ejecute cada proceso en laboratorio, los cuales estarán supervisados por un profesional o técnico capacitado. Además, nuestro instrumento de recolección de datos se realizará mediante formatos o fichas estandarizados según las normas peruanas estipuladas.

Se realizará mediante el uso de herramientas de Office como Excel, las cuales contarán con información apropiada y relacionada con la presente investigación. Los resultados que se

conseguirán, serán representados por histogramas o gráficos de barras para obtener los indicadores necesarios.

## **2.7. Procedimiento:**

### **Etapa 1: Recolección de la Muestra**

- Se realizó 2 calicatas para un tramo de 1km, ubicado en la Avenida Pachacútec - José Gálvez, al costado de Quebrada Verde; estas muestras fueron extraídas de la trocha carrozable, para luego hacer los ensayos en MyM laboratorio de suelos.

## Figura 16

### *Calicata N° 1*



*Nota.* Elaboración Propia

## Figura 17

### Calicata N° 2



*Nota.* Elaboración Propia

- Una vez trasladada estas muestras, se realizó ensayos para llevar a cabo la finalidad de la investigación que es estabilizar los suelos arcillosos utilizando escoria blanca de horno de cuchara con las dosificaciones de 15%, 20% y 25%.

## Figura 18

### *Muestra de Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS)*



*Nota.* Elaboración Propia

Características de la Escoria Blanca de Horno de cuchara (LFS) indicado en la Tabla 11:

- Si O<sub>2</sub> (%) contiene entre 17.4 – 19.3
- Fe<sub>2</sub> O<sub>3</sub> (%) contiene entre 1.1 – 3.6
- Fe O (%) contiene entre 0.0 – 0.95
- Ca O (%) contiene entre 45.3 – 62.1
- Mg O (%) contiene entre 4.5 – 17.2

- Mn O (%) contiene entre 0.0 – 1.2
- C (%) contiene entre 0.0 – 0.03
- Fluoruro (%) contiene 1.4
- Sulfuro (mg/kg) contiene 503
- Zinc (ppm) contiene 596
- Cobre (ppm) contiene 200
- Níquel (ppm) contiene 80
- S (%) contiene entre 1.45 – 1.65
- Plomo (ppm) contiene 84
- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (%) contiene entre 3.2 – 10.4

## **Etapas 2: Ensayos de Laboratorio**

### **Granulometría:**

- Se realizó el Tamizado de las muestras de la C-1 y C-2 extraídas de la Av. Pachacútec (muestra patrón), basado según NTP 339.128:1999(2019) (Normativa Técnica Peruana).

## Figura 19

### *Cuarteo y Tamizado*



*Nota.* Elaboración Propia

A continuación, se muestra los porcentajes que pasa hasta el Tamiz N°200 de la Calicata 1.

### Tabla 15

#### *Granulometría de la Calicata 1*

Tamices ASTM	Porcentaje que pasa
3"	



---

2"	
1 ½"	
1"	100
¾"	99.72
⅜"	99.24
N° 4	98.42
N° 10	96.11
N° 20	93.61
N° 40	90.24
N° 60	83.02
N° 140	49.12
N°200	44.69
FONDO	

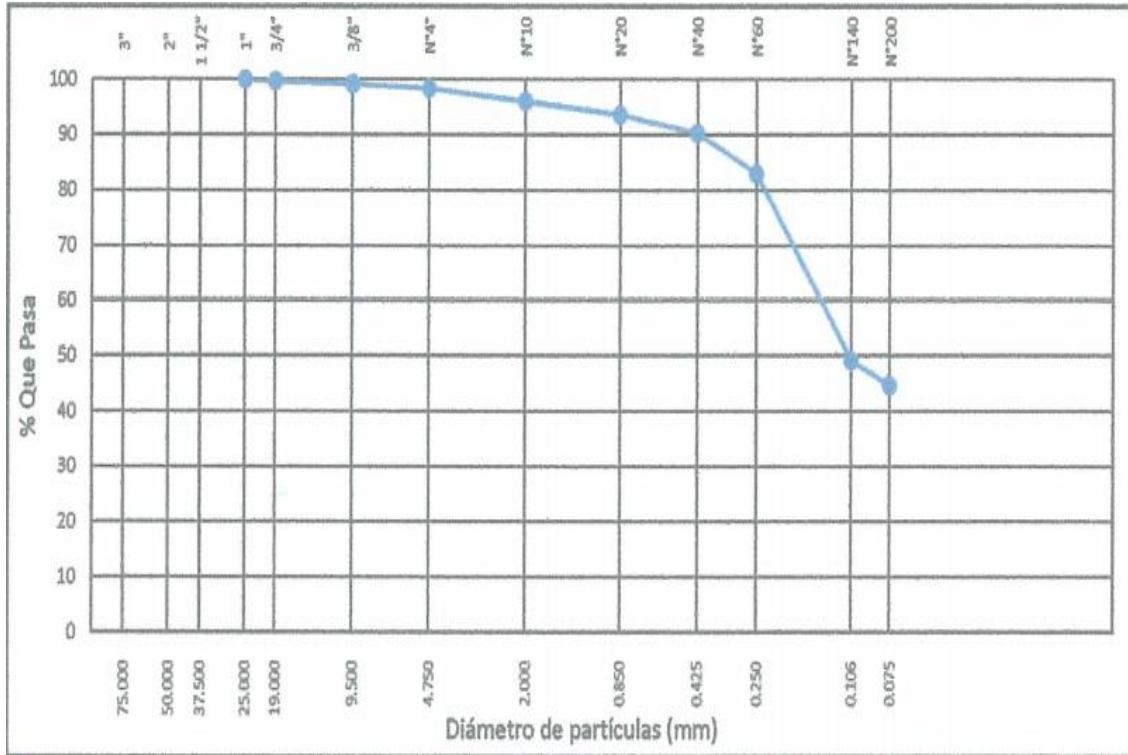
---

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 15 se observa que de la calicata 1, el porcentaje que pasa por el tamiz N° 200 es 44.69% de suelo arcilloso. A partir de estos datos se pudo graficar la curva granulométrica para determinar los porcentajes de grava, arena y finos que presenta la muestra analizada.

**Figura 20**

*Curva Granulométrica de la Calicata 1*



*Nota:* Tomado de Laboratorio de Suelos y Concreto S.A.C.

**Tabla 16**

*Clasificación de Suelos de la Calicata 1*

Muestra	Clasificación
---------	---------------

---

SUCS		
Grupo	Material	
C-1	SC	Arena Arcillosa

---

*Nota.* Elaboración Propia

- Una vez concluido el tamizado la muestra de la calicata 1, se procedió a tamizar la muestra de la calicata 2 para los porcentajes que pasan hasta la malla N°200.

### **Tabla 17**

#### *Granulometría de la Calicata 2*

---

Tamices ASTM	Porcentaje que pasa
3"	
2"	
1 ½"	
1"	
¾"	100
⅜"	97.71

---

---

N° 4	95.93
N° 10	91.7
N° 20	88.24
N° 40	86.19
N° 60	79.33
N° 140	28.00
N° 200	23.45
FONDO	

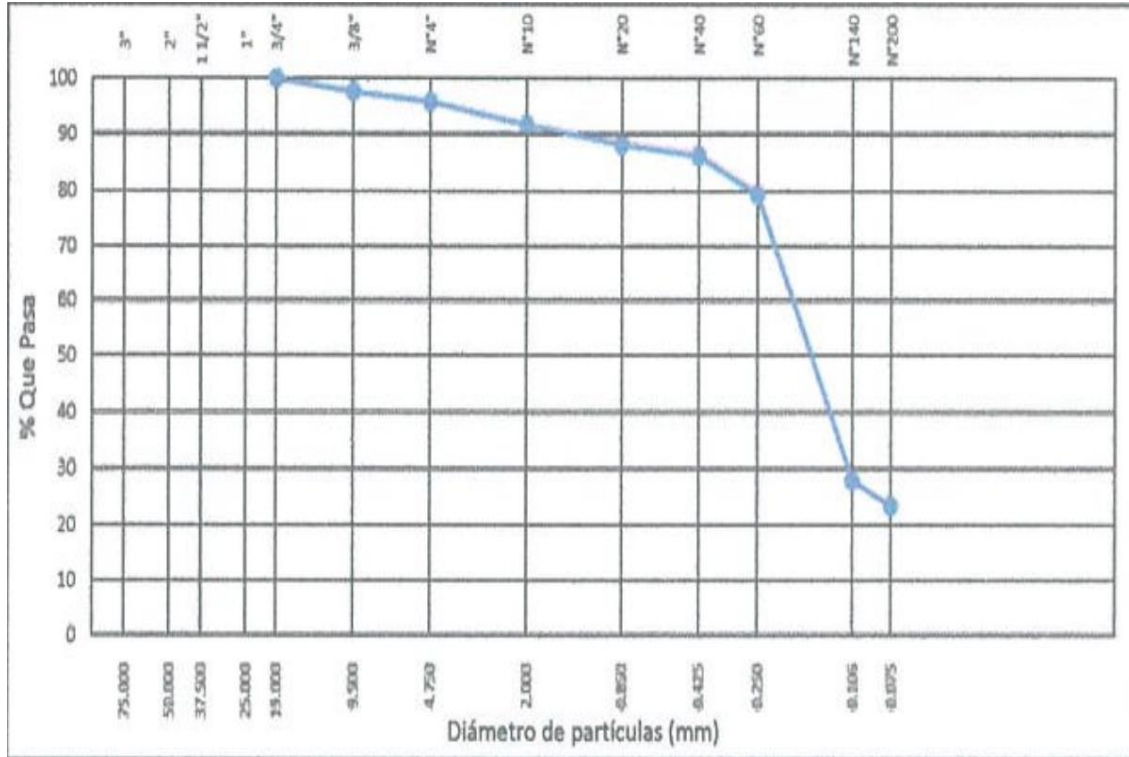
---

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 17 se observa que de la calicata 2, el porcentaje que pasa por el tamiz N° 200 es 23.45% de suelo arcilloso. A partir de estos datos se pudo graficar la curva granulométrica para determinar los porcentajes de grava, arena y finos que presenta la muestra analizada.

**Figura 21**

*Curva Granulométrica de la Calicata 2*



*Nota.* Tomado de Laboratorio de Suelo y Concreto S.A.C

**Tabla 18**

*Clasificación de Suelos de la Calicata 2*

Clasificación	
Muestra	SUCS
Grupo	Material

---

C-2 SC-SM Arena Arcillosa Limosa

---

*Nota.* Elaboración Propia

### **Contenido de Humedad:**

Para este ensayo se usó una porción de suelo, la cual fue colocada en un recipiente para primeramente tararlo y luego pesarlo en la báscula calibrada para después llevarlo al horno a una temperatura  $110^{\circ} \text{C} \pm 5$  por 24 horas. Pasado el tiempo transcurrido, se volvió a pesar para hallar el contenido de humedad. Basado en la norma ASTM D2216-19.

- A continuación, se muestra los resultados del ensayo de Contenido de Humedad.  
Todo basado según ASTM D2216-19 y INV E 126-13.

## Figura 22

### *Toma de Muestra*



*Nota:* Elaboración Propia

## Tabla 19

### *Procedimiento para el Contenido de Humedad*

Ítem	Descripción	M 1	M 2	D1	D2	D3
01	Nº de Tara	T-1	T-2	T-3	T-4	T-5

02	Peso de la Tara	24.3	25.1	25.1	24.3	24.3
03	Peso de la Tara + Muestra húmeda	84.9	88.6	86.4	87.2	87.6
04	Peso de Tara + Muestra seca	82.57	87.35	84.61	85.37	85.76
05	Peso de agua	2.33	1.25	1.79	1.83	1.84
06	Peso de muestra seca	58.27	62.25	59.51	61.07	61.46
07	Contenido de agua	4%	2%	3%	3%	3%

*Nota.* Elaboración Propia

## Tabla 20

### *Contenido de Humedad*

Contenido de Humedad (%)	
Descripción	Porcentaje (%)
M1	4
M2	2
M1 + 15% escoria blanca (D1)	3



---

M1 + 20% escoria blanca (D2)	3
------------------------------	---

M1+ 25% escoria blanca (D3)	3
-----------------------------	---

---

*Nota.* Elaboración Propia

**Límite de Atterberg:**

- Luego, se realizó los ensayos de Límites de Atterberg. Es decir, Límite Líquido, Límite Plástico y Índice de Plasticidad con la máquina Casa Grande Manual. Todo basado según ASTM D4318-17e1.

## Figura 23

### *Límites de Consistencia*



*Nota.* Elaboración Propia

## Tabla 21

### *Límites de Consistencia MI*

---

Límites de Consistencia (%)
-----------------------------

---

---

Limite Liquido	27
Limite Plástico	14
Índice de Plasticidad	13

---

*Nota.* Elaboración Propia

## **Tabla 22**

### *Límites de Consistencia M2*

---

Límites de Consistencia (%)	
Limite Liquido	19
Limite Plástico	12
Índice de Plasticidad	7

---

*Nota.* Elaboración Propia

- De acuerdo a los ensayos realizados hasta el momento, la muestra de la Calicata 1 tiene peores condiciones que la Calicata 2. Por ello, elegimos la Calicata 1 para desarrollar los ensayos restantes.

**Tabla 23**

*Límites de Consistencia D1*

---

Límites de Consistencia (%)	
Limite Líquido	29
Limite Plástico	15
Índice de Plasticidad	14

---

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 24**

*Límites de Consistencia D2*

---

Límites de Consistencia (%)	
Limite Líquido	28
Limite Plástico	15
Índice de Plasticidad	13

---

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 25**

*Límites de Consistencia D3*

Límites de Consistencia (%)	
Límite Líquido	28
Límite Plástico	15
Índice de Plasticidad	13

*Nota.* Elaboración Propia

**Proctor Modificado:**

- Así mismo, se continuo con el ensayo de Proctor Modificado de la muestra patrón y agregando las dosificaciones de 15%, 20% y 25%. Estos son Densidad Máxima Seca y Optimo Contenido de Humedad. Todo estipulado según ASTM D1557-12e1.

## Figura 24

### *Compactación por Capas*



*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 26**

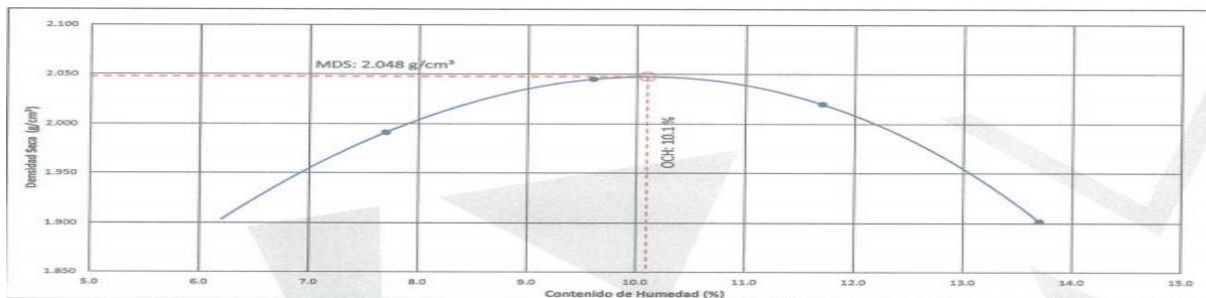
*Óptimo Contenido de Humedad y Máxima Densidad Seca de la Calicata 1 con Escoria Blanca*

Muestra	Proctor Estándar	
	Óptimo Contenido de Humedad (%)	Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )
C-1	10.1	2.048
C-1+15%LFS	9.6	2.103
C-1+20%LFS	9.5	2.115
C-1+25%LFS	9.5	2.126

*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 25**

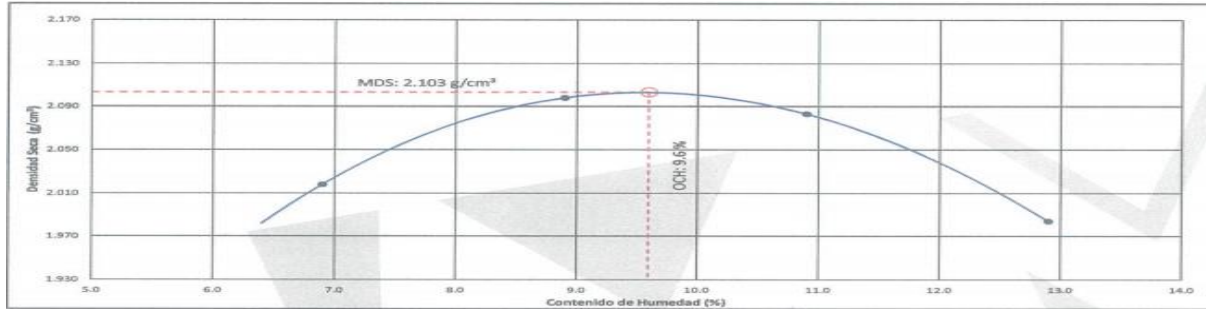
*Variación de Máxima Densidad Seca y Óptimo Contenido de Humedad de la Muestra Patrón*



*Nota.* Tomada de Laboratorio de Suelos y Concreto S.A.C.

### Figura 26

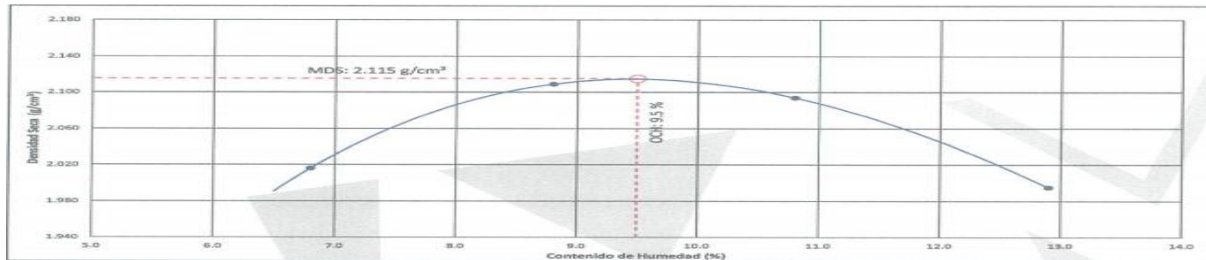
Variación de Máxima Densidad Seca y Óptimo Contenido de Humedad de la Calicata 1 adicionando 15% LFS



Nota. Tomada de Laboratorio de Suelos y Concreto S.A.C.

### Figura 27

Variación de Máxima Densidad Seca y Óptimo Contenido de Humedad de la Calicata 1 adicionando 20% LFS

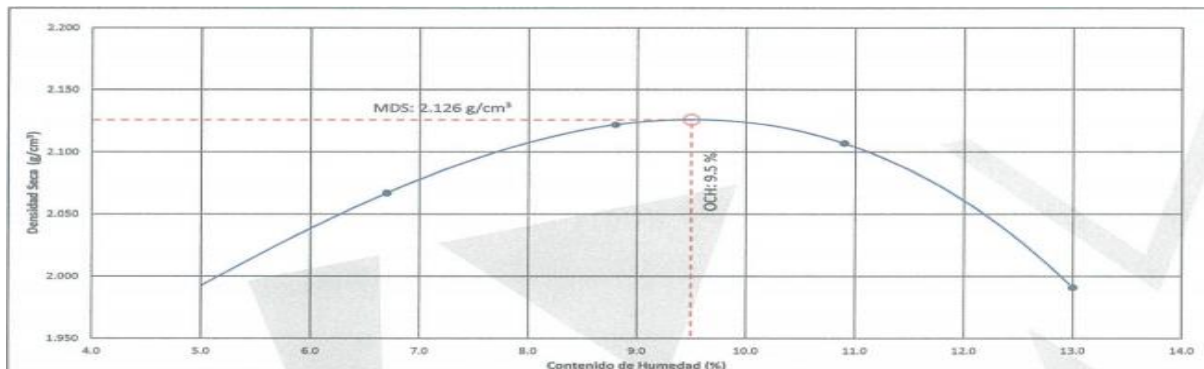


Nota. Tomada de Laboratorio de Suelos y Concreto S.A.C



## Figura 28

*Variación de Máxima Densidad Seca y Óptimo Contenido de Humedad de la Calicata 1 adicionando 25% LFS*



*Nota.* Tomada de Laboratorio de Suelos y Concreto S.A.C.

### **CBR (Ensayo de Relación de Soporte de California):**

- De los datos anteriores, tanto la Densidad Máxima Seca y Optimo Contenido de Humedad se pudo hallar el CBR de la muestra patrón y de las dosificaciones con escoria blanca de horno de cuchara (LFS). Basado en ASTM D1883-16.

## Figura 29

### *Prueba de Compresión (CBR)*



*Nota.* Elaboración Propia

## Tabla 27

*Resultados obtenidos del ensayo CBR a 0.1" de penetración al 95% MDS de la muestra patrón*

Muestra	# de Golpes	Valores a 0.1"	CBR (%)	Categoría Subrasante
---------	-------------	----------------	---------	----------------------

C-1	10	12.5		
C-1	25	28.3	22.8	Subrasante muy buena
C-1	56	35.8		

*Nota.* Elaboración Propia

### **Tabla 28**

*Resultados obtenidos del ensayo CBR a 0.1" de penetración al 100% MDS de la muestra patrón*

Muestra	# de Golpes	Valores a 0.1"	CBR (%)	Categoría Subrasante
C-1	10	12.5		
C-1	25	28.3	34.9	Subrasante Excelente
C-1	56	35.8		

*Nota.* Elaboración Propia

### **Tabla 29**

*Resultados obtenidos del ensayo CBR a 0.2" de penetración al 95% MDS de la muestra patrón*

Muestra	# de Golpes	Valores a 0.2"	CBR (%)	Categoría Subrasante
C-1	10	11.2	21.9	Subrasante muy buena

C-1	25	27.5
C-1	56	35.2

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 30**

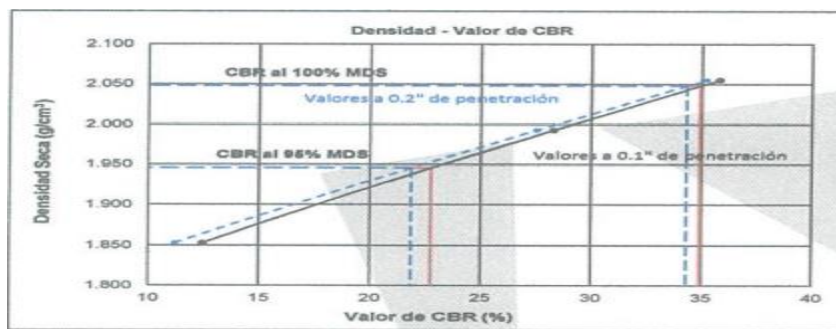
Resultados obtenidos del ensayo CBR a 0.2" de penetración al 100% MDS de la muestra patrón

Muestra	# de Golpes	Valores a 0.2"	CBR (%)	Categoría Subrasante
C-1	10	11.2		
C-1	25	27.5	34.3	Subrasante Excelente
C-1	56	35.2		

Nota. Elaboración Propia

**Figura 30**

Valores del Ensayos CBR tanto al 95% y 100% de la muestra patrón



*Nota.* Tomado de Laboratorio de Suelos y Concreto S.A.C.

**Tabla 31**

*Resultados obtenidos del ensayo CBR a 0.1” de penetración al 95% MDS de la muestra adicionando 15%LFS*

Muestra	# de Golpes	Valores a 0.1”	CBR (%)	Categoría Subrasante
C-1 + 15% LFS	10	18.6		
C-1 + 15% LFS	25	40.6	33.5	Subrasante Excelente
C-1 + 15% LFS	56	52.8		

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 32**

*Resultados obtenidos del ensayo CBR a 0.1” de penetración al 100% MDS de la muestra adicionando 15%LFS*

Muestra	# de Golpes	Valores a 0.1”	CBR (%)	Categoría Subrasante
C-1 + 15% LFS	10	18.6		
C-1 + 15% LFS	25	40.6	52.2	Subrasante Excelente
C-1 + 15% LFS	56	52.8		

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 33**

*Resultados obtenidos del ensayo CBR a 0.2” de penetración al 95% MDS de la muestra adicionando 15%LFS*

Muestra	# de Golpes	Valores a 0.2”	CBR (%)	Categoría Subrasante
C-1 + 15% LFS	10	14.8		
C-1 + 15% LFS	25	36.0	29.3	Subrasante muy buena
C-1 + 15% LFS	56	47.4		

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 34**

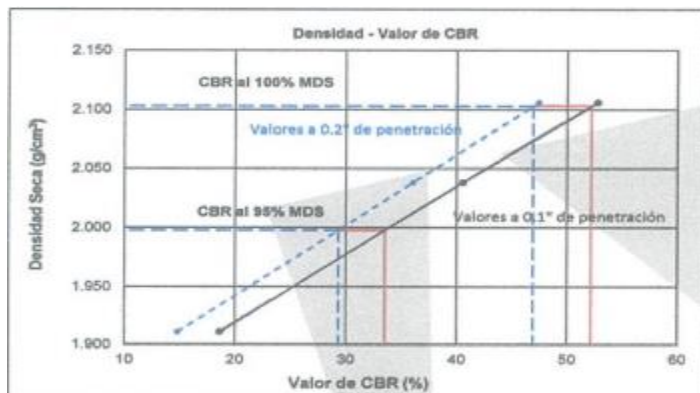
*Resultados obtenidos del ensayo CBR a 0.2” de penetración al 100% MDS de la muestra adicionando 15%LFS*

Muestra	# de Golpes	Valores a 0.2”	CBR (%)	Categoría Subrasante
C-1 + 15% LFS	10	14.8		
C-1 + 15% LFS	25	36.0	46.9	Subrasante Excelente
C-1 + 15% LFS	56	47.4		

*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 31**

*Valores del ensayo CBR al 95% y 100% MDS de la calicata 1 adicionando 15%LFS*



*Nota.* Tomado de Laboratorio de Suelos y Concreto S.A.C.

**Tabla 35**

*Resultados obtenidos del ensayo CBR a 0.1" de penetración al 95% MDS de la muestra adicionando 20%LFS*

Muestra	# de Golpes	Valores a 0.1"	CBR (%)	Categoría Subrasante
C-1 + 20% LFS	10	20.5		
C-1 + 20% LFS	25	46.2	41.6	Subrasante Excelente
C-1 + 20% LFS	56	66.3		

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 36**

*Resultados obtenidos del ensayo CBR a 0.1” de penetración al 100% MDS de la muestra adicionando 20%LFS*

Muestra	# de Golpes	Valores a 0.1”	CBR (%)	Categoría Subrasante
C-1 + 20% LFS	10	20.5		
C-1 + 20% LFS	25	46.2	65.3	Subrasante Excelente
C-1 + 20% LFS	56	66.3		

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 37**

*Resultados obtenidos del ensayo CBR a 0.2” de penetración al 95% MDS de la muestra adicionando 20%LFS*

Muestra	# de Golpes	Valores a 0.2”	CBR (%)	Categoría Subrasante
C-1 + 20% LFS	10	17.4		
C-1 + 20% LFS	25	46.2	38.1	Subrasante Excelente
C-1 + 20% LFS	56	66.3		

*Nota.* Elaboración Propia



**Tabla 38**

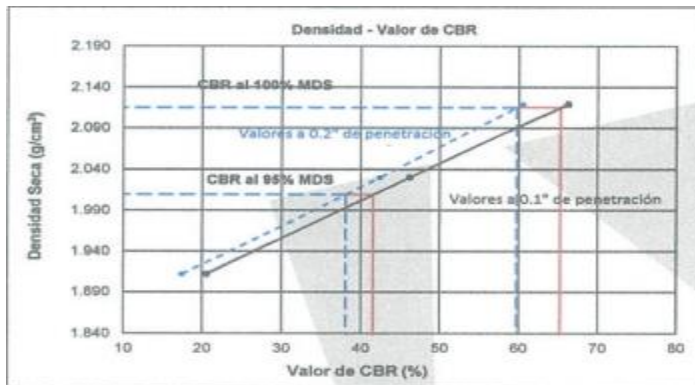
*Resultados obtenidos del ensayo CBR a 0.2” de penetración al 100% MDS de la muestra adicionando 20%LFS*

Muestra	# de Golpes	Valores a 0.2”	CBR (%)	Categoría Subrasante
C-1 + 20% LFS	10	17.4		
C-1 + 20% LFS	25	46.2	59.7	Subrasante Excelente
C-1 + 20% LFS	56	66.3		

*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 32**

*Valores de ensayo CBR al 95% y 100% MDS de la calicata 1 adicionando 20%LFS*



*Nota.* Tomado de Laboratorio de Suelos y Concreto S.A.C.

