



## **FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO DE SUELOS FINOS PROCEDENTES DE  
CORTES PARA USO EN TERRAPLENES DEL PROYECTO VÍA EVITAMIENTO LA  
OROYA - JUNÍN

**Línea de investigación:**

**Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y  
geotécnica**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

**Autora:**

Sulca Huamaní, Geraldine Daleska

**Asesor:**

Aybar Arriola, Gustavo Adolfo

(ORCID: 0000-0001-8625-3989)

**Jurado:**

Pumaricra Padilla, Raúl Valentin

Torres Matos, Amparo Paulina

Tabory Malpartida, Gustavo Augusto

**Lima - Perú**

**2022**

**Referencia:**

Sulca, G. (2022). *Estabilización con cemento de suelos finos procedentes de cortes para uso en terraplenes del proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/5936>



**Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada (CC BY-NC-ND)**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede generar obras derivadas ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO DE SUELOS FINOS  
PROCEDENTES DE CORTES PARA USO EN TERRAPLENES  
DEL PROYECTO VÍA EVITAMIENTO LA OROYA - JUNÍN

Línea de Investigación:

Desarrollo Urbano – Rural, Catastro, Prevención de riesgos, Hidráulica y  
Geotécnica

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor(a)

Sulca Huamaní, Geraldine Daleska

Asesor(a)

Aybar Arriola, Gustavo Adolfo  
ORCID: 0000-0001-8625-3989

Jurado

Pumaricra Padilla, Raúl Valentin  
Torres Matos, Amparo Paulina  
Tabory Malpartida, Gustavo Augusto

Lima – Perú  
2022

**DEDICATORIA**

A mis padres Rosita y Aurelio,  
por ser mi mayor motivo de superación  
desde lo más profundo de mí,  
esta tesis se la dedico a ustedes;  
y a todos los lectores del presente trabajo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme vida, salud y amor día a día.

A mis padres Rosita y Aurelio, gracias por su amor incondicional y sus sabios consejos que me ayudan a ser mejor persona.

A mis hermanos Yanira, Joseph y John, gracias por su comprensión y cariño.

Al Ing. Juan Sánchez Guando, mi agradecimiento por sus enseñanzas que me han incentivado a seguir aprendiendo sobre la mecánica de suelos, por la información y recomendaciones brindadas para la elaboración de esta investigación.

Al Ing. Marco Moreno, por su amistad y apoyo en el desarrollo de esta investigación.

Al Mg. Gustavo Adolfo Aybar Arriola, por ser mi asesor de tesis y guiarme en el desarrollo de esta investigación.

A mis mejores amigos Franco y Mayckol, gracias por alegrarme los días y estar conmigo en momentos difíciles.

Y a mi querida Madison, gracias por ser parte de mi vida y por tu especial compañía.

## ÍNDICE

RESUMEN .....	9
ABSTRACT.....	10
I. Introducción.....	11
1.1 Descripción y formulación del problema.....	12
1.1.1 Realidad problemática .....	12
1.1.2 Formulación del problema .....	13
1.2 Antecedentes .....	13
1.2.1 Antecedente nacionales.....	13
1.2.2 Antecedentes internacionales.....	15
1.3 Objetivos.....	17
1.3.1 Objetivo general.....	17
1.3.2 Objetivos específicos .....	17
1.4 Justificación .....	17
1.4.1 Justificación Teórica .....	17
1.4.2 Justificación Práctica .....	17
1.4.3 Justificación social.....	18
1.4.4 Limitaciones de la investigación.....	18
1.5 Hipótesis .....	19
1.5.1 Hipótesis General.....	19
1.5.2 Hipótesis Específicas .....	19
II. Marco teórico .....	20
2.1 Suelos.....	20
2.1.1 Definición .....	20
2.1.2 Tipos de suelos.....	20
2.1.3 Propiedades de los suelos.....	20
2.1.4 Clasificación de los suelos .....	23

2.2	Movimiento de tierras en carreteras.....	24
2.3	Estabilización de suelos .....	25
2.3.1	Tipos de estabilización.....	25
2.3.2	Propiedades del suelo mejoradas por la estabilización.....	26
2.3.3	Ensayos para la caracterización de los suelos.....	27
2.3.4	Criterios para establecer la estabilización de suelos.....	28
2.4	Estabilización del suelo con cemento .....	28
2.5	Normativa nacional.....	30
2.5.1	Terraplén .....	30
2.5.2	Estabilización con cemento.....	31
2.6	Normativa internacional.....	32
2.6.1	Normativa Norteamericana.....	32
2.6.2	Portland Cement Association (PCA) .....	35
2.6.3	Normativa española .....	36
2.7	Consideraciones técnicas para el uso de suelos finos en terraplenes.....	37
III.	Método .....	38
3.1	Tipo de investigación.....	38
3.2	Ámbito temporal y espacial .....	38
3.3	Variables .....	39
3.3.1	Variable independiente .....	39
3.3.2	Variable dependiente .....	39
3.3.3	Operacionalización de variables .....	39
3.4	Población y muestra.....	39
3.4.1	Población.....	39
3.4.2	Muestra .....	40
3.4.3	Unidad de análisis .....	41
3.5	Instrumentos.....	41

3.5.1 Técnicas e instrumentos y/o fuentes de recolección de datos.....	41
3.5.2 Instrumentos de ingeniería.....	43
3.5.3 Validación de los instrumentos.....	43
3.6 Procedimientos.....	44
3.6.1 Procedimiento de recolección de datos.....	45
3.6.2 Procesamiento de datos.....	49
3.7 Análisis de datos.....	49
IV. Resultados.....	50
4.1 Propiedades físicas de suelos de los materiales.....	50
4.2 Propiedades mecánicas de suelos de los materiales.....	51
4.3 Evaluación económica.....	52
4.3.1 Análisis de costos unitarios empleando material propio.....	52
4.3.2 Análisis de costos unitarios empleando material de préstamo.....	53
4.4 Uso de suelos finos en terraplenes.....	56
V. Discusión de resultados.....	59
VI. Conclusiones.....	65
VII. Recomendaciones.....	66
VIII. Referencias.....	67
IX. Anexos.....	73

**Índice de tablas**

<b>Tabla 1</b> Parámetros de EM 1110-3-137 .....	34
<b>Tabla 2</b> Cantidad referencial de cemento requerido para estabilización según PCA .....	35
<b>Tabla 3</b> Suelos finos de la vía de estudio .....	40
<b>Tabla 4</b> Suelos finos más desfavorables .....	41
<b>Tabla 5</b> Validación de expertos.....	44
<b>Tabla 6</b> Caracterización física natural del suelo .....	50
<b>Tabla 7</b> Caracterización física de mezcla suelo-cemento .....	50
<b>Tabla 8</b> Valores del Proctor y Resistencia a la compresión .....	51
<b>Tabla 9</b> Valores del humedecido-secado .....	52
<b>Tabla 10</b> Costos empleando material propio.....	53
<b>Tabla 11</b> Costos empleando material de préstamo.....	54
<b>Tabla 12</b> Comparativa de costos .....	55
<b>Tabla 13</b> Variaciones porcentuales según tipos de suelos .....	63

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> Fotografía de vista longitudinal de la Vía de Evitamiento La Oroya Km 1+500 ....	12
<b>Figura 2</b> Fotografía de vista longitudinal de la Vía de Evitamiento La Oroya Km 7+800 ....	13
<b>Figura 3</b> Ensayos empleados.....	18
<b>Figura 4</b> Simbología para las fases de una muestra de suelo .....	21
<b>Figura 5</b> Analogía de tipos de suelo AASTHO-SUCS .....	24
<b>Figura 6</b> Determinación del agente estabilizador .....	28
<b>Figura 7</b> Pérdidas máximas.....	30
<b>Figura 8</b> Normas peruanas utilizadas.....	30
<b>Figura 9</b> Triángulo de gradación para ayudar a seleccionar un agente estabilizador según USACE .....	33
<b>Figura 10</b> Guía para seleccionar un aditivo estabilizador según USACE .....	33
<b>Figura 11</b> Cantidad aproximada de cemento inicial .....	34
<b>Figura 12</b> Ubicación del proyecto.....	39
<b>Figura 13</b> Estructura de fichas .....	42
<b>Figura 14</b> Procedimiento de la investigación.....	45
<b>Figura 15</b> Contenido de humedad .....	46
<b>Figura 16</b> Límites de consistencia .....	46
<b>Figura 17</b> Compactación del suelo.....	47
<b>Figura 18</b> Curado de testigo.....	47
<b>Figura 19</b> Resistencia a la compresión .....	48
<b>Figura 20</b> Humedecido secado de mezcla suelo-cemento .....	49
<b>Figura 21</b> Resistencia según tipo de suelo y porcentaje de cemento añadido .....	57
<b>Figura 22</b> Porcentaje de pérdida máxima del humedecido-secado.....	58
<b>Figura 23</b> Variación de la humedad según tipo de suelo y porcentaje de cemento añadido ..	59
<b>Figura 24</b> Variación del IP según tipo de suelo y porcentaje de cemento añadido .....	60
<b>Figura 25</b> Incremento de la MDS según tipo de suelo y porcentaje de cemento añadido .....	61
<b>Figura 26</b> Variación del OCH según tipo de suelo y porcentaje de cemento añadido .....	61
<b>Figura 27</b> Incremento de la resistencia según tipo de suelo y porcentaje de cemento añadido .....	62
<b>Figura 28</b> Costos totales de la evaluación económica .....	63

## RESUMEN

En esta investigación se estabilizaron los suelos finos procedentes de cortes para su uso en terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín. Para la ejecución de la investigación se utilizó un enfoque cuantitativo con un diseño experimental del tipo cuasiexperimental. Se realizaron las estabilizaciones siguiendo los parámetros de la Portland Cement Association (PCA), United States Army Corps of Engineers (USACE) y Especificaciones técnicas generales para construcción (EG-2013). Los resultados obtenidos en las estabilizaciones indican que para suelos A-2-6, A-4, A-6 y A-7-5 con las dosis de cemento 5, 12, 15 y 16% respectivamente, hay una reducción del contenido de humedad en 9.6, 14.1, 18.6 y 22.0%, también del índice de plasticidad en 36.4, 40.0, 46.2 y 53.3%, de igual modo del OCH en 17, 11, 7 y 3%; por otro lado, la MDS aumenta en 6, 2, 2 y 2%, de la misma manera la resistencia aumenta en 210, 507, 870 y 1525%. Además, a través de la evaluación económica se determinó que con la estabilización de suelos con cemento Portland se ahorra S/. 274,670,158.82; lo que representa una reducción del 60% frente al uso de material de préstamo. De esta manera se concluye que realizar la estabilización con cemento Portland es la solución óptima ante la escasez del material de préstamo del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya, debido a que este proceso además de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos genera un gran ahorro económico.

**Palabras clave:** estabilización, terraplenes, Cemento Portland, resistencia, plasticidad.

## ABSTRACT

In this research fine soils from cuttings were stabilized for use in embankments for the Bypass La Oroya - Junín Project. For the execution of the research, a quantitative approach of the applied type was used, and a quasi-experimental desing. Stabilizations were performed according to the parameters of the Portland Cement Association (PCA), United States Army Corps of Engineers (USACE) and General technical specifications for construction (EG-2013). The results obtained in the stabilizations tests indicate that for soils A-2-6, A-4, A-6 and A-7-5 with cement doses of 5,12,15 and 16% there is a reduction in moisture content by 9.6, 14.1, 18.6 and 22.0% respectively, also the plasticity index decreases by 36.4, 40.0, 46.2 and 53. 3%, in the same way the OCH is reduced by 17, 11, 7 and 3%; on the other hand, the MDS increases by 6, 2, 2 and 2%, also the resistance increases by 210, 507, 870 and 1525%. In addition, through the economic evaluation it was determined that soil stabilization with Portland cement saves S/. 274,670,158.82; which represents 60% reduction compared to the use of loan material. In this way, it is concluded that stabilization with Portland cement is the optimal solution to the shortage of loan material for the Bypass La Oroya Project, because this process, in addition to improving the physical and mechanical properties of the soils, generates great economic savings.

**Keywords:** stabilization, embankments, Portland cement, resistance, plasticity.

## I. Introducción

En el proceso de movimiento de tierras de una carretera, la conformación del terraplén se realiza con materiales apropiados que provienen de las excavaciones realizadas de la misma vía y/o materiales provenientes de canteras cercanas al lugar del proyecto, además, para ambos casos el material debe ser debidamente estudiado y evaluado para su óptimo uso; cabe mencionar que estos procesos son determinantes para la ejecución de obra debido a que ayudan a la geometría de la carretera y al soporte del pavimento (Bañón y Beviá, 2000).

De acuerdo con el Manual de Carreteras (EG-2013) durante la conformación de terraplenes se recomienda que deben usarse materiales granulares, pero si en la zona del proyecto existen otros materiales como los suelos finos pueden ser usados siempre que se mejoren sus propiedades mediante la estabilización de suelos. Sin embargo, en las Normas Peruanas como la mencionada anteriormente no se mencionan los parámetros que deben cumplir el material del terraplén para realizar dicha estabilización, ya que sólo consideran el uso de las estabilizaciones para capa de rodadura.

La finalidad de esta investigación es dar a conocer que se puede utilizar el material de corte del suelo fino para uso como terraplén por más que este inicialmente no cumpla con los parámetros que establece la Norma Peruana, esto se hará posible a través de la estabilización con cemento; todo esto principalmente para optimizar el ahorro en costo económico, tiempo en su ejecución y a la vez disminuir el impacto ambiental tras realizar la obra porque se llevaría grandes volúmenes a los depósitos de materiales excedentes (DMEs) en la zona del proyecto, es por eso que se evalúa económicamente la alternativa más viable y que ofrezca resultados satisfactorios.

## 1.1 Descripción y formulación del problema

### 1.1.1 Realidad problemática

En el caso del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya, los agregados de canteras están limitados debido a que existe poco material en la zona, por lo que se da preferencia para usarlos como parte del pavimento; además, dado la topografía de la zona en el trazo del proyecto se generaron grandes volúmenes para rellenar los cuales podrían ser compensados con los volúmenes de cortes realizados, pero al evaluarlos inicialmente estos materiales no cumplen con los parámetros que pide la Norma Peruana, ya que los materiales obtenidos de los cortes/desmontes en su mayoría fueron suelos finos: A-4, A-6 y A-7-5. Es por ello que mejorar las propiedades a través de la estabilización con cemento es una buena alternativa, tal como lo mencionan Awad et al. (2021), quienes comentan lo bueno que es estabilizar este tipo de suelos en terraplenes de carretera (como es el caso de este proyecto), comentan incluso que por lo general se usan el cemento, la cal, cenizas volantes, etc.

En la **Figura 1** y **Figura 2** se muestra el lugar de la carretera Vía de Evitamiento La Oroya.

#### **Figura 1**

*Fotografía de vista longitudinal de la Vía de Evitamiento La Oroya Km 1+500*



*Nota.* Elaboración propia.

## Figura 2

*Fotografía de vista longitudinal de la Vía de Evitamiento La Oroya Km 7+800*



*Nota.* Elaboración propia.

### **1.1.2 Formulación del problema**

La presente investigación busca responder las siguientes preguntas:

- ¿Cómo la estabilización con cemento Portland de suelos finos procedentes de cortes contribuye al uso en terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya?
- ¿De qué manera influye la estabilización con cemento Portland en las propiedades físicas de los suelos finos que existen en los terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya?
- ¿De qué manera la estabilización con cemento Portland mejora las propiedades mecánicas de los suelos finos en los terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya?
- ¿Cuál es la alternativa más económica entre la estabilización con cemento Portland y el uso de material de préstamo para los terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya?

## **1.2 Antecedentes**

### **1.2.1 Antecedente nacionales**

Como bien sostiene Velásquez (2018) la estabilización con cemento Portland Tipo I en su investigación dio resultados positivos a su suelo tipo A-7-6 debido a que luego de determinar el índice de plasticidad e índice de CBR, tanto naturales como después de usar el cemento

Portland tipo I, obtuvo una reducción de 18, 48 y 66% del índice de plasticidad (IP), así como también del óptimo contenido de humedad (OCH) el cual se redujo en 5, 10 y 13%, por último un aumento de la máxima densidad seca (MDS) de 4, 6 y 7%; todo lo anterior con la adición de 1, 3 y 5% de cemento respectivamente; el Californian Bearing Ratio (CBR) se incrementó como máximo de 1.30% a 13.75% al 95% MDS. De igual manera, con el fin de hallar una solución óptima frente a su suelo tipo A-6, Marin y Cieza (2021) en su investigación obtuvieron una reducción en su contenido de humedad de 16, 35 y 56%, también disminuyó su IP en 47, 62 y 87%, y su OCH en 1, 8 y 11%, además su MDS aumentó en 3, 5 y 17%; todo lo anterior con la adición de 4, 8 y 12% de cemento respectivamente; el CBR natural se incrementa de 4.1% a 21.6% al 95% de la MDS de lo cual demuestran que se puede usar como subbase. De esta manera, llevamos adelante un razonamiento similar a la tesis de Flores (2015), quien aplicando cemento Portland a su suelo tipo A-7 en su estudio de investigación, realizó estabilizaciones y obtuvo como resultado un incremento de la MDS en 2, 5 y 7% y una reducción de OCH en 4, 13 y 17%; todo lo anterior con la adición de cemento de 3, 5 y 7% respectivamente; el CBR aumentó en un 15% con el 5% de cemento de lo cual comprueba que existe un aumento en la resistencia del suelo para poder usarlo en el pavimento estabilizado. Del mismo modo, por causa de la alta plasticidad de suelos arcillosos se generan altos cambios volumétricos los cuales son malos para el uso en una subrasante, es así como Castro y Navarro (2020) realizaron en su investigación una mejora de sus suelos tipo A-7-6 mediante la estabilización con cemento Portland Tipo I, la cual para el caso del OCH dio como resultado un aumento de 2, 5 y 6%, para el caso de la MDS un incremento de 0.2, 0.3 y 0.3%; todo lo anterior mencionado usando 10, 15 y 20% dosis de cemento respectivamente; además, el suelo en su estado natural tuvo un CBR de 2.3% lo que le hace inadecuada como subrasante, pero al agregarle 10% de cemento Portland Tipo I la mezcla elevó su CBR a un valor de 91.9% haciéndola adecuada como subrasante, asimismo agregar que evaluaron la reducción de

volumen del suelo estabilizado con cemento y obtuvieron un valor máximo de 7.18% de reducción. De manera similar, para el diseño de una subrasante con tipo de suelo A-2-4, Alata y Vásquez (2019) realizaron en su investigación una estabilización de su suelo tipo A-2-4 con cemento Portland, de lo cual obtuvieron que el OCH disminuye en 4, 3 y 1%, para el caso de la MDS se obtuvo un aumento de 0.8, 0.6 y 0.1%; todo lo anterior mencionado usando 4, 6 y 8% de cemento respectivamente; además, logra una mejora en su CBR de 258% para un 8% de cemento, con ello logra un excelente material para la subrasante. Por otra parte, con el fin de determinar que tanto mejora el suelo al agregar cal y el cemento portland Tipo I en una subrasante Gongora (2019) ensayó con porcentajes de cemento y cal al 2 y 4% con cada aditivo a su muestra representativa que es un suelo SP-SM, A-2-6 según SUCS y AASTHO respectivamente, y en sus resultados muestra que su suelo estabilizado con cal aumenta su resistencia en un 35% y para el caso del cemento en un 1970%; ambas para 4% de material cementante de lo cual comentó que la cal en estos casos no es un buen estabilizante de suelos porque sus muestras no contienen un alto contenido de arcilla ya que no existe suficiente sílice y alúmina para formar los silicatos de calcio y alúmina. Por lo que recomendó estabilizar dicha subrasante con cemento portland Tipo I, debido a que con cal el mejoramiento es muy leve.

### ***1.2.2 Antecedentes internacionales***

Para realizar un diseño de suelo cemento se toma en cuenta diversos parámetros para elegirlo como el óptimo es por eso que Cevallos y De la Cruz (2021) realizaron el trabajo de investigación una estabilización con cemento a su suelo tipo CL, de modo que obtuvieron las resistencias de 26.99, 32.18 y 40.48 kg/cm<sup>2</sup> con 2, 6 y 8% de cemento, dichas resistencias cumplen con la mínima sugerida por su norma la cual es de 18 kg/cm<sup>2</sup>; con esas mismas dosis se obtuvieron un incremento en el valor del CBR al 95% de la MDS de 16.72, 17.50 y 20%; es así como demuestran que tras añadir cemento al suelo se aumenta su resistencia. Igualmente, en la mezcla del suelo cemento estudiar el comportamiento mecánico es fundamental como

menciona García (2019) quien evaluó la mezcla de suelo fino con cemento al 12 %, en la cual obtuvo unas resistencias de 2.42, 1.66 y 1.46 MPa a los 7, 14 y 28 días respectivamente; y esa misma dosis de cemento generó que su IP disminuye hasta un 12.75%; es decir que con un 12% de cemento se produjo una mejor resistencia del suelo. Adicionalmente, en cuanto al uso del cemento de tipo hidráulico para mejorar suelos plásticos Golfín (2019) menciona en su trabajo de investigación que después de analizar sus suelos tipo: A-5(1), A-7-5(12) y A-7-6(30) según AASTHO, obtuvo como resultado que una dosis de 7% de cemento hidráulico eleva la resistencia del suelo de un 0.37, 0.05 y 0.17 kg/cm<sup>2</sup> en estado natural a un 2.73, 2.10 y 3.97 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente; es decir un aumento en la resistencia de 637, 4100 y 2235.3%. Por otro lado, para analizar la plasticidad, densidad, resistencia y deformación de los suelos al agregarle cemento o cal, Gómez et al. (2016) evaluaron el suelo tipo A-7-5 con material cementante (cal y cemento) y obtuvieron para el IP una reducción de 6.9, 0.3, 2.6, 6.3 y 10.3%; para el caso de la MDS incrementó en 0.6, 1.2, 3.5, 4.5 y 5.5%; todo lo anterior en una dosis de material cementante de 2, 3, 4, 5 y 6% respectivamente; para el caso de la resistencia a compresión aumenta en 1830% para el cemento y en 1370% para el caso de la cal, en un porcentaje de 16% de material cementante; lo cual demuestra que el cemento da mejor resultado que el de la cal. De manera similar, tras realizar la evaluación de las propiedades tanto físicas como las mecánicas de un suelo tipo A-6 estabilizado con cemento y cal en distintos porcentajes Gavilanes (2015) obtuvo una reducción del IP de 67, 92, 75 y 67% con 2, 4, 4 y 6% de cemento respectivamente. Además, obtuvo una mejora en el CBR y consideró óptima la dosis al 4% de cemento debido al ahorro en costo. Por último, Ifediniro y Ekeocha (2022) presentan en su investigación el aumento de la resistencia del suelo (terraplén) mediante la adición de cemento Portland de 6 a 10%, además, concluye que hay una relación del tipo lineal entre la resistencia del suelo estabilizado y el contenido de cemento Portland.

## **1.3 Objetivos**

### ***1.3.1 Objetivo general***

- Estabilizar con cemento Portland suelos finos procedentes de cortes para su uso en terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya.

### ***1.3.2 Objetivos específicos***

- Evaluar la influencia de la estabilización con cemento Portland en las propiedades físicas de los suelos finos que existen en los terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya.
- Estabilizar con cemento Portland para mejorar las propiedades mecánicas de los suelos finos que existen en los terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya.
- Determinar la alternativa más económica entre la estabilización con cemento Portland y el uso de material de préstamo para los terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya.

## **1.4 Justificación**

### ***1.4.1 Justificación Teórica***

Aportar conocimiento sobre el incremento de la resistencia de suelos finos a través de la estabilización con cemento y dar a conocer que es útil para uso en terraplenes ya que en la actualidad no se viene aplicando esta alternativa. Además, brindar una evaluación económica dando como resultado el ahorro que se da en el proyecto usando material propio versus de préstamo. Por último, servirá como base de datos para futuras investigaciones.

### ***1.4.2 Justificación Práctica***

Debido a la gran cantidad de volumen de relleno para el Proyecto Vía de Evitamiento La Oroya, es necesario utilizar el material de corte obtenido en su trazo. Es por esto que se plantea estabilizar dichos suelos con cemento, para que de esta manera se logre usarlos como terraplén. Además de este modo se beneficiaría el proyecto en ahorro de movimiento de tierras

y tiempo en ejecución de obra, se evitaría que el material inadecuado deba llevarse a los depósitos de materiales excedentes o la necesidad de crearlos para la eliminación de este material, ayudando de esta manera al medioambiente. También generaría que sea innecesaria la apertura de canteras para compensar la falta de material y adicionalmente cuando el terraplén esté estabilizado servirá como un mejor soporte estructural del pavimento.

### ***1.4.3 Justificación social***

Para realizar un proyecto es muy importante optimizar el tema de los costos, tiempo e impacto ambiental; es así que esta investigación recomienda utilizar el material inadecuado de la zona a través de la estabilización con cemento para evitar generar más costos y la vez disminuir el tránsito vehicular en la ejecución de obra.

### ***1.4.4 Limitaciones de la investigación***

Se considera solo el uso de cemento Portland Tipo I (PM) marca Cemento Andino. Además, en la **Figura 3** se muestran los ensayos que se emplearán para la caracterización física y mecánica de los suelos los cuales servirán para demostrar que la estabilización de suelos finos con cemento cumpla con los parámetros que exige la (EG-2013) para su uso en terraplenes.

### **Figura 3**

#### *Ensayos empleados*

Ensayo	Norma Peruana
Análisis granulométrico de suelos por tamizado	MTC E 107
Determinación del límite líquido de los suelos	MTC E 110
Determinación Límite Plástico (L.P.) de los suelos e Índice de Plasticidad (I.P.)	MTC E 111
Determinación del contenido de humedad de un suelo	MTC E 108
Ensayo de Proctor estándar	MTC E 116
Compresión no confinada en muestras de suelos	MTC E 121
Resistencia a la compresión de probetas de suelo-cemento	MTC E 1103
Humedecimiento y secado de mezclas de suelos-cemento compactadas	MTC E 1104

*Nota.* Elaboración propia.

## **1.5 Hipótesis**

### ***1.5.1 Hipótesis General***

- La estabilización con cemento Portland de suelos finos procedentes de cortes permite su uso en terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya.

### ***1.5.2 Hipótesis Específicas***

- La estabilización con cemento Portland influye en las propiedades físicas de los suelos finos en los terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya.
- La estabilización con cemento Portland mejora las propiedades mecánicas de los suelos finos en los terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya.
- La alternativa más económica es la estabilización con cemento Portland para los terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya.

## **II. Marco teórico**

### **2.1 Suelos**

#### ***2.1.1 Definición***

Los suelos provienen de los macizos rocosos que según Afrin (2017) por factores del ambiente (físico, químico y/o biológico) llegan a cambiar su estado inicial es decir ocurre la meteorización y transformación de la roca.

#### ***2.1.2 Tipos de suelos***

Es preciso mencionar que los suelos son un conjunto de partículas minerales los cuales se ubican sobre la corteza terrestre, y se dividen en: Granulares que están conformados por gravas y arenas; asimismo por finos los cuales se dividen en limos y arcillas (Crespo, 2004). Además, los suelos se diferencian por sus tamaños de partículas los cuales para el caso de las gravas que son suelos no cohesivos varían en un rango aproximado de 75mm y 4.75mm, para las arenas alrededor de 4.75mm a 0.0075mm, por otro lado, para el caso de los limos varían entre 0.075mm a 0.005mm y por último para las arcillas que son suelos cohesivos tienen un diámetro menor a 0.005mm (Ministerio de Transportes, 2014).

#### ***2.1.3 Propiedades de los suelos***

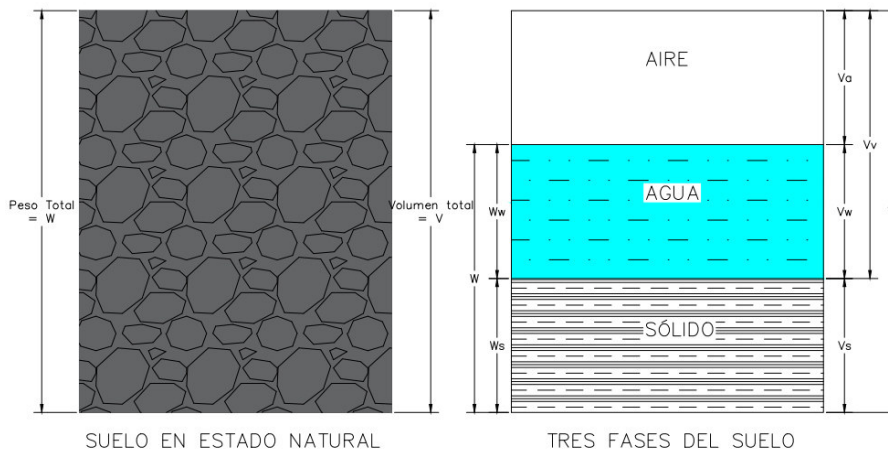
Los distintos tamaños de las partículas del suelo representados en porcentajes están indicados en la granulometría del suelo, las cuales como menciona Crespo (2004) se realizan a través del tamizado para partículas gruesas y por un proceso de sedimentación para partículas más finas.

De acuerdo con el MTC (2014) la cantidad de agua que existe en una muestra de suelo se le conoce como humedad de los suelos, la cual es de suma importancia realizarla sobre todo para los suelos finos, puesto que su resistencia va ligada a la humedad y densidad que estos tengan.

Los suelos de acuerdo con Juárez y Rico (2005) están compuestos por una fase sólida que es la que contiene los minerales que están en el suelo, otra fase líquida en donde existe agua, y por último la fase gaseosa compuesta por aire como se muestra en la **Figura 4**

#### Figura 4

*Simbología para las fases de una muestra de suelo*



*Nota.* Adaptado de “Relaciones peso-volumen y plasticidad” (p.50), por Das, 2015, Fundamentos de ingeniería geotécnica.

Donde:

$V =$  volumen total

$W =$  peso total

$W_s =$  peso de sólidos del suelo

$W_w =$  peso del agua

$V_a =$  volumen del aire

$V_w =$  volumen del agua

$V_s =$  volumen de sólidos del suelo

$V_v =$  volumen de vacíos del suelo

El peso total del suelo es:  $W = W_s + W_w$ ; además, existen diversos pesos específicos que están relacionados con el peso y volumen del suelo como mencionan Juárez y Rico (2005)

los cuales son:  $\gamma_m = \frac{W}{V} = \frac{W_s + W_w}{V}$ ;  $\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$ ;  $S_m = \frac{\gamma_m}{\gamma_0} = \frac{W}{V\gamma_0}$  y  $S_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_0} = \frac{W_s}{V_s\gamma_0}$

Donde:

$\gamma_m =$  peso específico de la masa del suelo (peso específico total del suelo)

$\gamma_s =$  peso específico de sólidos del suelo

$\gamma_0 =$  peso específico del agua (destilada)

$S_m =$  peso específico relativo de la masa del suelo

$S_s =$  peso específico relativo de la fase sólida del suelo

Por otro lado, existen relaciones fundamentales de los suelos que nos permiten comprender aún más el comportamiento de estos, los cuales de acuerdo con Juárez y Rico

(2005) son los siguientes:  $e = \frac{V_v}{V_s}$ ;  $n(\%) = \frac{V_v}{V} \times 100 \rightarrow n = \frac{e}{1+e} \leftrightarrow e = \frac{n}{1-n}$ ;  $G_w = \frac{V_w}{V_v} \times 100$ ;

$w(\%) = \frac{w_w}{w_s} \times 100$  y  $G_a(\%) = \frac{V_a}{V_v} \times 100$

Donde:

$e =$  índice de poros

$n =$  porosidad

$G_w =$  grado de saturación

$w =$  humedad del suelo

$G_a =$  grado de saturación de aire

De acuerdo con Crespo (2004) la plasticidad de los suelos es una propiedad medible que sirve para determinar su deformabilidad hasta antes de que este se rompa. Además, la plasticidad como mencionan Juárez y Rico (2005) se produce por un comportamiento químico-eléctrico de los suelos finos entre las moléculas bipolares del agua. Por otro lado, de acuerdo con el MTC (2014) esta plasticidad es medida mediante los límites de Atterberg los cuales

varían de acuerdo con el contenido del agua; estos límites son el límite líquido el cual nos permite conocer el cambio del estado líquido a plástico, el límite plástico el cual está ubicado entre el estado sólido y semisólido del suelo; para el caso del límite de contracción que es la separación del estado sólido y semisólido del suelo como menciona Crespo (2004) se refiere al estado en el que el contenido de agua mediante un proceso de secado ya no sufre cambio de volumen. Por otra parte, tenemos al índice de plasticidad que representa la diferencia del límite líquido del suelo menos el límite plástico.

La compacidad del suelo de acuerdo con Bañón y Beviá (2000) está relacionada a la resistencia, deformabilidad y estabilidad de este, es por lo que analizarla es de suma importancia para la construcción. Por su parte Crespo (2004) comenta que la compactación de los suelos es cuando se aplica energía a estos la cual nos sirve principalmente en aumentar su resistencia y a la vez disminuir su cantidad de vacíos, además de que esta densificación del suelo nos permite reducir su erosión y meteorización. Ahora bien, al momento de aplicar una energía para poder compactarlo, el peso volumétrico empieza a cambiar de valores de acuerdo con el cambio del contenido de agua y se parametriza mediante una curva.

#### ***2.1.4 Clasificación de los suelos***

De acuerdo con Das (2015) en el avance de la mecánica de suelos se han desarrollado diferentes criterios para clasificar un suelo principalmente en relación con sus características mecánicas. Las clasificaciones de suelos que se usan en Perú de acuerdo con el MTC (2014) son de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), las cuales son las más difundidas a nivel mundial y principalmente ambas se basan en el tamaño de las partículas y su plasticidad. En la **Figura 5** se muestra una correlación de los sistemas SUCS y AASTHO, además las líneas sombreadas de rojo son los tipos de suelo que se trabajará en esta investigación:

## Figura 5

### Analogía de tipos de suelo AASTHO-SUCS

Clasificación de suelos tipo AASTHO	Clasificación de suelos tipo SUCS
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

*Nota.* Elaboración propia.

El sistema de clasificación AASTHO como menciona Celi (2021) clasifica a los suelos separándolos de acuerdo con los más favorables y desfavorables para diversos tipos de construcciones. Por otro lado, el Sistema de clasificación SUCS se emplea mayormente en trabajos geotécnicos.

## 2.2 Movimiento de tierras en carreteras

Está compuesto por los rellenos que son conocidos también como terraplén y por los cortes, ambos conforman la explanación y tienen el fin de llegar al nivel de la subrasante definida de un proyecto (MTC, 2014). Cabe decir que la estructura que sirve para elevar el nivel de terreno natural hasta llegar a la cota definida en el proyecto es el terraplén la cual sirve como soporte de la vía y se distribuyen sus tensiones de acuerdo con la profundidad (Bañón y Beviá, 2000). Cabe mencionar que según el MTC (2014) el terraplén está conformado por la corona la cual es la parte más alta, el cuerpo que es la parte central de la estructura y por último la base que es la parte inferior, cabe mencionar que el material del terraplén tiene que cumplir con los parámetros establecidos por la normativa peruana porque además de usarlo de relleno

da soporte al firme. Por otro lado, de acuerdo con el MTC (2014) el corte es el material excedente del movimiento de tierras, el cual puede ser usado en el proyecto o llevado al depósito de material excedente.

### **2.3 Estabilización de suelos**

De acuerdo con James y Pandian (2016) este mecanismo colabora a que se mejoren los suelos inadecuados generando cambios permanentes en su estructura para así llegar a utilizarlos en las distintas obras de ingeniería. Además, de acuerdo con Gurjar et al. (2018) generalmente en proyectos de obras viales donde el suelo sea inadecuado es común la práctica de estabilización de suelos en donde mayormente se aplica el cemento como agente estabilizador.

#### **2.3.1 Tipos de estabilización**

Existen varios tipos de estabilizaciones las cuales tienen la función de mejorar de algún modo a los suelos. De acuerdo con el uso que se quiera dar en el proyecto el suelo debe ser estudiado para así determinar el tipo de estabilización a usar. Existen distintos tipos de estabilizaciones físicas como menciona Moscoso (2019) las cuales son la consolidación previa, uso de geotextiles y uno de los más usados que es la mezcla de suelos; todos estos con la finalidad de mejorar los suelos generando cambios físicos. De acuerdo con el MTC (2014) la estabilización mecánica se realiza mediante la compactación del suelo ya sea por impacto, presión o vibración, lo que genera una mejor relación de vacíos, además este tipo de estabilización no genera cambios en su composición básica. Por otro lado, en el momento que existen intercambios moleculares debido al uso de productos que generan cambios permanentes en la estructura de los suelos ocurre una estabilización química, los cuales como mencionan Rivera et al. (2020) dan solución a los diversos problemas que presenten estos suelos como su baja resistencia, inestabilidad volumétrica y poca durabilidad; además, nos comentan que es importante escoger el tipo de estabilizante y sobre todo la cantidad que se le añadirá al suelo; adicionalmente comentan que para el caso de suelos finos los límites de Atterberg son los que

permite describir muy bien su comportamiento; pero también existen otros factores que se tienen en cuenta para dicha estabilización como son el costo del producto, que tan accesible es conseguirlo al momento de la ejecución de obra, y también las condiciones medioambientales. Cabe mencionar que existen distintos productos que se usan actualmente para estabilizar químicamente los suelos como son el cemento, la cal, polímeros, cenizas volantes, etc.

### ***2.3.2 Propiedades del suelo mejoradas por la estabilización***

La mejora en las propiedades de los suelos varía de acuerdo con la composición de estos, de una manera más detallada se comenta líneas abajo sobre los diversos tipos de mejora que se realiza y que se debe tener en cuenta en una estabilización.

La idea de la estabilización de acuerdo con Montejó (2002) es que una las partículas del suelo para que estas a través de cambios de humedad por agentes externos no varíen y se mantengan unidas, es decir tengan una estabilidad volumétrica, además es fundamental evaluar la expansión del suelo y mejorarlos lo cual se logra con procesos químicos. Así pues, los suelos tendrán más resistencia mecánica cuando tengan menos contenido de humedad como lo menciona Montejó (2002) sobre todo en suelos arcillosos además de que realizar una buena compactación es el punto clave para generar esta alta resistencia teniendo en cuenta que compactar al lado seco de la curva de compactación es beneficioso; además, en su libro comenta que un criterio básico para ayudar a la resistencia es el tipo de compactación que se usará al momento de la ejecución de la obra y que usar agentes externos que mejoren el suelo fino para aumentar la resistencia es lo más ideal como en el caso de esta investigación en la cual se empleará el cemento Portland. Para el caso de la permeabilidad del suelo existen dos factores muy influyentes que según Montejó (2002) son el de la presión de poros que puede generar deslizamientos y el del flujo del agua. Por su parte a través de pruebas de porosimetría de intrusión de mercurio (MIP) y microscópico electrónico de barrido (SEM) Quang y Chai (2015) demostraron que los suelos tratados con cemento en más del 8% de su peso seco el valor

de su permeabilidad disminuye significativamente lo cual indica que este material cementante llena los poros de los suelos además de que esto ayuda a la resistencia. Para el caso de la compresibilidad, varía de acuerdo con la carga que se le aplica puesto que genera una disminución de volumen, además de una reorientación de la partícula como lo menciona Montejó (2002) a lo que agrega la importancia de los suelos compactados y su efecto en la compresibilidad. Siendo así que en estudios recientes como el de Kommu y Asadi (2021) se demuestran que existe una disminución en la compresibilidad del suelo cuando se le agrega cemento. En cuanto a la durabilidad de un suelo de acuerdo con Jiménez et al. (2008) se tiene que saber que tanto cambia su estructura bajo las condiciones en las que está expuesto. Además, según Montejó (2002) evaluarlas a través de pruebas donde se sometan a secado y humedecido es un parámetro fundamental para el diseño en una estabilización. En investigaciones actuales como la de Aziz et al. (2021) observaron que tras haber estabilizado su suelo químicamente con cemento y con pruebas de secado humedecido hubo mejoras de durabilidad en sus suelos. Este proceso consiste en hacer sumergir en agua por 5 horas el testigo previamente curado en la cámara húmeda, luego se pesa y mide para así colocar los testigos en una estufa a 71°C aproximadamente por 42 horas para pesar y medir nuevamente, después se realiza las pasadas con el cepillo las cuales tienen un golpe de 13,3 N aproximadamente y son 4 por cada lado luego se pesa el testigo. Esto se realiza 12 ciclos, sumado los pasos anteriores es aproximadamente 48 horas por ciclo lo cual toma un tiempo de 24 días aproximadamente.

### ***2.3.3 Ensayos para la caracterización de los suelos***

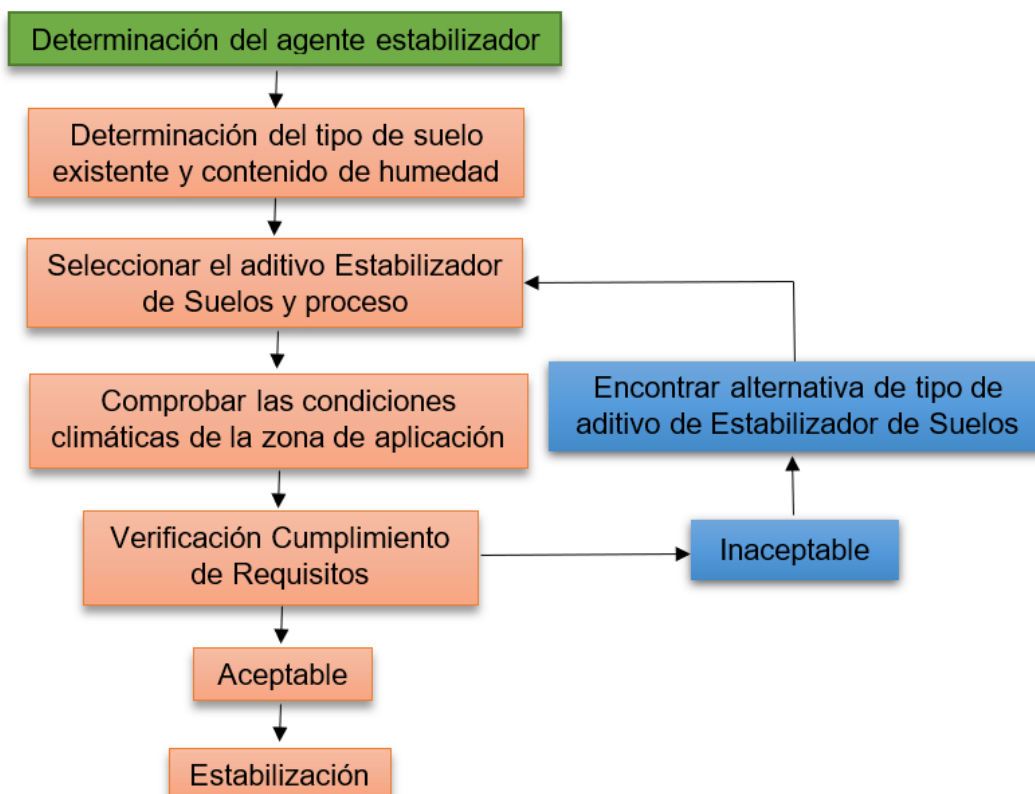
Existen diversos parámetros que son estudiados para caracterizar un suelo, como son la granulometría, los límites de consistencia, la humedad natural, densidad natural, Proctor, prueba de resistencia del suelo estabilizado y el humedecido secado.

### 2.3.4 Criterios para establecer la estabilización de suelos

Para poder estabilizar de manera correcta es necesario realizar ensayos que permitan conocer los suelos para así escoger una estabilización que se adecúe bien a estos, cabe mencionar que algo muy importante también es saber el uso que se les dará a estos suelos ya que permitirá a los especialistas escoger con un mejor criterio la estabilización adecuada. Se recomienda analizar los suelos de acuerdo con un diagrama como se muestra en la **Figura 6**.

**Figura 6**

*Determinación del agente estabilizador*



*Nota:* Adaptado de “Proceso de selección del Tipo de Estabilización” (p.91), por MTC, 2014, Manual de Carreteras - "Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos".

### 2.4 Estabilización del suelo con cemento

Se da al momento de la unión entre el cemento con el suelo generando un buen contacto entre dichas partículas que según Solihu (2020) es debido al enlace generado producto de la

cristalización entre las partículas de suelo–cemento; además esto ocasiona una buena resistencia a la compresión, mejor durabilidad y mayor capacidad de soporte a la estructura. Por otro lado, el **cemento Portland** se forma básicamente por el calentamiento entre la caliza y la arcilla en temperaturas mayores a 1500°C en el horno como mencionan Saleh y Eskander (2020), además comentan que al Clinker obtenido se le agrega yeso y se procede a molerlo hasta obtener un polvo fino uniforme. Es preciso señalar que en esta investigación se usa el cemento Portland Puzolánico Modificado Tipo I (PM). Además, de acuerdo con Aliaga y Soriano (2019) cuando el cemento y agua entran en contacto con el suelo se genera una reacción puzolánica que se da siempre y cuando no exista algo externo que impida la reacción antes mencionada, como es el caso del alto contenido en materia orgánica en el suelo ya que dificultaría la acción aglutinante del cemento. Después del muestreo y preparación de suelos para la identificación de estos, se usa el método detallado propuesto por la Portland Cement Association (PCA, 1995) para estabilizar suelos con cementos el cual nos indica que primero se clasifica el suelo y se selecciona distintos contenidos de cemento dependiendo de su clasificación de suelos, después se compacta dos muestras con las diferentes dosis de cemento Portland, luego se cura uno de los testigos en un ambiente húmedo por 7 días y finalmente someter dicho testigo al ensayo de compresión simple para obtener su resistencia que debe garantizar como mínimo 1,8 MPa; con el otro testigo se procede a someter al ensayo de durabilidad (humedecido-secado) el cual se desarrolla de la siguiente manera: primero se satura el testigo sumergiéndole en agua durante 5 horas, después se procede a secarlo en el horno y finalmente a cepillarlo y pesarlo con el fin de verificar los resultados con la **Figura 7**, es así que la dosis de cemento óptima será la que cumpla con dichos porcentajes de pérdida; además, para el caso de esta investigación se trabajará con los suelos que están con las líneas sombreadas de rojo en la **Figura 7**.

## Figura 7

### *Pérdidas máximas*

Suelo por estabilizar (AASTHO)	Pérdida Máxima %
A-1; A-2-4; A-2-5; A3	14
A-2-6; A-2-7; A-4; A5	10
A-6; A-7	7

*Nota.* Elaboración propia.

## 2.5 Normativa nacional

En esta investigación se ha analizado los conceptos de terraplén y estabilización de suelos con cemento que brinda la Norma Peruana, las cuales se muestran en la **Figura 8**.

## Figura 8

### *Normas peruanas utilizadas*

Norma peruana	Capítulo
Manual de carreteras Especificaciones técnicas Generales para Construcción EG - 2013	Capítulo III: Afirmados Sección 301.A Suelos estabilizados con cemento portland
Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos	Capítulo IX: Estabilización de Suelos

*Nota.* Elaboración propia.

### 2.5.1 Terraplén

En cuanto al terraplén los parámetros que exige la (EG-2013), son materiales que provienen de canteras o de los cortes generados en el proyecto. Asimismo, comentan que los suelos usados tienen que ser A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3; también deben tener un desgaste de los Ángeles del 60% como máximo. Por otro lado, la (EG-2013) menciona que si se tienen suelos que no cumplan con estas exigencias mencionadas se deben analizar y si es posible realizar algún tipo de mejora (estabilización) de suelos para poder darles uso, cabe mencionar que dichas mejoras tienen que estar definidas en el expediente técnico. En esta

investigación se sugiere que para el proceso constructivo los materiales extraídos de los cortes se transporten a un centro de acopio donde se acumulen y preparen dichos materiales. Cabe mencionar que la preparación es la mezcla de todos los materiales extraídos y su homogenización.

### **2.5.2 Estabilización con cemento**

De acuerdo con la (EG-2013) se puede aplicar en suelos que provienen de canteras y/o de los cortes del proyecto siempre que estos no perjudiquen a la preparación y endurecimiento del concreto por eso recomiendan que los materiales no tengan materia orgánica u otros elementos perjudiciales para dicha estabilización. Además, la (EG-2013) da a conocer ciertos parámetros que se toma en cuenta durante la estabilización con cemento; empezando por el tipo de suelo a estabilizar, puede ser cualquier tipo de suelo, en tanto que el tamaño máximo sea menor a 2" o 1/3 de la altura de la capa que se compacta; en cuanto a su plasticidad el límite líquido tiene que estar menos de 40% y su índice plástico en un rango de 10 a 50%; respecto a los compuestos que pueden causar daño como el sulfato  $SO_4^{2-}$  tiene que estar en menos de 0.2% en peso; además, los materiales con altitud sobre los 3000 m.s.n.m deben tener una pérdida en sulfato de magnesio menos de 18% y para finos menos de 15%. Cabe señalar que en el caso del cemento se usa el Portland Tipo I (PM) y que en este manual específicamente en su sección 439 se indican los parámetros que debe cumplir este cemento para su buen funcionamiento empezando por el contenido de óxido de magnesio (MgO) el cual debe tener 6% como máximo, además este cemento debe tener una pérdida por ignición de 5% como máximo, y por último contener trióxido de azufre (SO<sub>3</sub>) de 4% como máximo. Es preciso señalar que la mezcla de suelo-cemento de acuerdo con la (EG-2013) se diseña con el método de la PCA. Se debe tener presente que, en estas normas y documentos nacionales las estabilizaciones se emplean como capa de rodadura (sección 301.A EG -2013).

## **2.6 Normativa internacional**

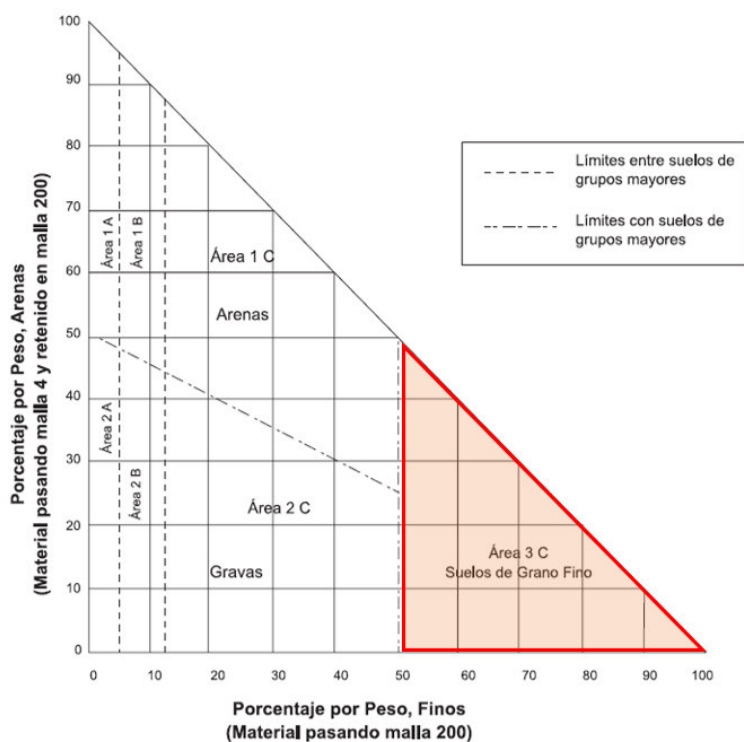
En esta investigación se ha considerado distintos puntos de vista de diferentes países para tener un amplio conocimiento del tema respecto del empleo del terraplén y el criterio para estabilizarlo con cemento.

### **2.6.1 Normativa Norteamericana**

La normativa norteamericana se basa en el manual del Departamento del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos de Norte América (USACE) el cual para el caso de la estabilización de suelos está indicado en el Manual Engineering and Design, Soil Stabilization for Pavements Mobilization Construccion EM 1110-33-137 (1984) el cual presenta criterios de estabilización no sólo para capas de base o subbase, sino para cualquier elemento, incluido la subrasante. Asimismo, esta norma en su capítulo 2 establece los criterios para estabilizar un suelo, la cual menciona que para escoger un adecuado uso de estabilizador es importante conocer el tipo de suelo que se estabilizará, la capa que se usará, la resistencia deseada, la durabilidad de dicha capa, el costo del tratamiento y los efectos medioambientales. Es así como esta norma muestra los pasos a seguir para escoger el tipo de estabilizador más adecuado. Primero a través del triángulo de gradación del suelo ubica el área donde se encuentra el material el cual se ingresa dependiendo de sus características físicas, en esta investigación se determinó que los suelos estudiados están dentro del área 3C la cual está sombreada en la **Figura 9**.

**Figura 9**

*Triángulo de gradación para ayudar a seleccionar un agente estabilizador según USACE*



*Nota.* Adaptado de "Gradation triangle for aid in selecting a commercial stabilizing agent" (p.2-3), por Department Of The Army Corps Of Engineers, 1984, Soil Stabilization for Pavements Mobilization Construction.

En la **Figura 10** se muestra una recomendación del aditivo a seleccionar es aquí donde se ingresa con el área 3C que se determinó con la **Figura 9**, se escoge el aditivo adecuado en esta investigación el cual es el cemento Portland.

**Figura 10**

*Guía para seleccionar un aditivo estabilizador según USACE*

Área	SUCS	AASTHO	Estabilizador
3C	CH, CL, MH, ML, OH, OL o ML-CL	A-4, A-5, A-6 o A-7	Cemento Portland
			o Cal

*Nota.* Elaboración propia

El siguiente paso es estimar la dosis de cemento inicial señalado en la **Figura 11**, el cual para el caso de esta investigación se trabajará con los suelos que están con las líneas sombreadas de rojo.

### Figura 11

*Cantidad aproximada de cemento inicial*

Clasificación de suelos		Contenido estimado inicial de cemento
AASTHO	SUCS	% de peso seco
GW-SW	A-1-a	5
GP, SW-SM, SW-SC, SW-GM, SW-GC	A-1-a A-1-b	6
GM, SM, GC, SC,	A-1-b	
SP-SM, SP-SC, GP-GM	A-2	7
GP-GC, SM-SC, GM-GC	A-3	
SP, CL, ML, ML-CL	A-4, A-6	10
MH, OH	A-5, A-7	11
CH	A-7	10

*Nota.* Adaptado de "Estimated Cement Requirements for Various Soil Types" (p.3-3), por USACE, 1984, Soil Stabilization for Pavements Mobilization Construction.

Luego de ello se compacta para curar las muestras durante 7 días en un ambiente húmedo, después realizar las pruebas de resistencia y de durabilidad. En resumen, los parámetros de los ensayos están indicados en la **Tabla 1**.

### Tabla 1

*Parámetros de EM 1110-3-137*

Ensayo	Engineer Manual EM 1110-3-137 USACE
Compresión simple no confinada (7 días) Min.	250 psi (17.6 kg/cm <sup>2</sup> )
Granular, IP menor a 10%	11
Granular, IP mayor a 10%	8
Limos	8
Arcillas	6

<b>Ensayo</b>	<b>Engineer Manual EM 1110-3-137 USACE</b>
Hielo – Deshielo (% pérdida máxima) 6	
ciclos	11
Granular, IP menor a 10%	8
Granular, IP mayor a 10%	8
Limos	6
Arcillas	

*Nota.* Adaptado de "*Durability Requirements*" (p.3-7), por Department Of The Army Corps Of Engineers, 1984, Soil Stabilization for Pavements Mobilization Construction.

### **2.6.2 Portland Cement Association (PCA)**

Este método se encuentra en la Soil-Cement Laboratory Hand Book (Portland Cement Association [PCA], 1995); el cual señala los porcentajes de cemento iniciales requeridos para proceder a la estabilización de suelos, estos se encuentran en la **Tabla 2** y están clasificados bajo el sistema AASTHO.

**Tabla 2**

*Cantidad referencial de cemento requerido para estabilización según PCA*

<b>Grupo de suelo AASTHO</b>	<b>Rango habitual de contenido del cemento % en peso</b>
<b>A-1-a</b>	3-5
<b>A-1-b</b>	5-8
<b>A-2</b>	5-9
<b>A-3</b>	7-11
<b>A-4</b>	7-12
<b>A-5</b>	8-13
<b>A-6</b>	9-15
<b>A-7</b>	10-16

*Nota.* Adaptado de "*Normal range of cement requirements*" (p.5), por PCA, 1995, Soil Cement Construction Handbook.

El otro punto importante es el control que se da a las muestras ensayadas, los cuales es que la compresión simple no confinada con un curado de 7 días debe ser como mínimo 1.8 MPa y en el ensayo de humedecido secado se debe cumplir las pérdidas máximas de la **Figura 7**.

### ***2.6.3 Normativa española***

En la Normativa Española el criterio para emplear material de terraplenes está mencionado por el Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana de España en su norma técnica, específicamente en la parte de pliegos de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (2002), la cual establece en la parte 3. Explanaciones, capítulo III: Rellenos, Artículo 330: Terraplenes, que los criterios considerados para la selección de materiales son básicamente el tener una buena estabilidad de la construcción, también que se cumplan con las deformaciones tolerables definidas en el proyecto. Esta norma comenta que el material usado para terraplén puede ser de suelos naturales, suelos modificados por el humano o traídos de canteras aledañas siempre que cumple con las especificaciones del artículo 330 además de garantizar que sus propiedades fisicoquímicas den estabilidad a la construcción. Estos suelos que conforman el terraplén están divididos en suelos seleccionados, adecuados, tolerables e inadecuados los cuales para esta investigación los suelos finos entrarían en el rango de inadecuados. Además, es importante mencionar que de acuerdo con el (PG-3) los usos de suelos permitidos para las diversas capas del terraplén son utilizados de la siguiente manera: para coronación está permitido usar suelo seleccionado, adecuado o tolerable estabilizado; para el caso del núcleo está permitido usar suelo seleccionado, adecuado o tolerable cuando el núcleo no esté sujeto a inundación; por último, para el caso del cimiento o base está permitido usar seleccionado, adecuado o tolerables.