**Tabla 39**

*Resultados obtenidos del ensayo CBR a 0.1” de penetración al 95% MDS de la muestra adicionando 25%LFS*

Muestra	# de Golpes	Valores a 0.1”	CBR (%)	Categoría Subrasante
C-1	10	26.5		
C-1	25	57.3	51.9	Subrasante Excelente
C-1	56	79.4		

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 40**

*Resultados obtenidos del ensayo CBR a 0.1” de penetración al 100% MDS de la muestra adicionando 25%LFS*

Muestra	# de Golpes	Valores a 0.1”	CBR (%)	Categoría Subrasante
C-1	10	26.5		
C-1	25	57.3	79.4	Subrasante Excelente
C-1	56	79.4		

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 41**

*Resultados obtenidos del ensayo CBR a 0.2” de penetración al 95% MDS de la muestra adicionando 25%LFS*

Muestra	# de Golpes	Valores a 0.2”	CBR (%)	Categoría Subrasante
C-1	10	21.4		
C-1	25	54.2	48.6	Subrasante Excelente
C-1	56	75.9		

*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 42**

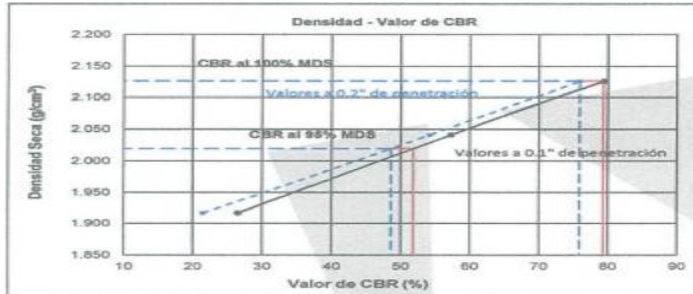
*Resultados obtenidos del ensayo CBR a 0.2” de penetración al 100% MDS de la muestra adicionando 25%LFS*

Muestra	# de Golpes	Valores a 0.2”	CBR (%)	Categoría Subrasante
C-1	10	21.4		
C-1	25	54.2	75.9	Subrasante Excelente
C-1	56	75.9		

*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 33**

Valores del ensayo CBR al 95% y 100% MDS de la calicata 1 adicionando 25%LFS



Nota. Tomado de Laboratorio de Suelos y Concreto S.A.C.

**Tabla 43**

Resumen de Resultados CBR

		Escoria Blanca (LFS)							
Calicata	MDS (%)	Porcentajes a 0.1''				Porcentajes a 0.2''			
		0%	15%	20%	25%	0%	15%	20%	25%
C-1	95	22.8	33.5	41.6	51.9	21.9	29.3	38.1	48.6
	100	34.9	52.2	65.3	79.4	34.3	46.9	59.7	75.9

Nota. Elaboración Propia

**Ensayo Corte Directo:**

- Finalmente, se concluyó con el Corte Directo para poder hallar el esfuerzo cortante, valores de cohesión y ángulo de fricción del suelo natural y agregando las dosificaciones de 15%, 20% y 25%. Basado según ASTM D3080/D3080M-11.

### Figura 34

#### *Preparación de la Muestra*



*Nota.* Elaboración Propia

### Figura 35

#### *Maquina de Corte Directo*



*Nota.* Elaboración Propia

**Tabla 44**

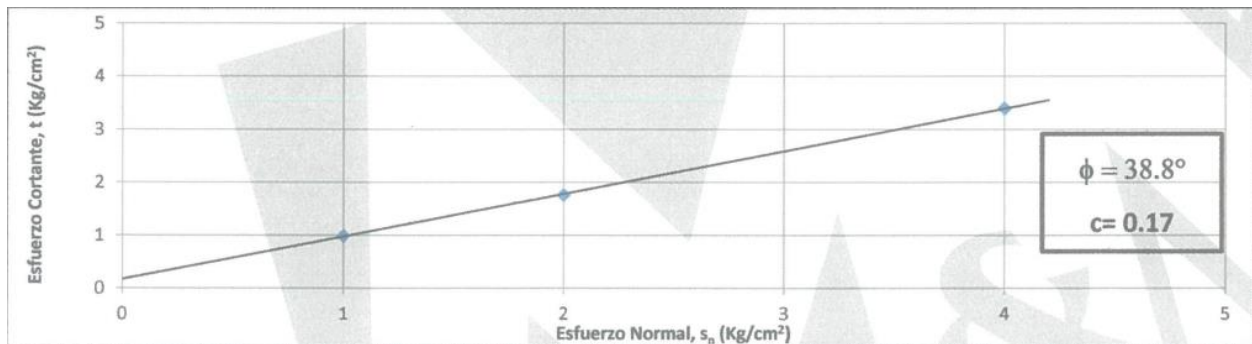
*Esfuerzos Cortantes para M1*

Esfuerzo Cortante			
Numero de Especímenes			
Corte Directo	A	B	C
Esfuerzo de Corte	0.988	1.763	3.397

*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 36**

*Grafica de relación Esfuerzo Cortante-Esfuerzo Normal para M1*



*Nota.* Tomado de Laboratorio de Suelos y Concreto S.A.C.

**Tabla 45**

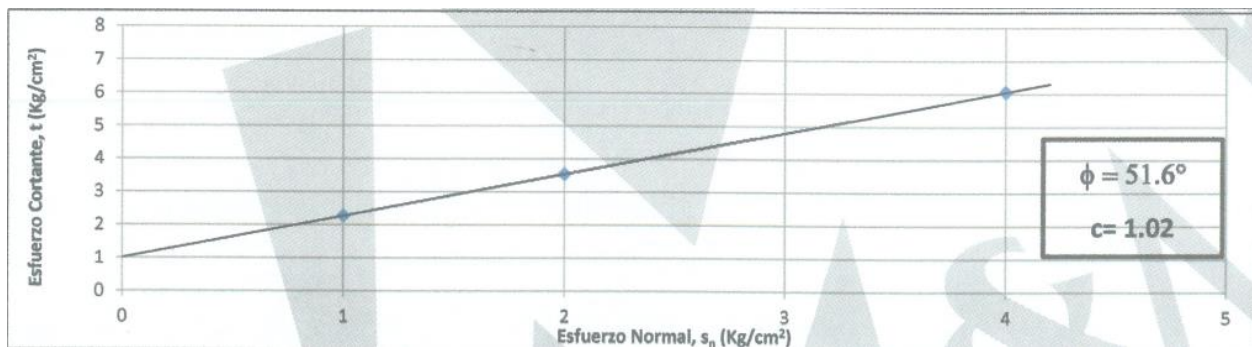
*Esfuerzos Cortantes para M1 + 15% LFS*

Esfuerzo Cortante			
Numero de Especímenes			
Corte Directo	A	B	C
Esfuerzo de Corte	2.278	3.542	6.065

*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 37**

*Gráfica de relación Esfuerzo Cortante-Esfuerzo Normal para M1 + 15% LFS*



*Nota.* Tomado de Laboratorio de Suelos y Concreto S.A.C.



**Tabla 46**

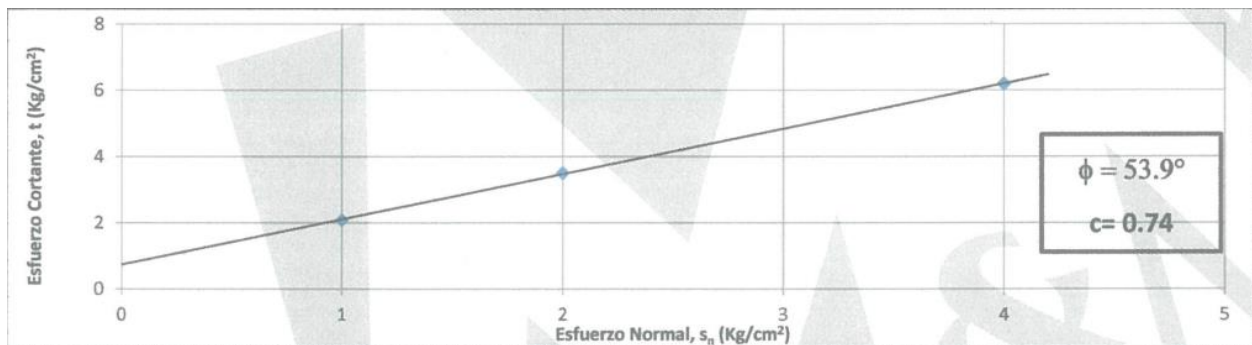
*Esfuerzos Cortantes para M1 + 20% LFS*

Esfuerzo Cortante			
Numero de Especímenes			
Corte Directo	A	B	C
Esfuerzo de Corte	2.086	3.506	6.195

*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 38**

*Gráfica de relación Esfuerzo Cortante-Esfuerzo Normal para M1 + 20% LFS*



*Nota.* Tomado de Laboratorio de Suelos y Concreto S.A.C.

**Tabla 47**

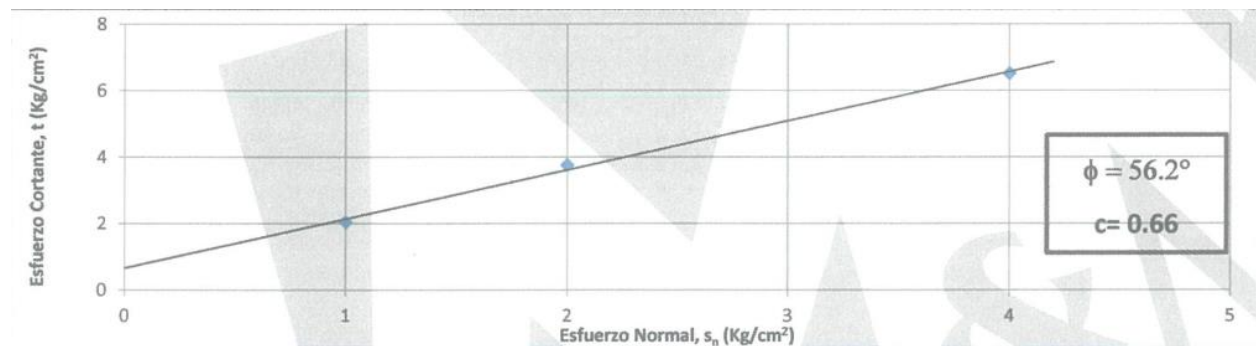
*Esfuerzos Cortantes para M1 + 25% LFS*

Esfuerzo Cortante			
Numero de Especímenes			
Corte Directo	A	B	C
Esfuerzo de Corte	2.039	3.761	6.523

*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 39**

*Grafica de relación Esfuerzo Cortante-Esfuerzo Normal para M1 + 25% LFS*



*Nota.* Tomado de Laboratorio de Suelos y Concreto S.A.C.

**Tabla 48**

*Valores de Angulo de Fricción y Cohesión de los Suelos Arcillosos*

Muestra	Cohesión “C” (Kg/cm <sup>2</sup> )	Angulo de fricción ( $\phi$ )
C-1	0.17	38.8
C-1 + 15% LFS	1.02	51.6
C-1 + 20% LFS	0.21	18
C-1 + 25% LFS	0.25	17

*Nota.* Elaboración Propia

### CAPITULO III: RESULTADOS

#### 3.1. Contenido de Humedad:

**Tabla 49**

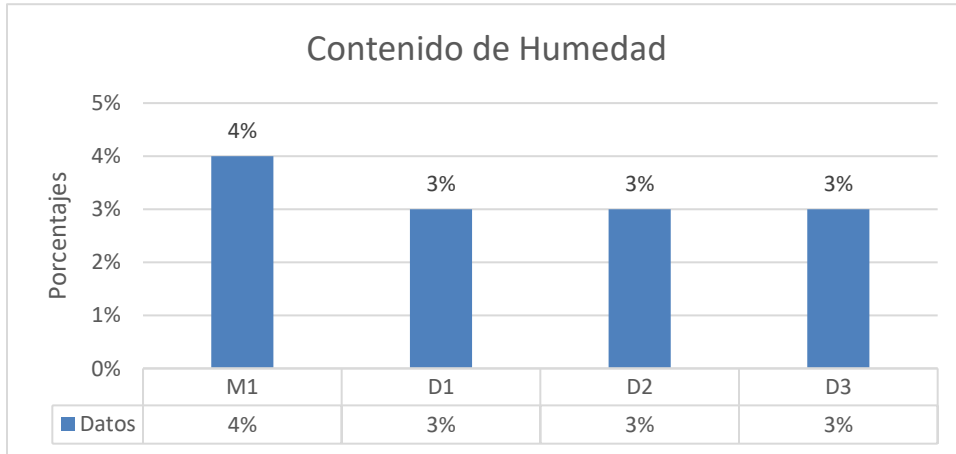
*Resumen de Contenido de Humedad*

Contenido de Humedad		
Descripción	Porcentajes de Humedad (%)	Reducción Porcentaje respecto a M1
M1	4	0%
D1: M1+15%LFS	3	25%
D2: M1+20%LFS	3	25%
D3: M1+25%LFS	3	25%

*Nota.* Elaboración Propia

### Figura 40

#### Comparativa de los Contenidos de Humedad



Nota. Elaboración Propia

INTERPRETACION: Según la Tabla 49 y Figura 40, existe una reducción del Contenido de Humedad del 25% respecto al suelo natural, agregando las dosificaciones. Esto se debe a que la escoria blanca contiene iones calcio que interacciona con las partículas de suelo, volviéndolo menos vulnerable a los cambios de volumen por el agua. Según la Norma utilizada ASTM D2216-19, Método A, el Contenido de Humedad debe variar  $\pm 1$ , la cual se cumple en los resultados.

### 3.2 Índice de Plasticidad:

**Tabla 50**

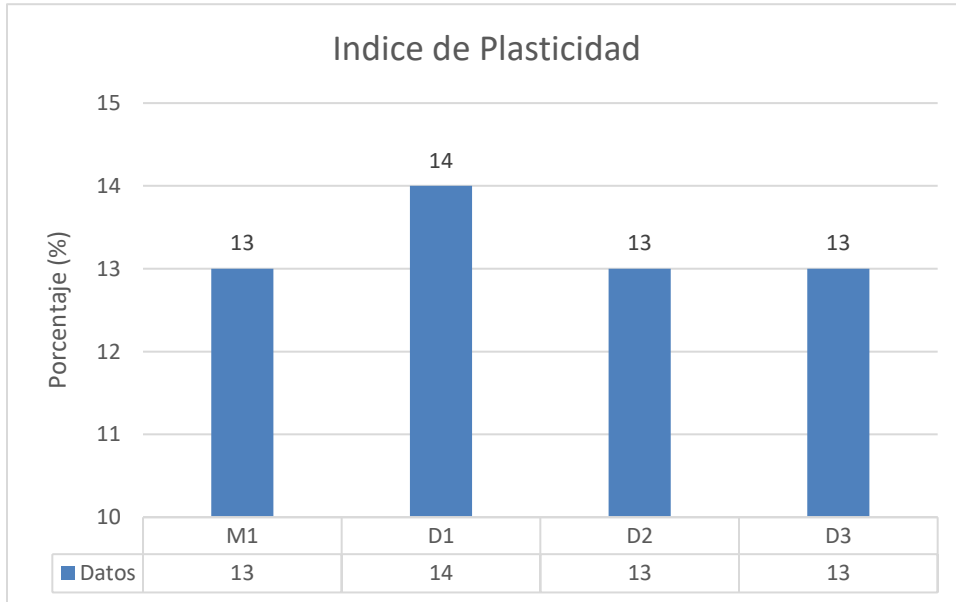
*Resumen de Índice de Plasticidad*

Índice de Plasticidad		
Descripción	Porcentajes (%)	Porcentaje respecto a M1
M1	13	0%
D1: M1+15%LFS	14	+7.69%
D2: M1+20%LFS	13	0%
D3: M1+25%LFS	13	0%

*Nota.* Elaboración Propia

### Figura 41

#### Comparativa de Índices de Plasticidad



Nota. Elaboración Propia

INTERPRETACION: Según la Tabla 50 y Figura 41, las dosificaciones no aportan en la reducción del Contenido de Humedad; es más, D2 genera un aumento en 7.69%, la cual perjudica el material. Todo basado en la norma ASTM D4318-17e1 – Método A. Además, se deduce que la escoria blanca no aporte en el Índice de Plasticidad, cuando el suelo es plasticidad media-baja.

### 3.3. Densidad Máxima Seca:

**Tabla 51**

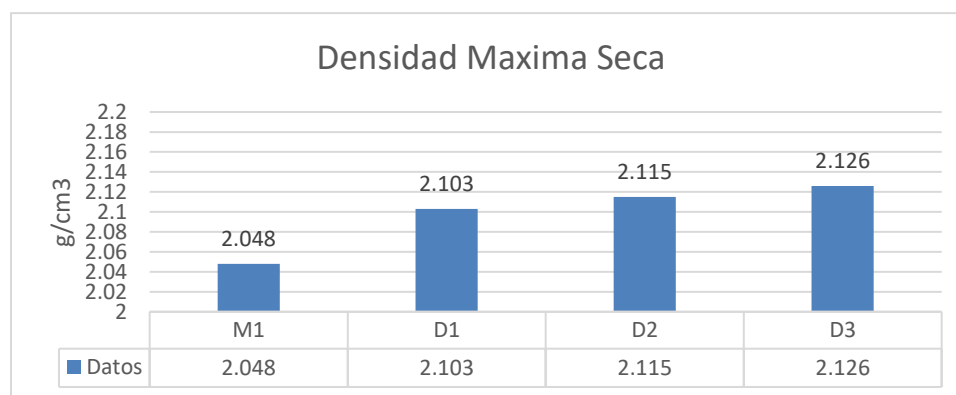
*Resumen de la Densidad Máxima Seca*

Densidad Máxima Seca		
Descripción	Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	Reducción de Porcentajes respecto a M1
M1	2.048	0%
D1: M1+15%LFS	2.103	2.69%
D2: M1+20%LFS	2.115	3.27%
D3: M1+25%LFS	2.126	3.81%

*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 42**

*Comparativa de la Densidad Máxima Seca*





*Nota.* Elaboración Propia

INTERPRETACION: Según la Tabla 51 y Figura 42, se observa que D3 tiene mayor incidencia comparado con las otras dosificaciones, la cual aumenta en 3.81% en la Densidad Máxima Seca respecto a la muestra patrón. Basado en el Método A de la Norma ASTM D1557-12e1. Además, la escoria blanca al conseguir que aumente la densidad del suelo, se lograra obtener un mayor índice de CBR, la cual es la propiedad mecánica más importante.

### 3.4. CBR (California Bearing Ratio):

**Tabla 52**

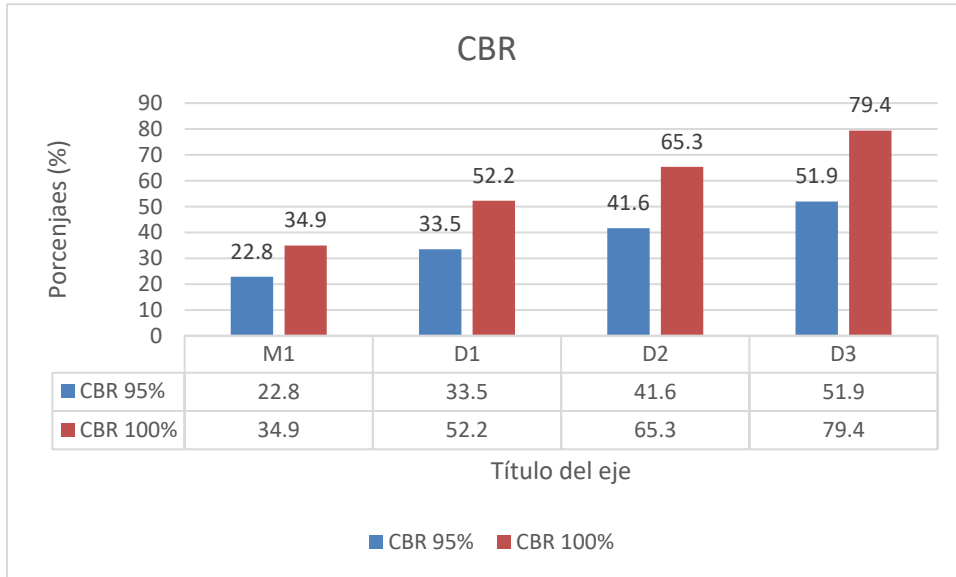
*Resumen de CBR a 0.1" de penetración*

Descripción	CBR			
	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95% respecto a M1	CBR al 100% respecto a M1
M1	22.8	34.9	0%	0%
D1: M1+15%LFS	33.5	52.2	46.93%	49.57%
D2: M1+20%LFS	41.6	65.3	82.46%	87.11%
D3: M1+25%LFS	51.9	79.4	127.63%	127.51%

*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 43**

*Comparativa de CBR a 0.1” de penetración*



*Nota.* Elaboración Propia

INTEPRETACION: Según la gráfica Tabla 52 y Figura 43, se puede observar que la mayor incidencia es D3, teniendo un incremento de 127.63% de CBR al 95%MDS y 127.51% de CBR al 100%MDS respecto a la muestra patrón. Además, de acuerdo al Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos del MTC, al contener un CBR >30% se puede definir como subrasante excelente, teniendo en cuenta que nuestro suelo es de tercera categoría.

**Tabla 53**

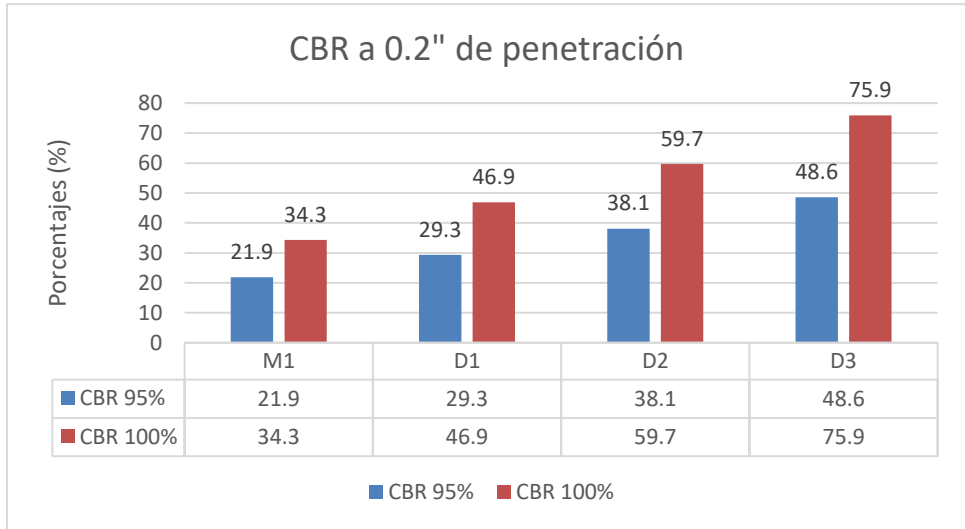
*Resumen de CBR a 0.2” de penetración*

Descripción	CBR			
	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95% respecto a M1	CBR al 100% respecto a M1
M1	21.9	34.3	0%	0%
D1: M1+15%LFS	29.3	46.9	33.79%	36.73%
D2: M1+20%LFS	38.1	59.7	73.97%	74.05%
D3: M1+25%LFS	48.6	75.9	121.92%	121.28%

*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 44**

*Comparativa CBR a 0.2" de penetración*



*Nota.* Elaboración Propia

INTERPRETACION: Según la gráfica Tabla 53 y Figura 44, se puede observar que la mayor incidencia es D3, teniendo un incremento de 121.92% de CBR al 95%MDS y 121.28% de CBR al 100%MDS respecto a la muestra patrón. Además, de acuerdo al Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos del MTC, al contener un CBR >30% se puede definir como subrasante excelente, teniendo en cuenta que nuestro suelo es de tercera categoría.

### 3.5. Esfuerzo Cortante:

**Tabla 54**

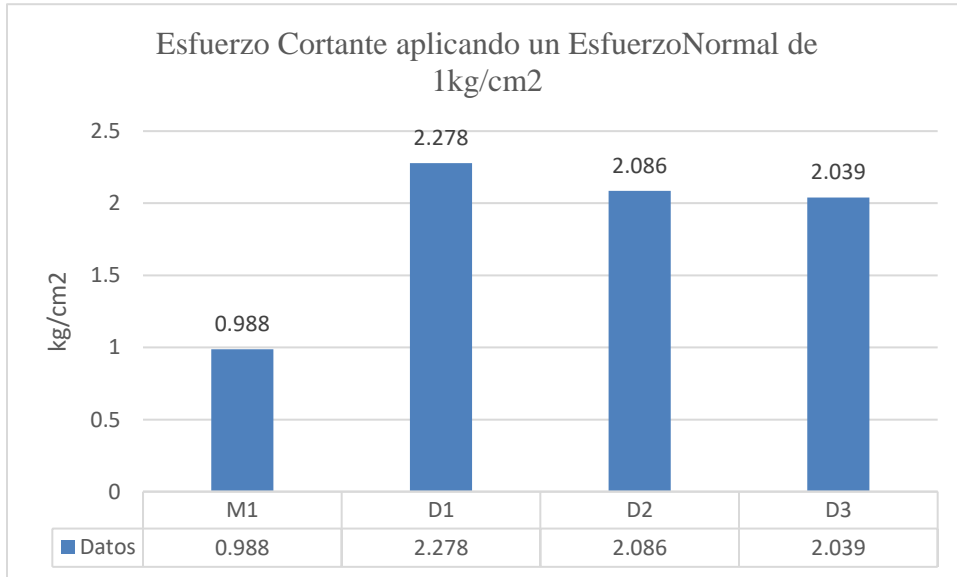
*Resumen de Esfuerzo Cortante aplicando un Esfuerzo Normal de 1kg/cm<sup>2</sup>*

Esfuerzo Cortante		
Descripción	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Aumento de Esfuerzo respecto a M1 (%)
M1	0.988	0%
D1: M1+15%LFS	2.278	130.57%
D2: M1+20%LFS	2.086	111.13%
D3: M1+25%LFS	2.039	106.38%

*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 45**

*Comparativa de los Esfuerzos Cortantes al aplicar un Esfuerzo Normal de 1kg/cm<sup>2</sup>*



*Nota.* Elaboración Propia

INTERPRETACION: Se puede deducir de la Tabla 54 y Figura 45 de que el máximo valor del Esfuerzo Cortante es al agregar 15 % de LFS, la cual aumenta en 130.57% respecto a la muestra patrón. Todo resultado basado en ASTM D3080/D3080M-11. Además, ya que la escoria blanca aumenta el esfuerzo cortante, también incrementara la cohesión del suelo; y este último, consigue que el suelo tengo menos probabilidades que sufra un derrumbe.

**Tabla 55**

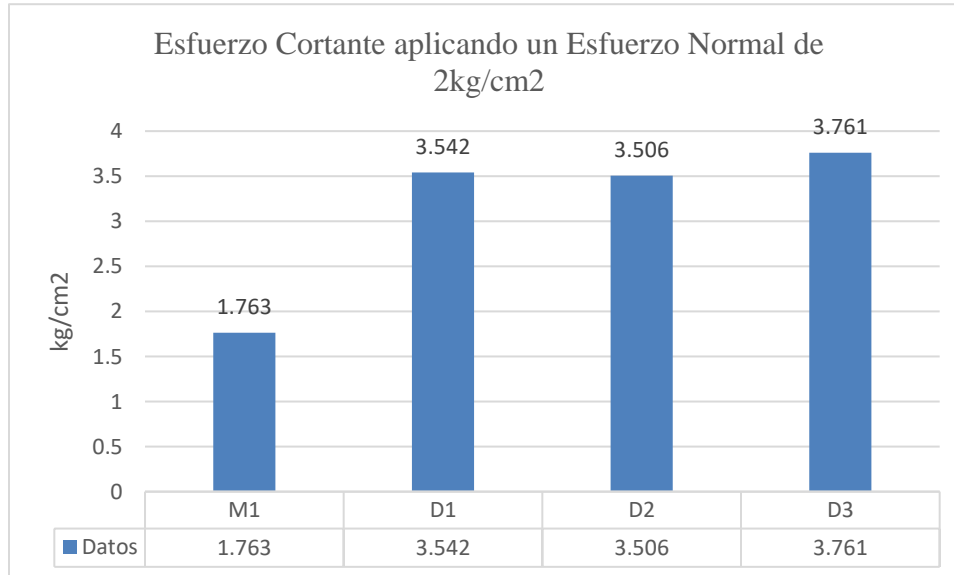
*Resumen de Esfuerzo Cortante aplicando un Esfuerzo Normal de 2kg/cm<sup>2</sup>*

Esfuerzo Cortante		
Descripción	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Aumento de Esfuerzo respecto a M1 (%)
M1	1.763	0%
D1: M1+15%LFS	3.542	100.91%
D2: M1+20%LFS	3.506	98.87%
D3: M1+25%LFS	3.761	113.33%

*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 46**

*Comparativa de los Esfuerzos Cortantes al aplicar un Esfuerzo Normal de 2kg/cm<sup>2</sup>*



*Nota.* Elaboración Propia

INTERPRETACION: Se puede deducir de la Tabla 55 y Figura 46 de que el máximo valor del Esfuerzo Cortante es al agregar 25 % de LFS, la cual aumenta en 113.33% respecto a la muestra patrón. Todo resultado basado en ASTM D3080/D3080M-11. Además, ya que la escoria blanca aumenta el esfuerzo cortante, también incrementara la cohesión del suelo; y este último, consigue que el suelo tenga menos probabilidades que sufra un derrumbe.