## **2.7 Consideraciones técnicas para el uso de suelos finos en terraplenes**

De acuerdo con los conceptos anteriores es importante tener presente que el uso del material propio genera diferentes beneficios a un proyecto, además es importante cumplir con los parámetros que exigen las normas, para el caso de esta investigación se guía con diferentes normas entre ellas tenemos las del MTC, PCA, ASTM, USACE, entre otros. Además, respecto a la estabilización con cemento se tiene que brindar una buena estabilidad al terraplén por la reacción con el agua y heladas, además que se puede trabajar con casi todos los tipos de suelo y que brinda alta resistencia. Por otro lado, se debe tener cuidado con la rigidez y fisuramiento de la capa estabilizada. Si bien es cierto el contenido de materia orgánica y sulfatos pueden afectar al fraguado, eso no impide que se puedan usar dichos suelos. Además, de acuerdo con Djellali et al. (2019) en sus pruebas de laboratorio demostró que hay mejora de sus terraplenes cuando se le agrega cemento al 6% y que además de ello se genera en la mezcla un aumento en su máxima densidad seca y existe una disminución en su óptimo contenido de humedad, por último, aumenta su CBR y su resistencia a la compresión.

### III. Método

#### 3.1 Tipo de investigación

Tiene un enfoque cuantitativo porque hay una medición numérica de las variables, además es del tipo aplicada porque resolverá problemas como menciona Hernández et al. (2014) debido a que sigue procedimientos de la norma peruana para poder optimizar el uso del suelo mediante la estabilización con cemento. Asimismo, es del tipo explicativa porque se identifica y resuelve la causa del fenómeno, por último, tiene diseño experimental específicamente del tipo cuasiexperimental porque el grupo de control es intencionado, es decir, ocurre una manipulación de la variable independiente (estabilización con cemento) sobre la variable dependiente (uso en terraplenes de proyecto vial) debido a que añado distintas dosis de cemento para ver su efecto en el uso de terraplenes; cabe mencionar que esta investigación demostró en su capítulo **4.4 Uso de suelos finos en terraplenes**, que estabilizando los suelos finos con cemento existe una mejora de estos, los cuales cumplen con los parámetros que exige la norma peruana (EG-2013) para uso en terraplenes.

#### 3.2 Ámbito temporal y espacial

Los suelos finos de la presente investigación se encuentran ubicados entre el Km 0+800 hasta el Km 22+801 de la Vía Evitamiento La Oroya la cual está ubicado en el departamento de Junín, provincia de Yauli, entre los Distritos de Morococha, Paccha y Santa Rosa de Sacco; además el recorrido total de la vía de evitamiento tiene una longitud de 27 Km mostrada en la **Figura 12**. Por otro lado, la zona donde se encuentra la vía se caracteriza por tener diversos procesos geomorfológicos externos como consecuencia del contexto geodinámico en el que se ubica, sus riesgos geológicos se encuentran asociados principalmente a fenómenos de caída de rocas, derrumbes, deslizamientos y reptaciones de suelos, zona de bofedales y presencia de karst. Cabe mencionar que los ensayos fueron realizados en la empresa JBO Ingenieros S.A.C. las cuales se elaboraron el año 2021.

## Figura 12

### *Ubicación del proyecto*



*Nota.* Tomado de Google Earth, 2021.

## 3.3 Variables

### *3.3.1 Variable independiente*

- Estabilización con cemento.

### *3.3.2 Variable dependiente*

- Uso en terraplenes de proyecto vial.

### *3.3.3 Operacionalización de variables*

- La matriz de operacionalización se encuentra en el Anexo A.

## 3.4 Población y muestra

### *3.4.1 Población*

Son los suelos finos de la carretera Vía de Evitamiento La Oroya, los cuales son 19 tipos de suelos desfavorables de todos los suelos analizados y están representados en la **Tabla 3**.

**Tabla 3***Suelos finos de la vía de estudio*

<b>Progresiva</b>	<b>Identificación</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>SUCS</b>	<b>AASHTO</b>
00+800	CT-01/M-01	0.00-0.50	ML	A-7-5 (8)
00+800	CT-01/M-02	0.50-2.00	SC	A-4 (0)
01+000	CT-02 /M-01	0.00-0.60	GC	A-2-6 (0)
02+800	CT-03/M-01	0.00-0.50	SC	A-2-6 (0)
04+700	CT-04/M-01	0.00-0.40	ML	A-4 (5)
04+700	CT-04/M-02	0.40-2.00	MH	A-7-5 (14)
06+700	CT-05/M-01	0.00-0.50	ML	A-4 (1)
06+800	CT-06/M-01	0.00-0.50	ML	A-7-5 (6)
06+800	CT-06/M-02	0.50-2.00	GC	A-2-6 (0)
10+000	CT-07/M-01	0.00-0.30	CL	A-6 (10)
10+000	CT-07/M-02	0.30-2.00	GP-GM	A-2-6 (0)
11+900	CT-08/M-01	0.00-0.40	ML-CL	A-4 (2)
15+600	CT-09/M-02	0.40-2.00	CL	A-6 (21)
17+600	CT-10/M-01	0.00-0.50	SM	A-4 (0)
17+600	CT-10/M-02	0.50-2.00	GC	A-2-6 (0)
20+200	CT-11/M-01	0.00-0.60	SC	A-4 (1)
20+200	CT-11/M-02	0.60-2.00	CL	A-6 (7)
22+200	CT-13/M-01	0.00-2.00	GC	A-2-6 (0)
22+800	CT-14/M-01	0.00-0.80	CL	A-6 (8)

*Nota.* Elaboración propia.**3.4.2 Muestra**

Las muestras son no probabilísticas porque van a depender de las características que presentan como lo menciona Hernández et al. (2014), de manera que para esta investigación la muestra corresponde a los suelos finos más desfavorables dependiendo su clasificación AASHTO las cuales son 4 muestras y están representados en la **Tabla 4**.

**Tabla 4***Suelos finos más desfavorables*

<b>Progresiva</b>	<b>Identificación</b>	<b>Prof. (m)</b>	<b>Profundidad (m)</b>	<b>SUCS</b>	<b>AASHTO</b>
02+800	CT-03/M-01	0.00-0.50	0.50	SC	A-2-6 (0)
04+700	CT-04/M-01	0.00-0.40	0.40	ML	A-4 (5)
04+700	CT-04/M-02	0.40-2.00	1.60	MH	A-7-5 (14)
15+600	CT-09/M-02	0.40-2.00	1.60	CL	A-6 (21)

*Nota.* Elaboración propia.**3.4.3 Unidad de análisis**

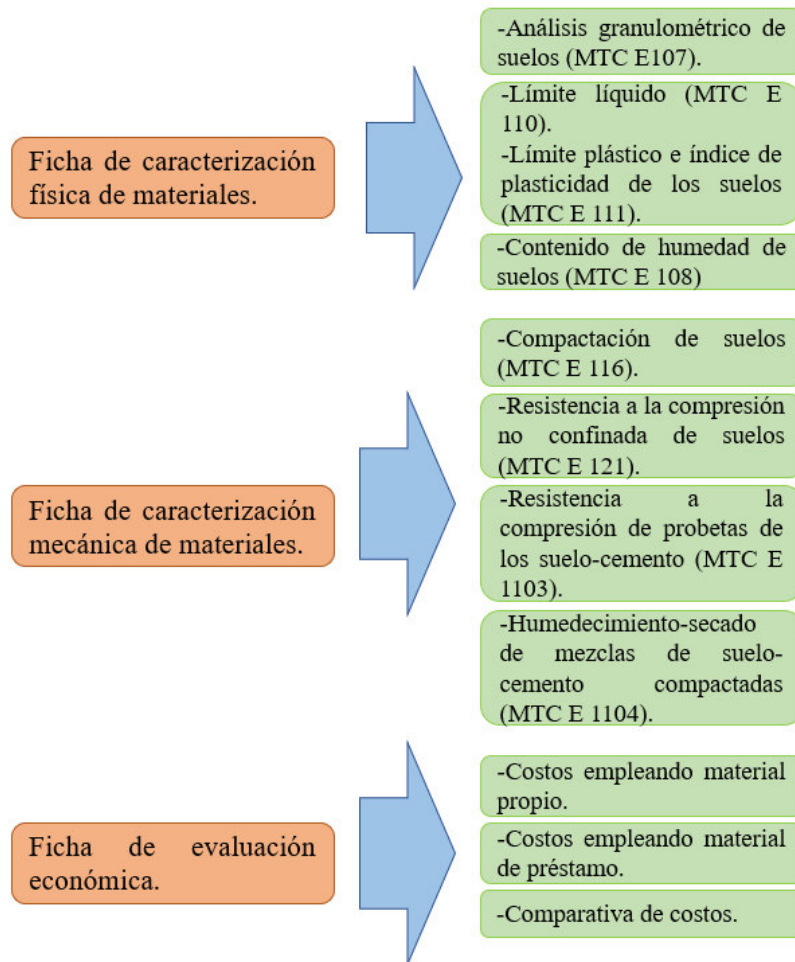
Suelos finos naturales que provienen del material de corte de la carretera Vía de Evitamiento La Oroya.

**3.5 Instrumentos**

Como instrumentos se utilizarán los equipos que se requieran para los ensayos solicitados; entre ellos está la máquina para ensayo de compresión que se usará para calcular las resistencias de las probetas; también se usarán equipos y moldes de compactación, juntamente con los programas necesarios para procesar los datos obtenidos.

**3.5.1 Técnicas e instrumentos y/o fuentes de recolección de datos**

Se utilizó la recolección de datos como instrumento principal, el cual inició con el análisis de investigaciones anteriores como normas, artículos científicos, guías, libros, etc. Todo relacionado a la estabilización con cemento y el uso del terraplén. Seguidamente se usaron los formatos de laboratorio (fichas) con el fin de caracterizar los materiales para posteriormente realizar los ensayos correspondientes a la estabilización de suelos; además se realizaron los cálculos en hojas de Excel para verificar los resultados con las normas correspondientes. Cabe mencionar, que para analizar los resultados de esta tesis se realizaron gráficos y tablas; además, en la **Figura 13** se muestra la estructura de las fichas empleadas y en el Anexo B se encuentran los formatos de las fichas.

**Figura 13***Estructura de fichas*

*Nota.* Elaboración propia.

**3.5.1.1 Observación y medición experimental.** Se aplicó la observación, el análisis de los suelos, y se elaboró las probetas de suelo-cemento cumpliendo con los requisitos que pide la norma peruana para el uso en terraplenes, se logró a través de la determinación de las dosis óptimas con cemento dependiendo del tipo de suelo.

**3.5.1.2 Análisis documental.** Para la estabilización de suelos que se requiere en el terraplén, se utilizó el método de la PCA para estabilizar suelos con cemento el cual se llevó a cabo en el laboratorio. Además, todos los ensayos de los materiales se realizan siguiendo las normas de la ASTM, USACE, AASHTO y NTP.

### **3.5.2 Instrumentos de ingeniería**

#### **3.5.2.1 Instrumentos para caracterización de materiales.**

- Tamices (3", 2 ½", 2", 1 ½", 1", ¾", ½", 3/8", ¼", N°4, N°6, N°8, N°10, N°16, N°20, N°30, N°40, N°50, N°80, N°100, N°200).
- Balanza de 30000 gr de capacidad: JBO-101-BAL-02
- Balanza de 600 gr de capacidad: JBO-102-BAL-05
- Horno: JBO-102-HOR-01
- Copa Casagrande: JBO-102-CCG-01

#### **3.5.2.3 Instrumentos para ensayo de compactación.**

- Balanza de 30000 gr de capacidad: JBO-101-BAL-02
- Horno: JBO-102-HOR-01

#### **3.5.2.4 Instrumentos para ensayo de resistencia a la compresión.**

- Balanza de 30000 gr de capacidad: JBO-101-BAL-02
- Prensa: JBO-101-PCO-01
- Prensa de CBR: JBO-001-CBR-01

#### **3.5.2.5 Instrumentos para ensayo de humedecimiento–secado.**

- Balanza de 30000 gr de capacidad: JBO-101-BAL-02
- Horno: JBO-102-HOR-01

### **3.5.3 Validación de los instrumentos**

Permite la verificación de las variables definidas en la hipótesis, en esta tesis se validaron los formatos de laboratorio mediante los certificados de calibración de equipos adjuntados en el Anexo D, que además está en cumplimiento con las normas correspondientes para su correcto uso; en este caso me refiero a la NTP, AASHTO y ASTM.

Se validaron los instrumentos a través de la opinión de diferentes ingenieros especialistas en suelos y pavimentos los cuales se encuentran en el Anexo G; a continuación,

se muestra el cuadro de resumen de los resultados de la validación obtenida, los cuales se validaron mediante las fichas técnicas usadas para la presente investigación.

**Tabla 5**

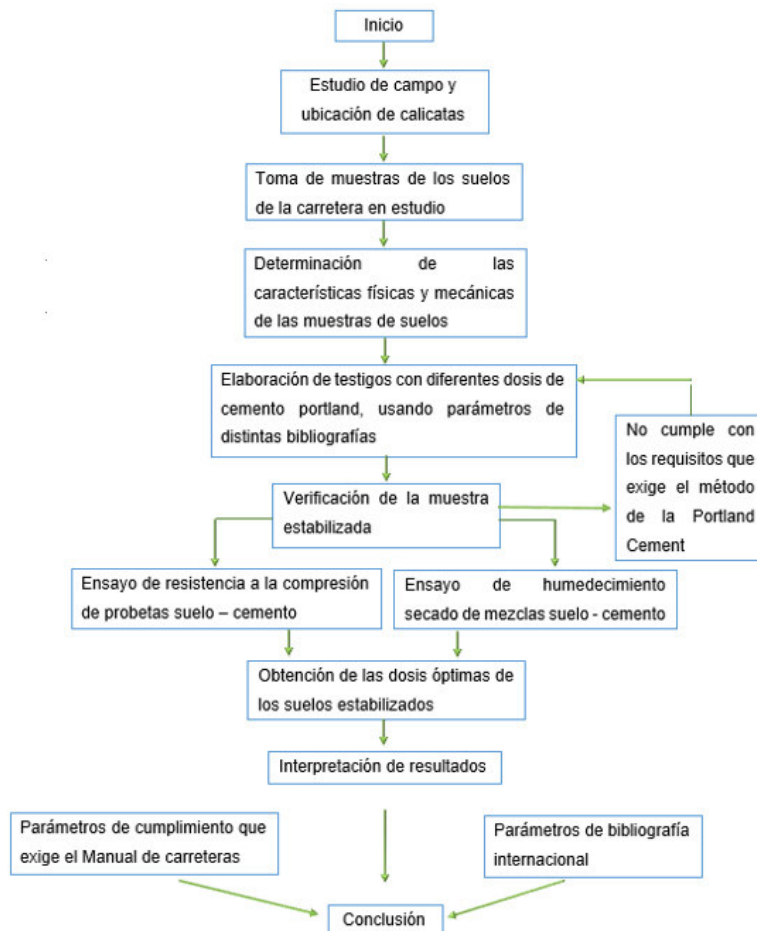
*Validación de expertos*

<b>Expertos</b>	<b>Evaluación de indicadores</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Validez</b>
Ing. Sánchez Guando, Juan Sergio	28	1	Aplicar
Ing. Moreno Flores, Marco Antonio	27	1	Aplicar
Ing. Malásquez Díaz, Orlando Franco	29	1	Aplicar
Ing. Gutiérrez Rosales, Jessica Milagros	27	1	Aplicar

*Nota.* Elaboración propia.

### **3.6 Procedimientos**

El procedimiento de esta investigación está representado en la **Figura 14**:

**Figura 14***Procedimiento de la investigación*

*Nota.* Elaboración propia.

**3.6.1 Procedimiento de recolección de datos**

**3.6.1.1 Procedimientos precedentes de la investigación.** Se hizo el estudio de campo que consistió en ubicar las 14 calicatas, iniciando así la toma de muestras de los suelos para analizarlos en el laboratorio.

**3.6.1.2 Caracterización de los materiales.** Es la descripción de las propiedades naturales de los distintos suelos presentes en la vía para así mediante la clasificación de suelos seleccionar los de interés que en este caso son los suelos finos que no cumplen con los requisitos para uso como terraplén que pide la Norma peruana. En el Anexo E se encuentra la toma de muestras de los suelos en estudio y los ensayos que se realizaron para la caracterización

física y mecánica de los suelos. Además, en la Figura 15 se muestra el ensayo del contenido de humedad y en la Figura 16 se muestra el ensayo del límite líquido y límite plástico.

### Figura 15

#### *Contenido de humedad*



*Nota.* Elaboración propia.

### Figura 16

#### *Límites de consistencia*



*Nota.* Elaboración propia.

**3.6.1.3 Elaboración de testigos.** Se realizó la elaboración de probetas de suelo mezcladas con distintas dosis de cemento Portland la cual va a depender de su clasificación de suelos, cabe mencionar que la PCA señala los porcentajes de Cemento Portland para iniciar los ensayos de estabilización por tipo de suelo (clasificación AASHTO) los cuales se muestran en la **Tabla 2**. Una vez que se escogió las dosis se procedió a mezclar el material, seguidamente se almacenó en una bolsa hermética durante 20-24 horas para asegurar la hidratación, después se realizó el ensayo de Proctor normal con una energía estándar de 600 kN-m/m<sup>3</sup> para luego calcular la humedad del centro del testigo, este proceso fue realizado 4 veces para obtener una

curva de compactación que nos indicó cuanto es el OCH y la MDS de la mezcla, finalmente con el óptimo testigo se procedió a curar por 7 días y de esta manera se sometió al ensayo de compresión simple para poder evaluar si la dosis de cemento es el óptimo. En la **Figura 17** se muestra el procedimiento del ensayo de compactación de probetas de cemento.

**Figura 17**

*Compactación del suelo*



*Nota.* Elaboración propia.

En la **Figura 18** se muestra el procedimiento de curado del testigo por un tiempo de 7 días en una habitación húmeda para someter al ensayo de compresión simple.

**Figura 18**

*Curado de testigo*



*Nota.* Elaboración propia.

**3.6.1.4 Verificación de muestra estabilizada.** Se procedió a verificar si las muestras estabilizadas cumplen con los rangos mínimos que pide la PCA, la cual se indicó que es una resistencia mínima de 1,8 MPa y los pesos mínimos para el humedecido secado está indicado en la **Figura 7**. Por otra parte, en la **Figura 19** se muestra el procedimiento de la resistencia a la compresión de probetas de suelo-cemento. Cabe mencionar que se tomó el testigo previamente curado y se procedió a aplicar la carga continuamente y así tomar nota de la carga en la que falla el testigo.

### Figura 19

*Resistencia a la compresión*



*Nota.* Elaboración propia

Para el caso del humedecido secado cada ciclo dura 48 horas aproximadamente y para un ensayo se realizan 12 ciclos, es decir que el ensayo tomó un tiempo de 24 días. En la **Figura 20** se muestra el procedimiento del ensayo mencionado.

## Figura 20

### *Humedecido secado de mezcla suelo-cemento*



Nota. Elaboración propia

**3.6.1.5 Obtención de dosis óptimas.** Después de realizar los ensayos se comparó con lo exigido por la norma, es así como se obtuvo las dosis óptimas de cemento Portland.

### **3.6.2 Procesamiento de datos**

En esta investigación se realizó un análisis cuantitativo mediante el uso de distintas fórmulas de cálculos, listas, cuadros, tablas y gráficos los cuales validan las hipótesis planteadas inicialmente además con esto se obtuvieron las conclusiones y recomendaciones. Cabe mencionar que también se ha revisado y guiado de distinta bibliografía nacional e internacional donde se cumplió los parámetros que estas exigen; estas normas son las siguientes: Normas Técnicas Peruanas, AASTHO, ASTM, PCA y USACE. Según la normativa adoptada para cada uno de los ensayos correspondientes.

### **3.7 Análisis de datos**

Se realizó a través de la interpretación de los datos que se obtuvo en el laboratorio, se aplicó gráficos de las características técnicas de las estabilizaciones con cemento.

#### IV. Resultados

A continuación, se muestran los suelos estudiados con su respectiva descripción del material con el cual se realizaron las estabilizaciones con cemento en el laboratorio en donde se comprobó su uso en terraplenes.

##### 4.1 Propiedades físicas de suelos de los materiales

Se evaluó la influencia de la estabilización con cemento Portland en las propiedades físicas de los suelos finos a través de los siguientes resultados: En la **Tabla 6** se muestra la caracterización de las propiedades físicas naturales de los suelos y en la **Tabla 7** se muestra la caracterización física con mezcla de suelo-cemento.

**Tabla 6**

*Caracterización física natural del suelo*

Identificación	Granulometría		Clasificación		Hum.	L.L.	I.P.
	% que pasa		SUCS	AASHTO	%	%	%
	N°200						
CT-03/M-01	20		SC	A-2-6 (0)	14.6	32	11
CT-04/M-01	63		ML	A-4(5)	21.3	35	10
CT-09/M-02	85		CL	A-6(21)	14.5	40	26
CT-04/M-02	76		MH	A-7-5(14)	32.3	56	15

*Nota.* Hum. = Humedad, L. L.= Límite líquido, I.P. = Índice plástico. Elaboración propia.

**Tabla 7**

*Caracterización física de mezcla suelo-cemento*

Identificación	Suelo		Cemento	Contenido de	Límite	Índice
	SUCS	AASHTO	%	humedad	Líquido	Plástico
				%	%	%
CT-03/M-01	SC	A-2-6 (0)	0	14.6	32	11
CT-03/M-01	SC	A-2-6 (0)	5	13.2	24	7
CT-04/M-01	ML	A-4(5)	0	21.3	35	10
CT-04/M-01	ML	A-4(5)	12	18.3	28	6

Identificación	Suelo		Cemento	Contenido de humedad	Límite Líquido	Índice Plástico
	SUCS	AASHTO	%	%	%	%
CT-09/M-02	CL	A-6(21)	0	14.5	40	26
CT-09/M-02	CL	A-6(21)	15	11.8	31	14
CT-04/M-02	MH	A-7-5(14)	0	32.3	56	15
CT-04/M-02	MH	A-7-5(14)	16	25.2	41	7

*Nota.* Elaboración propia.

#### 4.2 Propiedades mecánicas de suelos de los materiales

Se evaluó la mejora de las propiedades mecánicas de los suelos finos en la estabilización con cemento Portland a través de los siguientes resultados: En la **Tabla 8** se muestran los resultados obtenidos del Proctor estándar y resistencia a la compresión de suelos naturales y con las distintas dosificaciones de cemento; además, en la **Tabla 9** se muestran los resultados del ensayo humedecido-secado con las distintas dosificaciones de cemento.

**Tabla 8**

*Valores del Proctor y Resistencia a la compresión*

Identificación	Suelo		Cemento	MDS	OCH	Compresión
	SUCS	AASHTO	%	g/cm <sup>3</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>
CT-03/M-01	SC	A-2-6 (0)	0	1.801	11.2	8.1
CT-03/M-01	SC	A-2-6 (0)	4	1.820	10.5	15.3
CT-03/M-01	SC	A-2-6 (0)	5	1.905	9.3	25.1
CT-03/M-01	SC	A-2-6 (0)	6	1.915	9.1	31.5
CT-04/M-01	ML	A-4(5)	0	1.700	16.1	4.3
CT-04/M-01	ML	A-4(5)	11	1.720	15.2	16.8
CT-04/M-01	ML	A-4(5)	12	1.730	14.3	26.1
CT-04/M-01	ML	A-4(5)	13	1.750	13.9	32.4
CT-09/M-02	CL	A-6(21)	0	1.670	18.7	2.3
CT-09/M-02	CL	A-6(21)	14	1.690	17.6	17.1
CT-09/M-02	CL	A-6(21)	15	1.700	17.4	22.3
CT-09/M-02	CL	A-6(21)	16	1.71	16.8	27.1

Identificación	Suelo		Cemento	MDS	OCH	Compresión
	SUCS	AASTHO	%	g/cm3	%	kg/cm2
CT-04/M-02	MH	A-7-5(14)	0	1.6	21.1	1.2
CT-04/M-02	MH	A-7-5(14)	15	1.62	20.8	17.5
CT-04/M-02	MH	A-7-5(14)	16	1.64	20.4	19.5
CT-04/M-02	MH	A-7-5(14)	17	1.65	19.7	22.1

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 9**

*Valores del humedecido-secado*

Identificación	Suelo		Cemento	Humedecido/Secado
	SUCS	AASTHO	%	%
CT-03/M-01	SC	A-2-6 (0)	5	8.1
CT-04/M-01	ML	A-4(5)	12	8.3
CT-09/M-02	CL	A-6(21)	15	5.6
CT-04/M-02	MH	A-7-5(14)	16	6.1

*Nota.* Elaboración propia.

### 4.3 Evaluación económica

Se determinó la alternativa más económica mediante la comparación entre la estabilización con material propio y el empleo de material de préstamo; esto se realizó con el cálculo de los volúmenes de los suelos requeridos en el proyecto para usarlos como terraplén y se calcularon los costos para cada caso.

#### 4.3.1 Análisis de costos unitarios empleando material propio

En la **Tabla 10** se muestra el costo empleando material propio.

**Tabla 10***Costos empleando material propio*

Descripción	Unidad	Metrado	Costo	Total
			unitario	
			S/.	S/.
Terraplenes con material propio zarandeado	m <sup>3</sup>	193,275.02	9.03	1,745,273.40
Terraplenes con material propio chancado	m <sup>3</sup>	1,555,657.40	11.70	18,201,191.59
Mejoramiento de Suelos	m <sup>3</sup>	90,031.36	6.38	574,400.09
Suelos estabilizados con cemento al 5%	m <sup>3</sup>	83,774.94	51.38	4,304,356.42
Suelos estabilizados con cemento al 12%	m <sup>3</sup>	72,415.26	108.22	7,836,779.44
Suelos estabilizados con cemento al 15%	m <sup>3</sup>	201,215.10	132.19	26,598,624.07
Suelos estabilizados con cemento al 16%	m <sup>3</sup>	134,143.42	135.94	18,235,456.28
Transporte de materiales entre 120 m y 1000 m	m <sup>3</sup> -km	3,188,409.62	6.46	20,597,126.16
Transporte de materiales a más de 1000 m	m <sup>3</sup> -km	58,183,358.17	1.52	88,438,704.42
<b>Total</b>	<b>S/.</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>186,531,911.88</b>

*Nota.* Elaboración propia.**4.3.2 Análisis de costos unitarios empleando material de préstamo**

En la **Tabla 11** se muestra el costo empleando material de préstamo.

**Tabla 11***Costos empleando material de préstamo*

<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>Metrado</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Total</b>
			<b>S/.</b>	<b>S/.</b>
Terraplenes con material de Cantera	<b>m<sup>3</sup></b>	2,330,512.50	4.43	10,324,170.37
Material de Cantera	<b>m<sup>3</sup></b>	2,589,458.33	7.09	18,359,259.57
Transporte de materiales entre 120 m y 1000 m	<b>m<sup>3</sup>-km</b>	2,054,052.95	5.12	10,516,751.11
Transporte de materiales a más de 1000 m	<b>m<sup>3</sup>-km</b>	281,334,593.10	1.50	422,001,889.65
<b>Total</b>	<b>S/.</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>461,202,070.70</b>

*Nota.* Elaboración propia.

Se ha efectuado una comparación entre los costos del uso de materiales extraídos de los cortes versus el empleo de las canteras fuera del área de influencia del proyecto; y así ver que conlleva cada alternativa, esto se muestra es la **Tabla 12**

Tabla 12

## Comparativa de costos

Comparativa de costos	Ventajas	Desventajas	Costo (S/.)
<b>Usando material propio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proporciona estabilidad al terraplén, por su reacción ante el agua y heladas.</li> <li>- Trabaja sobre casi todos los tipos de suelos.</li> <li>-Utilización de materiales procedentes de los cortes.</li> <li>- Trabaja sobre casi todos los tipos de suelos.</li> <li>- Reducción de costos.</li> <li>- El transporte se circunscribe a la zona del proyecto.</li> <li>- Reducción de áreas para depósito de material excedente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mientras más fino es el suelo, se requiere adicionar mayor cantidad de cemento.</li> <li>- Por su rigidez y módulos de elasticidad elevados, las tensiones generadas por el calor de hidratación pueden provocar el fisuramiento superficial de la capa estabilizada.</li> </ul>	<b>186,531,911.88</b>
<b>Usando material de préstamo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- El agregado se emplea en forma natural (sin estabilizar).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Incremento de costos.</li> <li>- Para el transporte de materiales se emplearía vías importantes, como la Carretera Central, carretera La Oroya – Huancayo, cruzando ciudades importantes como La Oroya, lo que generaría tráfico.</li> <li>- Implementación de mayores áreas para</li> </ul>	<b>461,202,070.70</b>

Comparativa de costos	Ventajas	Desventajas	Costo (S/.)
		depósitos de material excedente. - Dificultades en obtener autorizaciones de uso de canteras, existiendo la posibilidad su negación durante el inicio de las obras.	

*Nota.* Elaboración propia.

#### 4.4 Uso de suelos finos en terraplenes

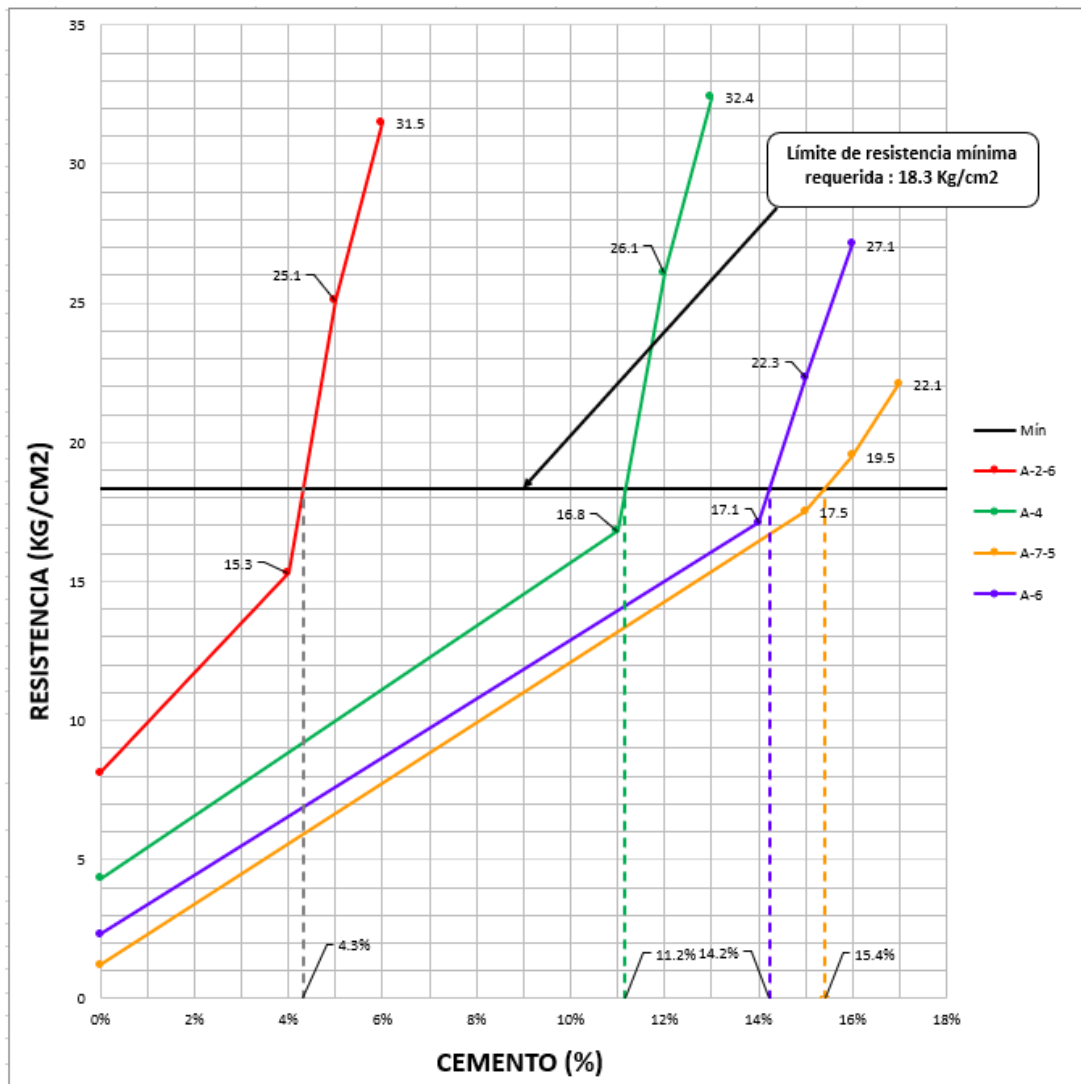
Se estabilizó con cemento Portland los suelos finos para usarlos en terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya. Asimismo, los requerimientos de calidad para la estabilización suelo-cemento son cumplir con la resistencia a la compresión mínima de 18.3 kg/cm<sup>2</sup> y para el humedecido-secado una pérdida máxima de 10% para suelos A-2-6 y A-4; y de 7% para suelos A-6 y A-7.

Es preciso mencionar que en esta investigación se han analizado los suelos finos más desfavorables y mediante los ensayos de resistencia a la compresión y humedecido-secado del suelo cemento se ha demostrado que, sí se puede dar uso para terraplén.

Es así como en la **Figura 21** se observa que la resistencia aumenta conforme se le agrega mayor dosis de cemento; con el parámetro de una resistencia mínima de 18.3 kg/cm<sup>2</sup> se obtuvo que para los suelos A-2-6, A-4, A-6 y A-7-5 las dosis de cemento óptimas son 5, 12, 15 y 16%, respectivamente.

**Figura 21**

*Resistencia según tipo de suelo y porcentaje de cemento añadido*

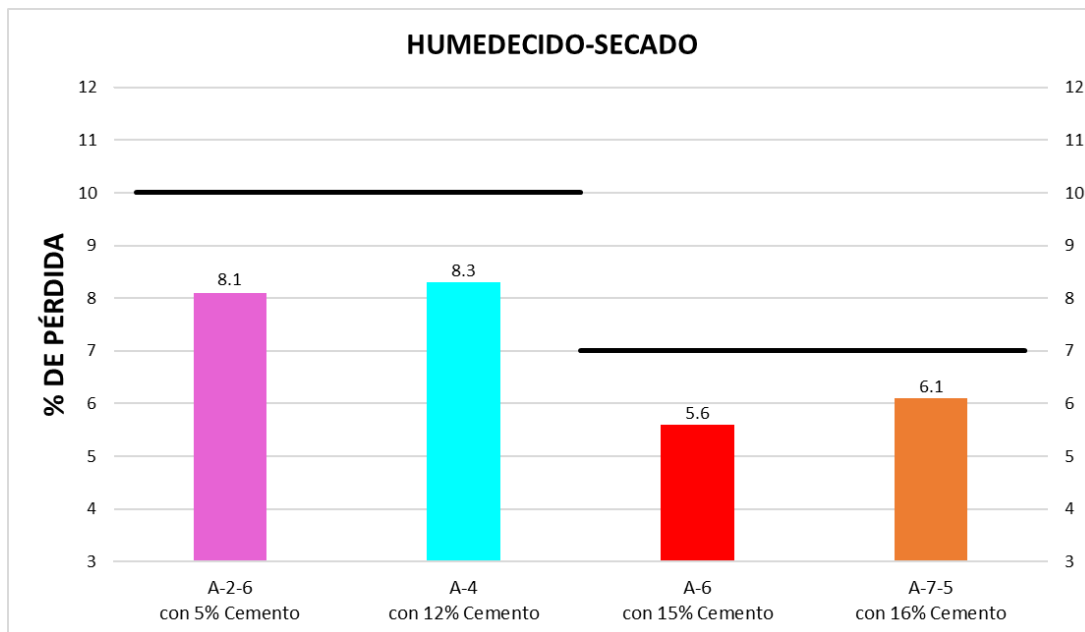


Nota. Elaboración propia.

En la **Figura 22** se observa que el humedecido-secado cumple con el porcentaje de pérdida máxima requerida.

**Figura 22**

*Porcentaje de pérdida máxima del humedecido-secado*



*Nota.* Elaboración propia.

De esta manera se demuestra que aplicando las dosis correctas de cemento se cumple con los parámetros exigidos por la Norma Peruana para uso en terraplenes.

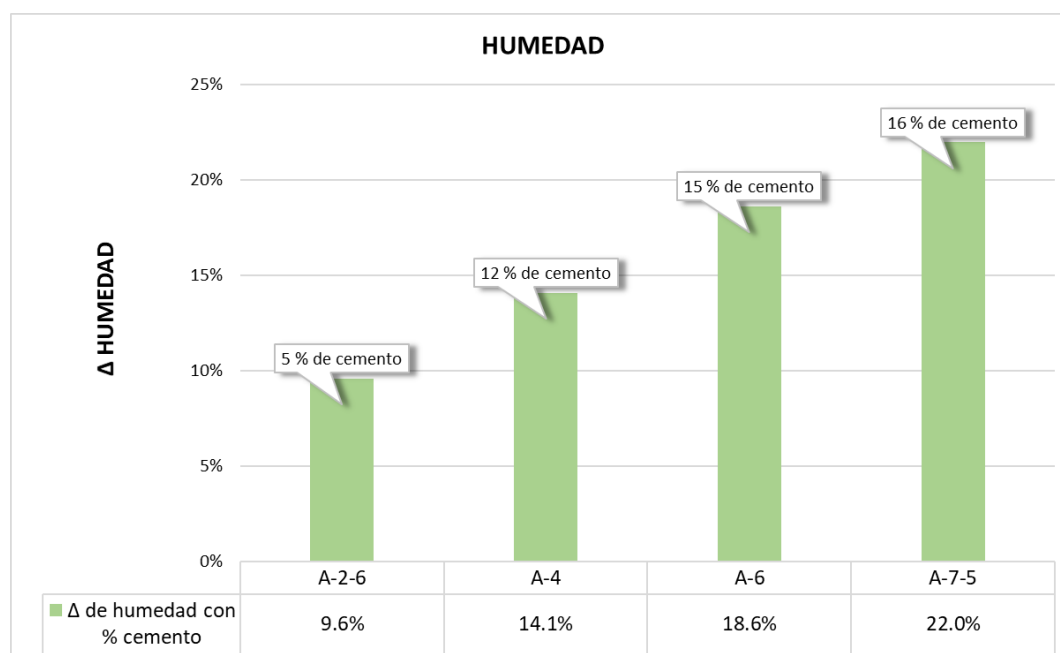
## V. Discusión de resultados

En este capítulo se discuten los distintos resultados de laboratorio de los suelos finos estudiados procedentes de los cortes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya no cumplen con los requerimientos de calidad que pide la norma peruana, en este capítulo se muestra que al aplicar cemento se presentan mejoras en sus propiedades físicas y mecánicas.

En la **Figura 23** se observa que el contenido de humedad obtenido de las estabilizaciones para los suelos A-2-6, A-4, A-6 y A-7-5 disminuye en 9.6, 14.1, 18.6 y 22.0%; en relación con las dosis de cemento las cuales son al 5, 12, 15 y 16%, respectivamente.

**Figura 23**

*Variación de la humedad según tipo de suelo y porcentaje de cemento añadido*

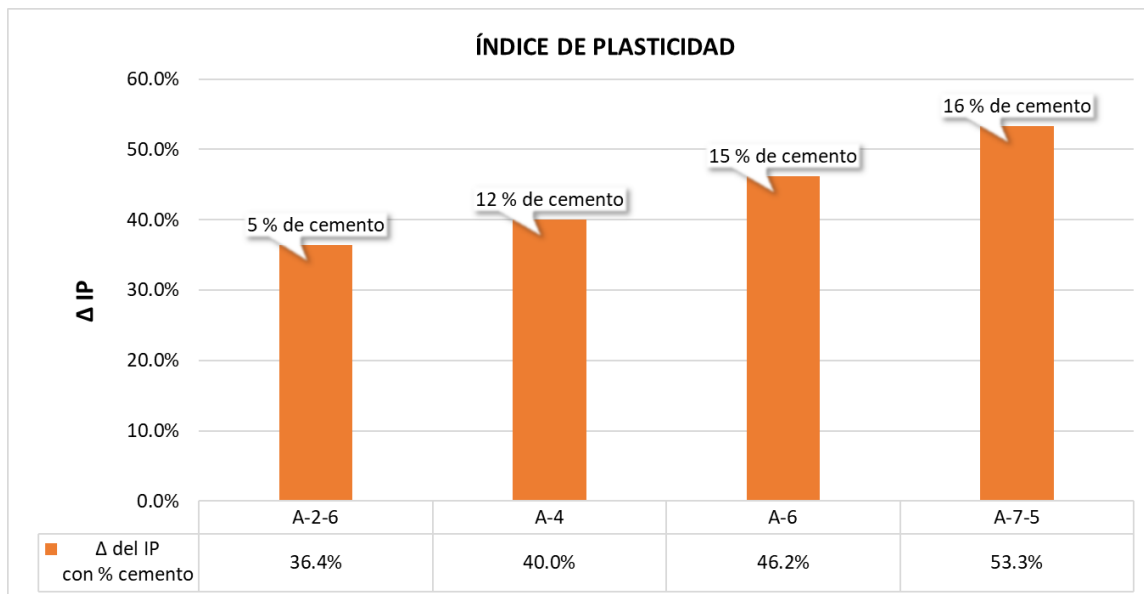


*Nota.* Elaboración propia.

En la **Figura 24** se observa que el índice de plasticidad obtenido de las estabilizaciones para los suelos A-2-6, A-4, A-6 y A-7-5 disminuye en 36.4, 40, 46.2 y 53.3%; con relación a las dosis de cemento las cuales son al 5, 12, 15 y 16%, respectivamente.

**Figura 24**

*Variación del IP según tipo de suelo y porcentaje de cemento añadido*

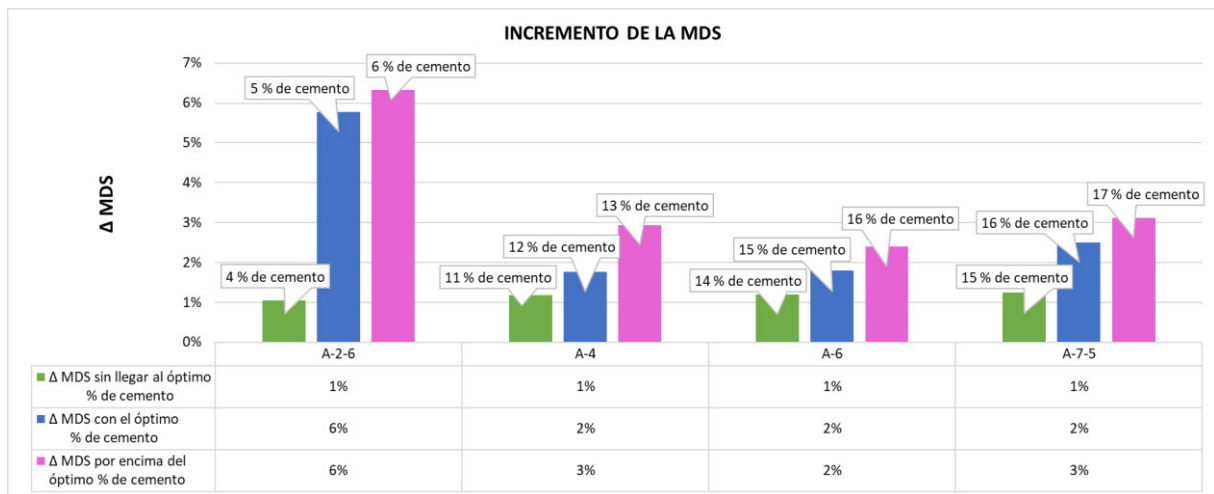


*Nota.* Elaboración propia.

En la **Figura 25** se observa que la máxima densidad seca obtenida de las estabilizaciones para los suelos A-2-6, A-4, A-6 y A-7-5 aumenta en 6, 2, 2 y 2%; con relación a las dosis de cemento las cuales son al 5, 12, 15 y 16%, respectivamente.

**Figura 25**

*Incremento de la MDS según tipo de suelo y porcentaje de cemento añadido*

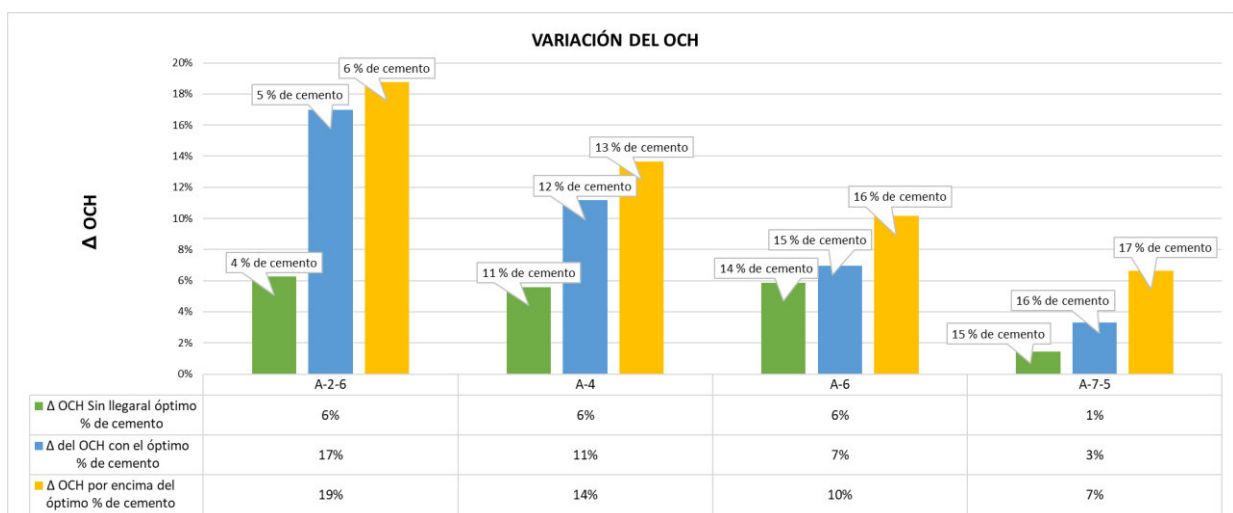


*Nota. Elaboración propia.*

En la **Figura 26** se observa que el óptimo contenido de humedad obtenido de las estabilizaciones para los suelos A-2-6, A-4, A-6 y A-7-5 disminuye en 17, 11, 7 y 3%; con relación a las dosis de cemento las cuales son al 5, 12, 15 y 16%, respectivamente.

**Figura 26**

*Variación del OCH según tipo de suelo y porcentaje de cemento añadido*

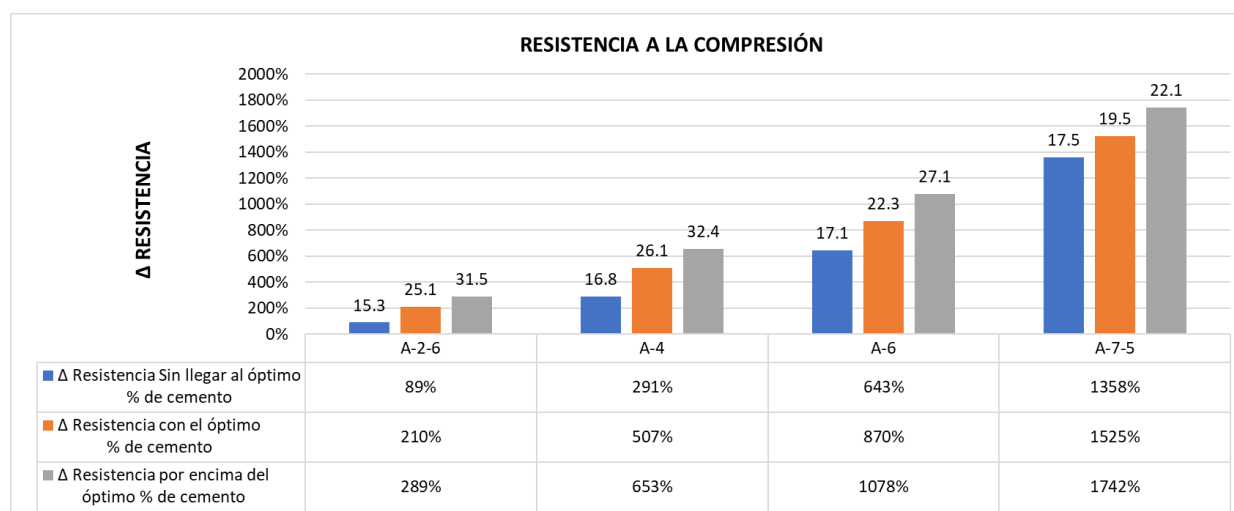


*Nota. Elaboración propia.*

En la **Figura 27** se observa que la resistencia obtenida de las estabilizaciones para los suelos A-2-6, A-4, A-6 y A-7-5 aumenta en 210, 507, 870 y 1525%; con relación a las dosis de cemento las cuales son al 5, 12, 15 y 16%, respectivamente.

**Figura 27**

*Incremento de la resistencia según tipo de suelo y porcentaje de cemento añadido*

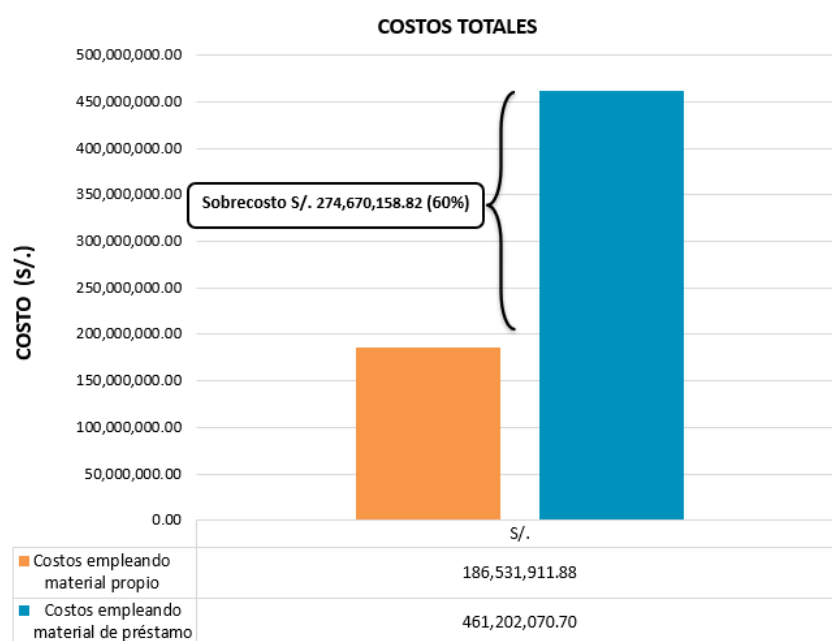


*Nota.* Elaboración propia

En la **Figura 28** se observa que el costo obtenido en la estabilización se reduce en S/. 274,670,158.82; lo que equivale a un 60% de ahorro del valor estimado empleando la alternativa de material de préstamo.

**Figura 28**

*Costos totales de la evaluación económica*



*Nota.* Elaboración propia.

En la **Tabla 13** se muestran las variaciones porcentuales que demuestran la mejora de los suelos, además se observa que las diferentes dosis de cemento óptimas (según su tipo de suelo) cumplen con los parámetros exigidos por la norma peruana.

**Tabla 13**

*Variaciones porcentuales según tipos de suelos*

Tipo de Suelo		Cemento Portland	Humedad	IP	OCH	MDS	Resistencia
ASSTHO	SUCS	%	%	%	%	%	%
<b>A-2-6</b>	<b>SC</b>	5	9.6	36.4	17	6	210
<b>A-4</b>	<b>ML</b>	12	14.1	40.0	11	2	507
<b>A-6</b>	<b>MH</b>	15	18.6	46.2	7	2	870
<b>A-7-5</b>	<b>CL</b>	16	22.0	53.3	3	2	1525

*Nota.* Elaboración propia.

En esta investigación se ha comparado con investigaciones anteriores para validar y dar confiabilidad a los resultados mostrados en la **Tabla 13**. Es así como en la tesis de Velásquez (2018) se presentó una reducción del IP en 66% para su suelo tipo A-7-6 agregando 5% de

cemento, al igual que su OCH el cual se redujo hasta un 13% y su MDS se incrementó en 7% con la dosis de cemento mencionada anteriormente. De igual manera, en la investigación de Marin y Cieza (2021) se mostró una reducción del contenido de humedad en 56%, además su IP se reduce en 87% y su OCH también disminuye en 11%; por otro lado, existe un aumento de la MDS de 17%; todo lo anterior con una dosis de cemento al 12% para su suelo tipo A-6. Del mismo modo para Flores (2015) obtuvo una reducción del OCH en 17% y un incremento de la MDS de 7% para su suelo tipo A-7 agregando un 7% de cemento. Para el caso de las resistencias Cevallos y De la Cruz (2021) obtuvieron las resistencias de 26.99, 32.18 y 40.48 kg/cm<sup>2</sup> con 2, 6 y 8% de cemento para su suelo tipo CL. De igual manera Golfín (2019) con una dosis de cemento del 7% obtuvo un aumento en la resistencia de 637, 4100 y 2235.3% para sus suelos tipo A-5(1), A-7-5(12), A-7-6(30) respectivamente.

## **VI. Conclusiones**

### **6.1 Conclusión 1**

La estabilización con cemento Portland influye en las propiedades físicas de los suelos finos que existen en los cortes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya, debido que al añadirle 5, 12, 15 y 16% de cemento existe reducción del contenido de humedad 9.6, 14.1, 18.6 y 22.0%, de igual manera su IP se reduce en 36.4, 40.0, 46.2 y 53.3%; todo lo mencionado anteriormente para suelos tipo A-2-6, A-4, A-6 y A-7-5 respectivamente.

### **6.2 Conclusión 2**

La estabilización con cemento Portland mejora las propiedades mecánicas de los suelos finos que existen en los cortes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya, debido a que al añadirle 5, 12, 15 y 16% de cemento existe un aumento en la resistencia de 210, 507, 870 y 1525%, del mismo modo su MDS aumenta en 6, 2, 2 y 2%, además se reduce el OCH en 17, 11, 7 y 3%; todo lo mencionado anteriormente para suelos tipo A-2-6, A-4, A-6 y A-7-5 respectivamente.

### **6.3 Conclusión 3**

Se comparó la alternativa más económica entre la estabilización con cemento Portland y el uso del material de préstamo, y se concluyó que la estabilización de suelos es más económica en 60% respecto al empleo de material de préstamo; lo que equivale a un ahorro de S/. 274,670,158.82. Además, se ahorra en tiempo de ejecución de obra y llevar menos material al depósito de material excedente.

## **VII. Recomendaciones**

### **7.1 Recomendación 1**

Se recomienda investigar el comportamiento de las propiedades físicas y mecánicas de mezclas estabilizadas con cal y compararlas con la mezcla estabilizada con cemento; también, analizar el comportamiento de la composición mineralógica de los suelos finos empleando el ensayo de fluorescencia de rayos X y ver qué tanto afecta a la estabilización de suelos con cemento; además evaluar la actividad de las arcillas y analizar cuanto afecta su cambio de volumen cuando se le aplica el cemento.

### **7.2 Recomendación 2**

Se recomienda evaluar la resistencia de la mezcla estabilizada a los 28 días para así poder saber el valor de resistencia máxima que da la estabilización suelo-cemento. Además, para el proceso constructivo se recomienda comprobar a edad de 7 días que la resistencia sea como mínimo 18.3 kg/cm<sup>2</sup>.

### **7.3 Recomendación 3**

Se recomienda a los investigadores realizar trabajos referentes a la estabilización de suelos, para así tener un banco de datos sobre las propiedades físicas y mecánicas de suelos estabilizados con cemento y darle uso en terraplenes.

### VIII. Referencias

- Afrin, H. (2017). A review on different types soil stabilization techniques. *International Journal of Transportation Engineering and Technology*, 3(2), 19-24. [https://doi:10.11648/j.ijtet.20170302.12](https://doi.org/10.11648/j.ijtet.20170302.12)
- Alata, J. y Vásquez, R. (2019). *Estudio exploratorio de estabilización con cemento portland de subrasante de suelo areno-arcilloso en carretera no pavimentada "El Paujil", Loreto. Iquitos, 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Científica de Perú]. Repositorio Institucional UCP. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/803>
- Aliaga Rezza, F. R., y Soriano Ochoa, C. E. (2019). *Análisis comparativo de estabilización con cemento portland y emulsión asfáltica en bases granulares*. [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional URP. <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2673>
- Awad, M., Al-Kiki, I., y Khalil, A. (2021). Permeability of Expansive Soils Modified/Stabilized with lime. *Diyala Journal of Engineering Sciences*, 14(2), 129-140. <https://doi.org/10.24237/djes.2021.14212>
- Aziz, M., Sheikh, F. N., Qureshi, M. U., Rasool, A. M., y Irfan, M. (2021). Experimental Study on Endurance Performance of Lime and Cement-Treated Cohesive Soil. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s12205-021-2154-7>
- Bañón, L., y Beviá García, J. F. (2000). Manual de Carreteras. Volumen II: construcción y mantenimiento. *Caminos II*. [https://ingeniatte.es/wp-content/uploads/2019/08/Manual-Carreteras-Antecedentes-Historicos\\_Tomo\\_2.pdf](https://ingeniatte.es/wp-content/uploads/2019/08/Manual-Carreteras-Antecedentes-Historicos_Tomo_2.pdf)
- Castro, M. y Navarro, J. (2020). *Propuesta de mejora de suelos arcillosos de alta plasticidad a nivel de subrasante mediante la adición de cemento Portland para disminuir el cambio volumétrico provocado por las condiciones climáticas en la Av. Padre salas, Villa Rica, Oxapampa, Pasco*. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias

Aplicadas]. Repositorio Académico UPC.

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/652573>

Celi, K. A. (2021). *Estabilización de suelos granulares de subrasante con finos de tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP) y polietileno (PE)*. [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Digital UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/32376>

Cevallos, C. y De la Cruz, J. (2021). *Diseño del suelo cemento y su aplicación como material de sitio para la construcción del camino vecinal del Recinto Zapán*. [Tesis de pregrado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. Repositorio Digital ULVR. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4277>

Crespo, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. Limusa.

Das, B. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. (4ta. Ed.). Cengage Learning.