**Tabla 56**

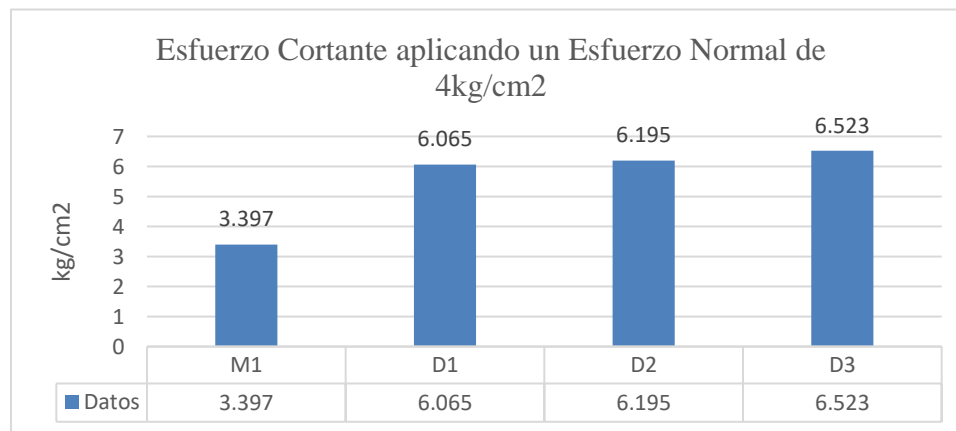
*Resumen de Esfuerzo Cortante aplicando un Esfuerzo Normal de 4kg/cm<sup>2</sup>*

Esfuerzo Cortante		
Descripción	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Aumento de Esfuerzo respecto a M1 (%)
M1	3.397	0%
D1: M1+15%LFS	6.065	67.20%
D2: M1+20%LFS	6.195	82.37%
D3: M1+25%LFS	6.523	92.02%

*Nota.* Elaboración Propia

**Figura 47**

*Comparativa de los Esfuerzos Cortantes al aplicar un Esfuerzo Normal de 4kg/cm<sup>2</sup>*

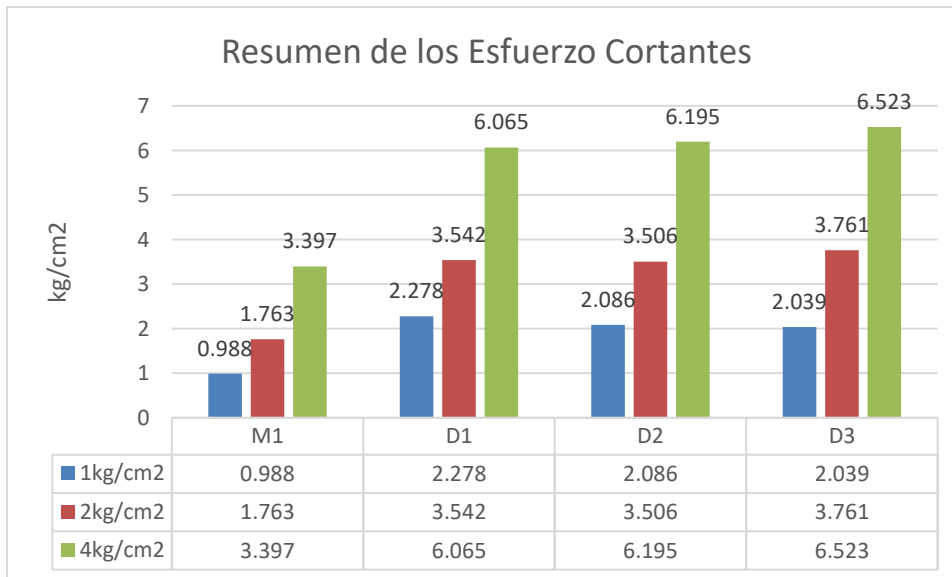


Nota. Elaboración Propia

INTERPRETACION: Se puede deducir de la Tabla 56 y Figura 47 de que el máximo valor del Esfuerzo Cortante es al agregar 25 % de LFS, la cual aumenta en 92.02% respecto a la muestra patrón. Todo resultado basado en ASTM D3080/D3080M-11. Además, ya que la escoria blanca aumenta el esfuerzo cortante, también incrementara la cohesión del suelo; y este último, consigue que el suelo tengo menos probabilidades que sufra un derrumbe.

**Figura 48**

*Comparativa Resumen de los Esfuerzo Cortantes*



Nota. Elaboración Propia

INTERPRETACION: Se puede apreciar de la Figura 48 de que, al aumentar las dosificaciones y el Esfuerzo Normal aplicado, existe un incremento en el Esfuerzo Cortante respecto a la muestra patrón. Todo resultado basado en ASTM D3080/D3080M-11.

## CAPITULO IV: DISCUSION Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusiones:

#### **Indicador 1: Contenido de Humedad**

Para el Contenido de Humedad (C.H), al agregar las dosificaciones de 15%, 20% y 25% de escoria (LFS), reduce en 25% para D1, D2 y D3 respecto a la muestra patrón. Para Llano (2021), en el Contenido de Humedad presenta una mayor incidencia al agregar 10% de escoria blanca, la reduce su porcentaje de 12.4% (suelo patrón) hasta 9.4%; es decir, reduce en 24,19% respecto a la muestra patrón. Por otro lado, para Ocupa y Troyes (2021), en el C.H, la muestra patrón es de 12.74%, y las dosificaciones no presenta varias alguno en la humedad. Los resultados de esta presente investigación tienen similitud solo con el primer antecedente, esto se debe a que la escoria contiene iones de calcio ( $Ca^{2+}$ ) que disminuye el C.H del suelo.

#### **Indicador 2: Índice de Plasticidad**

Al agregar las dosificaciones de 15%, 20% y 25% de escoria de blanca de horno de cuchara (LFS) con respecto al suelo natural, se obtiene el incremento de 7.69% para D1, y para D2 y D3, no presenta ninguna alteración, todo respecto a la muestra patrón. Para Guerrero (2021), en el Índice de Plasticidad presenta 0% tanto para la muestra patrón como las dosificaciones de 4%, 6% y 8%. En cambio, Cohen y Paz (2022), al sustituir escoria blanca en 7.5%, 15% y 22.5% a la muestra patrón, se obtiene del 27% del suelo patrón a 24 % en el índice de plasticidad para cada

una. Los resultados de esta presente investigación difieren con los antecedentes señalados, porque Oliver Rivera Huamani Pág. 115 a pesar de que la escoria tiene iones de calcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ), no reduce en el IP del suelo de baja plasticidad, pero en el antecedente si reduce el IP de suelo de alta plasticidad, por el cual, se infiere que la escoria solo reduce el IP de suelos de plasticidad alta ( $\text{IP} > 20$ ).

### **Indicador 3: Densidad Máxima Seca**

Al agregar las dosificaciones 15%, 20% y 25% de escoria blanca de horno de cuchara con respecto al suelo natural, se obtiene un aumento de la densidad máxima seca en 2.69%, 3.27% y 3.81% respecto a la muestra patrón. La cual infiere que al agregar 25% LFS se obtiene mejores resultados. Para Ospina, Chavez y Jimenez (2019), al sustituir 20%, 50% y 75% de escoria de acero se obtiene un aumento en la densidad de 3.14% y 5.66%, y una reducción de 2.51% respecto al suelo patrón. También, para Pérez (2022), al añadir 3%, 6% y 12% de escoria de acero, se logra obtener porcentajes de aumento en la Densidad Máxima Seca de 3.10%, 4.52% y 8.93% respecto a la muestra patrón. Los resultados de esta presente investigación tienen similitud con los antecedentes, esto se debe a que la escoria de acero contiene de iones de calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), la cual genera el incremento de la Densidad Máxima Seca. Entonces, lograr incrementar en la Densidad, se podrá conseguir un aumento proporcional en el CBR.

### **Indicador 4: CBR**

En el CBR, al sustituir con las dosificaciones de 15%, 20% y 25% de escoria blanca de horno de cuchara, se obtiene un incremento en 46.93%, 82.46% y 127.63% respecto a la muestra patrón. Para Ccoillo (2017), al agregar 10%, 20%, 30% y 40% de escoria, se obtiene el incremento de CBR de 5.61, 342.07%, 431.55%, 763.28% y 1147.77%. Además, para Llano (2021), al sustituir en 5% y 10%, se obtuvo el aumento de CBR en 23.07% y 41.26% respecto al suelo patrón. Los resultados de esta presente investigación tienen similitud con los antecedentes, esto se debe que la escoria proveniente de siderurgia, y conlleva iones de calcio ( $Ca^{+2}$ ) que mejoran el CBR del suelo.

### **Indicador 5: Esfuerzo Cortante**

En el Esfuerzo Cortante, al agregar las dosificaciones de 15%, 20% y 25%, se obtiene un incremento en los esfuerzos cortantes máximos (con un esfuerzo normal de 4 kg/cm<sup>2</sup>) de 67.20%, 82.37% y 92.02% respecto al suelo patrón. Obteniéndose el mayor esfuerzo cortante al agregar 25% de escoria blanca (LFS). Para Ospina, Chavez y Jimenez (2019), al agregar 25%, 50% y 75% de escoria de acero, se obtiene una reducción de esfuerzo cortante en 20%, 25% y 50% respecto a la muestra patrón. Por otro lado, para Leiva, Montenegro y Ponce (2017), al agregar 5% de escoria aumento el Esfuerzo Cortante en 19.04% respecto a la muestra patrón. Los resultados de esta investigación tienen similitud con el segundo antecedente, y difiere con el primero, ya que este último no aporta en el Esfuerzo Cortante, y la escoria de acero contiene iones de calcio ( $Ca^{+2}$ ) que mejora esta propiedad mecánica del suelo.

#### 4.2. Conclusiones:

- De la evaluación realizada en el presente trabajo de investigación, se ha determinado que La Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye significativamente en el CBR de Suelos Arcillosos a nivel de Subrasante en la Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022, dado que para todas las dosificaciones aumenta el CBR, encontrándose que la dosificación D3 es la que presenta mayor incremento, siendo esta del orden de 127% respecto a la muestra patrón. Según se indica en la tabla 52 y figura 43. Además, todas las dosificaciones superan el CBR mínimo de 3% indicado en el Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos-Sección Suelos y Pavimentos para este tipo de suelo.
- De la evaluación realizada en el presente trabajo de investigación, se ha determinado que La Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye beneficiosamente en el Esfuerzo Cortante de Suelos Arcillosos a nivel de Subrasante en la Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022, debido que la dosificación de mayor incidencia es D3, y aumenta el Esfuerzo Cortante en 92.02% respecto al suelo patrón. Según se indica en la tabla 56 y figura 47. Además, todo procedimiento fue basado en ASTM D3080/D3080M-11, al obtener mayor esfuerzo cortante se logra mayor valor de cohesión del suelo; y este último, genera que un suelo tenga menos probabilidades que se derrumbe.

- De la evaluación realizada en el presente trabajo de investigación, se ha determinado que La Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) no influye sustancialmente en el Índice de Plasticidad de Suelos Arcillosos a nivel de Subrasante en la Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022, dado que el Índice de Plasticidad no disminuye con las dosificaciones D2 y D3 respecto al suelo patrón. Según se indica en la tabla 50 y figura 41. Estos resultados se deben a que la escoria blanca influye de manera importante cuando los suelos tienen alta plasticidad ( $IP > 20$ ), y no influye sustancialmente cuando es un suelo de media-baja plasticidad ( $7 \leq IP \leq 20$ ,  $IP < 7$ ).
- De la evaluación realizada en el presente trabajo de investigación, se ha determinado que La Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye moderadamente en el Contenido de Humedad de Suelos Arcillosos a nivel de Subrasante en la Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022, debido a que reduce el Contenido de Humedad en 25% respecto al suelo patrón o solo 1%. Según indica la tabla 49 y figura 40. La cual se debe, ya que la escoria blanca influye en la reducción del Contenido de Humedad. Además, la norma ASTM D2216-19, Método A, menciona que el Contenido de Humedad debe variar  $\pm 1$  al agregar otro material, la cual se cumple en este presente trabajo de investigación.
- De la evaluación realizada en el presente trabajo de investigación, se ha determinado que La Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) influye positivamente en la Densidad



Máxima Seca de Suelos Arcillosos a nivel de Subrasante en la Vías de la Urbanización José Gálvez, VMT-2022, dado que la dosificación de mayor incidencia es D3, y aumenta la Densidad Máxima Seca en 3.81% respecto a la muestra patrón. Según indica la tabla 51 y figura 42. La escoria de acero influye en la Densidad Máxima Seca, debido a las propiedades de iones de calcio que contiene. También, al conseguir una mayor Densidad Máxima Seca, se obtendrá un mayor CBR, la cual es la propiedad mecánica más importante.

- La estabilización de suelo arcilloso respecto a las propiedades físicas, ha mejorado en el C.H y D.M.S, pero no mejora el IP. Sin embargo, en las propiedades mecánicas, si ha mejorado en el CBR y Esfuerzo Cortante. Entonces, la escoria blanca no mejora en las propiedades físicas, solo en las mecánicas.

#### **4.3. Recomendaciones:**

- Se recomienda utilizar aditivos complementarios de carácter puzolánico como el cemento, para tener una mejor reducción del Contenido de Humedad, debido a que el presente trabajo solo reduce en 25% respecto a la muestra patrón o 1%, la cual es baja.

- Respecto al Índice de Plasticidad, se recomienda combinar el aditivo propuesto con el aditivo de Oxido de Calcio para conseguir una reducción en estos valores, ya que al contener ambos iones de calcio, tendrán mejores resultados en la plasticidad del suelo.
- Según lo señalado en este presente trabajo, se recomienda para futuras investigaciones, dosificaciones mayores a 25%LFS, dado que con estas dosificaciones se obtiene mejores resultados en la Densidad Máxima Seca.
- Respecto al CBR, al utilizar dosificaciones de 15% de escoria blanca, ya se obtiene un CBR de 29.3%, y es cercano a un CBR>30% (subrasante excelente). Entonces, se recomienda utilizar porcentajes cercanos a 15%, y no relativamente mayores, debido a que será innecesario.
- Respecto al Esfuerzo Cortante, se recomienda para futuras investigaciones, dosificaciones a partir de 25%LFS para obtener mejores resultados en el esfuerzo de corte del suelo

### Referencias:

- Ospina García, M. A., Chaves Pabón, S. B. y Jiménez Sicacha, L. M. (2020). Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero, Vol.11 N° 1, 185-196.
- Pérez Villanueva, I. A. (2022). Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el Algarrobal, Ilo, Moquegua 2021. Título Profesional, Universidad Cesar Vallejo. Reposito de Tesis de la Universidad Cesar Vallejo.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91417>.
- Ocupa Meza, S. D. y Troyes, M. H. (2021). Adición de escoria de acero para estabilizar la subrasante en la Carretera Tramo Puente Blanco - Chunchuquillo, Colasay – Jaén – Cajamarca – 2021. Título Profesional, Universidad Cesar Vallejo. Reposito de Tesis de la Universidad Cesar Vallejo.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68271>.
- Uribe Cuyubamba, Y. K. (2018). Capacidad de Soporte de Subrasante en Suelos Estabilizados con Escoria Metalúrgica en Vías de bajo tránsito, distrito manzanares 2017.

Titulo Profesional, Universidad Alas Peruanas. Repositorio de Tesis de la Universidad Alas Peruanas.

<https://repositorio.uap.edu.pe/handle/20.500.12990/8629>.

- Tirado Gutiérrez, C. E. (2019). Análisis Comparativo del uso de Escoria de Siderurgia para la Estabilización de Suelo. Titulo Profesional, Universidad Técnica de Ambato. Reposito de Tesis de la Universidad Técnica de Ambato.

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/30933>.

- Cohen Peña, L. A. y Paz Castillo, P. A. (2022). Mejoramiento de Suelos Arcillosos de la Ruta N° Li- 810 con trayectoria: Emp. Pe3n (Quiruvilca) – Bandurria, con escoria de acero blanca. Título Profesional, Universidad de Ciencias Aplicadas. Repositorio de la Universidad de Ciencias Aplicadas.

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/658820>.

- Llanos Guimaray, L. X. (2021). Mejoramiento de la Capacidad Portante del suelo adicionando 5% y 10% de escoria de acero, C.P “Cambio Puente” Chimbote- Ancash-2021. Título Profesional, Universidad Cesar Vallejo. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/83530>.

- Guerrero Infante, M. E. (2021). Incorporación de escoria negra de acero y cal para mejorar la subrasante en la av. zona industrial de Pachacútec 2021. Título Profesional, Universidad Cesar Vallejo. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/84356>.
- Ccoillo Inca, I. (2017). Comportamiento de la subrasante de suelos con adición de escoria en pavimentos flexibles de la Universidad Agraria la Molina – 2016. Título Profesional, Universidad Cesar Vallejo. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/13342>
- Leiva Vidal, D., Montenegro Cooper, J. y Ponce Abarca, R. (2017). Caracterización de un Suelo Arcilloso y su mezcla con Escoria Blanca proveniente de la siderurgia integral. Simposio de Habilitación Profesional Departamento de Ingeniería Civil. 1-22.
- Amaya, M. E., Botero, E. y Ovando, E. (2018). Óxido de calcio en la estabilización de suelos arcillosos. XXIX Reunión Nacional de Ingeniería Geotécnica. 1-6.
- Yepes Piqueras, V. (2023). Estabilización de suelos con cal. El Blog de Víctor Yepes.  
<https://victoryepes.blogs.upv.es/2021/02/08/estabilizacion-de-suelos-con-cal/#:~:text=El%20efecto%20estabilizador%20de%20la,en%20CaO%20superior%20al%2090%25.>

- García Araujo, B. J. y Morales Delgado, D. M. (2021). Análisis de la estabilidad de un suelo arcilloso con cáscaras de huevo pulverizadas añadidas. Título Profesional, Universidad de la Salle. Repositorio de la Universidad de la Salle.  
[https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1964&context=ing\\_civil](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1964&context=ing_civil)
- Salinas, J. E. y Villao, R. A. (2019). Estudio Comparativo de Estabilización de Suelos de subrasante (suelos expansivos), utilizando cal, sal y geoceldas, para implementación en una nueva vía en la comuna bajadita de colonche de la parroquia colonche. Título Profesional, Universidad Estatal Península de Santa Elena. Repositorio de la Universidad Estatal Península de Santa Elena.  
<https://repositorio.upse.edu.ec/xmlui/handle/46000/5223>.
- Parra Gómez, M. G. (2018). Estabilización de un Suelo con cal y ceniza volante. Título Profesional, Universidad Católica de Colombia. Repositorio de la Universidad Católica de Colombia.  
<https://repository.ucatolica.edu.co/items/6487e678-fcea-4a61-8523-b4bb5bc7bdc9>.
- Bittar, E., Mencia, F., Agüero E., López R. y Quiñonez A. (2019). Comportamiento Mecánico de Suelos Sulfatados Estabilizados con Cenizas de Cáscara de Arroz y Cal Bajo

Diferentes Temperaturas de Curado. Geotechnical Engineering in the XXI Century. 2157-2164.

- Espinoza Eusebio, T. D. y Honores Tantalean, G. F. (2018). Estabilización de Suelos Arcillosos con Conchas de Abanico y Cenizas de Carbón con fines de pavimentación. Título Profesional, Universidad Nacional de Santa. Repositorio de la Universidad Nacional de Santa.  
<https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/3349>.
- Goñas Labajos, O. (2020). Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada. Revista de Investigación Científica UNTRM. 30-35.
- Angulo Roldan, D. y Rojas Escajadillo, H. F. (2016). Ensayo de Fiabilidad con aditivo proes para la Estabilización del Suelo en el aa. hh el milagro, 2016. Título Profesional, Universidad Científica del Perú. Repositorio de la Universidad Científica del Perú.  
<http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/142>.
- Bueno Regalado, J. A. y Torre Maza, H. D. (2019). Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación en el barrio del Pinar,

Independencia, Huaraz – 2018. Título Profesional, Universidad Cesar Vallejo. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/40554>

- Espinoza Chuquino, A. E. y Velásquez Pérez, J. J. (2018). Estabilización De Suelos Arcillosos Adicionando Ceniza De Caña De Azúcar En El Tramo De Pinar-Marian, Distrito De Independencia 2018. Título Profesional, Universidad Cesar Vallejo. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26696>.

- Mena Robles, R. H. (2018). Mejoramiento del suelo de una vía no pavimentada adicionando estabilizador y sellante en la Ca. Morales Bermúdez, Provincia de Huaral, Lima, 2018. Título Profesional, Universidad Cesar Vallejo. Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/25341>.

- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos.

[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos\\_Manual\\_de\\_Carreteras\\_OK.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-05-14%20Seccion%20Suelos%20y%20Pavimentos_Manual_de_Carreteras_OK.pdf)



- Baño, L. y Bevia García, J. F. (2000). Manual técnico de tipo generalista donde se recogen las nociones de proyecto y construcción de carreteras. Vol.1.  
<http://hdl.handle.net/10045/1788>
- Juarez Badillo, E. y Rico Rodriguez, A. (2010). Mecánica de Suelos. Tomo II. Limusa.
- Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (2013). Escorias de Acería de Arco Eléctrico. Escorias Blancas.  
<https://www.cedexmateriales.es/catalogo-de-residuos/25/escorias-de-aceria-de-horno-de-arco-electrico/valorizacion/propiedades-/46/escorias-blancas.html>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. (2014). Metodología de la Investigación. 6ta edición. McGRAW-HILL.

## Anexos

### Anexo 1: Matriz de Consistencia

	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UND DE MEDIDA	FORMULA	INSTRUMENTO	NORMA	DIMENSIONES
Problema General	¿ EN QUE MEDIDA LA ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA(LFS) INFLUYE EN LA ESTABILIZACION DE SUBRASANTE DE SUELOS ARCILLOSOS, VIAS DE LA URBANIZACION JOSE GALVEZ, VMT-2022?	DETERMINAR EN QUE MEDIDA LA ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA(LFS) INFLUYE EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN LA VIAS DE LA URBANIZACION JOSE GALVEZ, VMT-2022	LA ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA(LFS) INFLUYE POSITIVAMENTE EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN LA VIAS DE LA URBANIZACION JOSE GALVEZ, VMT-2022	V.J:Escoria blanca de horno de cuchara (LFS)	DOSIFICACIONES DE LA ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA(LFS)	0%	%		Ficha de Granulometria por tamizado y Observacion	NTP, ASTM Y MTC	DOSIFICACIONES DE LA ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA(LFS)
						15%					
	20%										
	25%										
					COMPONENTES DE LA ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA (LFS)	Oxido de Calcio (CaO)	%		Ficha tecnicas de mecanica de suelos	NTP, ASTM Y MTC	CARACTERISTICAS DE LA ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA
						Dioxido de Silicio (SiO2)					
						Oxido de Aluminio (Al2O3)					
						Oxido de Magnesio (MgO)					
						Oxido de Hierro (Fe2O3)					
						Azufre (S)					
						Oxido de Manganeso (MnO)					
						Oxido de Titanio (TiO2)					
						Oxido de Fosforo (P2O5)					
Problema Especifico 1	¿ DE QUE MANERA LA ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA(LFS) INFLUYE EN EL CBR DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN LA VIAS DE LA URBANIZACION JOSE GALVEZ, VMT-2022?	EVALUAR DE QUE MANERA LA ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA(LFS) INFLUYE EN EL CBR DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN LA VIAS DE LA URBANIZACION JOSE GALVEZ, VMT-2022?	LA ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA(LFS) INFLUYE SIGNIFICATIVAMENTE EN EL CBR DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN LA VIAS DE LA URBANIZACION JOSE GALVEZ, VMT-2022			CBR	%	$G_c = \frac{\gamma_d}{\gamma_{d\ max}} * 100$	Ensayo CBR	NTP, ASTM Y MTC	CBR
Problema Especifico 2	¿ DE QUE FORMA LA ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA(LFS) CONTRIBUYE EN EL ESFUERZO CORTANTE DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN LA VIAS DE LA URBANIZACION JOSE GALVEZ, VMT-2022?	EVALUAR DE QUE FORMA LA ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA(LFS) CONTRIBUYE EN EL ESFUERZO CORTANTE DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN LA VIAS DE LA URBANIZACION JOSE GALVEZ, VMT-2022?	LA ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA(LFS) INFLUYE BENERICIOSAMENTE EN EL ESFUERZO CORTANTE DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN LA VIAS DE LA URBANIZACION JOSE GALVEZ, VMT-2022		PROPIEDADES MECANICAS	Esfuerzo Cortante	kg/cm2	$t = C + \sigma * tg \alpha$	Ensayo de Corte Directo	NTP, ASTM Y MTC	Resistencia al Corte

<p>Problema Especifico 3</p>	<p>¿ DE QUE MODO LA ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA(LFS) INTERVIENE EN EL <b>INDICE DE PLASTICIDAD</b> DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN LA VIAS DE LA URBANIZACION JOSE GALVEZ, VMT-2022?</p>	<p>EVALUAR DE QUE MODO LA ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA(LFS) INTERVIENE EN EL <b>INDICE DE PLASTICIDAD</b> DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN LA VIAS DE LA URBANIZACION JOSE GALVEZ, VMT-2022?</p>	<p>LA ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA(LFS) INFLUYE POSITIVAMENTE EN EL <b>INDICE DE PLASTICIDAD</b> DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN LA VIAS DE LA URBANIZACION JOSE GALVEZ, VMT-2022</p>	<p>V.D:estabilización de subrasante de suelos arcillosos</p>		<p>Indice de Plasticidad</p>	<p>%</p>	$LL = W_p \cdot \left( \frac{M}{25} \right)^{1.425}$	<p>Maquina Casagrande</p>	<p>NTP, ASTM Y MTC</p>	<p>Indice de Plasticidad</p>
<p>Problema Especifico 3</p>	<p>¿ EN QUE MEDIDA LA ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA(LFS) RESPALDA EN EL <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN LA VIAS DE LA URBANIZACION JOSE GALVEZ, VMT-2022?</p>	<p>EVALUAR EN QUE SENTIDO LA ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA(LFS) RESPALDA EN EL <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN LA VIAS DE LA URBANIZACION JOSE GALVEZ, VMT-2022?</p>	<p>LA ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA(LFS) INFLUYE MODERAMENTE EN EL <b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b> DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN LA VIAS DE LA URBANIZACION JOSE GALVEZ, VMT-2022</p>			<p>Contenido Humedad Natural</p>	<p>%</p>	$H = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$	<p>Ensayo CBR</p>	<p>NTP, ASTM Y MTC</p>	<p>Contenido de Humedad</p>
<p>Problema Especifico 3</p>	<p>¿ COMO LA ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA(LFS) ACTUA EN LA <b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b> DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN LA VIAS DE LA URBANIZACION JOSE GALVEZ, VMT-2022?</p>	<p>EVALUAR DE QUE COMO LA ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA(LFS) ACTUA EN LA <b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b> DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN LA VIAS DE LA URBANIZACION JOSE GALVEZ, VMT-2022?</p>	<p>LA ESCORIA BLANCA DE HORNO DE CUCHARA(LFS) INFLUYE UTILMENTE EN LA <b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b> DE SUELOS ARCILLOSOS A NIVEL DE SUBRASANTE EN LA VIAS DE LA URBANIZACION JOSE GALVEZ, VMT-2022</p>		<p>PROPIEDADES FISICAS</p>	<p>Maxima Densidad Seca</p>	<p>g/cm3</p>	$\rho_{max} = \frac{m_s}{V_c}$	<p>Ensayo Proctor Modificado</p>	<p>NTP, ASTM Y MTC</p>	<p>Maxima Densidad Seca</p>

Oliver Rivera Huamani

**Anexo 2: Ficha Técnica Contenido De Humedad**

Project Name: Contenido de Humedad Project Number: M1, M2, D1, D2, D3 Date: 21/11/20