Djellali, A., Laouar, M. S., Saghafi, B., & Houam, A. (2019). Evaluation of cement-stabilized mine tailings as pavement foundation materials. *Geotechnical and Geological Engineering*, 37(4), 2811-2822. <https://doi.org/10.1007/s10706-018-00796-8>

Flores, J. (2015). *Estabilización de suelos con fines de conformación de la estructura de un pavimento flexible estabilizado con cemento en la ciudad de Juliaca*. [Tesis de pregrado, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez]. Repositorio Institucional UANCV. <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/487>

García Toro, J. R. (2019). *Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín*. [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. Repositorio Institucional Universidad Católica de Colombia. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/23731>

Gavilanes, E. G. (2015). *Estabilización y mejoramiento de sub-rasante mediante cal y cemento para una obra vial en el sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur*. [Tesis de

- pregrado, Universidad Internacional de Ecuador]. Repositorio Institucional UIDE.  
<https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/2191>
- Golfín-Ballesteros, K. A. (2019). *Mejoramiento del desempeño en la estabilización de suelos de subrasantes con cemento hidráulico en vías no pavimentadas*. [Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio Institucional TEC.  
<https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/10990>
- Gongora, C. (2019) *Influencia de la cal y el cemento portland tipo I en la subrasante de la trocha del distrito de Chillia, provincia de Patate – 2019*. [Tesis de pregrado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional UPN.  
<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/21168>
- Gómez Pérez, L. E., Güillín Acosta, W. F., y Gallardo Amaya, R. J. (2017). *Variación de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos compresibles estabilizados con material cementante*. *Tecnura*, 20, 95–107.  
<https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/11682>
- Gurjar, L., Majumdar, K., y Gupta, M. (2018). Experimental analysis on stabilization of black cotton soil using bagasse ash, lime & quarry dust. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 5(02), 1126-1129.  
<https://irjet.net/archives/V5/i2/IRJET-V5I2242.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. d. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta Ed.). McGraw-Hill.
- Ifediniru, C., & Ekeocha, N. E. (2022). Performance of cement-stabilized weak subgrade for highway embankment construction in Southeast Nigeria. *International Journal of Geo-Engineering*, 13(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s40703-021-00166-z>

- James, J., y Pandian, P. K. (2016). Plasticity, swell-shrink, and microstructure of phosphogypsum admixed lime stabilized expansive soil. *Advances in Civil Engineering*, 2016, 10. <https://doi.org/10.1155/2016/9798456>
- Jiménez Rojas, J. W., Consoli, N. C., y Salvagni Heineck, K. (2008). Durabilidad de un suelo contaminado y tratado con cemento portland. *Revista ingeniería de construcción*, 23(3), 163-170. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732008000300004>
- Juárez Badillo, E., y Rico Rodríguez, A. (2005). *Mecánica de suelos I: Fundamentos de la mecánica de suelos*. Limusa
- Kommu, S., y Asadi, S. S. (2021). Effect of pH on Compressibility Behaviour of Cement-Treated Soil. In *Advances in Civil Engineering* (pp. 789-807). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-5644-9\\_63](https://doi.org/10.1007/978-981-15-5644-9_63)
- Marin, K. y Cieza, R. (2021). *Comportamiento mecánico de los suelos dispersivos tropicales, estabilizados con cemento Pórtland, en la zona urbana del distrito de Pilluana, provincia de Picota y región San Martín – 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Científica de Perú]. Repositorio Institucional UCP. <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1278>
- Ministerio de Transportes, movilidad y agenda urbana. (2002). *Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes* (3ra. Ed.). Liteam.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). *Manual de Carreteras: Especificaciones técnicas generales para construcción*. MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos (Sección suelos y pavimentos)*. MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016), *Manual de ensayo de materiales*. MTC.
- Montejo A. (2002). *Ingeniería de Pavimentos. Fundamentos, estudios básicos y diseño* (2da. Ed.). Agora.

- Moscoso, E. F. (2019). *Estudio de la Capacidad Portante mediante el CBR, del suelo de la mina de Chocarsi estabilizada con cemento tipo MH*. [Tesis de pregrado, Universidad del Azuay]. Repositorio Institucional Universidad del Azuay. <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8923>
- Portland Cement Association (1995). *Soil-cement Construction Handbook*. PCA. [https://www.cement.org/docs/default-source/th-paving-pdfs/soil\\_cement/eb003.pdf?sfvrsn=2&sfvrsn=2](https://www.cement.org/docs/default-source/th-paving-pdfs/soil_cement/eb003.pdf?sfvrsn=2&sfvrsn=2)
- Quang, N. D., y Chai, J. C. (2015). Permeability of lime-and cement-treated clayey soils. *Canadian Geotechnical Journal*, 52(9), 1221-1227. <https://doi.org/10.1139/cgj-2014-0134>
- Rivera, J. F., Aguirre, A. M., de Gutiérrez, R. M., y Orobio, A. (2020). Estabilización química de suelos-Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión). *Informador técnico*, 84(2), 202-226. <https://doi.org/10.23850/22565035.2530>
- Saleh, H. M., y Eskander, S. B. (2020). Innovative cement-based materials for environmental protection and restoration. In *New Materials in Civil Engineering* (pp. 613-641). Butterworth-Heinemann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818961-0.00018-1>
- Solihu, H. (2020). Cement Soil Stabilization as an Improvement Technique for Rail Track Subgrade, and Highway Subbase and Base Courses: A Review. *J. Civ. Environ. Eng*, 10(3). <https://doi:10.37421/jcce.2020.10.344>
- United States Army Corps of Engineers (1984). *Soil Stabilization for Pavements Mobilization Construction-EM-1110-3-337*. USACE. [https://www.publications.usace.army.mil/Portals/76/Publications/EngineerManuals/EM\\_1110-3-137.pdf?ver=oHObmLLFrMa7x3gB1B5xA%3d%3d](https://www.publications.usace.army.mil/Portals/76/Publications/EngineerManuals/EM_1110-3-137.pdf?ver=oHObmLLFrMa7x3gB1B5xA%3d%3d)
- Velásquez, C. (2018). *Influencia del cemento portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, sector La Molina*. [Tesis de

pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional UNC.

<https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2534>

**IX. Anexos**

ANEXO A

MATRIZ DE CONSISTENCIA Y MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

## a) MATRIZ DE CONSISTENCIA

**ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO DE SUELOS FINOS PROCEDENTES DE CORTES PARA USO EN TERRAPLENES DEL PROYECTO VÍA EVITAMIENTO LA OROYA – JUNÍN**

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES
<p>¿Cómo la <b>estabilización con cemento Portland</b> de suelos finos procedentes de cortes contribuye al <b>uso en terraplenes</b> del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya?</p>	<p><b>Estabilizar con cemento Portland</b> suelos finos procedentes de cortes para su <b>uso en terraplenes</b> del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya.</p>	<p>La <b>estabilización con cemento Portland</b> de suelos finos procedentes de cortes permite su <b>uso en terraplenes</b> del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya.</p>	<p>Variables Independiente: <b>ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO</b></p>
<p><b>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</b></p> <p>A. ¿De qué manera influye la <b>estabilización con cemento Portland</b> en las propiedades físicas de los suelos finos que existen en los terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya?</p> <p>B. ¿De qué manera la <b>estabilización con cemento Portland</b> mejora las propiedades mecánicas de los suelos finos en los terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya?</p> <p>C. ¿Cuál es la alternativa más económica entre la <b>estabilización con cemento Portland</b> y el uso de material de préstamo para los terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya?</p>	<p><b>OBJETIVO ESPECÍFICOS</b></p> <p>A. Evaluar la influencia de la <b>estabilización con cemento Portland</b> en las propiedades físicas de los suelos finos que existen en los terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya.</p> <p>B. <b>Estabilizar con cemento Portland</b> para mejorar las propiedades mecánicas de los suelos finos que existen en los terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya.</p> <p>C. Determinar la alternativa más económica entre la <b>estabilización con cemento Portland</b> y el uso de material de préstamo para los terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya.</p>	<p><b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b></p> <p>A. La <b>estabilización con cemento Portland</b> influye en las propiedades físicas de los suelos finos en los terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya.</p> <p>B. La <b>estabilización con cemento Portland</b> mejora las propiedades mecánicas de los suelos finos en los terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya.</p> <p>C. La alternativa más económica es la <b>estabilización con cemento Portland</b> para los terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya.</p>	<p>Variable dependiente:</p> <p><b>USO EN TERRAPLENES DE PROYECTO VIAL</b></p>

*Nota.* Elaboración propia.

## a) MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

**ESTABILIZACIÓN CON CEMENTO DE SUELOS FINOS PROCEDENTES DE CORTES PARA USO EN TERRAPLENES DEL PROYECTO VÍA EVITAMIENTO LA OROYA - JUNÍN**

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Unidades
Variable independiente: -Estabilización con cemento.	-De acuerdo con Solihu (2020) se da debido al enlace generado producto de la cristalización entre las partículas de suelo-cemento; además esto ocasiona una buena resistencia a la compresión, mejor durabilidad y mayor capacidad de soporte a la estructura.	-Esta variable se medirá mediante especímenes de las muestras del suelo fino con cemento. Según la norma EG-2013 en su capítulo 3, sección 301.A “Suelos estabilizados con cemento”.	-Dosificación del agente estabilizador.	-Contenido de cemento Portland.	% de cemento
Variable dependiente: -Uso en terraplenes de proyecto vial.	- De acuerdo con Bañón y Beviá (2000) los terraplenes son materiales de relleno que tienen el fin de llegar a la subrasante, además están diseñados para soportar a la vía. Por otro lado, deben cumplir con los parámetros que exige la normativa peruana.	-Esta variable se medirá mediante ensayos de laboratorio que determinen las propiedades físicas y mecánicas de los suelos estabilizados. Conforme a la norma EG-2013 en su capítulo 2, sección 205 “Terraplenes”.	-Propiedades físicas de los suelos estabilizados.	-Límite líquido de los suelos. (MTC E 110)	% de Humedad
				-Índice de plasticidad. (MTC E 111)	% de Humedad
				-Contenido de humedad. (MTC E 108)	% de Humedad
				-Análisis granulométrico de suelos por tamizado. (MTC E 107)	% de suelos
			-Propiedades mecánicas de los suelos estabilizados.	-Máxima densidad seca. (MTC E 116)	Gr/cm3
				-Óptimo contenido de humedad. (MTC E 116)	% de Humedad
				-Compresión no confinada en muestras de suelos (MTC E 121)	Kg/cm2
				- Resistencia a la compresión de probetas de suelo-cemento. (MTC E 1103)	Kg/cm2
			-Costos unitarios de proyecto vial.	-Humedecimiento-secado de mezclas de suelo-cemento compactadas. (MTC E 1104)	% de pérdida de peso
				-Análisis de costos unitarios de la estabilización con cemento.	Soles
	-Análisis de costos unitarios del material de préstamo.	Soles			

Nota. Elaboración propia

ANEXO B  
FICHAS TÉCNICAS DEL LABORATORIO

## A. Caracterización física de materiales

### Ficha Técnica N°1

*Análisis granulométrico de suelos.*

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO					
MTC E 107 - 2016					
MALLAS		PESO RETENIDO (gr)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMRICANA	ABERTURA (mm)				
3"	75				
2 1/2"	62.5				
2"	50				
1 1/2"	37.5				
1"	25				
3/4"	74				
1/2"	12.5				
3/8"	9.5				
1/4"	6.25				
N° 4	4.75				
N° 6	3.35				
N° 8	2.36				
N° 10	2				
N° 16	1.18				
N° 20	0.85				
N° 30	0.6				
N° 40	0.425				
N° 50	0.3				
N° 80	0.177				
N° 100	0.15				
N° 200	0.075				
-200					

*Nota.* Elaboración propia.

**Ficha Técnica N°2**

*Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos.*

<b>DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS (MTC E 110 - 2016), LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS (MTC E 111 - 2016)</b>						
DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
Ensayo No.	1	2	3	4	1	2
Cápsula No.						
Peso cápsula + Suelo húmedo (g)						
Peso cápsula+ Suelo seco (g)						
Peso agua (g)						
Peso de la cápsula (g)						
Peso suelo seco (g)						
Contenido de humedad (%)						
Número de golpes						

*Nota.* Elaboración propia.

**Ficha Técnica N°3**

*Contenido de humedad de suelos.*

<b>DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2016</b>	
IDENTIFICACIÓN	
Peso del suelo húmedo (g) (A)	
Peso del suelo seco (g) (B)	
Peso de la tara (g) (C)	
Contenido de humedad (%) $((B-C) * 100 / (C-A))$	

*Nota.* Elaboración propia.

**B. Caracterización mecánica de materiales****Ficha Técnica N°4**

*Resistencia a la compresión no confinada de suelos.*

<b>COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS MTC E 121 - 2016</b>							
Diámetro (cm)	Tiempo (s)	Variación de longitud (cm)	Relación Altura - Diámetro	Deformación unitaria ( $\epsilon$ )	Área corregida (cm <sup>2</sup> )	Carga (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )

*Nota.* Elaboración propia.

**Ficha Técnica N°5***Compactación de suelos.*

<b>COMPACTACIÓN DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA ESTÁNDAR</b>							
<b>MTC E 116 - 2016</b>							
N° de Capas: 3	Altura de caída del pisón:			Peso del pisón:		Volumen del Molde:	
Energía de Compactación Modificada: 600 kN-m/m <sup>3</sup>				Número de Golpes / capa:			
Peso Suelo Húmedo + Molde (g)							
Peso del Molde (g)							
Peso Suelo Húmedo (g)							
Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )							
Densidad Suelo Húmedo (g/cm <sup>3</sup> )							
Tarro N°							
Peso suelo húmedo + tarro (g)							
Peso suelo seco + tarro (g)							
Peso del agua (g)							
Peso del tarro (g)							
Peso suelo seco (g)							
Contenido de Humedad (%)							
Promedio de Humedad (%)							
Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )							

*Nota.* Elaboración propia.**Ficha Técnica N°6***Resistencia a la compresión de probetas de los suelo-cemento.*

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PROBETAS DE SUELO-CEMENTO</b>								
<b>MTC E 1103 - 2016</b>								
Denominación	Fecha de ensayo	Edad (días)	Diámetro (cm)	Altura (cm)	Área de sección transversal (cm <sup>2</sup> )	Carga de rotura (kg)	Resistencia a la compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia a la compresión promedio (kg/cm <sup>2</sup> )

*Nota.* Elaboración propia.

**Ficha Técnica N°7***Humedecimiento-secado de mezclas de suelo-cemento compactadas.*

<b>HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO COMPACTADAS MTC E 1104 - 2016</b>				
SUELO		PREPARACIÓN		ALMACENAMIENTO EN LA CÁMARA HÚMEDA POR 7 DÍAS
Tamaño Máximo		Óptimo Contenido Humedad Diseño (%)		Contenido de Humedad inicial (%)
Método de Ensayo		Peso Unitario Máximo Diseño (g/cm <sup>3</sup> )		Peso Unitario inicial (kg/m <sup>3</sup> )
		Contenido Cemento Diseño (%)		

<b>RESULTADOS DEL HUMEDECIMIENTO - SECADO</b>			
N° CICLO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PÉRDIDA DE VOLUMEN (%)	PÉRDIDA DE PESO (%)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			

<b>RESULTADOS FINALES</b>	
Máxima pérdida de volumen (%)	
Máximo contenido de humedad (%)	
Pérdida en peso de suelo-cemento (%)	

*Nota.* Elaboración propia.

### C. Resumen de los resultados obtenidos de la evaluación económica

#### Ficha Técnica N°8

##### *Costos empleando material propio*

Descripción	Unidad	Metrado	Costo unitario	Total
			S/.	S/.
Terraplenes con material propio zarandeado	m <sup>3</sup>			
Terraplenes con material propio chancado	m <sup>3</sup>			
Mejoramiento de Suelos	m <sup>3</sup>			
Suelos estabilizados con cemento	m <sup>3</sup>			
Transporte de materiales entre 120 m y 1000 m	m <sup>3</sup> -km			
Transporte de materiales a más de 1000 m	m <sup>3</sup> -km			
<b>Total</b>	S/.			

*Nota.* Elaboración propia.

#### Ficha Técnica N°9

##### *Costos empleando material de préstamo*

Descripción	Unidad	Metrado	Costo unitario	Total
			S/.	S/.
Terraplenes con material propio zarandeado	m <sup>3</sup>			
Terraplenes con material propio chancado	m <sup>3</sup>			
Mejoramiento de Suelos	m <sup>3</sup>			
Suelos estabilizados con cemento	m <sup>3</sup>			
Transporte de materiales granulares entre 120 m y 1000 m	m <sup>3</sup> -km			
Transporte de materiales granulares a más de 1000 m	m <sup>3</sup> -km			
<b>Total</b>	S/.			

*Nota.* Elaboración propia.

#### Ficha Técnica N°10

##### *Comparativa de costos*

Comparativa de costos	Ventajas	Desventajas	Costo (S/.)
Usando material propio			
Usando material de préstamo			

*Nota.* Elaboración propia.

ANEXO C

CERTIFICADO DE ENSAYOS DE LABORATORIO



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valladolid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

00040

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Provias Nacional Ministerio de Transportes y Comunicaciones PROYECTO : Estudio Definitivo del Proyecto Construcción de la Vía de Evitamiento La Oroya  
 DIRECCIÓN : Jr. Zorritos N° 1203, Cercado de Lima, Lima UBICACIÓN : Junín  
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO FECHA DE INICIO : Lima, 27 de Enero del 2020  
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
 MTC E 107 - 2016**

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN : Km 02+800, CT-03M-01, Prof.: 0.00 - 0.50m

PRESENTACION : 01 Bolsa de polietileno  
 CANTIDAD : 05 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS					
MALLAS		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
2 1/2"	62.500				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				100.0
1"	25.000	596.6	18.9	18.9	81.1
3/4"	19.000	173.6	5.5	24.4	75.6
1/2"	12.500	50.5	1.6	26.0	74.0
3/8"	9.500	78.9	2.5	28.5	71.5
1/4"	6.250	88.4	2.8	31.3	68.7
N° 4	4.750	69.4	2.2	33.5	66.5
N° 6	3.350	97.9	3.1	36.6	63.4
N° 8	2.360	116.8	3.7	40.3	59.7
N° 10	2.000	63.1	2.0	42.3	57.7
N° 16	1.180	202.0	6.4	48.7	51.3
N° 20	0.850	129.4	4.1	52.8	47.2
N° 30	0.600	148.4	4.7	57.5	42.5
N° 40	0.425	123.1	3.9	61.4	38.6
N° 50	0.300	142.0	4.5	65.9	34.1
N° 80	0.177	192.6	6.1	72.0	28.0
N° 100	0.150	66.3	2.1	74.1	25.9
N° 200	0.075	185.4	6.0	80.1	19.9
-200	MTC E 137	628.2	19.9	100.0	-

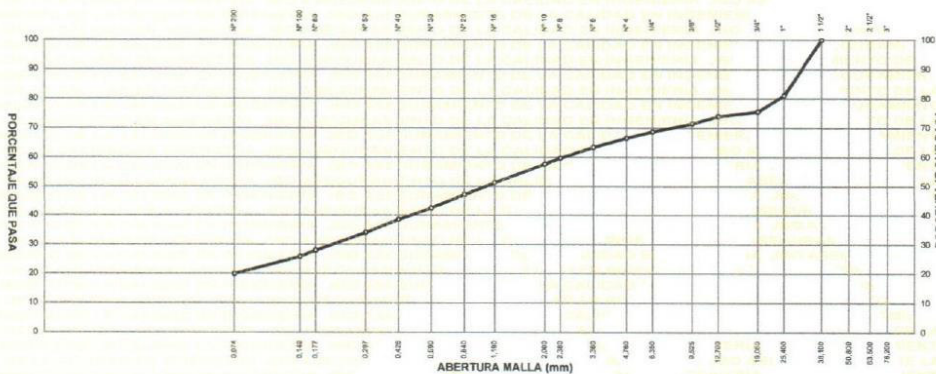
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
Límite líquido (%)	(MTC E 110 - 2016)	: 32.0
Límite plástico (%)	(MTC E 111 - 2016)	: 21.0
Índice plástico (%)	(MTC E 111 - 2016)	: 11.0
Clasificación SUCS	(ASTM D 2487-11)	: SC
Clasif. para el uso en vías transportes	(ASTM D 3282-09)	: A-2-6 (0)

Cort. de humedad (%)	(MTC E 108 - 2016)	: 14.6
----------------------	--------------------	--------

Descripción de la muestra : Arena arcillosa con grava

OBSERVACIONES:  
 - Muestra tomada e identificada por el personal técnico de JBO Ingenieros.

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**Referencia:**

- NTP 336.128 / ASTM D 422 SUELOS: Método de ensayo para el análisis granulométrico
- NTP 336.129 / ASTM D 4318 SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
- ASTM D 2487: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
- ASTM D 3282: Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes
- NTP 336.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo
- NTP 336.132 / ASTM C 1140 SUELOS: Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz No 200 ( 75 µm )

**Equipos usados:**

- Balanza: SCM LM-1911902 (19-11-19)
- Balanza: SCM LM-1911903 (19-11-19)
- Horno: SCM LT-19110601 (06-11-19)

**Personal:**

- Téc.: E.E.A.
- Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 30 de Enero del 2020

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

**JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
 Reg. CIP N° 59781  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

ARMANDO GONZALEZ GONZALEZ  
 Reg. CIP N° 59781  
 JEFE DE ESTUDIO

URCI CONSULTORES SUCURSAL DEL PERU  
 ARMANDO GONZALEZ GONZALEZ  
 Representante Legal



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valladolid 149  
Urb. Maycrazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

00041

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Provias Nacional Ministerio de Transportes y Comunicaciones PROYECTO : Estudio Definitivo del Proyecto Construcción de la  
Via de Evitamiento La Oroya

DIRECCIÓN : Jr. Zorritos N° 1203, Cercado de Lima, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junin

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA INICIO : Lima, 27 de Enero del 2020

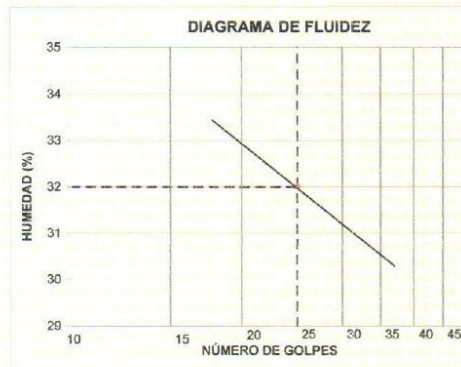
**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS (MTC E 110 - 2016),  
LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS (MTC E 111 - 2016)**

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN : Km 02+800, CT-03/M-01, Prof.: 0.00 - 0.50m PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno

DESCRIPCIÓN : Arena arcillosa con grava CANTIDAD : 05 kg aprox.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	4	1	2
CÁPSULA No.	T4	T65	T77	T61	T5	T24
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	32.33	30.97	29.39	28.84	23.55	23.51
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	27.96	27.20	25.89	25.76	22.19	22.10
PESO AGUA, g	4.37	3.77	3.50	3.08	1.36	1.41
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.77	15.54	14.78	15.75	15.75	15.35
PESO SUELO SECO, g	13.19	11.66	11.11	10.01	6.44	6.75
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	33.13	32.33	31.50	30.77	21.12	20.89
NÚMERO DE GOLPES	19	23	28	33		



**RESULTADOS DE ENSAYOS**

LÍMITE LÍQUIDO (%)	32
LÍMITE PLÁSTICO (%)	21
ÍND. PLASTICIDAD (%)	11

**OBSERVACIONES:**

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.  
- Muestra tomada e identificada por el personal técnico de JBO Ingenieros

**Referencia:**

NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos

**Equipos usados:**

- Balanza: SCM LM-19111903 (19-11-19)  
- Homo: SCM LT-19110601 (06-11-19)

**Personal:**

- Téc.: E.E.A  
- Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión: Lima, 30 de Enero del 2020

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
Reg. CIP N° 59781  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

ARMANDO GONZÁLEZ GONZÁLEZ  
Reg. CIP N° 59781  
JEFE DE ESTUDIO

URCI CONSULTORES SUICURSAL DEL PERU  
ARMANDO GONZÁLEZ GONZÁLEZ  
Representante Legal



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

00042

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Provias Nacional Ministerio de Transportes y Comunicaciones PROYECTO : Estudio Definitivo del Proyecto Construcción de la  
Vía de Evitamiento La Oroya  
DIRECCIÓN : Jr. Zorritos N° 1203, Cercado de Lima, Lima  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junín  
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA DE INICIO : Lima, 27 de Enero del 2020

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO  
MTC E 108 - 2016**

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN : Km 02+800, CT-03/M-01, Prof.: 0.00 - 0.50m PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno  
DESCRIPCIÓN : Arena arcillosa con grava CANTIDAD : 05 kg aprox.

IDENTIFICACIÓN	Km 02+800, CT-03/M-01, Prof.: 0.00 - 0.50m
Peso del suelo húmedo (g)	477.2
Peso del suelo seco (g)	416.3
Peso del agua (g)	60.9
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.6

**OBSERVACIONES :**

- Muestra tomada e identificada por el personal técnico de JBO Ingenieros.


Referencia:  
NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

Equipos usados:  
- Balanza: SCM LM-19111903 (19-11-19)  
- Horno: SCM LT-19110601 (06-11-19)

Personal:  
- Téc.: E.E.A.  
- Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 30 de Enero del 2020

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

  
**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781

JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
Reg. CIP N° 59781  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

ARMANDO GONZÁLEZ GONZÁLEZ  
Reg. CIP N° 59781  
JEFE DE ESTUDIO

URCI CONSULTORES SUCURSAL DEL PERU  
ARMANDO GONZÁLEZ GONZÁLEZ  
Representante Legal

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Provisas Nacional Ministerio de Transportes y Comunicaciones  
 DIRECCIÓN : Jr. Zorritos N° 1203, Cercado de Lima, Lima  
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO  
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020

PROYECTO : Estudio Definitivo del Proyecto Construcción de la Vía de Evitamiento La Oroya  
 UBICACIÓN : Junín  
 FECHA DE INICIO : Lima, 27 de Enero del 2020

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
 MTC E 107 - 2016**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Km 04+700, CT-04M-01, Prof.: 0.00 - 0.40m

PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno  
 CANTIDAD : 05 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS					
MALLAS		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
3"	75.000				
2 1/2"	62.500				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				100.0
1/4"	6.250	1.6	0.3	0.3	99.7
N° 4	4.750	4.2	0.8	1.1	98.9
N° 6	3.350	6.8	1.3	2.4	97.6
N° 8	2.360	12.0	2.3	4.7	95.3
N° 10	2.000	9.9	1.9	6.6	93.4
N° 16	1.180	32.9	6.3	12.9	87.1
N° 20	0.850	23.0	4.4	17.3	82.7
N° 30	0.600	24.5	4.7	22.0	78.0
N° 40	0.425	18.8	3.6	25.6	74.4
N° 50	0.300	17.7	3.4	29.0	71.0
N° 80	0.177	19.8	3.8	32.8	67.2
N° 100	0.150	6.8	1.3	34.1	65.9
N° 200	0.075	13.6	2.6	36.7	63.3
-200	MTC E 137	330.2	63.3	100.0	-

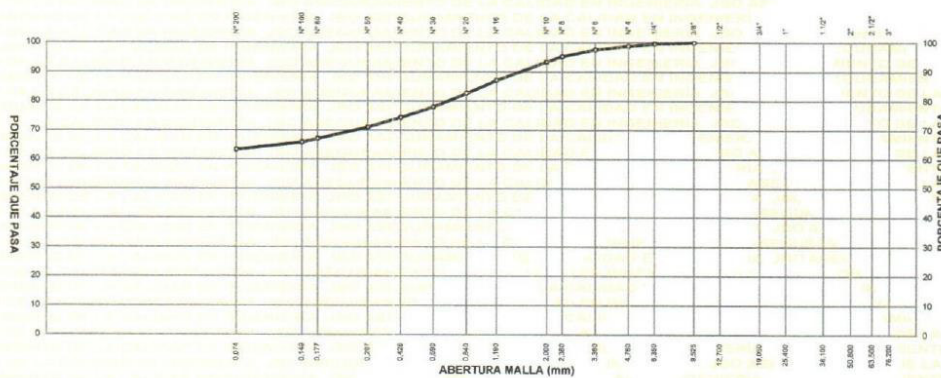
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
Limite líquido (%)	(MTC E 110 - 2016)	: 35.0
Limite plástico (%)	(MTC E 111 - 2016)	: 25.0
Índice plástico (%)	(MTC E 111 - 2016)	: 10.0
Clasificación SUCS	(ASTM D 2487-11)	: ML
Clasif. para el uso en vías transporte	(ASTM D 3282-09)	: A-4 (5)

Cont. de humedad (%) (MTC E 108 - 2016) : 21.3

Descripción de la muestra : Limo arenoso

OBSERVACIONES:  
 - Muestra tomada e identificada por el personal técnico de JBO Ingenieros.