Test Method: X Method A  
Method B

Laboratory Number	Boring Number	Field Number	Container I, L&T Number	Container Mass, g $M_c$	Container+Moist Specimen Mass, g $M_{c+ms}$	Initial Container Dry Specimen Mass, g $M_{c+ms}$	Secondary Container Dry Specimen Mass, g $M_{c+ms}$	Final Container Dry Specimen Mass, g $M_{c+ms}$	Mass of Water, g $M_w = M_{c+ms} - M_{c+ms}$	Mass of Solids, g $M_s = M_{c+ms} - M_w$	Water Content, % $w = (M_w/M_s) \times 100$	Unified Soil Classification Group Symbol (Visual)	Approximate Maximum Particle Size (Visual)	Oven Temperature if Other Than 110 ± 5°C
			T-1	24.3	84.9	81.35	81.35	84.6	3.3	4.05	59.51			
			T-2	25.1	88.6	81.35	81.35	84.6	3.3	4.05	59.51			
			T-3	25.1	86.4	81.35	81.35	84.6	3.3	4.05	59.51			
			T-4	24.3	81.2	81.35	81.35	84.6	3.3	4.05	59.51			
			T-5	24.3	81.6	81.35	81.35	84.6	3.3	4.05	59.51			

Remarks: \_\_\_\_\_

Tested By: Oliver Rivera Huamani Date: 21/11/20  
 Dry Mass By: Oliver Rivera Huamani Date: 21/11/20  
 Calculated By: Oliver Rivera Huamani Date: 21/11/20

Checked By: \_\_\_\_\_  
 Spot Checked: \_\_\_\_\_

Reviewed By: JAIR OMAR MOQUILLAZA CALLAN  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N°287135

JUAN ANTONIO ESPINAL RAMOS  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N°204586

ADESENPERU S.A.  
 ANTONIO KEXLIN VALDEPARRAMA ESP.  
 ESPECIALISTA DE SUELOS

### Anexo 3: Fichas Técnicas de Límites de Consistencia

**OE20-585-01**

LÍMITES DE CONSISTENCIA DEL SUELO						
Fecha de Ensayo:	18/11/2020	Resp. del ensayo:	J.Escjadillo	Norma:	ASTM D4318-17e1	
<b>PREPARACIÓN DEL ESPÉCIMEN</b> <span style="float: right;">Secado al aire / Tamizado seco en tamiz N°40 / Agua de mezclado Destilada</span>						
Húmeda		Lavado en tamiz N°40		AGUA DE MEZCLADO		
Secado al aire	X	Tamizado seco en tamiz N°40		X	Destilada	X
Secado en horno		Empujado mecánicamente a través del tamiz N°40			Desmineralizada	
		Mezclado en capsula y partículas de arena removidas			Otra	
<b>EQUIPO EMPLEADO</b> <span style="float: right;">Equipo Casagrande Manual / Ranurador Plástico / Enrolado manual</span>						
Límite plástico		Equipo Casagrande		Ranurador ASTM		
Enrolado manual	X	Manual	X	Metálico		
Aparato para enrolado mecánico		Motorizado		Plástico	X	
<b>DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA</b>					<b>CLASIFICACIÓN INICIAL VISUAL</b>	
Arcilla de Baja Plasticidad					CL	
<b>ENSAYO</b>						
	LÍMITE LÍQUIDO - MÉTODO A			LÍMITE PLÁSTICO		
Numero de Golpes	35	25	15	-	-	
Identificación de Recipiente	TL - 05	TL - 160	TL - 24	TL - 43	TL - 63	
Peso de Recipiente (g)	11.15	11.73	11.34	11.40	12.39	
Peso de Suelo Húmedo + Recipiente (g)	19.08	19.28	19.04	23.91	24.21	
Peso de Suelo Seco + Recipiente (g)	17.44	17.66	17.32	22.36	22.74	
Peso de Agua (g)	1.64	1.62	1.72	1.55	1.47	
Peso de Suelo Seco (g)	6.29	5.93	5.98	10.96	10.35	
Humedad (g)	26.1	27.3	28.8	14.1	14.2	

LÍMITE LÍQUIDO	27	LÍMITE PLÁSTICO	14	ÍNDICE PLÁSTICO	13
----------------	----	-----------------	----	-----------------	----

<b>OBSERVACIONES</b>	<b>REVISADO POR:</b>
	<b>FECHA:</b>

**JAIR OMAR MOQUILLAZA CALLAN**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N°287135

**JUAN ANTONIO ESPINAL RAMOS**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N°204586

**ADESERG PERU S.A.C.**  
**ANTONY KEYLIN VALDERRAMA ESPEJO**  
 ESPECIALISTA DE SUELOS  
 CIP 237470

**OE20-585-02**

LÍMITES DE CONSISTENCIA DEL SUELO						
Fecha de Ensayo:	25/11/2020	Resp. del ensayo:	J.Escjadillo	Norma:	ASTM D4318-17e1	
<b>PREPARACIÓN DEL ESPÉCIMEN</b>						
Secado al aire / Tamizado seco en tamiz N°40 / Agua de mezclado Destilada						
Húmeda		Lavado en tamiz N°40		AGUA DE MEZCLADO		
Secado al aire	X	Tamizado seco en tamiz N°40		Destilada	X	
Secado en horno		Empujado mecánicamente a través del tamiz N°40		Desmineralizada		
		Mezclado en capsula y partículas de arena removidas		Otra		
<b>EQUIPO EMPLEADO</b>						
Equipo Casagrande Manual / Ranurador Plástico / Enrolado manual						
Límite plástico		Equipo Casagrande		Ranurador ASTM		
Enrolado manual	X	Manual	X	Metálico		
Aparato para enrolado mecánico		Motorizado		Plástico	X	
<b>DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA</b>					<b>CLASIFICACIÓN INICIAL VISUAL</b>	
Arcilla Limosa					CL-ML	
<b>ENSAYO</b>						
	LÍMITE LÍQUIDO - MÉTODO A			LÍMITE PLÁSTICO		
Numero de Golpes	34	26	18	-	-	
Identificación de Recipiente	TL - 162	TL - 174	TL - 144	TL - 154	TL - 185	
Peso de Recipiente (g)	11.65	11.24	11.42	13.81	14.77	
Peso de Suelo Húmedo + Recipiente (g)	21.75	21.34	21.13	25.64	26.11	
Peso de Suelo Seco + Recipiente (g)	20.19	19.71	19.50	24.40	24.94	
Peso de Agua (g)	1.56	1.63	1.63	1.24	1.17	
Peso de Suelo Seco (g)	8.54	8.47	8.08	10.59	10.17	
Humedad (g)	18.3	19.2	20.2	11.7	11.5	


LÍMITE LÍQUIDO	19	LÍMITE PLÁSTICO	12	ÍNDICE PLÁSTICO	7
----------------	----	-----------------	----	-----------------	---

<b>OBSERVACIONES</b>	<b>REVISADO POR:</b>
	<b>FECHA:</b>

  
**JAIR OMAR MOQUILLAZA CALLAN**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N°287135

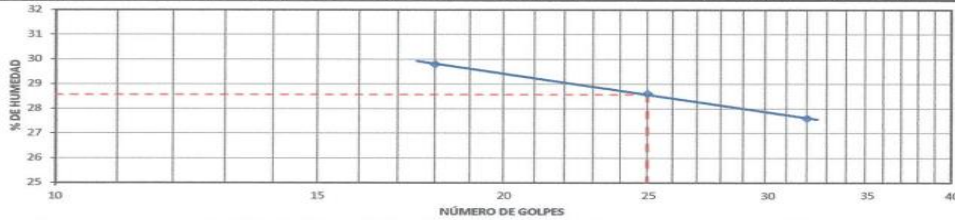
  
**JUAN ANTONIO ESPINAL RAMOS**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N°204586

  
**ADESERG PERU S.A.C.**  
 ANTON KEYLIN VALDERRAMA ESPEJO  
 ESPECIALISTA DE SUELOS  
 CIP 237470

OE20-585-03

LÍMITES DE CONSISTENCIA DEL SUELO			
Fecha de Ensayo:	25/11/2020	Resp. del ensayo:	J.Escjadillo
		Norma:	ASTM D4318-17e1
PREPARACIÓN DEL ESPÉCIMEN			
Secado al aire / Tamizado seco en tamiz N°40 / Agua de mezclado Destilada			
Húmeda	<input type="checkbox"/>	Lavado en tamiz N°40	<input type="checkbox"/>
Secado al aire	<input checked="" type="checkbox"/>	Tamizado seco en tamiz N°40	<input checked="" type="checkbox"/>
Secado en horno	<input type="checkbox"/>	Empujado mecánicamente a través del tamiz N°40 y partículas de arena removidas	<input type="checkbox"/>
		Mezclado en capsula y partículas de arena removidas	<input type="checkbox"/>
EQUIPO EMPLEADO			
Equipo Casagrande Manual / Ranurador Plástico / Enrolado manual			
Límite plástico	<input type="checkbox"/>	Equipo Casagrande Manual	<input checked="" type="checkbox"/>
Enrolado manual	<input checked="" type="checkbox"/>	Motorizado	<input type="checkbox"/>
Aparato para enrolado mecánico	<input type="checkbox"/>		
DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA			CLASIFICACIÓN INICIAL VISUAL
Arcilla de Baja Plasticidad			CL

ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO - MÉTODO A			LÍMITE PLÁSTICO	
	32	25	18	-	-
Numero de Golpes	32	25	18	-	-
Identificación de Recipiente	TL - 105	TL - 173	TL - 195	TL - 133	TL - 168
Peso de Recipiente (g)	11.63	11.44	11.57	11.25	12.15
Peso de Suelo Húmedo + Recipiente (g)	18.47	18.58	18.27	22.65	23.75
Peso de Suelo Seco + Recipiente (g)	16.99	16.99	16.73	21.17	22.25
Peso de Agua (g)	1.48	1.59	1.54	1.48	1.50
Peso de Suelo Seco (g)	5.36	5.55	5.16	9.92	10.10
Humedad (g)	27.6	28.6	29.8	14.9	14.9



LÍMITE LÍQUIDO	29	LÍMITE PLÁSTICO	15	ÍNDICE PLÁSTICO	14
----------------	----	-----------------	----	-----------------	----

OBSERVACIONES	REVISADO POR:
	FECHA:

JAIR OMAR MOQUILLAZA CALLAN  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N°287135

JUAN ANTONIO ESPINAL RAMOS  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N°204586

ADESERG PERU S.A.C.  
ANTONY KEYLIN VALDERRAMA ESPEJO  
ESPECIALISTA DE SUELOS  
CIP 237470

OE20-585-04

LÍMITES DE CONSISTENCIA DEL SUELO			
Fecha de Ensayo:	26/11/2020	Resp. del ensayo:	J.Escajadillo
		Norma:	ASTM D4318-17e1
<b>PREPARACIÓN DEL ESPÉCIMEN</b> Secado al aire / Tamizado seco en tamiz N°40 / Agua de mezclado Destilada			
Húmeda		Lavado en tamiz N°40	
Secado al aire	X	Tamizado seco en tamiz N°40	X
Secado en horno		Empujado mecánicamente a través del tamiz N°40	
		Mezclado en capsula y partículas de arena removidas	
<b>EQUIPO EMPLEADO</b> Equipo Casagrande Manual / Ranurador Plástico / Enrolado manual			
Límite plástico		Equipo Casagrande	
Enrolado manual	X	Manual	X
Aparato para enrolado mecánico		Motorizado	
			Ranurador ASTM
			Metálico
			Plástico
			X
<b>DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA</b>			<b>CLASIFICACIÓN INICIAL VISUAL</b>
Arcilla de Baja Plasticidad			CL

ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO - MÉTODO A			LÍMITE PLÁSTICO	
	34	25	16	-	-
Numero de Golpes	34	25	16	-	-
Identificación de Recipiente	TL - 106	TL - 161	TL - 177	TL - 13	TL - 84
Peso de Recipiente (g)	11.71	11.40	11.58	13.11	13.08
Peso de Suelo Húmedo + Recipiente (g)	19.15	18.15	19.07	26.02	26.10
Peso de Suelo Seco + Recipiente (g)	17.59	16.68	17.37	24.37	24.42
Peso de Agua (g)	1.56	1.47	1.70	1.65	1.68
Peso de Suelo Seco (g)	5.88	5.28	5.79	11.26	11.34
Humedad (g)	26.5	27.8	29.4	14.7	14.8



LÍMITE LÍQUIDO	28	LÍMITE PLÁSTICO	15	ÍNDICE PLÁSTICO	13
----------------	----	-----------------	----	-----------------	----

<b>OBSERVACIONES</b>	<b>REVISADO POR:</b>
	<b>FECHA:</b>

JAIR OMAR MOQUILLAZA CALLAN  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N°287135

JUAN ANTONIO ESPINAL RAMOS  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N°204586

ADESERG PERU S.A.C.  
ANTON KEYLIN VALDERRAMA ESPEJO  
ESPECIALISTA DE SUELOS  
CIP 23740



OE20-585-05

LÍMITES DE CONSISTENCIA DEL SUELO			
Fecha de Ensayo:	26/11/2020	Resp. del ensayo:	J.Escjadillo
		Norma:	ASTM D4318-17e1

PREPARACIÓN DEL ESPÉCIMEN			
Secado al aire / Tamizado seco en tamiz N°40 / Agua de mezclado Destilada			
Húmeda		Lavado en tamiz N°40	
Secado al aire	X	Tamizado seco en tamiz N°40	X
Secado en horno		Empujado mecánicamente a través del tamiz N°40	
		Mezclado en capsula y partículas de arena removidas	
		AGUA DE MEZCLADO	
		Destilada	X
		Desmineralizada	
		Otra	
EQUIPO EMPLEADO			
Equipo Casagrande Manual / Ranurador Plástico / Enrolado manual			
Límite plástico		Equipo Casagrande	
Enrolado manual	X	Manual	X
Aparato para enrolado mecánico		Motorizado	
		Ranurador ASTM	
		Metálico	
		Plástico	X
DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA			CLASIFICACIÓN INICIAL VISUAL
Arcilla de Baja Plasticidad			CL

ENSAYO	LÍMITE LÍQUIDO - MÉTODO A			LÍMITE PLÁSTICO	
	32	24	16	-	-
Numero de Golpes	32	24	16	-	-
Identificación de Recipiente	TL - 87	TL - 43	TL - 24	TL - 65	TL - 66
Peso de Recipiente (g)	11.79	11.40	11.33	14.68	14.42
Peso de Suelo Húmedo + Recipiente (g)	19.80	18.91	19.12	26.11	25.56
Peso de Suelo Seco + Recipiente (g)	18.09	17.26	17.33	24.65	24.15
Peso de Agua (g)	1.71	1.65	1.79	1.46	1.41
Peso de Suelo Seco (g)	6.30	5.86	6.00	9.97	9.73
Humedad (g)	27.1	28.2	29.8	14.6	14.5



LÍMITE LÍQUIDO	28	LÍMITE PLÁSTICO	15	ÍNDICE PLÁSTICO	13
----------------	----	-----------------	----	-----------------	----

OBSERVACIONES	REVISADO POR:
	FECHA:

*[Signature]*  
**JAIR OMAR MOQUILLAZA CALLAN**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N°287135

*[Signature]*  
**JUAN ANTONIO ESPINAL RAMOS**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N°204586

*[Signature]*  
**ADESERG PERU S.A.C.**  
 ANTONY KEYLIN VALDERRAMA ESPEJO  
 ESPECIALISTA DE SUELOS  
 CIP 237470

**Anexo 4: Fichas Técnicas de Densidad Máxima Seca**



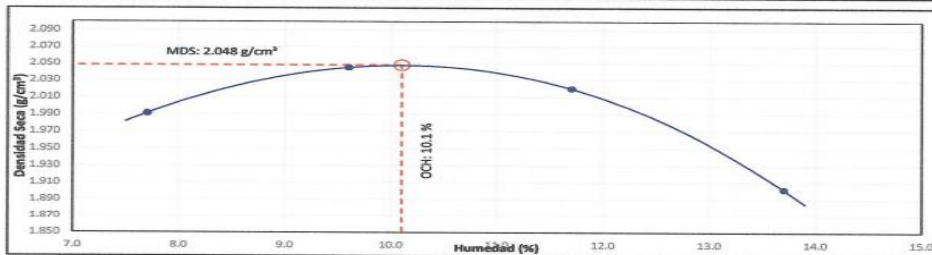
OE20-585-01

DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR)			
Fecha de Ensayo:	24/11/2020	Resp. del ensayo:	J.Escajadillo
		Norma:	ASTM D1557-12e1

DATOS GENERALES			
% Ret. tamiz 3/4":	0.28	Fracción sobretamaño (%):	1.58
% Ret. tamiz 3/8":	0.76	Fracción de ensayo (%):	98.42
% Ret. tamiz N°4:	1.58	Peso espec. de mat. ensayado:	-
Método de ensayo:	A	Método utilizado para Gs:	-
		Humedad de recepción (%):	4
		Método de preparación de la muestra:	Húmedo
		Descripción:	Arena arcillosa
		Clasificación:	SC

ENSAYO

DENSIDAD	PRUEBA	1	2	3	4	5
	AGUA AÑADIDA (%)	4%	6%	8%	10%	
PESO SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	6246	6337	6351	6263		
PESO DEL SUELO HÚMEDO (g)	2010	2101	2115	2027		
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (g/cm³)	2.144	2.242	2.256	2.163		
DENSIDAD SECA DEL SUELO (g/cm³)	1.991	2.045	2.020	1.902		
HUMEDAD	IDENTIFICACIÓN DE TARA	T - 266	T - 279	T - 04	T - 179	
	PESO DE TARA (g)	145.9	145	144.7	148.9	
	PESO HUMEDO + TARA (g)	820.8	976.5	807.3	785.5	
	PESO SECO + TARA(g)	772.7	903.5	737.7	708.6	
	PESO DE AGUA (g)	48.1	73	69.6	76.9	
	PESO DEL SUELO SECO (g)	626.8	758.5	593	559.7	
	HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	7.7	9.6	11.7	13.7	



*Jair Omar Moquillaza Callan*  
 JAIR OMAR MOQUILLAZA CALLAN  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N°287135

*Juan Antonio Espinal Ramos*  
 JUAN ANTONIO ESPINAL RAMOS  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N°204586

*Antonio Keylin Valderrama Espejo*  
 ADESERG PERU S.A.C.  
 ANTONY KEYLIN VALDERRAMA ESPEJO  
 ESPECIALISTA DE SUELOS  
 CIP 237470

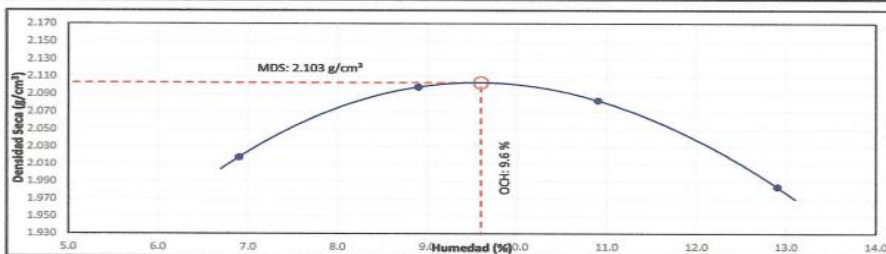


OE20-585-03

DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR)			
Fecha de Ensayo:	25/11/2020	Resp. del ensayo:	J. Escajadiillo
Norma:		ASTM D1557-12e1	
<b>DATOS GENERALES</b>			
% Ret. tamiz 3/4":	0.35	Fracción sobretamaño (%):	2.40
% Ret. tamiz 3/8":	0.96	Fracción de ensayo (%):	97.60
% Ret. tamiz N°4:	2.40	Peso espec. de mat. ensayado:	-
Método de ensayo:	A	Método utilizado para Gs:	-
Humedad de recepción (%):		3.0	
Método de preparación de la muestra:		Húmedo	
Descripción:		Arena arcillosa	
Clasificación:		-	

**ENSAYO**

PRUEBA	1	2	3	4	5
<b>DENSIDAD</b>					
AGUA AÑADIDA (%)	4%	6%	8%	10%	
PESO SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	6258	6377	6401	6335	
PESO DEL SUELO HÚMEDO (g)	2022	2141	2165	2099	
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (g/cm <sup>3</sup> )	2.157	2.284	2.310	2.239	
DENSIDAD SECA DEL SUELO (g/cm <sup>3</sup> )	2.018	2.098	2.083	1.984	
<b>HUMEDAD</b>					
IDENTIFICACIÓN DE TARA	T - 172	T - 48	T - 92	T - 20	
PESO DE TARA (g)	148.3	181.1	134.6	141.9	
PESO HUMEDO + TARA (g)	892.9	910.8	849	869.6	
PESO SECO + TARA (g)	844.6	851.2	778.7	786.7	
PESO DE AGUA (g)	48.3	59.6	70.3	82.9	
PESO DEL SUELO SECO (g)	696.3	670.1	644.1	644.8	
HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	6.9	8.9	10.9	12.9	



JAIR OMAR MOQUILLAZA CALLAN  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N°287135

JUAN ANTONIO ESPINAL RAMOS  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N°204586

ADESERG PERU S.A.C.  
ANTONIA KEYLIN VALDERRAMA ESPEJO  
ESPECIALISTA DE SUELOS  
CIP 237470

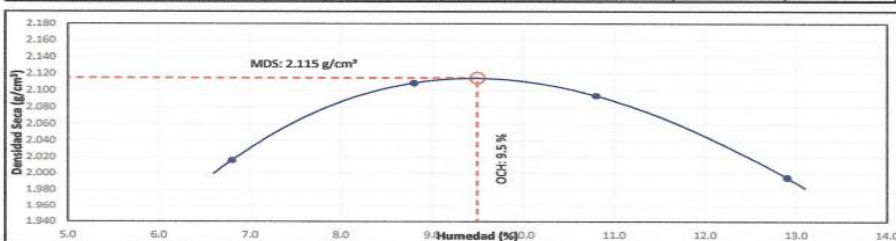


OE20-585-04

DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR)			
Fecha de Ensayo:	26/11/2020	Resp. del ensayo:	J.Escajadillo
		Norma:	ASTM D1557-12e1
<b>DATOS GENERALES</b>			
% Ret. tamiz 3/4":	0.28	Fracción sobretamaño (%):	2.10
% Ret. tamiz 3/8":	0.72	Fracción de ensayo (%):	97.90
% Ret. tamiz N°4:	2.10	Peso espec. de mat. ensayado:	-
Método de ensayo:	A	Método utilizado para Gs:	-
		Humedad de recepción (%):	3.0
		Método de preparación de la muestra:	Húmedo
		Descripción:	Arena arcillosa
		Clasificación:	-

**ENSAYO**

PRUEBA	1	2	3	4	5
<b>DENSIDAD</b>					
AGUA AÑADIDA (%)	4%	6%	8%	10%	
PESO SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	6254	6387	6411	6347	
PESO DEL SUELO HÚMEDO (g)	2018	2151	2175	2111	
DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (g/cm³)	2.153	2.295	2.320	2.252	
DENSIDAD SECA DEL SUELO (g/cm³)	2.016	2.109	2.094	1.995	
<b>HUMEDAD</b>					
IDENTIFICACIÓN DE TARA	T - 236	T - 266	T - 04	T - 279	
PESO DE TARA (g)	140.4	145.9	144.7	145.4	
PESO HUMEDO + TARA (g)	811.3	934.7	964.1	762.4	
PESO SECO + TARA(g)	768.4	870.7	884.3	691.9	
PESO DE AGUA (g)	42.9	64	79.8	70.5	
PESO DEL SUELO SECO (g)	628	724.8	739.6	546.5	
HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	6.8	8.8	10.8	12.9	



*[Handwritten signature]*

JAIR OMAR MOQUILLAZA CALLAN  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N°287135

*[Handwritten signature]*

JUAN ANTONIO ESPINAL RAMOS  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N°204586

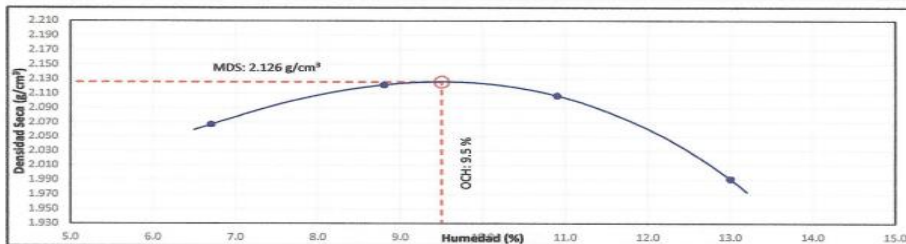
*[Handwritten signature]*  
ADESERG PERU S.A.C.  
ANTONY KEYLIN VALDERRAMA ESPEJO  
ESPECIALISTA DE SUELOS  
CIP 237470



OE20-585-05

DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN DE SUELOS (PROCTOR)			
Fecha de Ensayo:	26/11/2020	Resp. del ensayo:	J.Escajadillo
		Norma:	ASTM D1557-12e1
DATOS GENERALES			
% Ret. tamiz 3/4":	0.20	Fracción sobretamaño (%):	2.33
% Ret. tamiz 3/8":	0.70	Fracción de ensayo (%):	97.67
% Ret. tamiz N°4:	2.33	Peso espec. de mat. ensayado:	-
Método de ensayo:	A	Método utilizado para Gs:	-
		Humedad de recepción (%):	3.0
		Método de preparación de la muestra:	Húmedo
		Descripción:	Arena arcillosa
		Clasificación:	-

ENSAYO		1	2	3	4	5
DENSIDAD	PRUEBA					
	AGUA AÑADIDA (%)	4%	6%	8%	10%	
	PESO SUELO HÚMEDO + MOLDE (g)	6303	6400	6426	6345	
	PESO DEL SUELO HÚMEDO (g)	2067	2164	2190	2109	
	DENSIDAD HÚMEDA DEL SUELO (g/cm <sup>3</sup> )	2.205	2.309	2.336	2.250	
DENSIDAD SECA DEL SUELO (g/cm <sup>3</sup> )	2.067	2.122	2.107	1.991		
HUMEDAD	IDENTIFICACIÓN DE TARA	T - 243	T - 35	T - 179	T - 111	
	PESO DE TARA (g)	138	147.2	148.8	142.8	
	PESO HUMEDO + TARA (g)	883.9	967.4	931.2	911.6	
	PESO SECO + TARA(g)	836.8	900.8	854.3	823.2	
	PESO DE AGUA (g)	47.1	66.6	76.9	88.4	
	PESO DEL SUELO SECO (g)	698.8	753.6	705.5	680.4	
	HUMEDAD DE LA MUESTRA (%)	6.7	8.8	10.9	13.0	



*[Handwritten Signature]*  
**JAIR OMAR MOQUILLAZA CALLAN**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N°287135

*[Handwritten Signature]*  
**JUAN ANTONIO ESPINAL RAMOS**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N°204586

*[Handwritten Signature]*  
**ADESERG PERU S.A.C.**  
 ANTONY KEYLIN VALDERRAMA ESPEJO  
 ESPECIALISTA DE SUELOS  
 CIP 237470

**Anexo 5: Fichas Técnicas de CBR**

OE20-585-01

ENSAYO CBR DE LABORATORIO - PARTE 1 DE 3 (COMPACTACIÓN DE ESPECÍMENES)			
Fecha de Ensayo:	26/11/2020	Resp. del ensayo:	J.Escajadillo
		Norma:	ASTM D1883-16

**DATOS REQUERIDOS**

Norma utilizada para ensayo de compactación	ASTM D1557-12e1	Porcentaje de fracción sobretamaño (%)	1.6
Método de ensayo	A	Máxima densidad seca corregida (g/cm <sup>3</sup> )	2.048
Máxima densidad de la fracción (g/cm <sup>3</sup> )	2.048	Óptimo contenido de humedad de la fracción (%)	10.1
Óptimo contenido de humedad de la fracción (%)	10.1	Material > 3/4" a ser reemplazado (%)	-
Sensibilidad del dial para hinchamiento	0.001		

**CÁLCULOS COMPLEMENTARIOS**

Material	% del Total	Peso Hum. (g)	Humedad (%)	Peso Seco (g)	Distribución de material > 3/4" a reemplazar (%)	Pesos húmedos requeridos (g)	Distribución total de grava y suelo (%)	Humedad proporcional inicial (%)
> 3/4"								
> 3/8" ^ < 3/4"							G:	
> N°4 ^ < 3/8"							S:	
< N°4					100			
TOTALES	100.0		-		-		100.0	-

**ENSAYO**

Datos de molde CBR	ID molde CBR	MCBR-23	MCBR-27	MCBR-30	PATRONES DE PENETRACIÓN	
	Peso de molde (g)	7889	8342	8178	Penetración (pulg.)	Carga Patrón (Psi)
	Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	2118	2116	2121		
	Golpes por capa	56	25	10	0.1	1000
Densidad de la muestra	Peso suelo húmedo + molde (g)	12691	12989	12510	NOTA IMPORTANTE	
	Peso suelo húmedo (g)	4802	4647	4332	VERIFICAR	
	Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.267	2.196	2.042	Humedades iniciales	
Humedad de la muestra (previa saturación)	Identificación de tara	T - 20	T - 42	T - 66	%	
	Peso de tara	141.8	134.5	99.4	compactación	
	Peso húmedo + tara	614.2	625.4	693.4	Expansión	
	Peso seco + tara (g)	570.0	580.1	638.4	Humedades finales	
	Peso de agua (g)	44.2	45.3	55		
	Peso suelo seco (g)	428.2	445.6	539		
	Humedad (%)	10.3	10.2	10.2		
Resultados	Humedad promedio (%)	10.3	10.2	10.2		
	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.055	1.993	1.853		
	Compactación alcanzada (%)	100.3	97.3	90.5		
Hinchamiento	Variación de humedad (%)	0.20	0.10	0.10	REVISADO POR:	
	Peso de sobrecarga aplicado (g)	4494	4392	4495		
	Lectura inicial a 0 Horas	203	182	133	FECHA:	
	Lectura final a 96 horas	240	238	209		
	Variación de altura (mm)	0.94	1.42	1.93		
	Hinchamiento (%)	0.8	1.2	1.6		

JAIR OMAR MOQUILLAZA CALLAN  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N°287135

JUAN ANTONIO ESPINAL RAMOS  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N°204586

ADESERG PERU S.A.C.  
ANTHONY KEYLIN VALDERRAMA ESPEJO  
ESPECIALISTA DE SUELOS  
CIP 237470

OE20-585-03

ENSAYO CBR DE LABORATORIO - PARTE 1 DE 3 (COMPACTACIÓN DE ESPECÍMENES)			
Fecha de Ensayo:	26/11/2020	Resp. del ensayo:	J.Escajadillo
		Norma:	ASTM D1883-16

DATOS REQUERIDOS

Norma utilizada para ensayo de compactación	ASTM D1557-12e1	Porcentaje de fracción sobretamaño (%)	2.4
Método de ensayo	A	Máxima densidad seca corregida (g/cm <sup>3</sup> )	2.103
Máxima densidad de la fracción (g/cm <sup>3</sup> )	2.103	Óptimo contenido de humedad de la fracción (%)	9.6
Óptimo contenido de humedad de la fracción (%)	9.6	Material > 3/4" a ser reemplazado (%)	-
Sensibilidad del dial para hinchamiento	0.001		

CÁLCULOS COMPLEMENTARIOS

Material	% del Total	Peso Hum. (g)	Humedad (%)	Peso Seco (g)	Distribución de material > 3/4" a reemplazar (%)	Pesos húmedos requeridos (g)	Distribución total de grava y suelo (%)	Humedad proporcional inicial (%)
> 3/4"								
> 3/8" ^ < 3/4"							G:	
> N°4 ^ < 3/8"							S:	
< N°4					100			
TOTALES	100.0		-		-		100.0	-

ENSAYO

Datos de molde CBR	ID molde CBR	MCBR-31	MCBR-32	MCBR-33	PATRONES DE PENETRACIÓN	
	Peso de molde (g)	8114	8108	8248	Penetración (pulg.)	Carga Patrón (PSI)
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	2121	2121	2118			
Densidad de la muestra	Golpes por capa	56	25	10	0.1	1000
	Peso suelo húmedo + molde (g)	13014	12850	12687		
	Peso suelo húmedo (g)	4900	4742	4439		
	Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.310	2.236	2.096		
Humedad de la muestra (previo a saturación)	Identificación de tara	T - 63	T - 268	T - 136	VERIFICAR	
	Peso de tara	147.2	142.6	147.1	Humedades iniciales	
	Peso húmedo + tara	693.4	909.0	783.9	% compactación	
	Peso seco + tara (g)	644.9	841.5	727.6	Expansión	
	Peso de agua (g)	48.5	0	56.3	Humedades finales	
	Peso suelo seco (g)	497.7	0	580.5		
	Humedad (%)	9.7	0	9.7		
	Humedad promedio (%)	9.7	9.7	9.7		
Resultados	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.106	2.038	1.911		
	Compactación alcanzada (%)	100.1	96.9	90.9		
	Variación de humedad (%)	0.10	0.10	0.10		
Hinchamiento	Peso de sobrecarga aplicado (g)	4439	4441	4416	REVISADO POR:	
	Lectura inicial a 0 Horas	199	400	478		
	Lectura final a 96 horas	201	407	495		
	Variación de altura (mm)	0.05	0.18	0.43		
	Hinchamiento (%)	0.0	0.2	0.4		FECHA:

JAIR OMAR MOQUILLAZA CALLAN  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N°287135

JUAN ANTONIO ESPINAL RAMOS  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N°204586

ADESERG PERU S.A.C.  
ANTONY KEYLIN VALDERRAMA ESPEJO  
ESPECIALISTA DE SUELOS  
CIP 237470

OE20-585-04

ENSAYO CBR DE LABORATORIO - PARTE 1 DE 3 (COMPACTACIÓN DE ESPECÍMENES)			
Fecha de Ensayo:	27/11/2020	Resp. del ensayo:	J.Escajadillo
		Norma:	ASTM D1883-16

DATOS REQUERIDOS

Norma utilizada para ensayo de compactación	ASTM D1557-12e1	Porcentaje de fracción sobretamaño (%)	2.1
Método de ensayo	A	Máxima densidad seca corregida (g/cm <sup>3</sup> )	2.115
Máxima densidad de la fracción (g/cm <sup>3</sup> )	2.115	Óptimo contenido de humedad de la fracción (%)	9.5
Óptimo contenido de humedad de la fracción (%)	9.5	Material > 3/4" a ser reemplazado (%)	-
Sensibilidad del dial para hinchamiento	0.001		

CÁLCULOS COMPLEMENTARIOS

Material	% del Total	Peso Hum. (g)	Humedad (%)	Peso Seco (g)	Distribución de material > 3/4" a reemplazar (%)	Pesos húmedos requeridos (g)	Distribución total de grava y suelo (%)	Humedad proporcional inicial (%)
> 3/4"								
> 3/8" ^ < 3/4"							G:	
> N°4 ^ < 3/8"							S:	
< N°4					100			
TOTALES	100.0		-		-		100.0	-

ENSAYO

Dato de molde CBR	ID molde CBR	MCBR-14			MCBR-16			MCBR-25			PATRONES DE PENETRACIÓN	
		Peso de molde (g)	7811	7742	8363	Penetración (pulg.)	Carga Patrón (PSI)					
		Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	2126	2125	2121							
		Golpes por capa	56	25	10	0.1	1000					
Densidad de la muestra		Peso suelo húmedo + molde (g)	12747	12475	12811							
		Peso suelo húmedo (g)	4936	4733	4448							
		Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.322	2.227	2.097							
Humedad de la muestra (previo a saturación)		Identificación de tara	T - 89	T - 53	T - 162							
		Peso de tara	143.8	144.8	145.6							
		Peso húmedo + tara	673.3	710.1	709.0							
		Peso seco + tara (g)	627.0	660.0	659.3							
		Peso de agua (g)	46.3	0	50.1	0	49.7	0				
		Peso suelo seco (g)	483.2	0	515.2	0	513.7	0				
		Humedad (%)	9.6	-	9.7	-	9.7	-				
		Humedad promedio (%)	9.6		9.7		9.7					
Resultados		Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.119	2.030	1.912							
		Compactación alcanzada (%)	100.2	96.0	90.4							
		Variación de humedad (%)	0.10	0.20	0.20							
Hinchamiento		Peso de sobrecarga aplicado (g)	4489	4465	4520							
		Lectura inicial a 0 Horas	324	449	141							
		Lectura final a 96 horas	328	456	155							
		Variación de altura (mm)	0.10	0.18	0.36							
		Hinchamiento (%)	0.1	0.2	0.3							

JAIR OMAR MOQUILLAZA CALLAN  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N°287135

JUAN ANTONIO ESPINAL RAMOS  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N°204586

ADESERG PERU S.A.C.  
ANTONY KEYLIN VALDERRAMA ESPEJO  
ESPECIALISTA DE SUELOS  
CIP 237470



OE20-585-05

ENSAYO CBR DE LABORATORIO - PARTE 1 DE 3 (COMPACTACIÓN DE ESPECÍMENES)			
Fecha de Ensayo:	27/11/2020	Resp. del ensayo:	J.Escajadillo
		Norma:	ASTM D1883-16

**DATOS REQUERIDOS**

Norma utilizada para ensayo de compactación	ASTM D1557-12e1	Porcentaje de fracción sobretamaño (%)	2.3
Método de ensayo	A	Máxima densidad seca corregida (g/cm <sup>3</sup> )	2.126
Máxima densidad de la fracción (g/cm <sup>3</sup> )	2.126	Óptimo contenido de humedad de la fracción (%)	9.5
Óptimo contenido de humedad de la fracción (%)	9.5	Material > 3/4" a ser reemplazado (%)	-
Sensibilidad del dial para hinchamiento	0.001		

**CÁLCULOS COMPLEMENTARIOS**

Material	% del Total	Peso Hum. (g)	Humedad (%)	Peso Seco (g)	Distribución de material > 3/4" a reemplazar (%)	Pesos húmedos requeridos (g)	Distribución total de grava y suelo (%)	Humedad proporcional inicial (%)
> 3/4"								
> 3/8" ^ < 3/4"							G:	
> N°4 ^ < 3/8"							S:	
< N°4					100			
<b>TOTALES</b>	<b>100.0</b>		-		-		<b>100.0</b>	-

**ENSAYO**

Datos de molde CBR	ID molde CBR	MCBR-09	MCBR-12	MCBR-15	PATRONES DE PENETRACIÓN	
	Peso de molde (g)	8212	7887	7805	Penetración (pulg.)	Carga Patrón (PSI)
Volumen de molde (cm <sup>3</sup> )	2115	2119	2129	0.1	1000	
Densidad de la muestra	Golpes por capa	56	25	10	NOTA IMPORTANTE	
	Peso suelo húmedo + molde (g)	13140	12627	12277	VERIFICAR	
	Peso suelo húmedo (g)	4928	4740	4472	Humedades iniciales	
Humedad de la muestra (previa saturación)	Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.330	2.237	2.101	% compactacion	
	Identificación de tara	T - 16	T - 135	T - 15	Expansión	
	Peso de tara	139.0	142.7	138.2	Humedades finales	
	Peso húmedo + tara	662.9	766.6	641.2		
	Peso seco + tara (g)	616.8	711.7	597.1		
	Peso de agua (g)	46.1	0	54.9		
	Peso suelo seco (g)	477.8	0	569		
	Humedad (%)	9.6	9.6	9.6		
Resultados	Humedad promedio (%)	9.6	9.6	9.6		
	Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.126	2.041	1.917	REVISADO POR:	
	Compactación alcanzada (%)	100.0	96.0	90.2		
Hinchamiento	Variación de humedad (%)	0.10	0.10	0.10	FECHA:	
	Peso de sobrecarga aplicado (g)	4418	4476	4514		
	Lectura inicial a 0 Horas	198	425	210		
	Lectura final a 96 horas	198	435	230		
	Variación de altura (mm)	0.00	0.25	0.51		
	Hinchamiento (%)	0.0	0.2	0.4		

JAIR OMAR MOQUILLAZA CALLAN  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N°287135

JUAN ANTONIO ESPINAL RAMOS  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N°204586

ADESERG PERU S.A.C.  
ANTHONY KEYLIN VALDERRAMA ESPEJO  
ESPECIALISTA DE SUELOS  
CIP 237470



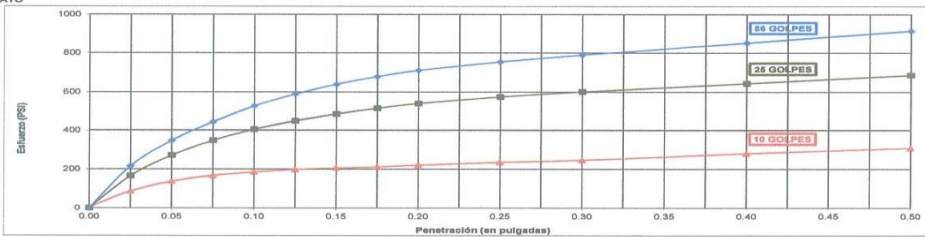
INFORME N°:	OE20-585-03-CBR
Fecha de Emisión:	03/12/2020

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: Oliver Rivera Huamani	Tipo: MAB	Identificación: C-1 + 15 % de LFS
Solicitante: Sr. Oliver Rivera	Material: Suelo	Profundidad: 1.5 m
	Procedencia: Calicata	Progresiva: -
	Fecha de recepción: 16/11/2020	Coordenadas: -
Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante.	Presentación: Bolsa Plástica Sellada	Elevación: -
Ubicación: Lima - Lima	Muestra recibida: 63.8 Kg	Ubicación de Muestreo: Calicata
		Muestreado por: O.R.H.
		Fecha de Muestreo: 13/11/2020

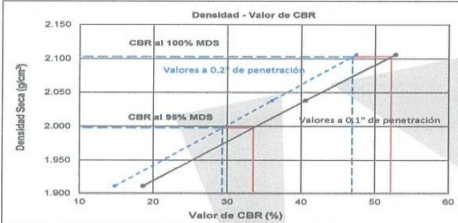
**CBR DE LABORATORIO**

Fecha de Ensayo:	26/11/2020	Resp. del ensayo:	J. Escajadillo	Norma utilizada:	ASTM D1883-16
DATOS GENERALES					
Norma y método de ensayo de compactación:	ASTM D1557-12e1 - A	Fracción sobretamaño:		2.4 %	

**ENSAYO**



**RESULTADOS**



Especímen	56 Golpes	25 Golpes	10 Golpes
Densidad seca (g/cm³)	2.106	2.038	1.911
Humedad Inicial (%)	9.7	9.7	9.7
Humedad Final (%)	11.8	13.1	15.1
Hinchamiento (%)	0.0	0.2	0.4
CBR a 0.1" de penetración	52.8	40.6	18.6
CBR a 0.2" de penetración	47.4	36.0	14.8

Máxima densidad seca (g/cm³)	2.103
Óptimo contenido de humedad (%)	9.6

Valor de CBR a 0.1" de penetración	
CBR al 100% MDS	52.2
CBR al 95% MDS	33.5

Valor de CBR a 0.2" de penetración	
CBR al 100% MDS	46.9
CBR al 95% MDS	29.3

**OBSERVACIONES**

**NOTA**

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.  
Revisado por:

*Juan Carlos Rodríguez Cabrejos*  
M&M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.  
Juan Carlos Rodríguez Cabrejos  
JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

Aprobado por:

*Gilmar Nathvidad Camacho Huapaya*  
GILMAR NATHVIDAD CAMACHO HUAPAYA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 49965

Calle Mayorazgo 159, Chacarilla del Estanque - San Borja Telefax: 372-5281 / 372-1497 E-mail: mymcons@qnet.com.pe

*Juan Carlos Rodríguez Cabrejos*  
M&M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.  
Juan Carlos Rodríguez Cabrejos  
JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

*Gilmar Nathvidad Camacho Huapaya*  
GILMAR NATHVIDAD CAMACHO HUAPAYA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 49965

Calle Mayorazgo 159, Chacarilla del Estanque - San Borja Telefax: 372-5281 / 372-1497 E-mail: mymcons@qnet.com.pe



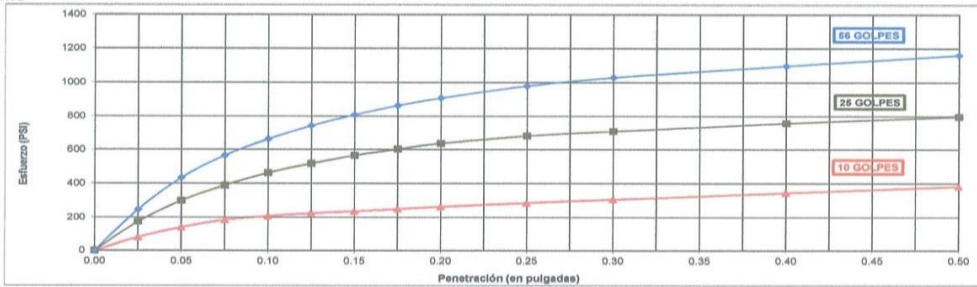
<b>INFORME N°:</b>	<b>OE20-585-04-CBR</b>
<b>Fecha de Emisión:</b>	03/12/2020

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: Oliver Rivera Huamani	Tipo: MAB	Identificación: C-1 + 20 % de LFS
Solicitante: Sr. Oliver Rivera	Material: Suelo	Profundidad: 1.5 m
	Procedencia: Calicata	Progresiva: -
	Fecha de recepción: 16/11/2020	Coordenadas: -
Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante.	Presentación: Bolsa Plástica Sellada	Elevación: -
Ubicación: Lima - Lima	Muestra recibida: 66.8 Kg	Ubicación de Muestreo: Calicata
		Muestreo por: O.R.H.
		Fecha de Muestreo: 13/11/2020

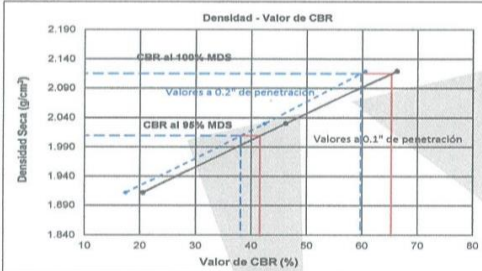
**CBR DE LABORATORIO**

Fecha de Ensayo:	27/11/2020	Resp. del ensayo:	J. Escaladillo	Norma utilizada:	ASTM D1883-16
<b>DATOS GENERALES</b>		Norma y método de ensayo de compactación:		ASTM D1557-12e1 - A	
		Fracción sobretamaño:		2.1 %	

**ENSAYO**



**RESULTADOS**



Espejmen	56 Golpes	25 Golpes	10 Golpes
Densidad seca (g/cm³)	2.119	2.030	1.912
Humedad Inicial (%)	9.6	9.7	9.7
Humedad Final (%)	11.5	13.0	15.8
Hinchamiento (%)	0.1	0.2	0.3
CBR a 0.1" de penetración	66.3	46.2	20.5
CBR a 0.2" de penetración	60.5	42.4	17.4

Máxima densidad seca (g/cm³)	2.115
Óptimo contenido de humedad (%)	9.5

Valor de CBR a 0.1" de penetración	
CBR al 100% MDS	65.3
CBR al 95% MDS	41.6

Valor de CBR a 0.2" de penetración	
CBR al 100% MDS	59.7
CBR al 95% MDS	38.1

**OBSERVACIONES**

NOTA  
La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.

Revisado por:

**MYM LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.**  
 Juan Carlos Rodríguez Cabrejos  
 JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

Aprobado por:

GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 49965

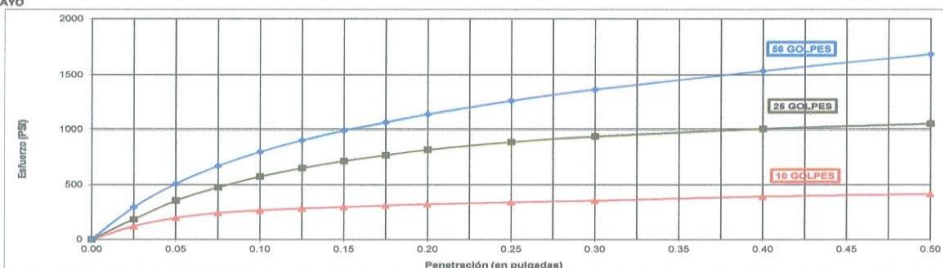
INFORME N°:	OE20-585-05-CBR
Fecha de Emisión:	03/12/2020

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: Oliver Rivera Huamani	Tipo: MAB	Identificación: C-1 + 25 % de LFS
Solicitante: Sr. Oliver Rivera	Material: Suelo	Profundidad: 1.5 m
	Procedencia: Calicata	Progresiva: -
	Fecha de recepción: 16/11/2020	Coordenadas: -
Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante.	Presentación: Bolsa Plástica Sellada	Elevación: -
Ubicación: Lima - Lima	Muestra recibida: 69.6 Kg	Ubicación de Muestreo: Calicata
		Muestreado por: O.R.H.
		Fecha de Muestreo: 13/11/2020

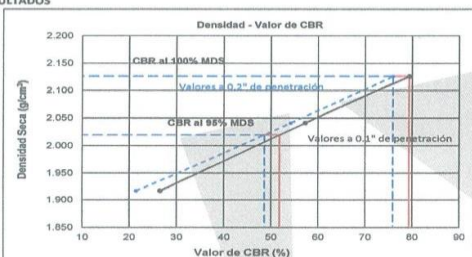
**CBR DE LABORATORIO**

Fecha de Ensayo:	27/11/2020	Resp. del ensayo:	J.Escajadillo	Norma utilizada:	ASTM D1883-16
DATOS GENERALES					
Norma y método de ensayo de compactación:		ASTM D1557-12e1 - A		Fracción sobretamaño:	
				2.3 %	

**ENSAYO**



**RESULTADOS**



Espécimen	56 Golpes	25 Golpes	10 Golpes
Densidad seca (g/cm³)	2.126	2.041	1.917
Humedad Inicial (%)	9.6	9.6	9.6
Humedad Final (%)	12.0	13.5	16.1
Hinchamiento (%)	0.0	0.2	0.4
CBR a 0.1" de penetración	79.4	57.3	26.5
CBR a 0.2" de penetración	75.9	54.2	21.4

Máxima densidad seca (g/cm³)	2.126
Óptimo contenido de humedad (%)	9.5

Valor de CBR a 0.1" de penetración	
CBR al 100% MDS	79.4
CBR al 95% MDS	51.9

Valor de CBR a 0.2" de penetración	
CBR al 100% MDS	75.9
CBR al 95% MDS	48.6

**OBSERVACIONES**

NOTA  
La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.

Revisado por:

**Mym LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.**  
*Juan Carlos Rodríguez Cabrejos*  
 JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

Aprobado por:

*Gilmar Natvidad Camacho Huapaya*  
**GILMAR NATVIDAD CAMACHO HUAPAYA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 49965

**Anexo 6: Fichas Técnicas de Esfuerzo Cortante**

ENSAYO DE CORTE DIRECTO						OE20-S85-01	
Fecha de Ensayo: 08/12/2020		Resp. del ensayo:		J. Escayablitto		Norma: ASTM D3086/D3086M-11	
Volumen	Peso	A	B	C	Caja de corte		CIRCULAR
	Peso de la Carga	1014.3	1017.9	1017.5	Humedad		
Área	Peso caja + mol	5563.7	1097.2	1067.0	Peso de Tapa		56.4
	Muestra	79.4	79.3	79.5	Peso húmedo		714.9
	Densidad Húm	1.620	1.618	1.622	Peso seco		706.6
	Densidad Seca	1.588	1.596	1.600	Humedad		1.4
Deformación H (mm)		A	B	C	Diámetro (cm)		4.996
Cargas (Kg)		A	B	C	Altura (cm)		2.500
0		0.000	0.000	0.000	Caja de corte Cuadrada		5.072
0.05		5.812	6.730	12.747	Altura (cm)		2.551
0.1		7.036	9.963	16.214	VOLUMENES:		Circular: 48.010, Cuadrada: 66.624
0.15		7.648	11.013	18.263	ÁREAS:		Circular: 19.604, Cuadrada: 25.725
0.2		8.260	11.829	19.885	E. Normal (Kg/cm²)		1.000, Corte (Kg/cm²): 0.988
0.3		9.279	13.256	23.046	A:		2.000, 1.763
0.4		9.789	14.460	26.105	B:		4.000, 3.397
0.5		10.299	15.296	28.246	C:		
0.6		10.911	16.214	30.286	Delta X		3.000
0.7		11.421	17.029	32.223	Delta Y		2.41
0.8		11.825	17.845	34.059	Angulo		38.8
0.9		12.237	18.659	35.888	φ		38.8
1		12.441	19.885	38.749	φ = 38.1°		c = 0.17 Kg/cm²
1.1		12.747	20.394	40.177	Tipo de Especímenes		Tallados
1.2		12.960	21.006	41.503	OBSERVACIONES		
1.3		13.256	21.618	43.032			
1.4		13.562	22.230	44.062			
1.5		13.786	22.842	45.174			
1.6		13.970	23.352	46.387			
1.7		14.276	23.861	47.825			
1.8		14.684	24.371	48.641			
1.9		14.888	24.881	49.690			
2		15.092	25.391	50.476			
2.1		14.684	25.901	51.384			
2.2		14.684	26.309	52.312			
2.3		14.990	26.717	53.127			
2.4		15.092	27.125	53.841			
2.5		15.092	27.634	54.805			
2.6		15.908	28.042	55.371			
2.7		16.010	28.450	56.963			
2.8		16.214	28.756	56.796			
2.9		16.417	29.164	57.512			
3		16.621	29.368	58.124			
3.1		16.723	29.674	58.838			
3.2		16.825	29.878	59.552			
3.3		16.927	30.184	60.265			
3.4		17.131	30.490	60.673			
3.5		17.335	30.796	61.183			
3.6		17.335	31.101	61.693			
3.7		17.541	31.305	62.203			
3.8		17.745	31.611	62.713			
3.9		18.049	31.815	63.121			
4		18.049	32.121	63.427			
4.1		18.151	32.325	63.733			
4.2		18.457	32.529	64.038			
4.3		18.457	32.835	64.446			
4.4		18.569	33.039	64.650			
4.5		18.661	33.345	64.854			
4.6		18.865	33.447	65.058			
4.7		18.967	33.549	65.264			
4.8		18.967	33.753	65.568			
4.9		19.273	33.957	65.870			
5		19.273	34.161	65.772			
5.1		19.273	34.365	65.976			
5.2		19.375	34.365	66.180			
5.3		19.375	34.467	66.282			
5.4		19.273	34.569	66.588			
5.5							

JAIR OMAR MOQUILLAZA CALLAN  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N°287135

JUAN ANTONIO ESPINAL RAMOS  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N°204586

ADESERG PERU S.A.C.  
ANTONY KEYLIN VALDERRAMA ESPEJO  
ESPECIALISTA DE SUELOS  
CIP 237470

ENSAJO DE CORTE DIRECTO				OE20-585-03	
Fecha de Ensayo: 02/12/2020		Resp. del ensayo: J. Escapadillo		Norma: ASTM D3080/D3080M-11	
Volumen	49.01	Pesos		Caja de corte: CIRCULAR	
A	B	C		Humedad	
Peso de la Caja	1014.3	1017.5	1017.3	Peso de Tara	
Peso caja + muestra	1121.7	1124.9	1124.7	Peso húmedo	
Muestra	107.4	107.3	107.4	Peso seco	
Densidad Húm	2.152	2.190	2.191	Humedad	
Densidad Seca	2.001	1.959	2.000		
Carga de corte Circular		Carga de corte Cuadrada		Diámetro (cm)	
4996		4996		4.996	
Altura (cm)		Altura (cm)		2.500	
Carga de Corte Cuadrada		Lado (cm)		5.072	
5.072		Lado (cm)		2.551	
Altura (cm)		Altura (cm)		9.6	
2.551		Altura (cm)		9.6	
		Cargas (Kg)		VOLUMENES	
Deformación H (mm)		Cargas (Kg)		Circular	
0		0		49.010	
0.05		0		65.624	
0.1		0		ÁREAS	
0.15		0		Circular	
0.2		0		19.004	
0.3		0		Cuadrada	
0.4		0		25.725	
0.5		0		E. Normal	
0.6		0		Corte (Kg/cm²)	
0.7		0		A	
0.8		0		1.000	
0.9		0		B	
1.0		0		2.000	
1.1		0		C	
1.2		0		4.000	
1.3		0		6.065	
1.4		0		Delta X	
1.5		0		3.000	
1.6		0		Delta Y	
1.7		0		3.73	
1.8		0		Angulo	
1.9		0		51.6	
2.0		0		φ	
2.1		0		51.6	
2.2		0		φ = 31.6°	
2.3		0		c = 1.02 Kg/cm²	
2.4		0		Tipo de Especímenes	
2.5		0		Remoldados	
2.6		0		OBSERVACIONES	
2.7		0			
2.8		0			
2.9		0			
3.0		0			
3.1		0			
3.2		0			
3.3		0			
3.4		0			
3.5		0			
3.6		0			
3.7		0			
3.8		0			
3.9		0			
4.0		0			
4.1		0			
4.2		0			
4.3		0			
4.4		0			
4.5		0			
4.6		0			
4.7		0			
4.8		0			
4.9		0			
5.0		0			
5.1		0			
5.2		0			
5.3		0			
5.4		0			
5.5		0			

JAIR OMAR MOQUILLAZA CALLAN  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N°287135

JUAN ANTONIO ESPINAL RAMOS  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N°204586