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Referencia:

- NTP 339.128 / ASTM D 422 SUELOS: Método de ensayo para el análisis granulométrico
- NTP 339.129 / ASTM D 4318 SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
- ASTM D 2487: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
- ASTM D 3282: Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes
- NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo
- NTP 339.132 / ASTM C 1140 SUELOS: Método de ensayo para determinar el material que pasa a el tamiz No 200 ( 75 um )

Equipos usados:

- Balanza: SCM LM-19111902 (19-11-19)
- Balanza: SCM LM-19111903 (19-11-19)
- Homo: SCM LT-19110601 (06-11-19)

Personal:

- Téc.: E.E.A.
- Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 30 de Enero del 2020

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

*Juan Sergio Sánchez Cuando*  
**JUAN SERGIO SANCHEZ CUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781

*Juan Sergio Sánchez Cuando*  
**JUAN SERGIO SANCHEZ CUANDO**  
 Reg. CIP N° 59781  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

*Armando González*  
**ARMANDO GONZÁLEZ GONZÁLEZ**  
 Reg. CIP N° 59781  
 JEFE DE ESTUDIO

*Armando González*  
**ARMANDO GONZÁLEZ GONZÁLEZ**  
 Representante Legal

**URCI CONSULTORES SUCURSAL DEL PERU**



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

00054

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Provias Nacional Ministerio de Transportes y Comunicaciones PROYECTO : Estudio Definitivo del Proyecto Construcción de la  
Via de Evitamiento La Oroya

DIRECCIÓN : Jr. Zorritos N° 1203, Cercado de Lima, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junín

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA INICIO : Lima, 27 de Enero del 2020

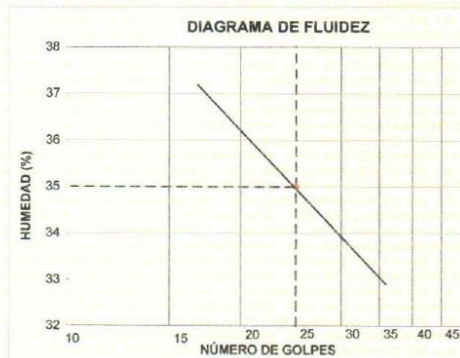
**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS (MTC E 110 - 2016),  
LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS (MTC E 111 - 2016)**

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN : Km D4+700, CT-04/M-01, Prof.: 0.00 - 0.40m PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno

DESCRIPCIÓN : Limo arenoso CANTIDAD : 05 kg aprox.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	4	1	2
CÁPSULA No.	T78	T136	T104	T105	T54	T33
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	30.79	31.20	32.37	29.27	24.27	21.94
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	28.43	27.09	27.99	25.79	22.44	20.52
PESO AGUA, g	4.36	4.11	4.38	3.48	1.83	1.42
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.57	15.66	15.39	15.41	15.19	14.77
PESO SUELO SECO, g	11.86	11.43	12.60	10.38	7.25	5.75
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	36.76	35.96	34.76	33.53	25.25	24.70
NÚMERO DE GÓLPE	18	21	26	32		



**RESULTADOS DE ENSAYOS**

LÍMITE LÍQUIDO (%)	35
LÍMITE PLÁSTICO (%)	25
ÍND. PLASTICIDAD (%)	10

**OBSERVACIONES:**

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.  
- Muestra tomada e identificada por el personal técnico de JBO Ingenieros

Referencia:  
NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos

Equipos usados:  
- Balanza: SCM LM-191119C3 (19-11-19)  
- Homo: SCM LT-19110601 (08-11-19)

Personal:  
- Téc.: E.E.A.  
- Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión: Lima, 30 de Enero del 2020  
El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

**JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
Reg. CIP N° 59781  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

ARMANDO GONZALEZ GONZALEZ  
Reg. CIP N° 19732  
JEFE DE ESTUDIO

URCI CONSULTORES SUCURSAL DEL PERU  
ARMANDO GONZALEZ GONZALEZ  
Representante Legal



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

00055

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Provias Nacional Ministerio de Transportes y Comunicaciones PROYECTO : Estudio Definitivo del Proyecto Construcción de la  
DIRECCIÓN : Jr. Zorritos N° 1203, Cercado de Lima, Lima Vía de Evitamiento La Oroya  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junín  
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA DE INICIO : Lima, 27 de Enero del 2020

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO  
MTC E 108 - 2016**

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN : Km 04+700, CT-04/M-01, Prof.: 0.00 - 0.40m PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno  
DESCRIPCIÓN : Limo arenoso CANTIDAD : 05 kg aprox.

IDENTIFICACIÓN	Km 04+700, CT-04/M-01, Prof.: 0.00 - 0.40m
Peso del suelo húmedo (g)	252.3
Peso del suelo seco (g)	208.0
Peso del agua (g)	44.3
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	21.3

**OBSERVACIONES :**

- Muestra tomada e identificada por el personal técnico de JBO Ingenieros.

**Referencia:**

NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

**Equipos usados:**


- Balanza: SCM LM-19111903 (19-11-19)  
- Horno: SCM LT-19110601 (06-11-19)

**Personal:**

- Téc.: E.E.A.  
- Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 30 de Enero del 2020

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

  
**JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
Reg. CIP N° 59781  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

ARMANDO GONZALEZ GONZALEZ  
Reg. CIP N° 59781  
JEFE DE ESTUDIO

URCI CONSULTORES SUCURSAL DEL PERU  
ARMANDO GONZALEZ GONZALEZ  
Representante Legal



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valladolid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

00061

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Provias Nacional Ministerio de Transportes y Comunicaciones PROYECTO : Estudio Definitivo del Proyecto Construcción de la Vía de Evitamiento La Croya  
 DIRECCIÓN : Jr. Zorritos N° 1203, Cercado de Lima, Lima UBICACIÓN : Junín  
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO FECHA DE INICIO : Lima, 27 de Enero del 2020  
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
 MTC E 107 - 2016**

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN : Km 04+700, CT-04/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m

PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno  
 CANTIDAD : 05 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS					
SERIE AMERICANA	MALLAS ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
3"	75.000				
2 1/2"	62.500				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				100.0
3/8"	9.500				
1/4"	6.250	4.9	0.9	0.9	99.1
N° 4	4.750	1.6	0.3	1.2	98.8
N° 6	3.350	6.5	1.2	2.4	97.6
N° 8	2.360	4.3	0.8	3.2	96.8
N° 10	2.000	2.7	0.5	3.7	96.3
N° 16	1.180	13.0	2.4	6.1	93.9
N° 20	0.850	10.3	1.9	8.0	92.0
N° 30	0.600	10.3	1.9	9.9	90.1
N° 40	0.425	12.4	2.3	12.2	87.8
N° 50	0.300	13.5	2.5	14.7	85.3
N° 60	0.177	17.3	3.2	17.9	82.1
N° 100	0.150	6.5	1.2	19.1	80.9
N° 200	0.075	27.6	5.1	24.2	75.8
-200	MTC E 137	410.2	75.8	100.0	-

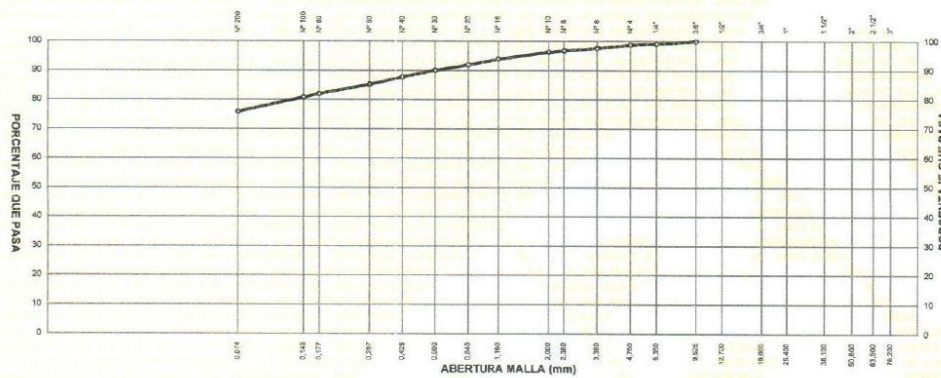
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
Limite líquido (%)	(MTC E 110 - 2016)	: 56.0
Limite plástico (%)	(MTC E 111 - 2016)	: 41.0
Índice plástico (%)	(MTC E 111 - 2016)	: 15.0
Clasificación SUCS	(ASTM D 2487-11)	: MH
Clasif. para el uso en vías transporte	(ASTM D 3282-09)	: A-7.5 (14)

Cont. de humedad (%) (MTC E 108 - 2016) : 32.3

Descripción de la muestra : Limo elástico con arena

OBSERVACIONES:  
 - Muestra tomada e identificada por el personal técnico de JBO Ingenieros.

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**Referencias:**

- NTP 339 128 / ASTM D 422 SUELOS: Método de ensayo para el análisis granulométrico
- NTP 339 129 / ASTM D 4318 SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos.
- ASTM D 2487: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
- ASTM D 3282: Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes
- NTP 339 127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo
- NTP 339 132 / ASTM C 1140 SUELOS: Método de ensayo para determinar el material que pasa a través de tamiz No 200 ( 75 µm )

**Equipos usados:**

- Balanza: SCM LM-19111902 (19-11-19)
- Balanza: SCM LM-19111903 (19-11-19)
- Horno: SCM LT-19110601 (06-11-19)

**Personal:**

- Tac: E.E.A.
- Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 30 de Enero del 2020

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

*Juan Sergio Sanchez Guando*  
**JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781

*Juan Sergio Sanchez Guando*  
 Reg. CIP N° 59781  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

*Armando Gonzalez*  
 Reg. CIP N° 59781  
 JEFE DE ESTUDIO

*Armando Gonzalez*  
 Reg. CIP N° 59781  
 REPRESENTANTE LEGAL

*Armando Gonzalez*  
 Reg. CIP N° 59781  
 REPRESENTANTE LEGAL

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

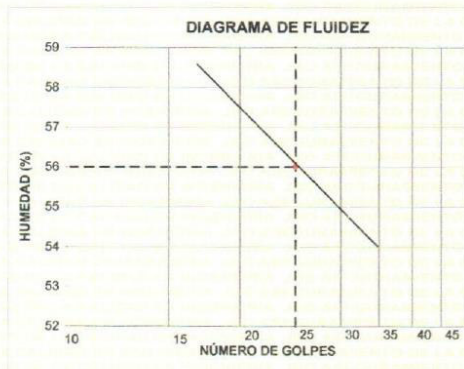
**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Provias Nacional Ministerio de Transportes y Comunicaciones PROYECTO : Estudio Definitivo del Proyecto Construcción de la  
 Via de Evitamiento La Oroya  
 DIRECCIÓN : Jr. Zorritos N° 1203, Cercado de Lima, Lima  
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junin  
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA INICIO : Lima, 27 de Enero del 2020

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS (MTC E 110 - 2016),  
 LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS (MTC E 111 - 2016)**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA  
 IDENTIFICACIÓN : Km 04+700, CT-04/M-02, Prof: 0.40 - 2.00m PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno  
 DESCRIPCIÓN : Limo elastico con arena CANTIDAD : 05 kg aprox.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
ENSAYO No.						
CÁPSULA No.	T16	T1	T82	T29	T60	T39
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	32.00	34.56	31.42	33.40	24.47	22.96
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	26.03	27.60	25.80	27.12	21.84	20.52
PESO AGUA, g	5.97	6.96	5.62	6.28	2.63	2.44
PESO DE LA CÁPSULA, g	15.76	15.37	15.70	15.64	15.42	14.60
PESO SUELO SECO, g	10.27	12.23	10.10	11.48	6.42	5.92
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	58.13	56.91	55.64	54.70	40.91	41.15
NÚMERO DE GOLPES	18	22	27	31		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	56
LÍMITE PLÁSTICO (%)	41
ÍND. PLASTICIDAD (%)	15

**OBSERVACIONES:**  
 - Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.  
 - Muestra tomada e identificada por el personal técnico de JBO Ingenieros

Referencia:  
 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el limite liquido, limite plástico e índice de plasticidad de suelos  
 Equipos usados:  
 - Balanza: SCM LM-19111903 (19-11-19)  
 - Homo: SCM LT-19110601 (06-11-19)  
 Personal:  
 - Téc.: E.E.A  
 - Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión: Lima, 30 de Enero del 2020  
 El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

*Juan Sergio Sanchez Guando*  
**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781

JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
 Reg. CIP N° 59781  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS  
 ARMANDO GONZÁLEZ GONZÁLEZ  
 Reg. CIP N° 18724  
 JEFE DE ESTUDIO  
 JURCI CONSULTORES JURISAL DEL PERU  
 ARMANDO GONZÁLEZ GONZÁLEZ  
 Representante Legal



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

00063

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Provias Nacional Ministerio de Transportes y Comunicaciones PROYECTO : Estudio Definitivo del Proyecto Construcción de la  
Vía de Evitamiento La Oroya  
DIRECCIÓN : Jr. Zorritos N° 1203, Cercado de Lima, Lima  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junín  
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA DE INICIO : Lima, 27 de Enero del 2020

### DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2016

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Km 04+700, CT-04/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno  
DESCRIPCIÓN : Limo elastico con arena CANTIDAD : 05 kg aprox.

IDENTIFICACIÓN	Km 04+700, CT-04/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m
Peso del suelo húmedo (g)	222.9
Peso del suelo seco (g)	168.5
Peso del agua (g)	54.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	32.3

#### OBSERVACIONES :

- Muestra tomada e identificada por el personal técnico de JBO Ingenieros.


Referencia:  
NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

Equipos usados:  
- Balanza: SCM LM-19111903 (19-11-19)  
- Horno: SCM LT-19110601 (06-11-19)

Personal:  
- Téc.: E.E.A.  
- Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 30 de Enero del 2020

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
Reg. CIP N° 59781  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

ARMANDO GONZALEZ GONZALEZ  
Reg. CIP N° 59781  
JEFE DE ESTUDIO

URCI CONSULTORES SUCURSAL DEL PERU  
ARMANDO GONZALEZ GONZALEZ  
Representante Legal

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Provias Nacional Ministerio de Transportes y Comunicaciones PROYECTO : Estudio Definitivo del Proyecto Construcción de la Vía de Evitamiento La Oroya  
 DIRECCIÓN : Jr. Zorritos N° 1203, Cercado de Lima, Lima UBICACIÓN : Junín  
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA DE INICIO : Lima, 27 de Enero del 2020

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO  
 MTC E 107 - 2016**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Km 15+600, CT-09M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m

PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno

CANTIDAD : 05 kg aprox.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS					
MALLAS		PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASA (%)
SERIE AMERICANA	ABERTURA (mm)				
3"	75.000				
2 1/2"	62.500				
2"	50.000				
1 1/2"	37.500				
1"	25.000				
3/4"	19.000				
1/2"	12.500				
3/8"	9.500				
1/4"	6.250				
N° 4	4.750				
N° 6	3.350				
N° 8	2.360				
N° 10	2.000				100.0
N° 16	1.180	6.3	0.6	0.6	99.4
N° 20	0.850	4.2	0.4	1.0	99.0
N° 30	0.600	6.3	0.6	1.6	98.4
N° 40	0.425	7.3	0.7	2.3	97.7
N° 50	0.300	13.6	1.3	3.6	96.4
N° 80	0.177	24.1	2.3	5.9	94.1
N° 100	0.150	9.4	0.9	6.8	93.2
N° 200	0.075	86.9	8.3	15.1	84.9
-200	MTC E 137	889.0	84.9	100.0	-

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
Límite líquido (%)	(MTC E 110 - 2016)	: 40.0
Límite plástico (%)	(MTC E 111 - 2016)	: 14.0
Índice plástico (%)	(MTC E 111 - 2016)	: 26.0
Clasificación SUCS	(ASTM D 2487-11)	: CL
Clasif. para el uso en vías transporte	(ASTM D 3282-09)	: A-6 (21)

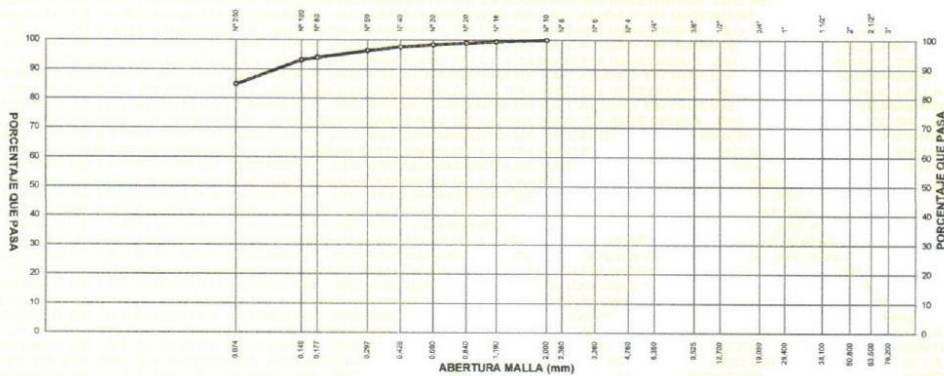
Cont. de humedad (%)	(MTC E 108 - 2016)	: 14.5
----------------------	--------------------	--------

Descripción de la muestra : Arcilla de baja plasticidad con arena

OBSERVACIONES:  
 - Muestra tomada e identificada por el personal técnico de JBO Ingenieros.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
 Reg. CIP N° 59781  
 ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Referencia:

- NTP 339.128 / ASTM D 422 SUELOS: Método de ensayo para el análisis granulométrico
- NTP 339.129 / ASTM D 4318 SUELOS: Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos
- ASTM D 2487: Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)
- ASTM D 3282: Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes
- NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo
- NTP 339.132 / ASTM C 1140 SUELOS: Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz No 200 ( 75 um )

Equipos usados:

- Balanza: SCM LM-19111902 (19-11-19)
- Balanza: SCM LM-19111903 (19-11-19)
- Horno: SCM LT-19110601 (06-11-19)

Personal:

- Téc.: E.E.A.
- Rev.: M.M.F.

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781

Fecha de emisión : Lima, 30 de Enero del 2020

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.

ARMANDO GONZALEZ GONZALEZ  
 Reg. CIP N° 59781  
 JEFE DE ESTUDIO

URCI CONSULTORES SUCURSAL DEL PERU  
 ARMANDO GONZALEZ GONZALEZ  
 Representante Legal

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Provias Nacional Ministerio de Transportes y Comunicaciones PROYECTO : Estudio Definitivo del Proyecto Construcción de la  
Via de Evitamiento La Oroya

DIRECCIÓN : Jr. Zoritos N° 1203, Cercado de Lima, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junin

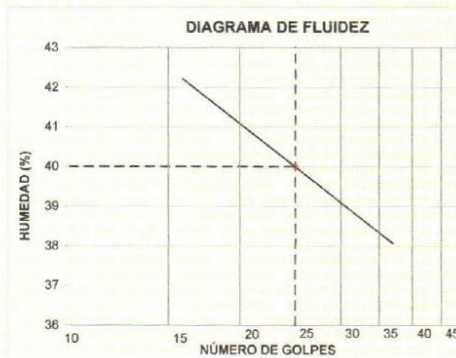
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA INICIO : Lima, 27 de Enero del 2020

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS (MTC E 110 - 2016),  
LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS (MTC E 111 - 2016)**

REFERENCIAS DE LA MUESTRA  
IDENTIFICACIÓN : Km 15+600, CT-09/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno

DESCRIPCIÓN : Arcilla de baja plasticidad con arena CANTIDAD : 05 kg aprox.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	4	1	2
CÁPSULA No.	T139	T113	T74	T15	T22	T8
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	30.10	31.75	31.04	30.34	22.03	21.45
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	25.85	27.08	26.67	26.30	21.18	20.68
PESO AGUA, g	4.25	4.67	4.37	4.04	0.85	0.77
PESO DE LA CÁPSULA, g	15.72	15.57	15.65	15.87	15.17	15.12
PESO SUELO SECO, g	10.13	11.51	11.02	10.43	6.01	5.56
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	41.95	40.57	39.66	38.73	14.14	13.85
NÚMERO DE GOLPES	17	22	26	33		



**RESULTADOS DE ENSAYOS**

LÍMITE LÍQUIDO (%)	40
LÍMITE PLÁSTICO (%)	14
ÍND. PLASTICIDAD (%)	26


**OBSERVACIONES:**  
- Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.  
- Muestra tomada e identificada por el personal técnico de JBO Ingenieros

Referencia:  
NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos

Equipos usados:  
- Balanza: SCM LM-19111903 (19-11-19)  
- Horno: SCM LT-19110601 (06-11-19)

Personal:  
- Téc.: E.E.A  
- Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión: Lima, 30 de Enero del 2020  
El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

  
JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
Reg. CIP N° 59781  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

ARMANDO GONZALEZ GONZALEZ  
Reg. CIP N° 59781  
JEFE DE ESTUDIO

URCI CONSULTORES JURISAL DEL PERU  
ARMANDO GONZALEZ GONZALEZ  
Representante Legal



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valladolid 149  
Urb. Mayrazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

00134

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Provias Nacional Ministerio de Transportes y Comunicaciones PROYECTO : Estudio Definitivo del Proyecto Construcción de la  
Vía de Evitamiento La Oroya  
DIRECCIÓN : Jr. Zorritos N° 1203, Cercado de Lima, Lima  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junín  
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA DE INICIO : Lima, 27 de Enero del 2020

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO  
MTC E 108 - 2016**

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN : Km 15+600, CT-09/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno  
DESCRIPCIÓN : Arcilla de baja plasticidad con arena CANTIDAD : 05 kg aprox.

IDENTIFICACIÓN	Km 15+600, CT-09/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m
Peso del suelo húmedo (g)	372.3
Peso del suelo seco (g)	325.1
Peso del agua (g)	47.2
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	14.5

**OBSERVACIONES :**

- Muestra tomada e identificada por el personal técnico de JBO Ingenieros.


Referencia:  
NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

Equipos usados:  
- Balanza: SCM LM-19111903 (19-11-19)  
- Horno: SCM LT-19110601 (06-11-19)

Personal:  
- Téc.: E.E.A.  
- Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 30 de Enero del 2020

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.

  
**JUAN SERGIO SÁNCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781

JUAN SERGIO SÁNCHEZ GUANDO  
Reg. CIP N° 59781  
ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS

ARMANDO GONZÁLEZ GONZÁLEZ  
Reg. CIP N° 59781  
JEFE DE ESTUDIO

URCI CONSULTORES SUCURSAL DEL PERU  
ARMANDO GONZÁLEZ GONZÁLEZ  
Representante Legal



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Vallecildid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

<b>SOLICITANTE</b>	: Geraldine Daleska Sulca Huamani	<b>PROYECTO</b>	: Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evtamiento La Oroya - Junín".
<b>DIRECCIÓN</b>	: Jr. Elvira García y García Nº 2430, Cercado de Lima, Lima	<b>UBICACIÓN</b>	: Junín
<b>REFERENCIA</b>	: Solicitud de Servicio N° 016-2021-JBO	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: La indicada
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: Lima, 27 de Enero del 2020		
<b>REFERENCIAS DE LA MUESTRA</b>		<b>EQUIPO</b>	
<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: Km 02+800, CT-03/M-01, Prof: 0.00 - 0.50m	<b>CERT. CALIBRACIÓN</b>	: SCM LL-21072302
<b>DESCRIPCIÓN</b>	: Arena arcillosa con grava		
<b>LONGITUD INICIAL</b>	: 6.20 cm		
<b>TIPO DE ESPÉCIMEN</b>	: Remoldeado		

**COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS  
 MTC E 121 - 2016**

DIAMETRO (cm)	TIEMPO (s)	VARIACIÓN DE LONGITUD (cm)	RELACIÓN ALTURA-DIAMETRO	DEFORMACIÓN UNITARIA (ε)	ÁREA CORREGIDA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
5.70	0	6.20	1.09	0.0000	25.52	-	0.00
5.70	24	6.15	1.08	0.0081	25.73	72.0	2.80
5.70	47	6.10	1.07	0.0164	25.94	133.3	5.14
5.70	71	6.05	1.06	0.0248	26.17	170.6	6.52
5.70	94	6.00	1.05	0.0333	26.40	198.0	7.50
5.70	118	5.95	1.04	0.0420	26.64	209.9	7.88
5.70	142	5.90	1.04	0.0508	26.88	217.8	8.10
5.70	165	5.85	1.03	0.0598	27.14	212.8	7.84
5.70	189	5.80	1.02	0.0690	27.41	194.3	7.09



Deformación unitaria máx. (x10<sup>3</sup>)  
**5.1**

Esfuerzo a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)  
**8.10**

Referencia: ASTM D2166-00 Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil.

Equipos usados:  
 - Prensa CBR: SCM LF-21072202 (22-07-21)

Tec: E.E.A.  
 Rev: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valledolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020JBO**

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Geraldine Daleska Sulca Huamani PROYECTO : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos  
Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del  
DIRECCIÓN : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".  
Lima, Lima  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junín  
FECHA RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA INICIO : Lima, 27 de Julio del 2021

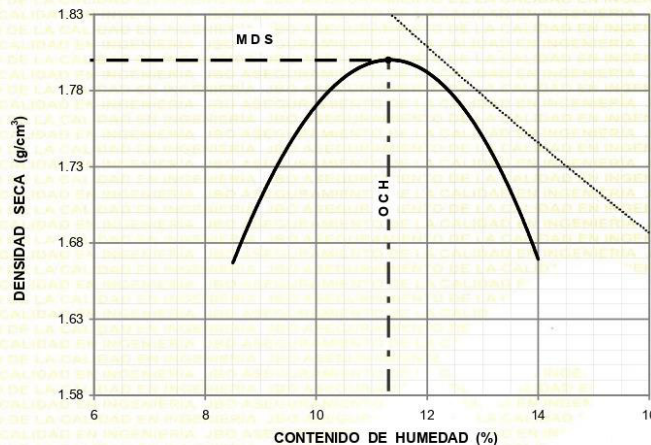
#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO

IDENTIFICACIÓN : Km 02+800, CT-03/M-01, Prof.: 0.00 - 0.50m PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno  
DESCRIPCIÓN : Arena arcillosa con grava CANTIDAD : 100 kg. aprox.

### COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR

#### MTC E 116 - 2016

N° de Capas :	3	Altura de caída del pisón :	30.48 cm	Peso del pisón :	2.50 Kg	Volumen del Molde :	949 g/cm <sup>3</sup>	Número de Golpes / capa :	25 Golpes
Energía de Compactación Modificada :	600 kN-m/m <sup>3</sup>								
Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	3556	3668	3692	3620				
Peso del Molde	(g)	1788	1788	1788	1788				
Peso Suelo Humedo	(g)	1768	1880	1904	1832				
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )	949	949	949	949				
Densidad Suelo Humedo	(g/cm <sup>3</sup> )	1.863	1.981	2.006	1.930				
Tarro N°		237	10	268	39	224	126	200	183
Peso suelo humedo + tarro	(g)	433.5	450.4	495.4	402.8	456.2	361.4	309.0	448.8
Peso suelo seco + tarro	(g)	404.6	419.6	456.6	372.9	416.6	329.0	280.2	404.6
Peso del agua	(g)	28.9	30.8	38.8	29.9	39.6	32.4	28.8	44.2
Peso del tarro	(g)	85.8	75.0	89.2	87.2	88.0	62.1	69.1	81.0
Peso suelo seco	(g)	318.8	344.6	367.4	285.7	328.6	266.9	211.1	323.6
Contenido de Humedad	(%)	9.1	8.9	10.6	10.5	12.1	12.1	13.6	13.7
Promedio de Humedad	(%)	9.0		10.6		12.1		13.7	
Densidad del Suelo Seco	(g/cm <sup>3</sup> )	1.709	1.791	1.789	1.697				



PREPARACIÓN DE LA MUESTRA		
Sene Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		
2"		100
3/4"	24	76
3/8"	4	72
N°4	5	67
<N°4	67	-
MÉTODO		
		"C"

MDS	1.801 g/cm <sup>3</sup>
OCH	11.2%

#### OBSERVACIONES:

- Para las relaciones de Humedad - Densidad, se ha empleado el método "B" (MTC E 1102).

#### Referencia:

ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)  
ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures  
ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-lbf/ft<sup>3</sup>)

#### Personal Técnico

Téc.: E.E.A.  
Rev.: M.M.F.

#### Equipos usados:

- Balanza: SCM LM-21071003 (10-07-21)  
- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)



Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante

**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Vallecillo 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Geraldine Daleska Sulca Huamani PROYECTO : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".  
 DIRECCIÓN : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima  
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junín  
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA INICIO : Lima, 27 de Julio del 2021

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO**

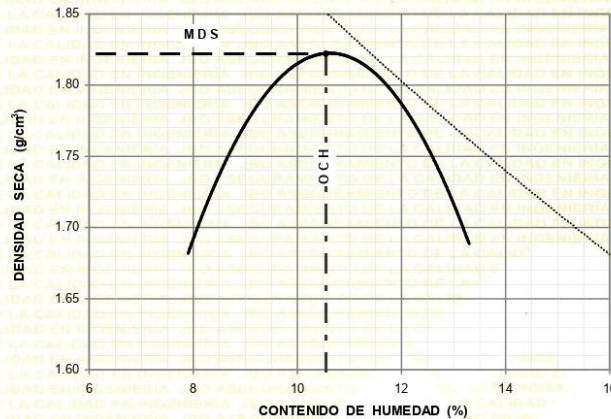
IDENTIFICACIÓN : Km 02+800, CT-03/M-01, Prof.: 0.00 - 0.50m PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno  
 DESCRIPCIÓN : Arena arcillosa con grava CANTIDAD : 100 kg. aprox.

**REFERENCIAS DE DOSIFICACION DE LOS ADICIONANTES**

IDENTIFICACIONES : Cemento Andino (Tipo IPM) DOSIFICACIÓN : 04% de cemento respecto del peso de suelo seco.

**COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR  
 MTC E 116 - 2016**

Nº de Capas :	3	Altura de caída del pisón :	30.48 cm	Peso del pisón :	2.50 Kg	Volumen del Molde :	949 g/cm³	
Energía de Compactación Modificada :	600 kN-m/m³				Número de Golpes / capa :	25 Golpes		
Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3566		3674		3701		3629	
Peso del Molde (g)	1788		1788		1788		1788	
Peso Suelo Humedo (g)	1778		1886		1913		1841	
Volumen del Molde (cm³)	949		949		949		949	
Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.874		1.987		2.016		1.940	
Tarro N*	231	182	267	337	476	381	499	39
Peso suelo humedo + tarro (g)	444.1	427.5	388.9	303.3	431.8	468.4	487.6	340.6
Peso suelo seco + tarro (g)	416.6	400.3	361.3	284.0	396.3	427.8	440.9	311.5
Peso del agua (g)	27.5	27.2	27.6	19.3	35.5	40.6	46.7	29.1
Peso del tarro (g)	87.7	71.1	81.1	85.7	83.7	73.4	80.4	87.0
Peso suelo seco (g)	328.9	329.2	280.2	198.3	312.6	354.4	360.5	224.5
Contenido de Humedad (%)	8.4	8.3	9.9	9.7	11.4	11.5	13.0	13.0
Promedio de Humedad (%)	8.4		9.8		11.5		13.0	
Densidad del Suelo Seco (g/cm³)	1.729		1.810		1.808		1.717	



Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		
2"		100
3/4"	24	76
3/8"	4	72
N°4	5	67
<N°4	67	-
<b>METODO</b>		
<b>C</b>		

<b>MDS</b>	1.82 g/cm³
<b>OCH</b>	10.5%

**OBSERVACIONES:**

- Para las relaciones de Humedad - Densidad, se ha empleado el método "B" (MTC E 1102).
- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).

**Referencia:**

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-1bf/pie3)

**Personal Técnico**

Téc.: E.E.A.  
 Rev.: M.M.F.

**Equipos usados:**

- Balanza: SCM LM-21071003 (10-07-21)
- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)



Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante

*Juan Sergio Sanchez Guando*

**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP N° 59781**



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Vallecillo 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú.  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE	: Geraldine Daleska Sulca Huamani	PROYECTO	: Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Via Evitamiento La Oroya - Junín".
DIRECCIÓN	: Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima	UBICACIÓN	: Junín
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 27 de Enero del 2020
		FECHA DE ENSAYO	: 03 de Agosto del 2021

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO**

IDENTIFICACIÓN	: Km 02+800, CT-03/M-01, Prof.: 0.00 - 0.50m	PRESENTACIÓN	: 03 Sacos de polipropileno
DESCRIPCIÓN	: Arena arcillosa con grava	CANTIDAD	: 100 kg. aprox.

**REFERENCIAS DE DOSIFICACIÓN DE LOS ADICIONANTES**

IDENTIFICACIONES	: Cemento Andino (Tipo IPM)	DOSIFICACIÓN	: 04% de cemento respecto del peso de suelo seco.
------------------	-----------------------------	--------------	---

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO-CEMENTO  
 MTC E 1103 - 2016**

DENOMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
Testigo N° 1 - 07 días	3/08/2021	7	10.0	11.60	78.5	1,209.5	15.4	15.3
Testigo N° 2 - 07 días	3/08/2021	7	10.0	11.50	78.5	1,170.2	14.9	
Testigo N° 3 - 07 días	3/08/2021	7	10.0	11.60	78.5	1,217.4	15.5	

**OBSERVACIONES :**

- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).
- El curado fue realizado en húmedo durante 7 días, seguidamente se sumergió en agua durante 4 horas y finalmente fue sometido a compresión simple.

**Referencia:**

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-lbf/ft<sup>2</sup>)
- ASTM D - 1633 : Standard test method for compressive strength of molded soil-cement cylinders

**Personal Técnico**

Téc.: E.E.A  
 Rev.: M.M.F.

**Equipos usados:**

- Balanza: SCM LM-21071003
- Prensa: SCM LF-19111201

Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valledclid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Geraldine Daleska Sulca Huamani **PROYECTO** : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junin".

**DIRECCIÓN** : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima

**REFERENCIA** : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO **UBICACIÓN** : Junin

**FECHA DE RECEPCIÓN** : Lima, 27 de Enero del 2020 **FECHA INICIO** : Lima, 27 de Julio del 2021

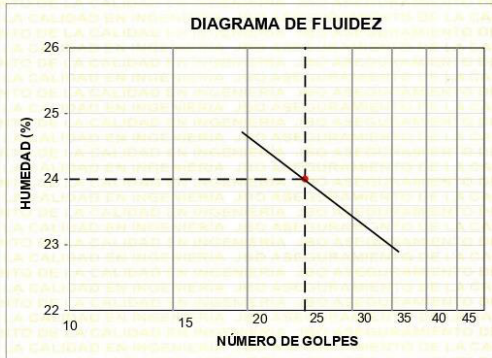
**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS (MTC E 110 - 2016),  
 LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS (MTC E 111 - 2016)**

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN** : Km 02+800, CT-03/M-01, Prof.: 0.00 - 0.50m **PRESENTACIÓN** : 01 Bolsa de polietileno

**DESCRIPCIÓN** : Arena limosa - arcillosa con grava **CANTIDAD** : 05 kg aprox.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
ENSAYO No.						
CÁPSULA No.	T68	T61	T87	T63	T55	T62
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	27.43	31.41	30.31	31.05	22.12	21.80
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	24.96	28.37	27.26	28.15	21.11	20.85
PESO AGUA, g	2.47	3.04	3.05	2.90	1.01	0.95
PESO DE LA CÁPSULA, g	14.89	15.75	14.47	15.68	15.23	15.21
PESO SUELO SECO, g	10.07	12.62	12.79	12.47	5.88	5.64
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	24.53	24.09	23.85	23.26	17.21	16.84
NÚMERO DE GOLPES	21	24	26	32		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	24
LÍMITE PLÁSTICO (%)	17
ÍND. PLASTICIDAD (%)	7

**OBSERVACIONES:**

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
- Se agregó 5% de Cemento Andino (Tipo IPM) respecto del peso de suelo seco.

Referencia:  
 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos

**Equipos usados:**

- Balanza: SCM LM-21070902 (09-07-21)
- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)
- Copa Casagrande: SCM LL-21072304 (23-07-21)

**Personal:**

- Téc.: E.E.A
- Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión: Lima, 25 de Setiembre del 2021  
 El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



*Juan Sergio Sanchez Guando*

**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Vallecillo 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú.  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO**

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Geraldine Daleska Sulca Huamani	PROYECTO	: Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".
DIRECCIÓN	: Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima	UBICACIÓN	: Junín
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 27 de Enero del 2020
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 27 de Enero del 2020	FECHA DE INICIO	: Lima, 27 de Julio del 2021

### DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108 - 2016

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: Km 02+800, CT-03/M-01, Prof.: 0.00 - 0.50m	PRESENTACIÓN	: 01 Bolsa de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Arena limosa - arcillosa con grava	CANTIDAD	: 05 kg aprox.

IDENTIFICACIÓN	Km 02+800, CT-03/M-01, Prof.: 0.00 - 0.50m
Peso del suelo húmedo (g)	471.3
Peso del suelo seco (g)	416.3
Peso del agua (g)	55.0
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.2

#### OBSERVACIONES :

-Se agregó 5% de Cemento Andino (Tipo IPM) respecto del peso de suelo seco.

#### Referencia:

NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

#### Equipos usados:

-Balanza: SCM LM-21070902 (09-07-21)  
-Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)

#### Personal:

-Téc.: E.E.A.  
-Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valledolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020JBO**

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Geraldine Daleska Sulca Huamani PROYECTO : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".

DIRECCIÓN : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junín

FECHA RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA INICIO : Lima, 27 de Julio del 2021

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO

IDENTIFICACIÓN : Km 02+800, CT-03/M-01, Prof.: 0.00 - 0.50m PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno

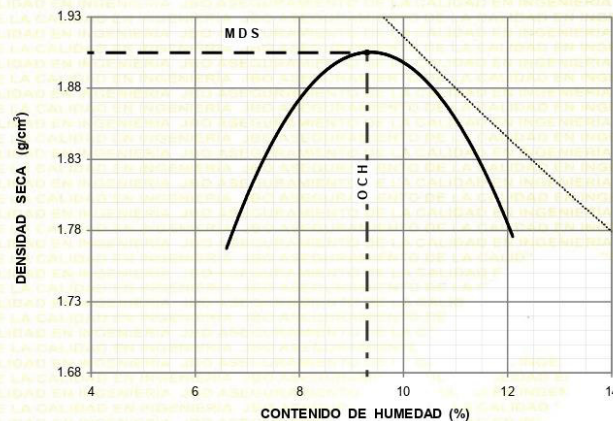
DESCRIPCIÓN : Arena limosa - arcillosa con grava CANTIDAD : 100 kg. aprox.

#### REFERENCIAS DE DOSIFICACION DE LOS ADICIONANTES

IDENTIFICACIONES : Cemento Andino (Tipo IPM) DOSIFICACIÓN : 05% de cemento respecto del peso de suelo seco.

### COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR MTC E 116 - 2016

N° de Capas :	3	Altura de caída del pisón :	30.48 cm	Peso del pisón :	2.50 Kg	Volumen del Molde :	949 g/cm³	
Energía de Compactación Modificada :	600 kN-m/m³				Número de Golpes / capa :	25 Golpes		
Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3631	3741	3768	3700				
Peso del Molde (g)	1788	1788	1788	1788				
Peso Suelo Humedo (g)	1843	1953	1980	1912				
Volumen del Molde (cm³)	949	949	949	949				
Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.942	2.058	2.086	2.015				
Tarro N°	252	133	169	367	16	328	303	474
Peso suelo humedo + tarro (g)	328.3	478.1	358.7	438.8	466.8	461.4	496.4	480.7
Peso suelo seco + tarro (g)	311.4	452.0	335.4	409.7	431.6	426.6	450.8	439.2
Peso del agua (g)	16.9	26.1	23.3	29.1	35.2	34.8	45.6	41.5
Peso del tarro (g)	74.7	82.3	65.7	69.6	84.3	87.6	62.3	86.4
Peso suelo seco (g)	236.7	369.7	269.7	340.1	347.3	339.0	388.5	352.8
Contenido de Humedad (%)	7.1	7.1	8.6	8.6	10.1	10.3	11.7	11.8
Promedio de Humedad (%)	7.1	7.1	8.6	8.6	10.2	10.3	11.8	11.8
Densidad del Suelo Seco (g/cm³)	1.813	1.895	1.893	1.802				



PREPARACION DE LA MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		100
2"		76
3/4"	24	72
3/8"	4	67
N°4	5	-
<N°4	67	-
METODO		
MDS	1.905 g/cm³	
OCH	9.3%	

#### OBSERVACIONES:

- Para las relaciones de Humedad - Densidad, se ha empleado el método "B" (MTC E 1102).
- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).

#### Referencia:

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-lbf/ft³)

#### Personal Técnico

Téc.: E.E.A

Rev.: M.F.F.

#### Equipos usados:

- Balanza: SCM L.M-21071003 (10-07-21)

- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)



Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante

**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valledolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú.  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Geraldine Daleska Sulca Huamani	PROYECTO	: Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".
DIRECCIÓN	: Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima	UBICACIÓN	: Junín
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 27 de Enero del 2020
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 27 de Enero del 2020	FECHA DE ENSAYO	: 03 de Agosto del 2021

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO

IDENTIFICACIÓN	: Km 02+800, CT-03/M-01, Prof.: 0.00 - 0.50m	PRESENTACIÓN	: 03 Sacos de polipropileno
DESCRIPCIÓN	: Arena limosa - arcillosa con grava	CANTIDAD	: 100 kg. aprox.

#### REFERENCIAS DE DOSIFICACIÓN DE LOS ADICIONANTES

IDENTIFICACIONES	: Cemento Andino (Tipo IPM)	DOSIFICACIÓN	: 05% de cemento respecto del peso de suelo seco.
------------------	-----------------------------	--------------	---

### RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO-CEMENTO MTC E 1103 - 2016

DENOMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
Testigo N° 1 - 07 días	3/08/2021	7	10.0	11.60	78.5	1,994.9	25.4	25.1
Testigo N° 2 - 07 días	3/08/2021	7	10.0	11.50	78.5	1,955.6	24.9	
Testigo N° 3 - 07 días	3/08/2021	7	10.0	11.60	78.5	1,971.3	25.1	

#### OBSERVACIONES :

- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).
- El curado fue realizado en húmedo durante 7 días, seguidamente se sumergió en agua durante 4 horas y finalmente fue sometido a compresión simple.

#### Referencia:

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-lbf/ft<sup>3</sup>)
- ASTM D - 1633 : Standard test method for compressive strength of molded soil-cement cylinders

#### Personal Técnico

Téc.: E.E.A

Rev.: M.M.F.

#### Equipos usados:

- Balanza: SCM LM-21071003
- Prensa: SCM LF-19111201

Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



*Juan Sergio Sanchez Guando*

JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valledoid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Geraldine Daleska Sulca Huamani PROYECTO : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".

DIRECCIÓN : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junín

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA DE ENSAYO : Lima, 27 de Julio del 2021

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Km 02+800, CT-03M-01, Prof.: 0.00 - 0.50m

DESCRIPCIÓN : Probetas cilíndricas de suelo-cemento

#### REFERENCIAS DE DOSIFICACIÓN DE LOS ADICIONANTES

IDENTIFICACIONES : Cemento Andino (Tipo IPM) DOSIFICACIÓN : 05% de cemento respecto del peso de suelo seco.

### HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO COMPACTADAS MTC E 1104 - 2016

#### DATOS DE PREPARACIÓN

SUELO		PREPARACIÓN		ALMACENAMIENTO EN LA CÁMARA HÚMEDA POR 7 DÍAS	
Tamaño Máximo	1 1/2 pulg.	Óptimo Contenido Humedad Diseño	9.3 %	Contenido de Humedad inicial	11.8 %
Método de Ensayo	C	Peso Unitario Máximo Diseño	1.905 g/cm <sup>3</sup>	Peso Unitario inicial	1.814 kg/m <sup>3</sup>
		Contenido Cemento Diseño	5.0 %		

#### RESULTADOS DEL HUMEDECIMIENTO - SECADO

N° CICLO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PÉRDIDA DE VOLUMEN (%)	PÉRDIDA DE PESO (%)
1	11.8	2.0	2.7
2	13.1	2.2	2.9
3	13.5	2.4	3.1
4	13.9	2.9	3.8
5	14.0	3.4	4.3
6	14.3	3.8	5.0
7	14.5	4.0	5.1
8	14.8	4.7	6.0
9	15.1	5.2	6.7
10	15.2	5.5	7.1
11	15.3	5.8	7.6
12	15.5	6.3	8.1

#### RESULTADOS FINALES

MÁXIMA PÉRDIDA DE VOLUMEN	6.3 %
MÁXIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	15.5 %
PÉRDIDA EN PESO DE SUELO-CEMENTO	8.1 %

#### OBSERVACIONES :

- Muestras de suelo-cemento moldeadas de acuerdo a MTC E 1101 - 2016
- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).
- Los contenidos de humedades del humedecimiento - secado se calculan con el peso húmedo de cada ciclo con el peso seco de un ciclo anterior.

#### Equipos usados:

- Balanza: SCM LM-21071003 (10-07-21)
- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)

#### Referencia:

ASTM D 1632-07 Standard practice for making and curing soil-cement compression and flexure test specimen in the laboratory  
ASTM D 1633-00 Standard test method for compressive strength of molded soil-cement cylinders

Téc.: E.E.A.

Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



*Juan Sergio Sanchez Guando*

JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Vallecoldid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Geraldine Daleska Sulca Huamani      **PROYECTO** : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".

**DIRECCIÓN** : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima

**REFERENCIA** : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO      **UBICACIÓN** : Junín

**FECHA RECEPCIÓN** : Lima, 27 de Enero del 2020      **FECHA INICIO** : Lima, 27 de Julio del 2021

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO**

**IDENTIFICACIÓN** : Km 02+800, CT-03/M-01, Prof.: 0.00 - 0.50m      **PRESENTACIÓN** : 03 Sacos de polipropileno

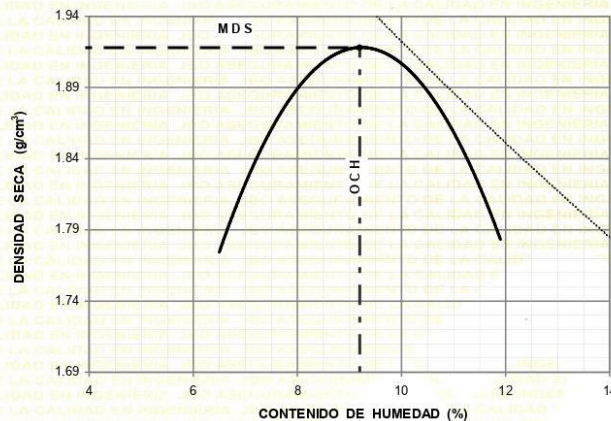
**DESCRIPCIÓN** : Arena arcillosa con grava      **CANTIDAD** : 100 kg. aprox.

**REFERENCIAS DE DOSIFICACION DE LOS ADICIONANTES**

**IDENTIFICACIONES** : Cemento Andino (Tipo IPM)      **DOSIFICACIÓN** : 06% de cemento respecto del peso de suelo seco.

**COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR MTC E 116 - 2016**

Nº de Capas	3	Altura de caída del pisón	30.48 cm	Peso del pisón	2.50 Kg	Volumen del Molde	949 g/cm³		
Energía de Compactación Modificada		600 kN-m/m³		Número de Golpes / capa		25 Golpes			
Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	3639	3748	3777	3707				
Peso del Molde	(g)	1788	1788	1788	1788				
Peso Suelo Humedo	(g)	1851	1960	1989	1919				
Volumen del Molde	(cm³)	949	949	949	949				
Densidad Suelo Humedo	(g/cm³)	1.950	2.065	2.096	2.022				
Tarro N°		170	18	43	296	420	108	40	146
Peso suelo humedo + tarro	(g)	398.0	461.4	484.6	446.0	420.9	368.2	365.5	424.3
Peso suelo seco + tarro	(g)	377.9	437.3	453.8	416.8	390.0	342.5	334.1	387.3
Peso del agua	(g)	20.1	24.1	30.8	29.2	30.9	25.7	31.4	37.0
Peso del tarro	(g)	88.9	85.9	89.3	67.7	79.8	87.0	62.3	67.0
Peso suelo seco	(g)	289.0	351.4	364.5	349.1	310.2	255.5	271.8	320.3
Contenido de Humedad	(%)	7.0	6.9	8.4	8.4	10.0	10.1	11.6	11.6
Promedio de Humedad	(%)	7.0		8.4		10.1		11.6	
Densidad del Suelo Seco	(g/cm³)	1.822	1.905	1.904	1.812				



Serie Americana	Ret. Parc (%)	Pasa (%)
2 1/2"		100
2"		76
3/4"	24	72
3/8"	4	67
N°4	5	-
<N°4	67	-

METODO	°C
MDS	1.915 g/cm³
OCH	9.1%

**OBSERVACIONES:**

- Para las relaciones de Humedad - Densidad, se ha empleado el método "B" (MTC E 1102).
- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).

**Referencia:**

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-lbf/ft³)

**Personal Técnico**

Téc.: E.E.A.  
 Rev.: M.M.F.

**Equipos usados:**

- Balanza: SCM LM-21071003 (10-07-21)
- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)

Fecha de Emisión: Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante



*Juan Sergio Sanchez Guando*

**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Vallecildid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú.  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Geraldine Daleska Sulca Huamani PROYECTO : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".

DIRECCIÓN : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junín

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA DE ENSAYO : 03 de Agosto del 2021

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO

IDENTIFICACIÓN : Km 02+800, CT-03/M-01, Prof.: 0.00 - 0.50m PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Arena arcillosa con grava CANTIDAD : 100 kg. aprox.

#### REFERENCIAS DE DOSIFICACIÓN DE LOS ADICIONANTES

IDENTIFICACIONES : Cemento Andino (Tipo IPM) DOSIFICACIÓN : 06% de cemento respecto del peso de suelo seco.

### RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO-CEMENTO MTC E 1103 - 2016

DENOMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
Testigo N° 1 - 07 días	3/08/2021	7	10.0	11.60	78.5	2,489.7	31.7	31.5
Testigo N° 2 - 07 días	3/08/2021	7	10.0	11.50	78.5	2,426.9	30.9	
Testigo N° 3 - 07 días	3/08/2021	7	10.0	11.60	78.5	2,497.6	31.8	

#### OBSERVACIONES :

- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).
- El curado fue realizado en húmedo durante 7 días, seguidamente se sumergió en agua durante 4 horas y finalmente fue sometido a compresión simple.

#### Referencia:

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-lb/ft<sup>2</sup>)
- ASTM D - 1633 : Standard test method for compressive strength of molded soil-cement cylinders

#### Personal Técnico

Téc.: E.E.A.  
Rev.: M.M.F.

#### Equipos usados:

- Balanza: SCM LM-21071003  
- Prensa: SCM LF-19111201

Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



*Juan Sergio Sanchez Guando*

JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Vallecillo 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Geraldine Daleska Sulca Huamani  
DIRECCIÓN : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2021-JBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020

PROYECTO : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".  
UBICACIÓN : Junín  
FECHA DE ENSAYO : La indicada

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Km 04+700, CT-04M-01, Prof.: 0.00 - 0.40m  
DESCRIPCIÓN : Limo arenoso  
LONGITUD INICIAL : 6.30 cm  
TIPO DE ESPÉCIMEN : Remoldeado

#### EQUIPO

CERT. CALIBRACIÓN : SCMLL-21072302

### COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS MTC E 121 - 2016

DIAMETRO (cm)	TIEMPO (s)	VARIACIÓN DE LONGITUD (cm)	RELACIÓN ALTURA-DIAMETRO	DEFORMACIÓN UNITARIA (ε)	ÁREA CORREGIDA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
5.80	0	6.30	1.09	0.0000	26.42	-	0.00
5.80	24	6.25	1.08	0.0080	26.63	33.0	1.24
5.80	47	6.20	1.07	0.0161	26.85	58.0	2.16
5.80	71	6.15	1.06	0.0244	27.08	79.3	2.93
5.80	94	6.10	1.05	0.0328	27.32	95.6	3.50
5.80	118	6.05	1.04	0.0413	27.56	109.7	3.98
5.80	142	6.00	1.03	0.0500	27.81	117.1	4.21
5.80	165	5.95	1.03	0.0588	28.07	120.7	4.30
5.80	189	5.90	1.02	0.0678	28.34	113.9	4.02
5.70	213	5.85	1.03	0.0769	27.64	96.5	3.49



Deformación unitaria máx. ( $\times 10^2$ )  
**5.9**

Esfuerzo a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)  
**4.30**

Referencia: ASTM D 2166 -00 Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil.

Equipos usados:  
- Prensa CBR: SCMLF-21072202 (22-07-21)

Tec.: EEA  
Rev.: MMF.

Fecha de emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valledolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO**

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Geraldine Daleska Sulca Huamani PROYECTO : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".

DIRECCIÓN : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junín

FECHA RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA INICIO : Lima, 27 de Julio del 2021

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO

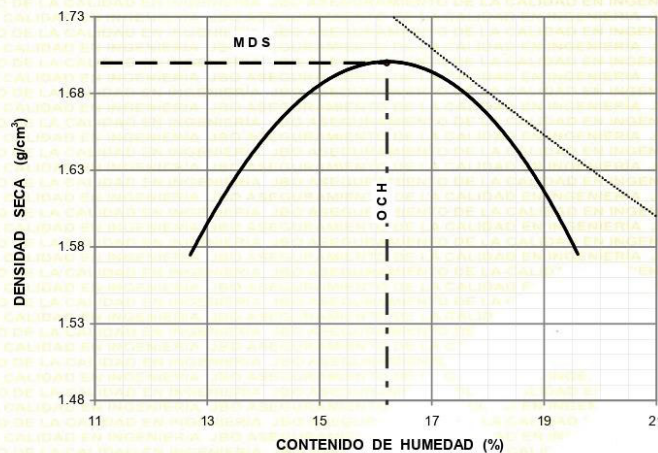
IDENTIFICACIÓN : Km 04+700, CT-04/M-01, Prof.: 0.00 - 0.40m PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Limo arenoso CANTIDAD : 100 kg. aprox.

#### COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR

##### MTC E 116 - 2016

N° de Capas :	3	Altura de caída del pisón :	30.48 cm	Peso del pisón :	2.50 Kg	Volumen del Molde :	949 g/cm³
Energía de Compactación Modificada : 600 kN-m/m³							
Número de Golpes / capa : 25 Golpes							
Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3515	3636	3667	3596			
Peso del Molde (g)	1788	1788	1788	1788			
Peso Suelo Humedo (g)	1727	1848	1879	1808			
Volumen del Molde (cm³)	949	949	949	949			
Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.820	1.947	1.980	1.905			
Tarro N°	386	192	248	139	24	365	470
Peso suelo humedo + tarro (g)	417.3	375.6	371.2	491.7	324.7	384.3	488.7
Peso suelo seco + tarro (g)	376.8	339.8	332.9	436.5	289.7	340.6	424.0
Peso del agua (g)	40.5	35.8	38.3	55.2	35.0	43.7	64.7
Peso del tarro (g)	69.8	66.1	80.9	70.6	86.4	87.8	89.0
Peso suelo seco (g)	307.0	273.7	252.0	365.9	203.3	252.8	335.0
Contenido de Humedad (%)	13.2	13.1	15.2	15.1	17.2	17.3	19.3
Promedio de Humedad (%)		13.2		15.2		17.3	19.3
Densidad del Suelo Seco (g/cm³)		1.608		1.690		1.688	1.597



PREPARACIÓN DE LA MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		
2"		
3/4"		
3/8"		100
N°4	1	99
<N°4	99	-
<b>METODO</b>		<b>"A"</b>

<b>MDS</b>	1.7 g/cm³
<b>OCH</b>	16.1%

#### OBSERVACIONES:

- Para las relaciones de Humedad - Densidad, se ha empleado el método "B" (MTC E 1102).

#### Referencia:

ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)

ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures

ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-ibf/ft³)

#### Personal Técnico

Téc.: E.E.A.  
Rev.: M.M.F.

#### Equipos usados:

- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)  
- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)



Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante

*Juan Sergio Sanchez Guando*  
**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Vallecilloid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Geraldine Daleska Sulca Huamani      **PROYECTO** : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya Junín".

**DIRECCIÓN** : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima

**REFERENCIA** : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO      **UBICACIÓN** : Junín

**FECHA RECEPCIÓN** : Lima, 27 de Enero del 2020      **FECHA INICIO** : Lima, 27 de Julio del 2021

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO**

**IDENTIFICACIÓN** : Km 04-700, CT-04/M-01, Prof.: 0.00 - 0.40m      **PRESENTACIÓN** : 03 Sacos de polipropileno

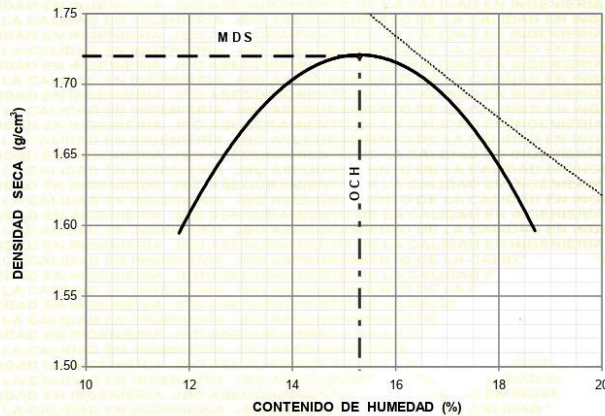
**DESCRIPCIÓN** : Limo arenoso      **CANTIDAD** : 100 kg. aprox.