ADESERG PERU S.A.C.  
ANTONY KEYLIN VALDERRAMA ESPEJO  
ESPECIALISTA DE SUELOS  
CIP 237470

ENSAYO DE CORTE DIRECTO									
Fecha de Ensayo: 15/12/2020		Resp. del ensayo: J. Escayadillo				Norma: ASTM D3080/D3080M-13		OE20-585-04	
Volumen	49.01	Peso de la Caja	1014.2	1017.5	1017.7	Caja de corte: CIRCULAR		Diámetro (cm) 4.996	
Área	19.604	Peso caja + ms	1122.0	1125.4	1125.5	Peso de Tapa		Altura (cm) 2.500	
		Muestra	107.8	107.7	107.8	Peso húmedo		Caja de corte Cuadrada	
		Densidad Hum	2.200	2.199	2.009	Peso seco		Lado (cm) 5.072	
		Densidad Seca	2.010	2.008	2.009	Humedad		Altura (cm) 2.551	

Deformación H (mm)	Cargas (Kg)		
	A	B	C
0	0.000	0.000	0.000
0.05	35.690	39.565	39.463
0.1	35.180	64.650	66.894
0.15	32.529	89.729	93.508
0.2	32.937	65.670	121.449
0.3	33.651	62.101	115.126
0.4	33.851	59.552	113.087
0.5	34.670	56.124	110.538
0.6	35.384	57.410	109.824
0.7	35.894	56.900	109.008
0.8	36.302	56.289	109.008
0.9	36.506	55.881	108.804
1	36.812	55.881	108.488
1.1	37.016	55.881	106.488
1.2	37.220	55.881	106.804
1.3	37.220	55.881	106.804
1.4	37.220	55.677	108.804
1.5	37.220	55.575	108.804
1.6	37.424	55.575	106.804
1.7	37.628	55.575	106.804
1.8	37.628	55.575	106.804
1.9	37.628	55.167	106.804
2	37.832	55.371	108.804
2.1	37.832	55.371	106.804
2.2	38.036	54.759	106.804
2.3	38.240	54.759	106.804
2.4	38.240	54.861	109.008
2.5	38.240	54.453	109.804
2.6	38.240	54.555	106.804
2.7	38.240	55.065	106.804
2.8	38.545	55.065	109.008
2.9	38.749	55.167	109.008
3	38.749	55.371	106.804
3.1	38.953	55.575	109.008
3.2	38.953	55.575	109.212
3.3	39.157	55.575	109.212
3.4	38.361	55.881	109.416
3.5	39.565	56.187	109.620
3.6	39.769	56.187	110.028
3.7	39.769	56.696	110.538
3.8	40.279	56.492	110.946
3.9	40.279	56.696	111.149
4	40.279	56.696	111.659
4.1	40.483	57.206	111.863
4.2	40.687	56.900	112.067
4.3	40.687	56.900	112.271
4.4	40.687	56.900	112.475
4.5	40.687	56.900	112.679
4.6	40.687	57.410	112.883
4.7	40.891	57.410	113.087
4.8	40.891	57.410	113.189
4.9	40.891	57.206	113.189
5	40.891	57.410	113.393
5.1	40.687	57.818	113.597
5.2	40.687	57.818	113.801
5.3	40.687	57.818	113.801
5.4	40.891	58.022	114.005
5.5	40.891	58.022	114.005

Deformación H (mm)	lectura (kN)		
	A	B	C
0	0	0	0
0.05	350	388	387
0.1	345	634	656
0.15	319	674	917
0.2	323	644	1191
0.3	330	609	1129
0.4	330	584	1109
0.5	340	570	1084
0.6	347	563	1077
0.7	352	556	1069
0.8	356	552	1066
0.9	359	548	1067
1	361	548	1064
1.1	363	548	1064
1.2	365	548	1067
1.3	365	548	1067
1.4	365	546	1067
1.5	365	545	1067
1.6	367	545	1067
1.7	369	545	1067
1.8	369	545	1067
1.9	369	541	1067
2	371	543	1067
2.1	371	543	1067
2.2	373	537	1067
2.3	375	537	1067
2.4	375	538	1069
2.5	375	534	1067
2.6	375	535	1067
2.7	375	540	1067
2.8	378	540	1069
2.9	380	541	1069
3	380	543	1067
3.1	382	545	1069
3.2	382	545	1071
3.3	384	545	1071
3.4	385	548	1073
3.5	388	551	1075
3.6	390	551	1079
3.7	390	556	1094
3.8	395	554	1098
3.9	395	556	1094
4	395	556	1095
4.1	397	561	1097
4.2	399	558	1099
4.3	399	558	1101
4.4	399	558	1103
4.5	399	558	1105
4.6	399	563	1107
4.7	401	563	1109
4.8	401	563	1110
4.9	401	561	1110
5	401	563	1112
5.1	399	567	1114
5.2	399	567	1116
5.3	399	567	1116
5.4	401	569	1118
5.5	401	569	1118

Caja de corte		CIRCULAR	
Diámetro (cm)	4.996	Altura (cm)	2.500
Lado (cm)	5.072	Altura (cm)	2.551

VOLUMENES	
Calculo	49.010
Calculo	65.624

ÁREAS	
Calculo	19.604
Calculo	25.725

E. Normal	
(Kg/cm <sup>2</sup> )	3.000
Corte(kg/cm <sup>2</sup> )	2.086
A	2.000
B	3.500
C	4.000

Tipo de Especímenes	
Remoldeados	

OBSERVACIONES	

  
**JAIR OMAR MOQUILLAZA CALLAN**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. Nº287135

  
**JUAN ANTONIO ESPINAL RAMOS**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. Nº204586

  
**ADESERG PERU S.A.C.**  
**ANTONY KEYLIN VALDERRAMA ESPEJO**  
 ESPECIALISTA DE SUELOS  
 CIP 237470



ENSAYO DE CORTE DIRECTO										OE20-585-05					
Fecha de Encargo: 02/12/2020			Resp. del ensayo: J. Escayudillo			Norma: ASTM D3080/D3080M-11									
Volumen	49.01	Peso	A	B	C	Caja de corte:		CIRCULAR		Caja de corte Circular					
		de la caja	1018.8	1017.3	1014.3	Humedad				4.906					
Área	19.004	Peso caja+ mu	1125.3	1125.7	1122.7	Peso de Tara		141.4		Diámetro (cm)					
		Muestra	108.5	108.4	108.4	Peso húmedo		387.2		3.250					
			Densidad Hum	2.213	2.212	2.212	Peso seco		365.8		Espesor (cm)				
			Densidad Seca	2.000	2.019	2.019	Humedad		9.5		Área (cm²)				
										Cilíndrico		Cuadrado			
										VOLUMENES		49.010		85.824	
										AREAS		19.004		25.725	
										E. Normal		E. de Corte		E. de Corte	
										(Kg/cm²)		(Kg/cm²)		(Kg/cm²)	
										A		1.000		2.039	
										B		2.000		3.261	
										C		4.000		6.523	
										Delta X		3.000			
										Delta Y		4.48			
										Ángulo		56.2			
										φ		56.2			
										φ = 56.2°					
										σ = 0.66 Kg/cm²					
										Tipo de Especímenes		Remoideados			
										OBSERVACIONES					

*Jair Omar Moquillaza Callan*

JAIR OMAR MOQUILLAZA CALLAN  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N°287135

*Juan Antonio Espinal Ramos*

JUAN ANTONIO ESPINAL RAMOS  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. N°204586

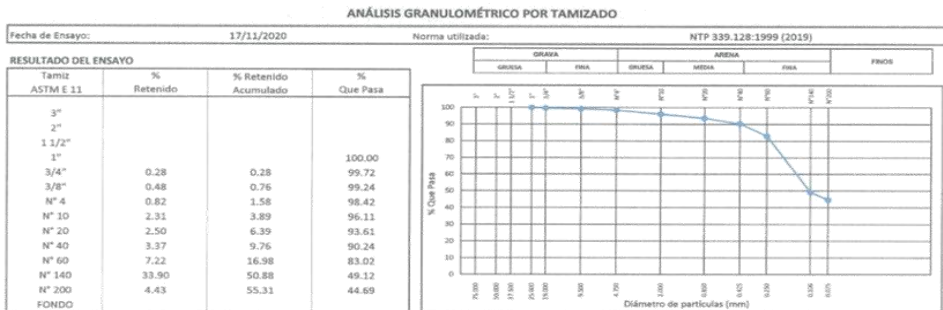
*Antony Keylin Valderrama Espejo*

ADESERG PERU S.A.C.  
ANTONY KEYLIN VALDERRAMA ESPEJO  
ESPECIALISTA DE SUELOS  
CIP 237470

## Anexo 7: Resultados de Laboratorio



INFORME N°: <b>OE20-585-01-EN</b>	
Fecha de Emisión: 18/11/2020	
<b>DATOS DEL SOLICITANTE</b>	<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>
Cliente: Oliver Rivera Huamani	Tipo: MAB
Solicitante: Sr. Oliver Rivera	Material: Suelo
Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante.	Procedencia: Calicata
Ubicación: Lima - Lima	Fecha de recepción: 16/11/2020
	Presentación: Bolsa Plástica Sellada
	Muestra recibida: 55.6 Kg
	<b>DATOS DEL MUESTREO</b>
	Identificación: C-1
	Profundidad: 1.5 m
	Progresiva: -
	Coordenadas: -
	Elevación: -
	Ubicación de Muestreo: Calicata
	Muestreado por: O.R.H.
	Fecha de Muestreo: 13/11/2020



Descripción de las partículas: Color Marrón, Subangulares, Duras

<b>LÍMITES DE ATTERBERG</b>	
Fecha de Ensayo: 18/11/2020	Norma utilizada: ASTM D4318-17e1
Método de ensayo: A	
Preparación del espécimen: Secado al aire / Tamizado seco en tamiz N°40 / Agua de mezclado Destilada	
Equipo empleado: Equipo Casagrande Manual / Ramurador Plástico / Enrolado manual	
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b> 27	<b>LÍMITE PLÁSTICO</b> 14
<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b> 13	

<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b>	
<b>INFORMACIÓN OBTENIDA</b>	<b>CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487-17e1)</b> SC
<b>BOLONERÍA (Partículas &gt; 3")</b>	<b>CLASIFICACIÓN AASHTO (AASHTO M145-91 (2017))</b> -
<b>FRACCIÓN GRUESA</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE SUELOS</b>
Grava (N°4 < a < 3")	Arena arcillosa
Arena (N°200 < a < N°4)	
Arena gruesa (N°10 < a < N°4)	
Arena media (N°40 < a < N°10)	
Arena fina (N°200 < a < N°40)	
<b>FRACCIÓN FINA</b> 44.69 %	
C. de Uniformidad (Cu)	
C. de Curvatura (Cc)	

**OBSERVACIONES**  
Se encontró aproximadamente 1% de restos de raíces, vidrio, ladrillo y conchuelas en la muestra.

Revisado por: **Juan Carlos Rodríguez Cabrejos**  
JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

Aprobado por: **GILMAR NATVIDAD CAMACHO HUAPAYA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 49965

**NOTAS**  
La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.  
Prohíbida la reproducción total o parcial del presente certificado de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de MyM Laboratorio de Suelos y Concreto S.A.C.  
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio de MyM Laboratorio de Suelos y Concreto S.A.C.



INFORME N°:	OE20-585-01-LA
Fecha de Emisión:	18/11/2020

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: Oliver Rivera Huamani	Tipo: MAB	Identificación: C-1
Solicitante: Sr. Oliver Rivera	Material: Suelo	Profundidad: 1.5 m
Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante.	Procedencia: Calicata	Progresiva: -
Ubicación: Lima - Lima	Fecha de recepción: 16/11/2020	Coordenadas: -
	Presentación: Bolsa Plástica Sellada	Elevación: -
	Muestra recibida: 55.6 Kg	Ubicación de Muestreo: Calicata
		Muestreado por: O.R.H.
		Fecha de Muestreo: 13/11/2020

LÍMITES DE ATTERBERG

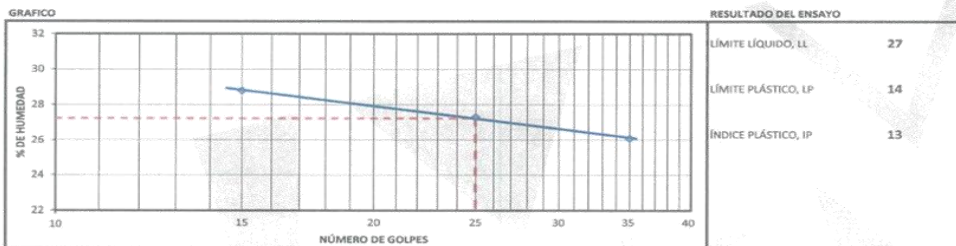
Fecha de Ensayo:	18/11/2020	Resp. del ensayo:	J.Escjadillo	Norma utilizada:	ASTM D4318-17e1
------------------	------------	-------------------	--------------	------------------	-----------------

DATOS DE LA MUESTRA RECEPCIONADA					
Humedad de muestra recibida (%):	4	Tamaño máximo de partícula de la muestra:	1"	Retenido en Tamiz N° 40:	9.76 %

PREPARACIÓN DEL ESPÉCIMEN					
Húmeda	<input type="checkbox"/>	Lavado en tamiz N°40	<input type="checkbox"/>	AGUA DE MEZCLADO	
Secado al aire	<input checked="" type="checkbox"/>	Tamizado seco en tamiz N°40	<input checked="" type="checkbox"/>	Destilada	<input checked="" type="checkbox"/>
Secado en horno	<input type="checkbox"/>	Empujado mecánicamente a través del tamiz N°40	<input type="checkbox"/>	Desmineralizada	<input type="checkbox"/>
		Mezclado en cápsula y partículas de arena removidas		Otra	<input type="checkbox"/>

EQUIPO EMPLEADO					
Límite plástico		Equipo Casagrande		Ranurador ASTM	
Enrolado manual	<input checked="" type="checkbox"/>	Manual	<input checked="" type="checkbox"/>	Metálico	<input type="checkbox"/>
Aparato para enrolado mecánico	<input type="checkbox"/>	Motorizado	<input type="checkbox"/>	Plástico	<input checked="" type="checkbox"/>

DATOS DEL ENSAYO						
Ensayo de Límite Líquido	Método A			Método B		Límite Plástico
Número de golpes	35	25	15	-	-	H1 (%) 14.1
Contenido de Humedad (%)	26.1	27.3	28.8	-	-	H2 (%) 14.2



OBSERVACIONES  
Según la carta de plasticidad SUCS, el presente material se encuentra clasificado como arcilla de baja plasticidad.

NOTA  
La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.  
Revisado por:

**M&M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.**  
Juan Carlos Rodríguez Cabrejos  
JEFE TÉCNICO DEL LABORATORIO

Aprobado por:  
GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 49965



INFORME Nº:	OE20-585-01-H
Fecha de Emisión:	18/11/2020

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: Oliver Rivera Huamani	Tipo: MAB	Identificación: C-1
Solicitante: Sr. Oliver Rivera	Material: Suelo	Profundidad: 1.5 m
Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante.	Procedencia: Caliceta	Progresiva: -
Ubicación: Lima - Lima	Fecha de recepción: 16/11/2020	Coordenadas: -
	Presentación: Bolsa Plástica Sellada	Elevación: -
	Muestra recibida: 55.6 Kg	Ubicación de Muestreo: Caliceta
		Muestreado por: O.R.H.
		Fecha de Muestreo: 13/11/2020

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Fecha de Ensayo:	17/11/2020	Resp. del ensayo:	J.Escjadillo	Norma utilizada:	ASTM D2216-19
------------------	------------	-------------------	--------------	------------------	---------------

Método empleado	A
Tamaño máximo nominal	3/4"
Contenido de humedad (%)	4

**OBSERVACIONES**

El resultado obtenido corresponde a la humedad de recepción.

**NOTA**

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.  
Revisado por:

M&M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.  
Juan Carlos Rodríguez Cabrejos  
JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

Aprobado por:

GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 49965



INFORME N°:	OE20-585-01-PRM
Fecha de Emisión:	03/12/2020

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: Oliver Rivera Huamani	Tipo: MAB	Identificación: C-1
Solicitante: Sr. Oliver Rivera	Material: Suelo	Profundidad: 1.5 m
Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante.	Procedencia: Calicata	Progresiva: -
Ubicación: Lima - Lima	Fecha de recepción: 16/11/2020	Coordenadas: -
	Presentación: Bolsa Plástica Sellada	Elevación: -
	Muestra recibida: 55,6 Kg	Ubicación de Muestreo: Calicata
		Muestreado por: Q.R.H.
		Fecha de Muestreo: 13/11/2020

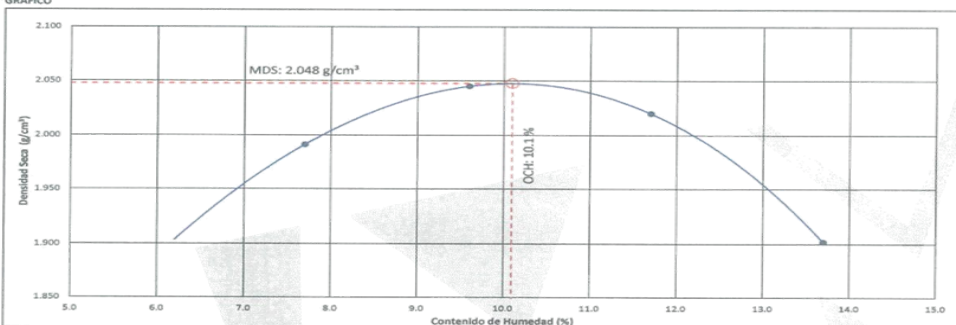
**DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO (PROCTOR)**

Fecha de Ensayo:	24/11/2020	Resp. del ensayo:	J.Escajadillo	Norma utilizada:	ASTM D1557-12e1
------------------	------------	-------------------	---------------	------------------	-----------------

DATOS GENERALES					
% Ret. Tamiz 3/4":	0.28	Fracción sobretamaño (%):	1.58	Humedad de recepción (%):	4
% Ret. Tamiz 3/8":	0.76	Fracción de ensayo (%):	98.42	Método de preparación:	Húmedo
% Ret. Tamiz N°4:	1.58	Peso espec. de mat. ensayado:	-	Descripción:	Arena arcillosa
Método de Ensayo:	A	Método utilizado para Gs:	-	Clasificación:	SC

DATOS DEL ENSAYO					
Densidad Seca (g/cm³):	1.991	2.045	2.020	1.902	
Humedad (%):	7.7	9.6	11.7	13.7	

**GRAFICO**



**RESULTADO DEL ENSAYO**

Máxima Densidad Seca (Mod- $\gamma_{dmax}$ ):	2.048 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad (Mod- $W_{opt}$ ):	10.1 %

**OBSERVACIONES**

NOTA  
La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.  
Revisado por:

**M&M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.**  
Juan Carlos Rodríguez Cabrejos  
JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

Aprobado por:  
GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 49965

Calle Mayorazgo 159, Chacarilla del Estanque - San Borja Telefaz: 372-5281 / 372-1497 E-mail: mymcons@qnet.com.pe

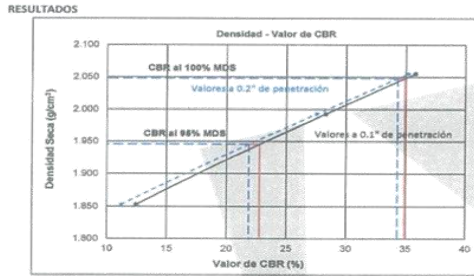
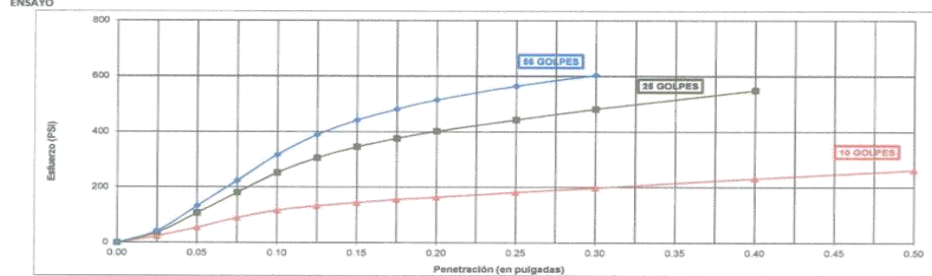


INFORME N°: **OE20-585-01-CBR**  
 Fecha de Emisión: 03/12/2020

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: Oliver Rivera Huamani	Tipo: MAB	Identificación: C-1
Solicitante: Sr. Oliver Rivera	Material: Suelo	Profundidad: 1.5 m
Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante.	Procedencia: Calicata	Progresiva: -
Ubicación: Lima - Lima	Fecha de recepción: 16/11/2020	Coordenadas: -
	Presentación: Bolsa Plástica Sellada	Elevación: -
	Muestra recibida: 55.6 Kg	Ubicación de Muestreo: Calicata
		Muestreado por: Q.R.H.
		Fecha de Muestreo: 13/11/2020

**CBR DE LABORATORIO**

Fecha de Ensayo: 26/11/2020 Resp. del ensayo: J. Escajadillo Norma utilizada: ASTM D1883-15  
 DATOS GENERALES  
 Norma y método de ensayo de compactación: ASTM D1557-12e1 - A Fracción sobretamaño: 1.6 %



Espéctimen	56 Golpes	25 Golpes	10 Golpes
Densidad seca (g/cm³)	2.055	1.993	1.853
Humedad inicial (%)	10.3	10.2	10.2
Humedad Final (%)	14.2	15.2	17.2
Hinchamiento (%)	0.8	1.2	1.6
CBR a 0.1" de penetración	35.8	28.3	12.5
CBR a 0.2" de penetración	35.2	27.5	11.2

Máxima densidad seca (g/cm³): 2.048  
 Optimo contenido de humedad (%): 10.1

Valor de CBR a 0.1" de penetración	
CBR al 100% MDS	34.9
CBR al 95% MDS	22.8

Valor de CBR a 0.2" de penetración	
CBR al 100% MDS	34.3
CBR al 95% MDS	21.9

**OBSERVACIONES**  
 La muestra compactada a 56 golpes se penetró solo hasta 0.3" debido a que se alcanzó la máxima capacidad del anillo de carga.  
 La muestra compactada a 25 golpes se penetró solo hasta 0.4" debido a que se alcanzó la máxima capacidad del anillo de carga.

**NOTA**  
 La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.  
 Revisado por:

Aprobado por:  
  
 GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 49965

Juan Carlos Rodríguez Cabrejos  
 JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.

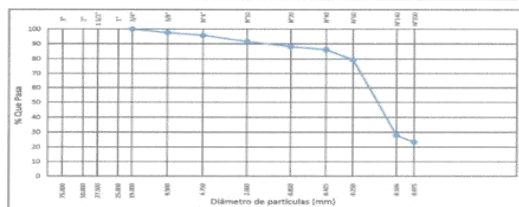


INFORME N°: **OE20-585-02-EN**  
 Fecha de Emisión: 03/12/2020

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: Oliver Rivera Huamani	Tipo: K&AB	Identificación: C-2
Solicitante: Sr. Oliver Rivera	Material: Suelo	Profundidad: 1.5 m
Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante.	Procedencia: Calicata	Progresiva: -
Ubicación: Lima - Lima	Fecha de recepción: 16/11/2020	Coordenadas: -
	Presentación: Bolsa Plástica Sellada	Elevación: -
	Muestra recibida: 46.7 Kg	Ubicación de Muestreo: Calicata
		Muestreado por: O.R.H.
		Fecha de Muestreo: 13/11/2020

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

Fecha de Ensayo: 24/11/2020				Norma utilizada: NTP 339.128-1999 (2019)			
RESULTADO DEL ENSAYO				GRABA			
Tamiz ASTM E 11	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	GRABA	FINA	ARENA	FINA
3"							
2"							
1 1/2"							
1"							
3/4"			100.00				
3/8"	2.29	2.29	97.71				
N° 4	1.78	4.07	95.93				
N° 10	4.23	8.30	91.70				
N° 20	3.46	11.76	88.24				
N° 40	2.05	13.81	86.19				
N° 60	6.86	20.67	79.33				
N° 140	51.33	72.00	28.00				
N° 200	4.55	76.55	23.45				
FONDO							



Descripción de las partículas: Color Marrón, Subangulares, Duras

LÍMITES DE ATTERBERG			
Fecha de Ensayo: 25/11/2020	Norma utilizada: ASTM D4318-17e1	Método de ensayo: A	
Preparación del espécimen: Secado al aire / Tamizado seco en tamiz N°40 / Agua de mezclado Destilada			
Equipo empleado: Equipo Casagrande Manual / Ranurador Plástico / Enrolado manual			
LÍMITE LÍQUIDO: 19	LÍMITE PLÁSTICO: 12	ÍNDICE DE PLASTICIDAD: 7	

CLASIFICACIÓN DE SUELOS	
INFORMACIÓN OBTENIDA	
BOGNERÍA (Partículas > 3")	-
FRACCIÓN GRUESA	76.55 %
Grava (N°4 - a - 3")	5.3 %
Arene (N°200 - a - N°4)	94.7 %
Arene gruesa (N°10 - a - N°4)	5.8 %
Arene media (N°60 - a - N°10)	7.6 %
Arene fina (N°200 - a - N°60)	85.6 %
FRACCIÓN FINA	23.45 %
C. de Uniformidad (Cu)	-
C. de Curvatura (Cc)	-

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487-17e1)	SC-SM
CLASIFICACIÓN AASHTO (AASHTO M145-91 (2017))	-
DESCRIPCIÓN DE SUELOS	Arene arcillosa limosa

OBSERVACIONES  
 Se encontró aproximadamente 1 % de restos de conchuelas y ladrillos en la muestra.

Revisado por:

**M&M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETOS S.A.C.**  
 Juan Carlos Rodríguez Cabrejos  
 JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

Aprobado por:

GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 49965

**NOTAS**

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.  
 Prohibida la reproducción total o parcial del presente certificado de ensayo sin la autorización escrita del Laboratorio de M&M Laboratorio de Suelos y Concreto S.A.C.  
 Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al laboratorio de M&M Laboratorio de Suelos y Concreto S.A.C.

Calle Mayorazgo 159, Chacarilla del Estanque - San Borja Telefax: 372-5281 / 372-1497 E-mail: mymcons@qnet.com.pe



INFORME Nº:	OE20-585-02-H
Fecha de Emisión:	03/12/2020

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: Oliver Rivera Huamani	Tipo: MAB	Identificación: C-2
Solicitante: Sr. Oliver Rivera	Material: Suelo	Profundidad: 1.5 m
Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante.	Procedencia: Calicata	Progresiva: -
Ubicación: Lima - Lima	Fecha de recepción: 16/11/2020	Coordenadas: -
	Presentación: Bolsa Plástica Sellada	Elevación: -
	Muestra recibida: 46.7 Kg	Ubicación de Muestreo: Calicata
		Muestreado por: O.R.H.
		Fecha de Muestreo: 13/11/2020

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD			
Fecha de Ensayo:	24/11/2020	Resp. del ensayo:	J.Escjadillo
		Norma utilizada:	ASTM D2216-19

Método empleado	A
Tamaño máximo nominal	3/8"
Contenido de humedad (%)	2

**OBSERVACIONES**  
El resultado obtenido corresponde a la humedad de recepción.

**NOTA**  
La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.  
Revisado por:

**M&M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.**  
Juan Carlos Rodríguez Cabrejos  
JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

Aprobado por:  
GILMAR NAVEJIDAD CAMACHO HUAPAYA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 49965





LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.



INFORME N°:	OE20-585-02-LA
Fecha de Emisión:	03/12/2020

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: Oliver Rivera Huamani	Tipo: MAB	Identificación: C-2
Solicitante: Sr. Oliver Rivera	Material: Suelo	Profundidad: 1.5 m
Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante.	Procedencia: Calicata	Progresiva: -
Ubicación: Lima - Lima	Fecha de recepción: 16/11/2020	Coordenadas: -
	Presentación: Bolsa Plástica Sellada	Elevación: -
	Muestra recibida: 46.7 Kg	Ubicación de Muestreo: Calicata
		Muestreado por: O.R.H.
		Fecha de Muestreo: 13/11/2020

LÍMITES DE ATTERBERG

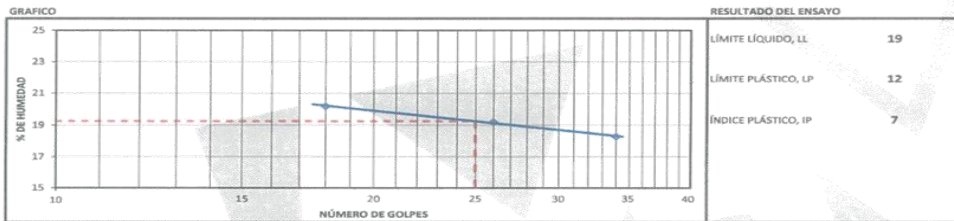
Fecha de Ensayo:	25/11/2020	Resp. del ensayo:	J. Escjadillo	Norma utilizada:	ASTM D4318-17e1
------------------	------------	-------------------	---------------	------------------	-----------------

DATOS DE LA MUESTRA RECEPCIONADA					
Humedad de muestra recibida (%):	2	Tamaño máximo de partícula de la muestra:	3/4"	Retenido en Tamiz N° 40:	13.81 %

PREPARACIÓN DEL ESPÉCIMEN					
Húmeda	<input type="checkbox"/>	Lavado en tamiz N°40		AGUA DE MEZCLADO	
Secado al aire	<input checked="" type="checkbox"/>	Tamizado seco en tamiz N°40	<input checked="" type="checkbox"/>	Destilada	<input checked="" type="checkbox"/>
Secado en horno	<input type="checkbox"/>	Empujado mecánicamente a través del tamiz N°40	<input type="checkbox"/>	Desmineralizada	<input type="checkbox"/>
		Mezclado en cápsula y partículas de arena removidas		Otra	<input type="checkbox"/>

EQUIPO EMPLEADO					
Límite plástico	<input type="checkbox"/>	Equipo Casagrande	<input type="checkbox"/>	Ranurador ASTM	<input type="checkbox"/>
Enrolado manual	<input checked="" type="checkbox"/>	Manual	<input checked="" type="checkbox"/>	Metálico	<input type="checkbox"/>
Aparato para enrolado mecánico	<input type="checkbox"/>	Motorizado	<input type="checkbox"/>	Plástico	<input checked="" type="checkbox"/>

DATOS DEL ENSAYO					
Ensayo de Límite Líquido	Método A			Método B	Límite Plástico
Número de golpes	34	26	18	-	H1 (%) 11.7
Contenido de Humedad (%)	18.3	19.2	20.2	-	H2 (%) 11.5



OBSERVACIONES  
Según la carta de plasticidad SUCS, el presente material se encuentra clasificado como arcilla limosa.

NOTA  
La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.  
Revisado por:

M&M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.  
Juan Carlos Rodríguez Cabrejos  
JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

Aprobado por:  
GILMAR NATIVIDAD DAMAZO HUAPAYA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 49965



<b>INFORME Nº:</b>	<b>OE20-585-03-LA</b>
Fecha de Emisión:	03/12/2020

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: Oliver Rivera Huamani Solicitante: Sr. Oliver Rivera Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante. Ubicación: Lima - Lima	Tipo: MAB Material: Suelo Procedencia: Calicata Fecha de recepción: 16/11/2020 Presentación: Bolsa Plástica Sellada Muestra recibida: 63.8 Kg	Identificación: C-1 + 15 % de LFS Profundidad: 1.5 m Progresiva: - Coordenadas: - Elevación: - Ubicación de Muestreo: Calicata Muestreado por: O.R.H. Fecha de Muestreo: 13/11/2020

**LÍMITES DE ATTERBERG**

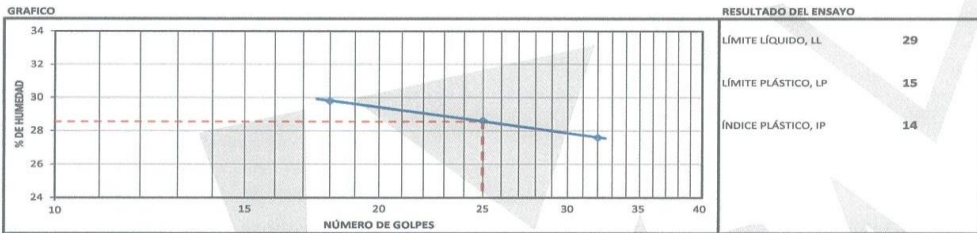
Fecha de Ensayo:	25/11/2020	Resp. del ensayo:	J. Escajadillo	Norma utilizada:	ASTM D4318-17e1
------------------	------------	-------------------	----------------	------------------	-----------------

<b>DATOS DE LA MUESTRA RECEPCIONADA</b>	
Humedad de muestra recibida (%):	-
Tamaño máximo de partícula de la muestra:	1"
Retenido en Tamiz N° 40:	-

<b>PREPARACIÓN DEL ESPÉCIMEN</b>			
Húmeda	<input type="checkbox"/>	Lavado en tamiz N°40	<input type="checkbox"/>
Secado al aire	<input checked="" type="checkbox"/>	Tamizado seco en tamiz N°40	<input checked="" type="checkbox"/>
Secado en horno	<input type="checkbox"/>	Empujado mecánicamente a través del tamiz N°40	<input type="checkbox"/>
		Mezclado en cápsula y partículas de arena removidas	<input type="checkbox"/>
<b>AGUA DE MEZCLADO</b>			
		Destilada	<input checked="" type="checkbox"/>
		Desmineralizada	<input type="checkbox"/>
		Otra	<input type="checkbox"/>

<b>EQUIPO EMPLEADO</b>			
Límite plástico	<input type="checkbox"/>	Equipo Casagrande	<input type="checkbox"/>
Enrolado manual	<input checked="" type="checkbox"/>	Manual	<input checked="" type="checkbox"/>
Aparato para enrolado mecánico	<input type="checkbox"/>	Motorizado	<input type="checkbox"/>
		Ranurador ASTM	<input type="checkbox"/>
		Metálico	<input type="checkbox"/>
		Plástico	<input checked="" type="checkbox"/>

<b>DATOS DEL ENSAYO</b>					
Ensayo de Límite Líquido	Método A			Método B	Límite Plástico
Número de golpes	32	25	18	-	H1 (%) 14.9
Contenido de Humedad (%)	27.6	28.6	29.8	-	H2 (%) 14.9



**OBSERVACIONES**  
Según la carta de plasticidad SUCS, el presente material se encuentra clasificado como arcilla de baja plasticidad.

**NOTA**  
La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.  
Revisado por:

Aprobado por:

**M&M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.**  
**Juan Carlos Rodríguez Cabrejos**  
 JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

**GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 49965



<b>INFORME N°:</b>	<b>OE20-585-03-PRM</b>
<b>Fecha de Emisión:</b>	03/12/2020

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: Oliver Rivera Huamani	Tipo: MAB	Identificación: C-1 + 15 % de LFS
Solicitante: Sr. Oliver Rivera	Material: Suelo	Profundidad: 1.5 m
Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante.	Procedencia: Calicata	Progresiva: -
Ubicación: Lima - Lima	Fecha de recepción: 16/11/2020	Coordenadas: -
	Presentación: Bolsa Plástica Sellada	Elevación: -
	Muestra recibida: 63.8 Kg	Ubicación de Muestreo: Calicata
		Muestreado por: O.R.H.
		Fecha de Muestreo: 13/11/2020

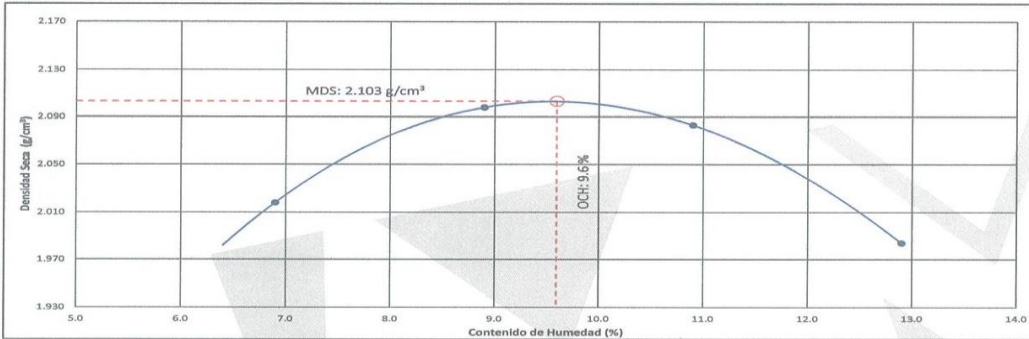
**DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO (PROCTOR)**

Fecha de ensayo:	25/11/2020	Resp. del ensayo:	J. Escajadillo	Norma utilizada:	ASTM D1557-12e1
------------------	------------	-------------------	----------------	------------------	-----------------

DATOS GENERALES					
% Ret. Tamiz 3/4":	0.35	Fracción sobretamaño (%):	2.40	Humedad de recepción (%):	3
% Ret. Tamiz 3/8":	0.96	Fracción de ensayo (%):	97.60	Método de preparación:	Húmedo
% Ret. Tamiz N°4:	2.40	Peso espec. de mat. ensayado:	-	Descripción:	Arena arcillosa
Método de ensayo:	A	Método utilizado para Gs:	-	Clasificación:	-

DATOS DEL ENSAYO				
Densidad Seca (g/cm³):	2.018	2.098	2.083	1.984
Humedad (%):	6.9	8.9	10.9	12.9

**GRAFICO**



**RESULTADO DEL ENSAYO**

Máxima Densidad Seca (Mod- $\gamma_{d,max}$ ):	<b>2.103 g/cm³</b>
Óptimo Contenido de Humedad (Mod- $W_{opt}$ ):	<b>9.6 %</b>

**OBSERVACIONES**

--

**NOTA**

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.  
Revisado por:

**M&M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.**  
*Juan Carlos Rodríguez Cabrejos*  
 Jefe Técnico de Laboratorio

Aprobado por:

*Gilmar Natividad Camacho Huapaya*  
**GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg./C.I.P. N° 49965

Calle Mayorazgo 159, Chacarilla del Estanque - San Borja    Teléfax: 372-5281 / 372-1497    E-mail: mymcons@qnet.com.pe

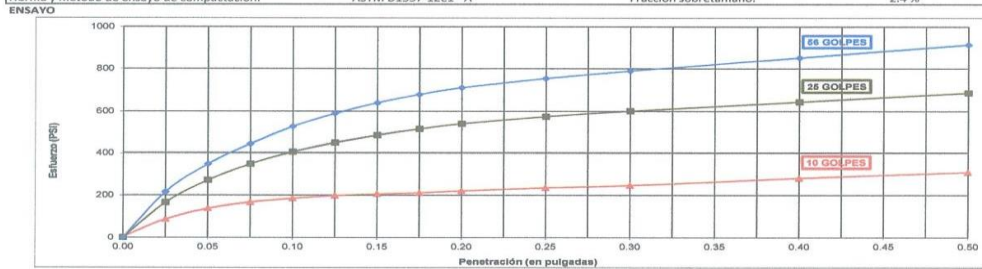


INFORME N°:	<b>OE20-585-03-CBR</b>
Fecha de Emisión:	03/12/2020

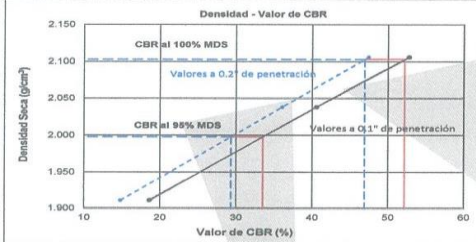
DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: Oliver Rivera Huamani	Tipo: MAB	Identificación: C-1 + 15 % de LFS
Solicitante: Sr. Oliver Rivera	Material: Suelo	Profundidad: 1.5 m
Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante.	Procedencia: Callcata	Progresiva: -
Ubicación: Lima - Lima	Fecha de recepción: 16/11/2020	Coordenadas: -
	Presentación: Bolsa Plástica Sellada	Elevación: -
	Muestra recibida: 63.8 Kg	Ubicación de Muestreo: Callcata
		Muestreado por: O.R.H.
		Fecha de Muestreo: 13/11/2020

**CBR DE LABORATORIO**

Fecha de Ensayo:	26/11/2020	Resp. del ensayo:	J.Escajadillo	Norma utilizada:	ASTM D1883-16
<b>DATOS GENERALES</b>					
Norma y método de ensayo de compactación:	ASTM D1557-12e1 - A	Fracción sobretamaño:	2.4 %		



**RESULTADOS**



Espécimen	56 Golpes	25 Golpes	10 Golpes
Densidad seca (g/cm³)	2.106	2.038	1.911
Humedad inicial (%)	9.7	9.7	9.7
Humedad final (%)	11.8	13.1	15.1
Hinchamiento (%)	0.0	0.2	0.4
CBR a 0.1" de penetración	52.8	40.6	18.6
CBR a 0.2" de penetración	47.4	36.0	14.8

Máxima densidad seca (g/cm³)	2.103
Óptimo contenido de humedad (%)	9.6

Valor de CBR a 0.1" de penetración	
CBR al 100% MDS	52.2
CBR al 95% MDS	33.5

Valor de CBR a 0.2" de penetración	
CBR al 100% MDS	46.9
CBR al 95% MDS	29.3

**OBSERVACIONES**

NOTA  
La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.  
Revisado por:

**M&M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.**  
Juan Carlos Rodríguez Cabrejos  
JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

Aprobado por:

*Gilmar Natividad Camacho Huapaya*  
GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 49965



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.



<b>INFORME N°:</b>	<b>OE20-585-04-LA</b>
<b>Fecha de Emisión:</b>	03/12/2020

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: Oliver Rivera Huamani	Tipo: MAB	Identificación: C-1 + 20 % de LFS
Solicitante: Sr. Oliver Rivera	Material: Suelo	Profundidad: 1.5 m
	Procedencia: Calicata	Progresiva: -
	Fecha de recepción: 16/11/2020	Coordenadas: -
Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante.	Presentación: Bolsa Plástica Sellada	Elevación: -
Ubicación: Lima - Lima	Muestra recibida: 66.8 Kg	Ubicación de Muestreo: Calicata
		Muestreado por: O.R.H.
		Fecha de Muestreo: 13/11/2020

**LÍMITES DE ATTERBERG**

Fecha de Ensayo:	26/11/2020	Resp. del ensayo:	J. Escajadillo	Norma utilizada:	ASTM D4318-17e1
------------------	------------	-------------------	----------------	------------------	-----------------

**DATOS DE LA MUESTRA RECEPCIONADA**

Humedad de muestra recibida (%):	-	Tamaño máximo de partícula de la muestra:	1"	Retenido en Tamiz N° 40:	-
----------------------------------	---	---	----	--------------------------	---

**PREPARACIÓN DEL ESPÉCIMEN**

Húmeda	<input type="checkbox"/>	Lavado en tamiz N°40	<input type="checkbox"/>	AGUA DE MEZCLADO	<input type="checkbox"/>
Secado al aire	<input checked="" type="checkbox"/>	Tamizado seco en tamiz N°40	<input checked="" type="checkbox"/>	Destilada	<input checked="" type="checkbox"/>
Secado en horno	<input type="checkbox"/>	Empujado mecánicamente a través del tamiz N°40	<input type="checkbox"/>	Desmineralizada	<input type="checkbox"/>
		Mezclado en cápsula y partículas de arena removidas		Otra	<input type="checkbox"/>

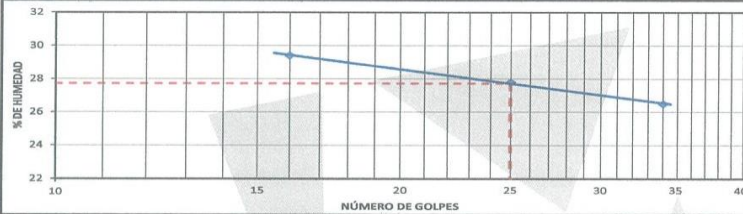
**EQUIPO EMPLEADO**

Límite plástico	<input type="checkbox"/>	Equipo Casagrande	<input type="checkbox"/>	Ranurador ASTM	<input type="checkbox"/>
Enrolado manual	<input checked="" type="checkbox"/>	Manual	<input checked="" type="checkbox"/>	Metálico	<input type="checkbox"/>
Aparato para enrolado mecánico	<input type="checkbox"/>	Motorizado	<input type="checkbox"/>	Plástico	<input checked="" type="checkbox"/>

**DATOS DEL ENSAYO**

Ensayo de Límite Líquido	Método A				Método B		Límite Plástico
Número de golpes	34	25	16	-	-	-	H1 (%) 14.7
Contenido de Humedad (%)	26.5	27.8	29.4	-	-	-	H2 (%) 14.8

**GRAFICO**



**RESULTADO DEL ENSAYO**

LÍMITE LÍQUIDO, LL	28
LÍMITE PLÁSTICO, LP	15
ÍNDICE PLÁSTICO, IP	13

**OBSERVACIONES**

Según la carta de plasticidad SUCS, el presente material se encuentra clasificado como arcilla de baja plasticidad.

**NOTA**

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.

Revisado por:

**Juan Carlos Rodríguez Cabrejos**  
JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

Aprobado por:

**GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 49965



<b>INFORME Nº:</b>	<b>OE20-585-04-PRM</b>
<b>Fecha de Emisión:</b>	03/12/2020

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: Oliver Rivera Huamani Solicitante: Sr. Oliver Rivera Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante. Ubicación: Lima - Lima	Tipo: MAB Material: Suelo Procedencia: Calicata Fecha de recepción: 16/11/2020 Presentación: Bolsa Plástica Sellada Muestra recibida: 66.8 Kg	Identificación: C-1 + 20 % de LFS Profundidad: 1.5 m Progresiva: - Coordenadas: - Elevación: - Ubicación de Muestreo: Calicata Muestreado por: O.R.H. Fecha de Muestreo: 13/11/2020

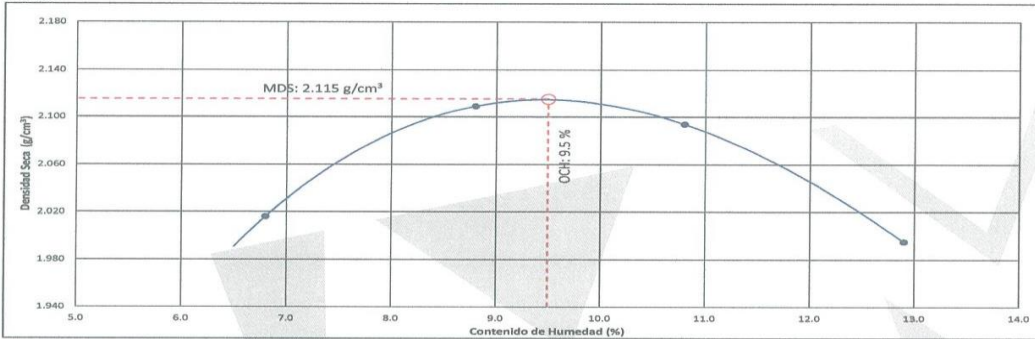
**DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO (PROCTOR)**

Fecha de ensayo:	26/11/2020	Resp. del ensayo:	J.Escajadillo	Norma utilizada:	ASTM D1557-12e1
------------------	------------	-------------------	---------------	------------------	-----------------

DATOS GENERALES					
% Ret. Tamiz 3/4":	0.28	Fracción sobretamaño (%):	2.10	Humedad de recepción (%):	3
% Ret. Tamiz 3/8":	0.72	Fracción de ensayo (%):	97.90	Método de preparación:	Húmedo
% Ret. Tamiz N°4:	2.10	Peso espec. de mat. ensayado:	-	Descripción:	Arena arcillosa
Método de Ensayo:	A	Método utilizado para Gs:	-	Clasificación:	-

DATOS DEL ENSAYO					
Densidad Seca (g/cm³):	2.016	2.109	2.094	1.995	
Humedad (%):	6.8	8.8	10.8	12.9	

**GRAFICO**



**RESULTADO DEL ENSAYO**

Máxima Densidad Seca (Mod- $\gamma_{d,max}$ ):	2.115 g/cm³
Óptimo Contenido de Humedad (Mod- $W_{opt}$ ):	9.5 %

**OBSERVACIONES**

--

**NOTA**

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.

Revisado por:

**M&M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.**  
 Juan Carlos Rodríguez Cabrejos  
 JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

Aprobado por:

GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 49965

Calle Mayorazgo 159, Chacarilla del Estanque - San Borja Telefax: 372-5281 / 372-1497 E-mail: mymcons@qnet.com.pe

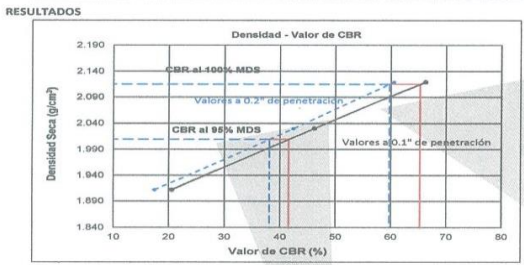
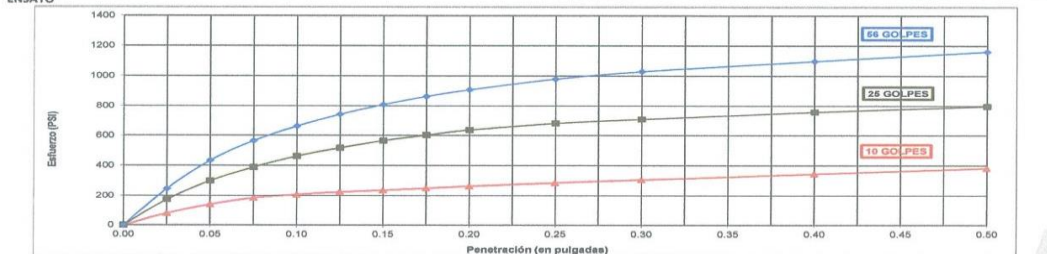


INFORME N°:	<b>OE20-585-04-CBR</b>
Fecha de Emisión:	03/12/2020

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: Oliver Rivera Huamani	Tipo: MAB	Identificación: C-1 + 20 % de LFS
Solicitante: Sr. Oliver Rivera	Material: Suelo	Profundidad: 1.5 m
	Procedencia: Calicata	Progresiva: -
	Fecha de recepción: 16/11/2020	Coordenadas: -
Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante.	Presentación: Bolsa Plástica Sellada	Elevación: -
Ubicación: Lima - Lima	Muestra recibida: 66.8 Kg	Ubicación de Muestreo: Calicata
		Muestreado por: O.R.H.
		Fecha de Muestreo: 13/11/2020

**CBR DE LABORATORIO**

Fecha de Ensayo:	27/11/2020	Resp. del ensayo:	J.Escadillo	Norma utilizada:	ASTM D1883-16
<b>DATOS GENERALES</b>					
Norma y método de ensayo de compactación:	ASTM D1557-12e1 - A		Fracción sobretamaño:	2.1 %	



	56 Golpes	25 Golpes	10 Golpes
Especimen			
Densidad seca (g/cm³)	2.119	2.030	1.912
Humedad Inicial (%)	9.6	9.7	9.7
Humedad Final (%)	11.5	13.0	15.8
Hinchamiento (%)	0.1	0.2	0.3
CBR a 0.1" de penetración	65.3	46.2	20.5
CBR a 0.2" de penetración	60.5	42.4	17.4
Máxima densidad seca (g/cm³)	2.115		
Óptimo contenido de humedad (%)	9.5		

Valor de CBR a 0.1" de penetración	
CBR al 100% MDS	65.3
CBR al 95% MDS	41.6

Valor de CBR a 0.2" de penetración	
CBR al 100% MDS	59.7
CBR al 95% MDS	38.1

**OBSERVACIONES**

NOTA  
La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.  
Revisado por:

**M&M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.**  
Juan Carlos Rodríguez Cabrejos  
JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

Aprobado por:  
GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 49965



INFORME Nº:	OE20-585-05-LA
Fecha de Emisión:	03/12/2020

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: Oliver Rivera Huamani	Tipo: MAB	Identificación: C-1 + 25 % de LFS
Solicitante: Sr. Oliver Rivera	Material: Suelo	Profundidad: 1.5 m
Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante.	Procedencia: Calicata	Progresiva: -
Ubicación: Lima - Lima	Fecha de recepción: 16/11/2020	Coordenadas: -
	Presentación: Bolsa Plástica Sellada	Elevación: -
	Muestra recibida: 69.6 Kg	Ubicación de Muestreo: Calicata
		Muestreo por: O.R.H.
		Fecha de Muestreo: 13/11/2020

LÍMITES DE ATTERBERG

Fecha de Ensayo:	26/11/2020	Resp. del ensayo:	J.Escadillo	Norma utilizada:	ASTM D4318-17e1
------------------	------------	-------------------	-------------	------------------	-----------------

DATOS DE LA MUESTRA RECEPCIONADA					
Humedad de muestra recibida (%):	-	Tamaño máximo de partícula de la muestra:	1"	Retenido en Tamiz N° 40:	-

PREPARACIÓN DEL ESPÉCIMEN

Húmeda	<input type="checkbox"/>	Lavado en tamiz N°40	<input type="checkbox"/>	AGUA DE MEZCLADO	<input type="checkbox"/>
Secado al aire	<input checked="" type="checkbox"/>	Tamizado seco en tamiz N°40	<input checked="" type="checkbox"/>	Destilada	<input checked="" type="checkbox"/>
Secado en horno	<input type="checkbox"/>	Empujado mecánicamente a través del tamiz N°40	<input type="checkbox"/>	Desmineralizada	<input type="checkbox"/>
		Mezclado en cápsula y partículas de arena removidas	<input type="checkbox"/>	Otra	<input type="checkbox"/>

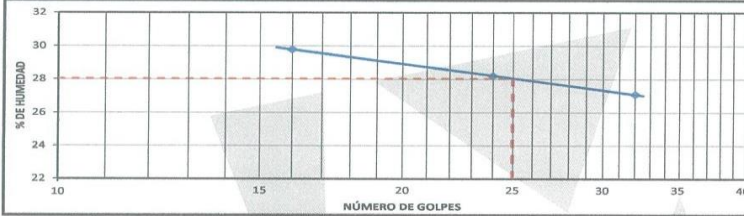
EQUIPO EMPLEADO

Límite plástico	<input type="checkbox"/>	Equipo Casagrande	<input type="checkbox"/>	Ranurador ASTM	<input type="checkbox"/>
Enrolado manual	<input checked="" type="checkbox"/>	Manual	<input checked="" type="checkbox"/>	Metálico	<input type="checkbox"/>
Aparato para enrolado mecánico	<input type="checkbox"/>	Motorizado	<input type="checkbox"/>	Plástico	<input checked="" type="checkbox"/>

DATOS DEL ENSAYO

Ensayo de Límite Líquido	Método A				Método B		Límite Plástico
Número de golpes	32	24	16	-	-	-	H1 (%) 14.6
Contenido de Humedad (%)	27.1	28.2	29.8	-	-	-	H2 (%) 14.5

GRAFICO



RESULTADO DEL ENSAYO

LÍMITE LÍQUIDO, LL	28
LÍMITE PLÁSTICO, LP	15
ÍNDICE PLÁSTICO, IP	13

OBSERVACIONES

Según la carta de plasticidad SUCS, el presente material se encuentra clasificado como arcilla de baja plasticidad.

NOTA

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.  
Revisado por:

**M&M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.**  
Juan Carlos Rodríguez Cabrejos  
JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

Aprobado por:

GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 49965





<b>INFORME N°:</b>	<b>OE20-585-05-PRM</b>
Fecha de Emisión:	03/12/2020

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: Oliver Rivera Huamani	Tipo: MAB	Identificación: C-1 + 25 % de LFS
Solicitante: Sr. Oliver Rivera	Materia: Suelo	Profundidad: 1.5 m
Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante.	Procedencia: Calicata	Progresiva: -
Ubicación: Lima - Lima	Fecha de recepción: 16/11/2020	Coordenadas: -
	Presentación: Bolsa Plástica Sellada	Elevación: -
	Muestra recibida: 69.6 Kg	Ubicación de Muestreo: Calicata
		Muestreado por: O.R.H.
		Fecha de Muestreo: 13/11/2020

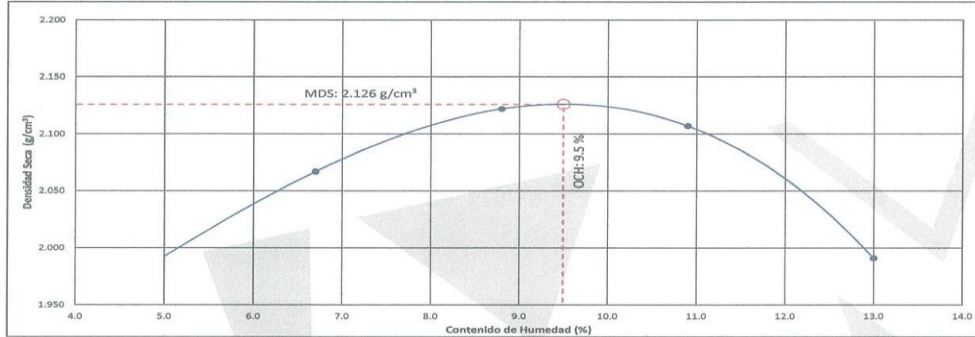
**DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO ESFUERZO MODIFICADO (PROCTOR)**

Fecha de Ensayo:	26/11/2020	Resp. del ensayo:	J.Escajadillo	Norma utilizada:	ASTM D1557-12e1
------------------	------------	-------------------	---------------	------------------	-----------------

DATOS GENERALES					
% Ret. Tamiz 3/4":	0.20	Fracción sobretamaño (%):	2.33	Humedad de recepción (%):	3
% Ret. Tamiz 3/8":	0.70	Fracción de ensayo (%):	97.67	Método de preparación:	Húmedo
% Ret. Tamiz N°4:	2.33	Peso espec. de mat. ensayado:	-	Descripción:	Arena arcillosa
Método de Ensayo:	A	Método utilizado para Gs:	-	Clasificación:	-

DATOS DEL ENSAYO					
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> ):	2.067	2.122	2.107	1.991	
Humedad (%):	6.7	8.8	10.9	13.0	

**GRAFICO**



**RESULTADO DEL ENSAYO**

Máxima Densidad Seca (Mod- $\gamma_{dmax}$ ):	2.126 g/cm <sup>3</sup>
Óptimo Contenido de Humedad (Mod- $W_{opt}$ ):	9.5 %

**OBSERVACIONES**

--

**NOTA**

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.  
Revisado por:

**M&M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.**  
Juan Carlos Rodríguez Cabrejos  
JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

Aprobado por:

*Gilmar Natividad Camacho Huapaya*  
GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 49965

Calle Mayorazgo 159, Chacarilla del Estanque - San Borja Telefax: 372-5281 / 372-1497 E-mail: mymcons@qnet.com.pe

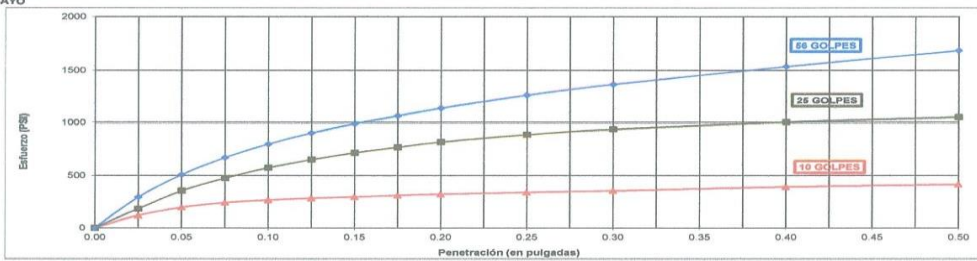


<b>INFORME N°:</b>	<b>OE20-585-05-CBR</b>
<b>Fecha de Emisión:</b>	03/12/2020

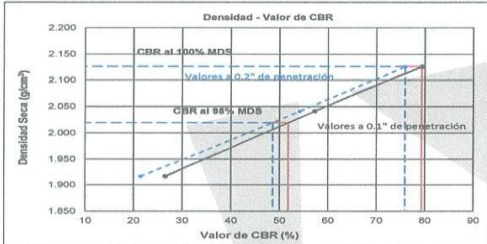
DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: Oliver Rivera Huamani Solicitante: Sr. Oliver Rivera Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante. Ubicación: Lima - Lima	Tipo: MAB Material: Suelo Procedencia: Calicata Fecha de recepción: 16/11/2020 Presentación: Bolsa Plástica Sellada Muestra recibida: 69.6 Kg	Identificación: C-1 + 25 % de LFS Profundidad: 1.5 m Progresiva: - Coordenadas: - Elevación: - Ubicación de Muestreo: Calicata Muestreado por: O.R.H. Fecha de Muestreo: 13/11/2020

**CBR DE LABORATORIO**

<b>Fecha de Ensayo:</b>	27/11/2020	<b>Resp. del ensayo:</b>	J. Escjadillo	<b>Norma utilizada:</b>	ASTM D1883-16
<b>DATOS GENERALES</b>		<b>ENSAYO</b>			
<b>Norma y método de ensayo de compactación:</b>		ASTM D1557-12e1 - A		<b>Fracción sobretamaño:</b> 2.3 %	



**RESULTADOS**



Espécimen	56 Golpes	25 Golpes	10 Golpes
Densidad seca (g/cm³)	2.126	2.041	1.917
Humedad inicial (%)	9.6	9.6	9.6
Humedad Final (%)	12.0	13.5	16.1
Hinchamiento (%)	0.0	0.2	0.4
CBR a 0.1" de penetración	79.4	57.3	26.5
CBR a 0.2" de penetración	75.9	54.2	21.4
Máxima densidad seca (g/cm³)	2.126		
Óptimo contenido de humedad (%)	9.5		

<b>Valor de CBR a 0.1" de penetración</b>	
CBR al 100% MDS	79.4
CBR al 95% MDS	51.9

<b>Valor de CBR a 0.2" de penetración</b>	
CBR al 100% MDS	75.9
CBR al 95% MDS	48.6

**OBSERVACIONES**

**NOTA**

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.

Revisado por:

Aprobado por:

**M&M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.**  
 Juan Carlos Rodríguez Cabrejos  
 JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 49965



INFORME N°:	OE20-585-01-CD
Fecha de Emisión:	30/12/2020

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: Oliver Rivera Huamani Solicitante: Sr. Oliver Rivera Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante. Ubicación: Lima - Lima	Tipo: MAB Material: Suelo Procedencia: Celicata Fecha de recepción: 14/11/2020 Presentación: Bolsa Plástica Sellada Muestra recibida: 55.6 Kg	Identificación: C-1 Profundidad: 1.5 m Progresiva: - Coordenadas: - Elevación: - Utilización de Muestreo: Celicata Muestreado por: O.R.H. Fecha de Muestreo: 13/11/2020

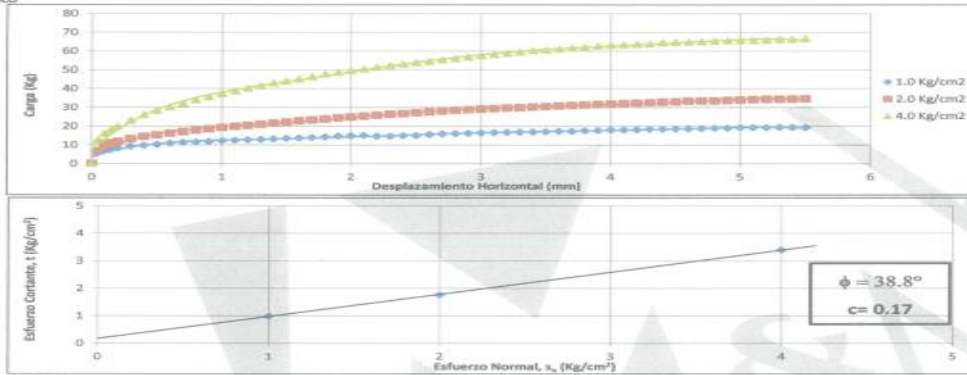
**CORTE DIRECTO**

Fecha de Ensayo:	09/12/2020	Resp. del ensayo:	Escapadero	Norma utilizada:	ASTM D3080/D3080M-11
<b>DATOS DEL EQUIPO</b>					
Equipo:	HM-2560A	Dial Desplazamiento Vertical:	Digital HM-2310.10	Caja de corte Circular	
Aplicación de Carga Normal:	Neumático HM-4170	Dial Desplazamiento Horizontal:	Digital HM-2310.04	Díámetro (cm)	5.00
Registro de Esfuerzo de Corte:	Celda de Carga HM-2300.020			Altura (cm)	2.50

DATOS DE LOS ESPÉCIMENES			
Tipo de especímenes:	Tallados		
Especímen	A	B	C
Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.0	2.0	4.0
Esfuerzo Cortante (Kg/cm <sup>2</sup> )	0.988	1.763	3.397
Densidad Natural (g/cm <sup>3</sup> )	1.620	1.618	1.622
Humedad (%)	1.4	1.4	1.4
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.598	1.596	1.600

RESULTADO DEL ENSAYO	
Angulo de Fricción ( $\phi$ )	38.8°
Cohesión ( c )	0.17 Kg/cm <sup>2</sup>

**GRÁFICO**



**OBSERVACIONES**

--

NOTA  
La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.  
Revisado por:

**M&M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.**  
  
 Juan Carlos Rodríguez Gabrejos  
 JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

Aprobado por:

GILMAR NAVEIDAD SAMACHO HUAPAYA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. C.I.P. N° 49965



INFORME Nº:	OE20-585-03-CD
Fecha de Emisión:	07/12/2020

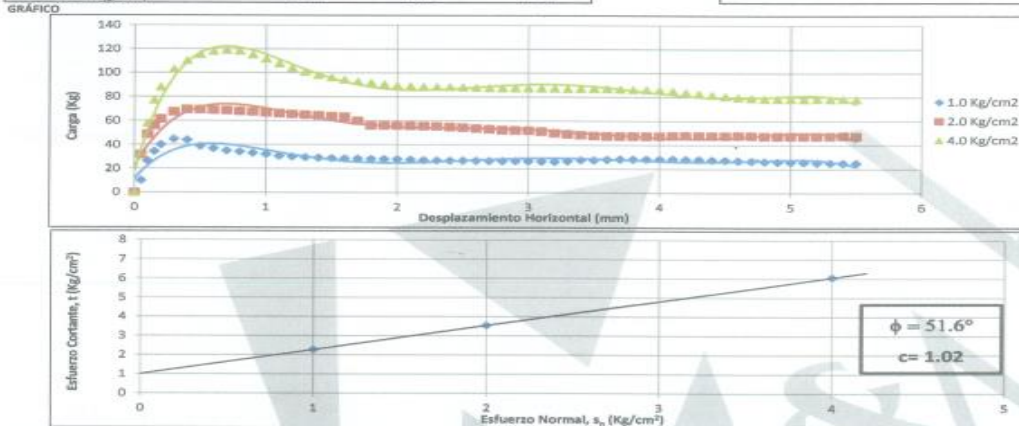
DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: Oliver Rivera Huamani	Tipo: MAB	Identificación: C-1 + 15 % de LFS
Solicitante: Sr. Oliver Rivera	Material: Suelo	Profundidad: 1.5 m
Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante.	Procedencia: Calicata	Progresiva: -
Ubicación: Lima - Lima	Fecha de recepción: 16/11/2020	Cóordenas: -
	Presentación: Bolsa Plástica Sellada	Elevación: -
	Muestra recibida: 63.8 Kg	Ubicación de Muestreo: Calicata
		Muestreado por: O.R.H.
		Fecha de Muestreo: 15/11/2020

CORTE DIRECTO			
Fecha de Ensayo:	02/12/2020	Resp. del ensayo:	J. Escobarfillo
DATOS DEL EQUIPO		Norma utilizada:	ASTM D3080/D3080M-11

Equipo :	HM-2560A	Dial Desplazamiento Vertical:	Digital HM-2310.10	Caja de corte Circular	
Aplicación de Carga Normal :	Neumático HM-4170	Dial Desplazamiento Horizontal:	Digital HM-2310.04	Dímetro (cm)	5.00
Registro de Esfuerzo de Corte :	Celda de Carga HM-2300.020			Altura(cm)	2.50

DATOS DE LOS ESPECÍMENES				
Tipo de especímenes:	Remoldeados			
Espécimen	A	B	C	
Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.0	2.0	4.0	
Esfuerzo Cortante (Kg/cm <sup>2</sup> )	2.278	3.542	6.065	
Densidad Natural (g/cm <sup>3</sup> )	2.192	2.190	2.191	
Humedad (%)	9.6	9.6	9.6	
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.001	1.999	2.000	

RESULTADO DEL ENSAYO	
Angulo de Fricción ( $\phi$ )	51.6°
Cohesión ( c )	1.02 Kg/cm <sup>2</sup>



OBSERVACIONES

NOTA  
La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.  
Revisado por:

M&M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.  
Juan Carlos Rodríguez Cabrejos  
JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

Aprobado por:  
GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 49965



INFORME Nº:	OE20-585-04-CD
Fecha de Emisión:	30/12/2020

DATOS DEL SOLICITANTE	DATOS DE LA MUESTRA	DATOS DEL MUESTREO
Cliente: Oliver Rivera Huamani	Tipo: MAB	Identificación: C-1 + 20 % de LFS
Solicitante: Sr. Oliver Rivera	Material: Suelo	Profundidad: 1.5 m
Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante.	Procedencia: Calcuta	Progresiva: -
Ubicación: Lima - Lima	Fecha de recepción: 16/11/2020	Coordenadas: -
	Presentación: Bolsa Plástica Sellada	Elevación: -
	Muestra recibida: 56.8 Kg	Ubicación de Muestreo: Calcuta
		Muestreado por: O.R.H.
		Fecha de Muestreo: 13/11/2020

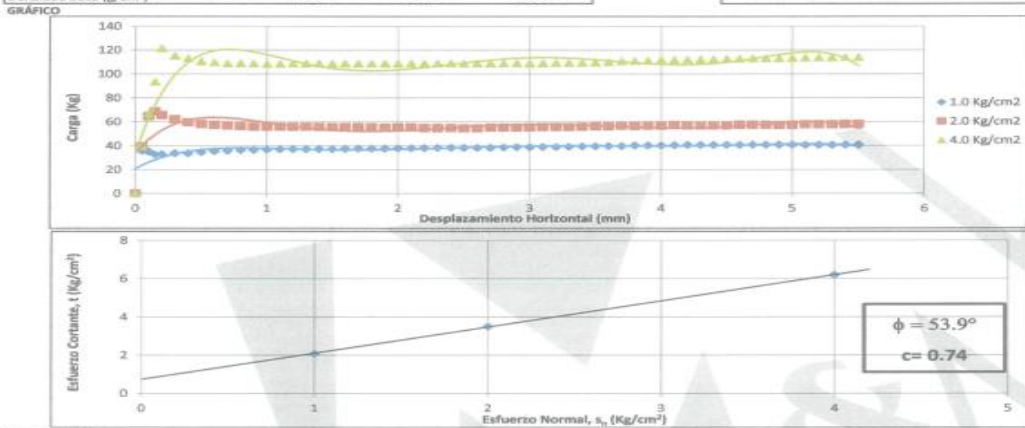
**CORTE DIRECTO**

Fecha de Ensayo:	15/12/2020	Resp. del ensayo:	J.Escadillo	Norma utilizada:	ASTM D3080/D3080M-11
------------------	------------	-------------------	-------------	------------------	----------------------

DATOS DEL EQUIPO					
Equipo	: HM-2560A	Dial Desplazamiento Vertical:	Digital HM-2310.10	Caja de corte Circular	
Aplicación de Carga Normal	: Neumático HM-4170	Dial Desplazamiento Horizontal:	Digital HM-2310.04	Diámetro (cm)	5.00
Registro de Esfuerzo de Corte	: Celda de Carga HM-2300.020			Altura(cm)	2.50

DATOS DE LOS ESPÉCIMENES				
Tipo de especímenes:	Remoldeados			
Espécimen	A	B	C	
Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.0	2.0	4.0	
Esfuerzo Cortante (Kg/cm <sup>2</sup> )	2.086	3.506	6.195	
Densidad Natural (g/cm <sup>3</sup> )	2.200	2.198	2.199	
Humedad (%)	9.5	9.5	9.5	
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.010	2.008	2.009	

RESULTADO DEL ENSAYO	
Angulo de Fricción ( $\phi$ )	53.9°
Cohesión ( c )	0.74 Kg/cm <sup>2</sup>



OBSERVACIONES

NOTA  
La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante.  
Revisado por:

*Juan Carlos Rodríguez Cabrejos*  
M&M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.  
Juan Carlos Rodríguez Cabrejos  
JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

Aprobado por:  
*Gilmar Natvidad Camacho Huapaya*  
GILMAR NATVIDAD CAMACHO HUAPAYA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 49965



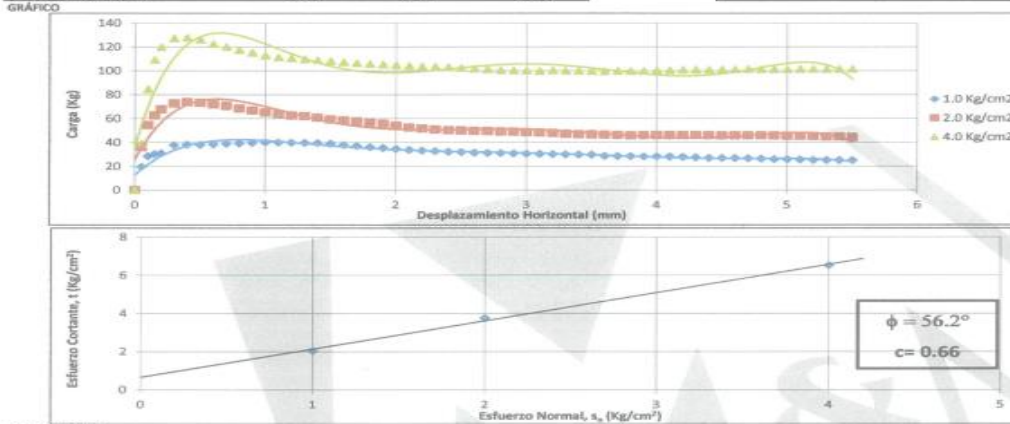
INFORME N°: <b>OE20-585-05-CD</b>	
Fecha de Emisión: 30/12/2020	
<b>DATOS DEL SOLICITANTE</b>	<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>
Cliente: Oliver Rivera Huamani	Tipo: MAB
Solicitante: Sr. Oliver Rivera	Material: Suelo
Proyecto: Estabilización de Suelos Arcillosos Utilizando Escoria Blanca de Horno de Cuchara (LFS) para su Aplicación en la Subrasante.	Procedencia: Calicata
Ubicación: Lima - Lima	Fecha de recepción: 16/11/2020
	Presentación: Bolsa Plástica Sellada
	Muestra recibida: 99.6 Kg
	<b>DATOS DEL MUESTREO</b>
	Identificación: C-1 + 25 % de LFS
	Profundidad: 1.5 m
	Progresiva: -
	Coordenadas: -
	Elevación: -
	Ubicación de Muestreo: Calicata
	Muestreado por: O.R.H.
	Fecha de Muestreo: 13/11/2020

**CORTE DIRECTO**

Fecha de Ensayo: 22/12/2020	Resp. del ensayo: J. Escaladillo	Norma utilizada: ASTM D3080/D3080M-11
<b>DATOS DEL EQUIPO</b>		
Equipo: HM-2560A	Dial Desplazamiento Vertical: Digital HM-2310.1D	Caja de corte Circular
Aplicación de Carga Normal: Neumático HM-4370	Dial Desplazamiento Horizontal: Digital HM-2310.04	Diámetro (cm): 5.00
Registro de Esfuerzo de Corte: Celda de Carga HM-2300.02D		Altura (cm): 2.50

<b>DATOS DE LOS ESPECÍMENES</b>			
Tipo de especímenes:	Remoldeados		
Especímen	A	B	C
Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	1.0	2.0	4.0
Esfuerzo Cortante (Kg/cm <sup>2</sup> )	2.039	3.761	6.523
Densidad Natural (g/cm <sup>3</sup> )	2.213	2.212	2.212
Humedad (%)	9.5	9.5	9.5
Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.020	2.019	2.019

<b>RESULTADO DEL ENSAYO</b>	
Angulo de Fricción ( $\phi$ )	56.2°
Cohesión ( c )	0.66 Kg/cm <sup>2</sup>



OBSERVACIONES

NOTA  
La MUESTRA ha sido identificada y entregado por el solicitante.  
Revisado por:

Juan Carlos Rodríguez Cabrejos  
JEFE TÉCNICO DE LABORATORIO

Aprobado por:  
GILMAR NATIVIDAD CAMACHO HUAPAYA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 49965

**Anexo 8: Certificados de Calibración**



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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 065 - 2020**

Página : 1 de 6

Expediente : T 047-2020  
Fecha de Emisión : 2020-02-27

1. Solicitante : M Y M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SAC

Dirección : CAL. MAYORAZGO NRO. 159 URB. CHACARILLA DEL ESTANQUE - SAN BORJA - LIMA

2. Descripción del Equipo : ANILLO DE CARGA

Marca de Anillo : IMPACT  
Modelo de Anillo : NO INDICA  
Serie de Anillo : 05065  
Capacidad del Anillo : 5000 lb  
Identificación de Anillo : AC-05

Marca del Dial : IMPACT  
Modelo del Dial : NO INDICA  
Serie del Dial : XA 506433  
Procedencia : NO INDICA  
Identificación del Dial : D-02

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE PUNTO PRECISION S.A.C.  
26 - FEBRERO - 2020


4. Método de Calibración  
La calibración se realizó por el método de comparación del dial del anillo y la lectura de celda patrón.

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 090-2018	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS		

6. Condiciones Ambientales		
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C.	21,5	21,9
Humedad %	56	56

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



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



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



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-249-2020**

Página: 1 de 3

Expediente : 085-2020  
Fecha de Emisión : 2020-08-03

**1. Solicitante** : M Y M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SAC  
Dirección : CAL MAYORAZGO NRO. 158 URB. CHACARILLA DEL ESTANQUE - SAN BORJA - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : BALANZA  
Marca : AND  
Modelo : FX-3000I  
Número de Serie : 15603672  
Alcance de Indicación : 3 200 g  
División de Escala de Verificación ( e ) : 0,1 g  
División de Escala Real ( d ) : 0,01 g  
Procedencia : JAPON  
Identificación : BL-05  
Tipo : ELECTRÓNICA  
Ubicación : LABORATORIO  
Fecha de Calibración : 2020-07-30

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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

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

**3. Método de Calibración**

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

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de M Y M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SAC  
CALLE LAS GARDENIAS MZ. I LOTE 13 URB. INDUSTRIAL LAS GARDENIAS - LURIN - LIMA



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

PT-05.F05 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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





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



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-251-2020**

Página: 1 de 3

Expediente : 065-2020  
Fecha de Emisión : 2020-08-03

**1. Solicitante** : **M Y M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SAC**  
Dirección : CAL MAYORAZGO NRO. 159 URB. CHACARILLA DEL ESTANQUE - SAN BORJA - LIMA

**2. Instrumento de Medición** : **BALANZA**  
Marca : **OHAUS**  
Modelo : **EB30**  
Número de Serie : **8033264248**  
Alcance de Indicación : **30 000 g**  
División de Escala de Verificación ( e ) : **1 g**  
División de Escala Real (d) : **1 g**  
Procedencia : **CHINA**  
Identificación : **BL-06**  
Tipo : **ELECTRÓNICA**  
Ubicación : **LABORATORIO**  
Fecha de Calibración : **2020-07-30**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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

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

**3. Método de Calibración**

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

**4. Lugar de Calibración**

LABORATORIO de M Y M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SAC  
CALLE LAS GARDENIAS MZ. I LOTE 13 URB. INDUSTRIAL LAS GARDENIAS - LURIN - LIMA



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

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02



Punto de Precisión SAC

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



Registro N° LC - 033

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-253-2020

Página: 1 de 3

Expediente : 086-2020  
Fecha de Emisión : 2020-08-03

**1. Solicitante** : M Y M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SAC  
**Dirección** : CAL MAYORAZGO NRO. 159 URB. CHACARILLA DEL ESTANQUE - SAN BORJA - LIMA

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

**Marca** : AND  
**Modelo** : EJ-3000  
**Número de Serie** : 5A2815617  
**Alcance de Indicación** : 3 100 g  
**División de Escala de Verificación ( e )** : 0,1 g  
**División de Escala Real (d)** : 0,1 g  
**Procedencia** : KOREA  
**Identificación** : BL-07  
**Tipo** : ELECTRÓNICA  
**Ubicación** : LABORATORIO  
**Fecha de Calibración** : 2020-07-30

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizaron las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

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

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

### 3. Método de Calibración

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

### 4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de M Y M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SAC  
CALLE LAS GARDENIAS MZ. I LOTE 13 URB. INDUSTRIAL LAS GARDENIAS - LURÍN - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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



Punto de Precisión SAC

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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 066 - 2020**

Página : 1 de 6

Expediente : T 047-2020  
Fecha de Emisión : 2020-02-27

1. Solicitante : M Y M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SAC

Dirección : CAL. MAYORAZGO NRO. 159 URB. CHACARILLA DEL ESTANQUE - SAN BORJA - LIMA

2. Descripción del Equipo : ANILLO DE CARGA

Marca de Anillo : HUMBOLDT  
Modelo de Anillo : H-4454  
Serie de Anillo : 0203448  
Capacidad del Anillo : 2000 lb  
Identificación de Anillo : AC-07

Marca del Dial : HUMBOLDT  
Modelo del Dial : H4460  
Serie del Dial : 123393337  
Procedencia : USA  
Identificación del Dial : D-10

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración  
LABORATORIO DE PUNTO PRECISION S.A.C.  
26 - FEBRERO - 2020

4. Método de Calibración  
La calibración se realizó por el método de comparación del dial del anillo y la lectura de celda patrón.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA INDICADOR	AEP TRANSDUCERS AEP TRANSDUCERS	INF-LE 090-2018	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,8	21,9
Humedad %	59	58

7. Observaciones

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



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

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

**METROTEC****METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 232 - 2020***Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 4

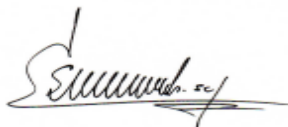
<b>1. Expediente</b>	<b>200594</b>	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
<b>2. Solicitante</b>	<b>MyM LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO S.A.C.</b>	
<b>3. Dirección</b>	Calle Mayorazgo 159 Urb. Chacarilla del Estanque, San Borja - Lima - LIMA	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
<b>4. Equipo</b>	<b>CORTE DIRECTO</b>	
<b>Capacidad</b>	2000 lbf	
<b>Marca</b>	HUMBOLDT	
<b>Modelo</b>	HM-2560A.3F (*) / HM-2300.020 (**) / HM-4170 (***)	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
<b>Número de Serie</b>	1206322 (*) / 103583 (**) / 177670 (***)	
<b>Procedencia</b>	U.S.A.	
<b>Identificación</b>	ECD-01 (*) / CCD-01 (**) / TP-01 (***)	
<b>Indicador</b>	DIGITAL	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
<b>Marca</b>	HUMBOLDT	
<b>Modelo</b>	HM-2560A	
<b>Número de Serie</b>	1206322	
<b>División de Escala / Resolución</b>	0,001 kN	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
<b>5. Fecha de Calibración</b>	2020-12-01	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2020-12-03



Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2020.12.04 12:09:41  
-05'00'



**Metrología & Técnicas S.A.C.**  
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA  
Telf: (511) 540-0642  
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com  
metrologia@metrologiatecnicas.com  
www.metrologiatecnicas.com



Punto de Precisión SAC

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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 250 - 2020**

Página : 1 de 4

**Expediente** : 086-2020  
**Fecha de emisión** : 2020-07-31

**1. Solicitante** : **M Y M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SAC**

**Dirección** : CAL.MAYORAZGO NRO. 159 URB. CHACARILLA DEL ESTANQUE - SAN BORJA - LIMA.

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

**2. Instrumento de Medición** : ESTUFA

**Indicación** : DIGITAL

**Marca del Equipo** : MEMMERT  
**Modelo del Equipo** : UF 750  
**Serie del Equipo** : B812.0045  
**Capacidad del Equipo** : 751 L  
**Procedencia** : ALEMANIA

**Marca de indicador** : MEMMERT  
**Modelo de indicador** : NO INDICA  
**Temperatura calibrada** : 110 °C  
**Identificación** : HO-01

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

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

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
CALLE LAS GARDENIAS MZA. I LOTE. 13 URB. INDUSTRIAL LAS GARDENIAS - LURIN - LIMA  
30 - JULIO - 2020

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

**5. Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT - 270 - 2019	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0564 - 2019	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0565 - 2019	INACAL - DM
TERMOMETRO DIGITAL	FLUKE	LT - 0566 - 2019	INACAL - DM

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,8	19,7
Humedad %	65	65


**7. Conclusiones**

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

**8. Observaciones**

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



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

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

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



Punto de Precisión SAC

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

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 528 - 2020**

Página : 1 de 2

Expediente : 089-2020  
Fecha de Emisión : 2020-08-03

**1. Solicitante : M Y M LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO SAC**

Dirección : CAL MAYORAZGO NRO. 159 URB. CHACARILLA DEL ESTANQUE - SAN BORJA - LIMA

**2. Instrumento de Medición : TAMIZ**

Tamiz N° : 200  
Diametro de Tamiz : 8 pulg  
Marca : ELE INTERNATIONAL  
Serie : 194516660  
Material : BRONCE  
Color : DORADO  
Código de identificación : TA-124

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

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

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

**3. Lugar y fecha de Calibración**  
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
03 - AGOSTO - 2020

**4. Método de Calibración**  
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

**5. Trazabilidad**


INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICION	INSIZE	LLA - 099 - 2019	INACAL - DM

**6. Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,4	19,4
Humedad %	70	70

- 7. Observaciones**
- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
  - (\*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106  
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

**Anexo 9: Tipo de Carretera establecido en la RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC**

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 calicatas x km</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1 calicata x km</li> </ul>	