**REFERENCIAS DE DOSIFICACION DE LOS ADICIONANTES**

**IDENTIFICACIONES** : Cemento Andino (Tipo IPM)      **DOSIFICACIÓN** : 11% de cemento respecto del peso de suelo seco.

**COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR MTC E 116 - 2016**

N° de Capas :	3	Altura de caída del pisón :	30.48 cm	Peso del pisón :	2.50 Kg	Volumen del Molde :	949 g/cm³	
Energía de Compactación Modificada :	600 kN-m/m³					Número de Golpes / capa :	25 Golpes	
Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3523	3643	3675	3605				
Peso del Molde (g)	1788	1788	1788	1788				
Peso Suelo Humedo (g)	1735	1855	1887	1817				
Volumen del Molde (cm³)	949	949	949	949				
Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.828	1.955	1.988	1.915				
Tarro N°	313	278	426	382	333	300	130	499
Peso suelo humedo + tarro (g)	362.7	432.5	312.9	487.1	406.0	461.7	447.6	391.6
Peso suelo seco + tarro (g)	329.6	393.5	284.9	436.8	357.7	405.4	391.2	343.8
Peso del agua (g)	33.1	39.0	28.0	50.3	48.3	56.3	56.4	47.8
Peso del tarro (g)	60.7	73.9	88.7	82.3	61.1	61.8	84.4	83.8
Peso suelo seco (g)	268.9	319.6	196.2	354.5	296.6	343.6	306.8	260.0
Contenido de Humedad (%)	12.3	12.2	14.3	14.2	16.3	16.4	18.4	18.4
Promedio de Humedad (%)	12.3	14.3	16.4	18.4				
Densidad del Suelo Seco (g/cm³)	1.628	1.710	1.708	1.617				



PREPARACIÓN DE LA MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		
2"		
3/4"		
3/8"	1	100
N°4		99
<N°4	99	-
METODO		
		A

<b>MDS</b>	1.72 g/cm³
<b>OCH</b>	15.2%

**OBSERVACIONES:**

- Para las relaciones de Humedad - Densidad, se ha empleado el método "B" (MTC E 1102).
- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).

**Referencia:**

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-lbf/ft³)

**Personal Técnico**

Téc.: E.E.A.  
 Rev.: M.M.F.

**Equipos usados:**

- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)
- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)

Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante



*Juan Sergio Sanchez Guando*

**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
**INGENIERO CIVIL**  
 Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valledclid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú.  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Geraldine Daleska Sulca Huamani	PROYECTO	: Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".
DIRECCIÓN	: Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima	UBICACIÓN	: Junín
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 27 de Enero del 2020
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 27 de Enero del 2020	FECHA DE ENSAYO	: 03 de Agosto del 2021

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO

IDENTIFICACIÓN	: Km 04+700, CT-04/M-01, Prof.: 0.00 - 0.40m	PRESENTACIÓN	: 03 Sacos de polipropileno
DESCRIPCIÓN	: Limo arenoso	CANTIDAD	: 100 kg. aprox.

#### REFERENCIAS DE DOSIFICACION DE LOS ADICIONANTES

IDENTIFICACIONES	: Cemento Andino (Tipo IPM)	DOSIFICACION	: 11% de cemento respecto del peso de suelo seco.
------------------	-----------------------------	--------------	---

### RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO-CEMENTO MTC E 1103 - 2016

DENOMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
Testigo N° 1 - 07 días	3/08/2021	7	10.0	11.60	78.5	1,295.9	16.5	16.8
Testigo N° 2 - 07 días	30/07/2021	7	10.0	11.60	78.5	1,327.3	16.9	
Testigo N° 3 - 07 días	30/07/2021	7	10.0	11.50	78.5	1,343.0	17.1	

#### OBSERVACIONES :

- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).
- El curado fue realizado en húmedo durante 7 días, seguidamente se sumergió en agua durante 4 horas y finalmente fue sometido a compresión simple.

#### Referencia:

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-lbf/ft<sup>3</sup>)
- ASTM D - 1633 : Standard test method for compressive strength of molded soil-cement cylinders

#### Personal Técnico

Téc.: E.E.A  
Rev.: M.M.F.

#### Equipos usados:

- Balanza: SCM LM-21071003  
- Prensa: SCM LF-1911201

Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



*Juan Sergio Sanchez Guando*

JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valtodolid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

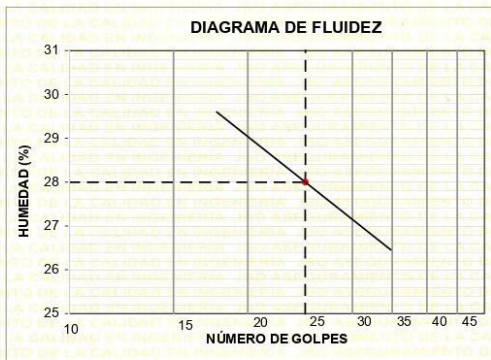
SOLICITANTE : Geraldine Daleska Sulca Huamani PROYECTO : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junin".  
 DIRECCIÓN : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima  
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junin  
 FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA INICIO : Lima, 27 de Julio del 2021

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS (MTC E 110 - 2016),  
 LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS (MTC E 111 - 2016)**

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN : Km 04+700, CT-04/M-01, Prof.: 0.00 - 0.40m PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno  
 DESCRIPCIÓN : Arcilla limo-arenosa CANTIDAD : 05 kg aprox.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	4	1	2
CÁPSULA No.	T142	T42	T97	T107	T72	T30
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	30.38	28.09	29.73	30.87	24.10	19.86
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	27.07	25.12	26.58	27.59	22.55	18.52
PESO AGUA, g	3.31	2.97	3.15	3.28	1.55	1.34
PESO DE LA CÁPSULA, g	15.78	14.72	15.25	15.45	15.48	12.44
PESO SUELO SECO, g	11.29	10.40	11.33	12.14	7.07	6.08
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	29.32	28.55	27.80	27.02	21.92	22.04
NÚMERO DE GOLPES	19	22	26	31		



RESULTADOS DE ENSAYOS	
LÍMITE LÍQUIDO (%)	28
LÍMITE PLÁSTICO (%)	22
ÍND. PLASTICIDAD (%)	6

**OBSERVACIONES:**

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.  
 - Se agregó 12% de Cemento Andino (Tipo IPM) respecto del peso de suelo seco.

Referencia:  
 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos

Equipos usados:  
 - Balanza: SCM LM-21070902 (09-07-21)  
 - Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)  
 - Copa Casagrande: SCM LL-21072304 (23-07-21)  
 Personal:  
 - Téc.: E.E.A  
 - Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión: Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



*Juan Sergio Sanchez Guando*

**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Vallecillo 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú.  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE	: Geraldine Daleska Sulca Huamani	PROYECTO	: Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".
DIRECCIÓN	: Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima	UBICACIÓN	: Junín
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 27 de Enero del 2020
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 27 de Enero del 2020	FECHA DE INICIO	: Lima, 27 de Julio del 2021

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO  
 MTC E 108 - 2016**

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

IDENTIFICACIÓN	: Km 04+700, CT-04/M-01, Prof.: 0.00 - 0.40m	PRESENTACIÓN	: 01 Bolsa de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Arcilla limo-arenosa	CANTIDAD	: 05 kg aprox.

IDENTIFICACIÓN	Km 04+700, CT-04/M-01, Prof.: 0.00 - 0.40m
Peso del suelo húmedo (g)	246.1
Peso del suelo seco (g)	208.0
Peso del agua (g)	38.1
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	18.3

**OBSERVACIONES :**

-Se agregó 12% de Cemento Andino (Tipo IPM) respecto del peso de suelo seco.

**Referencia:**

NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

**Equipos usados:**

- Balanza: SCM LM-21070902 (09-07-21)  
 - Homo: SCM LT-21072901 (29-07-21)

**Personal:**

-Téc: E.E.A.  
 -Rev: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Vallecillo 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Geraldine Daleska Sulca Huamani PROYECTO : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".  
 DIRECCIÓN : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima  
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junín  
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA INICIO : Lima, 27 de Julio del 2021

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO**

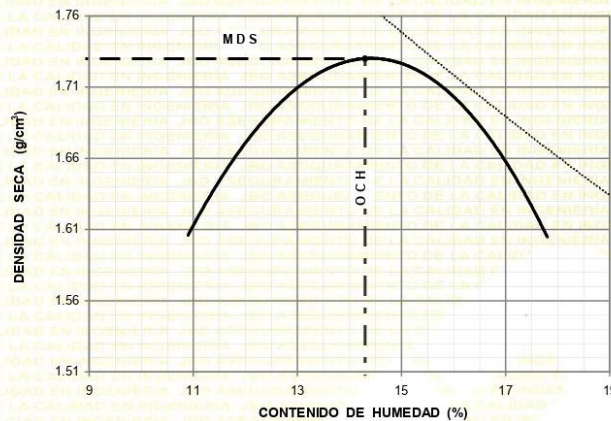
IDENTIFICACIÓN : Km 04+700, CT-04/M-01, Prof.: 0.00 - 0.40m PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno  
 DESCRIPCIÓN : Arcilla limo-arenosa CANTIDAD : 100 kg. aprox.

**REFERENCIAS DE DOSIFICACION DE LOS ADICIONANTES**

IDENTIFICACIONES : Cemento Andino (Tipo IPM) DOSIFICACIÓN : 12% de cemento respecto del peso de suelo seco.

**COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR MTC E 116 - 2016**

Nº de Capas :	3	Altura de caída del pisón :	30.48 cm	Peso del pisón :	2.50 Kg	Volumen del Molde :	949 g/cm³	
Energía de Compactación Modificada :	600 kN-m/m³				Número de Golpes / capa :	25 Golpes		
Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3520		3639		3671	3602		
Peso del Molde (g)	1788		1788		1788	1788		
Peso Suelo Humedo (g)	1732		1851		1883	1814		
Volumen del Molde (cm³)	949		949		949	949		
Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.825		1.950		1.984	1.911		
Tarro N*	44	40	124	170	31	106	439	369
Peso suelo humedo + tarro (g)	456.5	359.8	475.1	458.1	368.8	462.3	456.1	375.4
Peso suelo seco + tarro (g)	416.0	331.3	428.9	411.5	327.6	410.6	398.2	329.9
Peso del agua (g)	40.5	28.5	46.2	46.6	41.2	51.7	57.9	45.5
Peso del tarro (g)	61.2	79.2	84.4	61.4	60.2	77.1	67.3	69.7
Peso suelo seco (g)	354.8	252.1	344.5	350.1	267.4	333.5	330.9	260.2
Contenido de Humedad (%)	11.4	11.3	13.4	13.3	15.4	15.5	17.5	17.5
Promedio de Humedad (%)	11.4		13.4		15.5		17.5	
Densidad del Suelo Seco (g/cm³)	1.638		1.720		1.718	1.626		



Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		
2"		
3/4"		
3/8"		100
N°4	1	99
<N°4	99	-
<b>METODO "A"</b>		

<b>MDS</b>	1.73 g/cm³
<b>OCH</b>	14.3%

**OBSERVACIONES:**

- Para las relaciones de Humedad - Densidad, se ha empleado el método "B" (MTC E 1102).
- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).

**Referencia:**

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-ibf/pie)

**Personal Técnico**

Téc.: E.E.A.  
 Rev.: M.M.F.

**Equipos usados:**

- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)
- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)



Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante

**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valledolid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú.  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE	: Geraldine Daleska Sulca Huamani	PROYECTO	: Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".
DIRECCIÓN	: Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima	UBICACIÓN	: Junín
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO	FECHA DE RECEPCION	: Lima, 27 de Enero del 2020
		FECHA DE ENSAYO	: 03 de Agosto del 2021

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO**

IDENTIFICACIÓN	: Km 04+700, CT-04/M-01, Prof.: 0.00 - 0.40m	PRESENTACIÓN	: 03 Sacos de polipropileno
DESCRIPCIÓN	: Arcilla limo-arenosa	CANTIDAD	: 100 kg. aprox.

**REFERENCIAS DE DOSIFICACIÓN DE LOS ADICIONANTES**

IDENTIFICACIONES	: Cemento Andino (Tipo IPM)	DOSIFICACIÓN	: 12% de cemento respecto del peso de suelo seco.
------------------	-----------------------------	--------------	---

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO-CEMENTO  
 MTC E 1103 - 2016**

DENOMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
Testigo N° 1 - 07 días	3/08/2021	7	10.0	11.60	78.5	2,026.3	25.8	26.1
Testigo N° 2 - 07 días	30/07/2021	7	10.0	11.60	78.5	2,081.3	26.5	
Testigo N° 3 - 07 días	30/07/2021	7	10.0	11.50	78.5	2,042.0	26.0	

**OBSERVACIONES :**

- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).
- El curado fue realizado en húmedo durante 7 días, seguidamente se sumergió en agua durante 4 horas y finalmente fue sometido a compresión simple.

**Referencia:**

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-bf/pcf)
- ASTM D - 1633 : Standard test method for compressive strength of molded soil-cement cylinders

**Personal Técnico**

Téc.: E.E.A  
 Rev.: M.M.F.

**Equipos usados:**

- Balanza: SCM LM-21071003
- Prensa: SCM LF-19111201

Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valledoid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Geraldine Daleska Sulca Huamani PROYECTO : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".

DIRECCIÓN : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima UBICACIÓN : Junín

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA DE ENSAYO : Lima, 27 de Julio del 2021

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Km 04+700, CT-04/M-01, Prof.: 0.00 - 0.40m  
DESCRIPCIÓN : Probetas cilíndricas de suelo-cemento

#### REFERENCIAS DE DOSIFICACIÓN DE LOS ADICIONANTES

IDENTIFICACIONES : Cemento Andino (Tipo IPM) DOSIFICACIÓN : 12% de cemento respecto del peso de suelo seco.

### HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO COMPACTADAS MTC E 1104 - 2016

#### DATOS DE PREPARACIÓN

SUELO		PREPARACIÓN		ALMACENAMIENTO EN LA CÁMARA HÚMEDA POR 7 DÍAS	
Tamaño Máximo	N° 8	Óptimo Contenido Humedad Diseño	14.3 %	Contenido de Humedad inicial	17.4 %
Método de Ensayo	A	Peso Unitario Máximo Diseño	1.73 g/cm <sup>3</sup>	Peso Unitario inicial	1.573 kg/m <sup>3</sup>
		Contenido Cemento Diseño	12.0 %		

#### RESULTADOS DEL HUMEDECIMIENTO - SECADO

N° CICLO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PÉRDIDA DE VOLUMEN (%)	PÉRDIDA DE PESO (%)
1	17.4	2.4	3.1
2	19.7	2.6	3.3
3	20.0	2.8	3.5
4	20.4	3.2	4.1
5	20.5	3.5	4.3
6	20.7	3.7	4.6
7	21.1	4.6	5.7
8	21.2	5.0	6.3
9	21.3	5.3	6.4
10	21.4	5.7	7.2
11	21.8	5.8	7.2
12	21.8	6.7	8.3

#### RESULTADOS FINALES

MÁXIMA PÉRDIDA DE VOLUMEN	6.7 %
MÁXIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	21.8 %
PÉRDIDA EN PESO DE SUELO-CEMENTO	8.3 %

#### OBSERVACIONES :

- Muestras de suelo-cemento moldeadas de acuerdo a MTC E 1101 - 2016
- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).
- Los contenidos de humedades del humedecimiento - secado se calculan con el peso húmedo de cada ciclo con el peso seco de un ciclo anterior.

#### Equipos usados:

- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)
- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)

#### Referencia:

ASTM D 1632-07 Standard practice for making and curing soil-cement compression and flexure test specimen in the laboratory  
ASTM D 1633-00 Standard test method for compressive strength of molded soil-cement cylinders

Téc.: E.E.A.

Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



*Juan Sergio Sanchez Guando*

JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Vallecillo 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Geraldine Daleska Sulca Huamani      **PROYECTO** : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya Junín".

**DIRECCIÓN** : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima

**REFERENCIA** : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO      **UBICACIÓN** : Junín

**FECHA RECEPCIÓN** : Lima, 27 de Enero del 2020      **FECHA INICIO** : Lima, 27 de Julio del 2021

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO**

**IDENTIFICACIÓN** : Km 04-700, CT-04/M-01, Prof.: 0.00 - 0.40m      **PRESENTACIÓN** : 03 Sacos de polipropileno

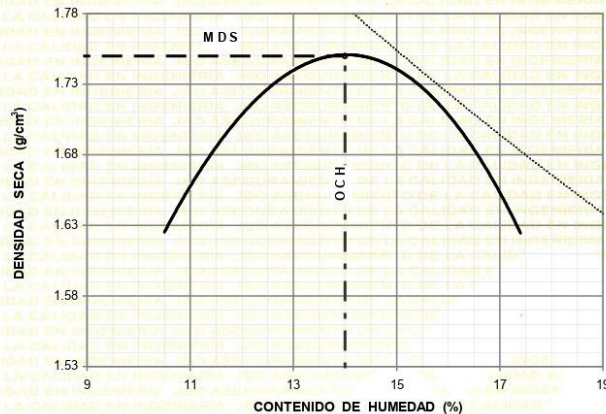
**DESCRIPCIÓN** : Limo arenoso      **CANTIDAD** : 100 kg. aprox.

**REFERENCIAS DE DOSIFICACION DE LOS ADICIONANTES**

**IDENTIFICACIONES** : Cemento Andino (Tipo IPM)      **DOSIFICACIÓN** : 13% de cemento respecto del peso de suelo seco.

**COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR MTC E 116 - 2016**

N° de Capas :	3	Altura de caída del pisón :	30.48 cm	Peso del pisón :	2.50 Kg	Volumen del Molde :	949 g/cm³
Energía de Compactación Modificada :	600 kN-m/m³					Número de Golpes / capa :	25 Golpes
Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3534	3654	3687	3618			
Peso del Molde (g)	1788	1788	1788	1788			
Peso Suelo Humedo (g)	1746	1866	1899	1830			
Volumen del Molde (cm³)	949	949	949	949			
Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.840	1.966	2.001	1.928			
Tarro N°	482	169	22	230	249	46	254
Peso suelo humedo + tarro (g)	423.9	449.8	454.5	481.5	391.9	478.7	413.1
Peso suelo seco + tarro (g)	389.8	412.6	409.1	433.5	349.5	426.6	365.5
Peso del agua (g)	34.1	37.2	45.4	48.0	42.4	52.1	47.6
Peso del tarro (g)	79.8	71.1	60.1	61.2	66.9	81.4	86.9
Peso suelo seco (g)	310.0	341.5	349.0	372.3	282.6	345.2	278.6
Contenido de Humedad (%)	11.0	10.9	13.0	12.9	15.0	15.1	17.1
Promedio de Humedad (%)	11.0		13.0		15.1		17.1
Densidad del Suelo Seco (g/cm³)	1.658	1.740	1.738	1.646			



Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		
2"		
3/4"		
3/8"		100
N°4	1	99
<N°4	99	-
<b>METODO</b>		A

<b>MDS</b>	1.75 g/cm³
<b>OCH</b>	13.9%

**OBSERVACIONES:**

- Para las relaciones de Humedad - Densidad, se ha empleado el método "B" (MTC E 1102).
- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).

**Referencia:**

ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)

ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures

ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-ibf/ptf³)

**Personal Técnico**

Téc.: E.E.A.

Rev.: M.M.F.

**Equipos usados:**

- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)

- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)

Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante



*Juan Sergio Sanchez Guando*

**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valledclid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Geraldine Daleska Sulca Huamani	PROYECTO	: Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Via Evitamiento La Oroya - Junin".
DIRECCIÓN	: Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima	UBICACIÓN	: Junin
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 27 de Enero del 2020
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 27 de Enero del 2020	FECHA DE ENSAYO	: 03 de Agosto del 2021

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO

IDENTIFICACIÓN	: Km 04+700, CT-04/M-01, Prof.: 0.00 - 0.40m	PRESENTACIÓN	: 03 Sacos de polipropileno
DESCRIPCIÓN	: Limo arenoso	CANTIDAD	: 100 kg. aprox.

#### REFERENCIAS DE DOSIFICACIÓN DE LOS ADICIONANTES

IDENTIFICACIONES	: Cemento Andino (Tipo IPM)	DOSIFICACIÓN	: 13% de cemento respecto del peso de suelo seco.
------------------	-----------------------------	--------------	---

### RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO-CEMENTO MTC E 1103 - 2016

DENOMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
Testigo N° 1 - 07 días	3/08/2021	7	10.0	11.60	78.5	2,591.8	33.0	32.4
Testigo N° 2 - 07 días	30/07/2021	7	10.0	11.60	78.5	2,536.8	32.3	
Testigo N° 3 - 07 días	30/07/2021	7	10.0	11.50	78.5	2,505.4	31.9	

#### OBSERVACIONES :

- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).
- El curado fue realizado en húmedo durante 7 días, seguidamente se sumergió en agua durante 4 horas y finalmente fue sometido a compresión simple.

#### Referencia:

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie- $\frac{lb}{pie^3}$ )
- ASTM D - 1633 : Standard test method for compressive strength of molded soil-cement cylinders

#### Personal Técnico

Téc.: E.E.A

Rev.: M.M.F.

#### Equipos usados:

- Balanza: SCM LM-21071003
- Prensa: SCMLF-1911201

Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valledolid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

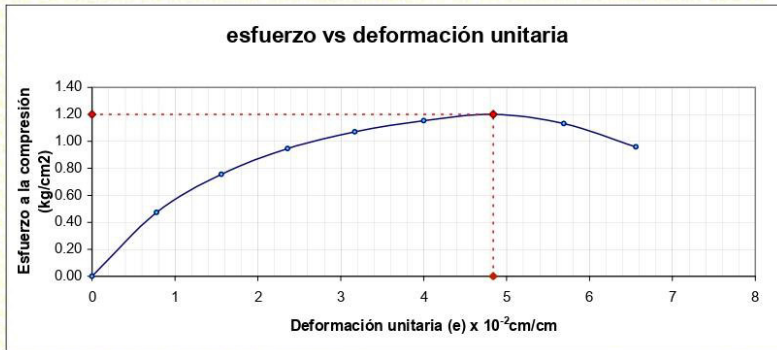
**EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

<b>SOLICITANTE</b> :	Geraldine Daleska Sulca Huamani	<b>PROYECTO</b> :	Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Via Evtamiento La Oroya - Junin".
<b>DIRECCIÓN</b> :	Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima	<b>UBICACIÓN</b> :	Junin
<b>REFERENCIA</b> :	Solicitud de Servicio N° 016-2021-JBO	<b>FECHA DE ENSAYO</b> :	La indicada
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b> :	Lima, 27 de Enero del 2020	<b>EQUIPO</b>	
<b>REFERENCIAS DE LA MUESTRA</b>		<b>CERT. CALIBRACIÓN</b> :	SCM LL-21072302
<b>IDENTIFICACIÓN</b> :	Km 04+700, CT-04/M-02, Prof: 0.40 - 2.00m		
<b>DESCRIPCIÓN</b> :	Limo elastico con arena		
<b>LONGITUD INICIAL</b> :	6.50 cm		
<b>TIPO DE ESPÉCIMEN</b> :	Remoldeado		

**COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS  
 MTC E 121 - 2016**

DIAMETRO (cm)	TIEMPO (s)	VARIACIÓN DE LONGITUD (cm)	RELACIÓN ALTURA-DIAMETRO	DEFORMACIÓN UNITARIA (ε)	ÁREA CORREGIDA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
5.80	0	6.50	1.12	0.0000	26.42	-	0.00
5.80	24	6.45	1.11	0.0078	26.63	12.6	0.47
5.80	47	6.40	1.10	0.0156	26.84	20.3	0.76
5.80	71	6.35	1.09	0.0236	27.06	25.6	0.95
5.80	94	6.30	1.09	0.0317	27.29	29.2	1.07
5.80	118	6.25	1.08	0.0400	27.52	31.7	1.15
5.80	142	6.20	1.07	0.0484	27.76	33.3	1.20
5.80	165	6.15	1.06	0.0569	28.02	31.7	1.13
5.80	189	6.10	1.05	0.0656	28.27	27.1	0.96



Deformación unitaria máx. (x10<sup>3</sup>)  
**4.8**

Esfuerzo a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)  
**1.20**

Referencia: ASTM D2166-00 Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil.

Equipos usados:  
 - Prensa CBR: SCM LF-21072202 (22-07-21)

Tec.: E.E.A.  
 Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valledolid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

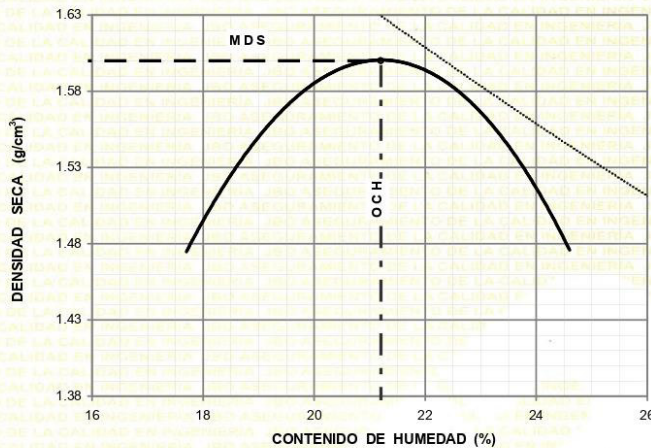
SOLICITANTE : Geraldine Daleska Sulca Huamani PROYECTO : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos  
 Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del  
 Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".  
 DIRECCIÓN : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de  
 Lima, Lima  
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junín  
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA INICIO : Lima, 27 de Julio del 2021

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO**

IDENTIFICACIÓN : Km 04+700, CT-04/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno  
 DESCRIPCIÓN : Limo elastico con arena CANTIDAD : 100 kg. aprox.

**COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR  
 MTC E 116 - 2016**

N° de Capas :	3	Altura de caída del pisón :	30.48 cm	Peso del pisón :	2.50 Kg	Volumen del Molde :	949 g/cm³		
Energía de Compactación Modificada :	600 kN-m/m³					Número de Golpes / capa :	25 Golpes		
Peso Suelo Humedo + Molde	(g)	3479	3602	3631	3554				
Peso del Molde	(g)	1788	1788	1788	1788				
Peso Suelo Humedo	(g)	1691	1814	1843	1766				
Volumen del Molde	(cm³)	949	949	949	949				
Densidad Suelo Humedo	(g/cm³)	1.782	1.911	1.942	1.861				
Tarro N°		50	249	455	351	258	284	469	364
Peso suelo humedo + tarro	(g)	440.6	315.0	440.7	411.0	353.3	323.8	330.9	316.0
Peso suelo seco + tarro	(g)	385.5	279.6	376.8	356.9	302.9	280.1	278.0	271.3
Peso del agua	(g)	55.1	35.4	63.9	54.1	50.4	43.7	52.9	44.7
Peso del tarro	(g)	82.8	83.9	60.5	88.0	75.8	84.1	60.1	87.5
Peso suelo seco	(g)	302.7	195.7	316.3	268.9	227.1	196.0	217.9	183.8
Contenido de Humedad	(%)	18.2	18.1	20.2	20.1	22.2	22.3	24.3	24.3
Promedio de Humedad	(%)		18.2	20.2		22.3		24.3	24.3
Densidad del Suelo Seco	(g/cm³)		1.508	1.590		1.588		1.497	



Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		
2"		
3/4"		
3/8"		100
N°4	1	99
<N°4	99	-
<b>METODO</b>		<b>A</b>

<b>MDS</b>	1.6 g/cm³
<b>OCH</b>	21.1%

**OBSERVACIONES:**

- Para las relaciones de Humedad - Densidad, se ha empleado el método "B" (MTC E 1102).

**Referencia:**

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-lbf/ft²)

**Personal Técnico**

Téc.: E.E.A.  
 Rev.: M.M.F.

**Equipos usados:**

- Balanza: SCM LM-21071003 (10-07-21)
- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)



Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante

**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Vallecillo 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Geraldine Daleska Sulca Huamani **PROYECTO** : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya Junín".

**DIRECCIÓN** : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima

**REFERENCIA** : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO **UBICACIÓN** : Junín

**FECHA RECEPCIÓN** : Lima, 27 de Enero del 2020 **FECHA INICIO** : Lima, 27 de Julio del 2021

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO**

**IDENTIFICACIÓN** : Km 04+700, CT-04M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m **PRESENTACIÓN** : 03 Sacos de polipropileno

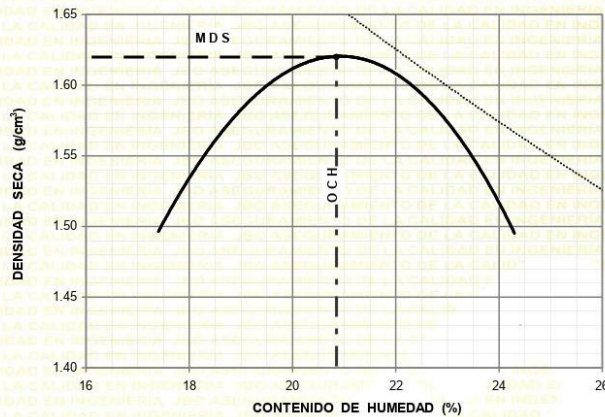
**DESCRIPCIÓN** : Limo elastico con arena **CANTIDAD** : 100 kg. aprox.

**REFERENCIAS DE DOSIFICACION DE LOS ADICIONANTES**

**IDENTIFICACIONES** : Cemento Andino (Tipo IPM) **DOSIFICACIÓN** : 15% de cemento respecto del peso de suelo seco.

**COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR MTC E 116 - 2016**

N° de Capas :	3	Altura de caída del pisón :	30.48 cm	Peso del pisón :	2.50 Kg	Volumen del Molde :	949 g/cm³	Número de Golpes / capa :	25 Golpes
Energía de Compactación Modificada :	600 kN-m/m³								
Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3498	3620	3650	3573					
Peso del Molde (g)	1788	1788	1788	1788					
Peso Suelo Humedo (g)	1710	1832	1862	1785					
Volumen del Molde (cm³)	949	949	949	949					
Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.802	1.930	1.962	1.881					
Tarro N°	75	49	191	13	175	47	437	43	
Peso suelo humedo + tarro (g)	307.3	352.7	487.7	384.0	332.1	456.8	337.7	466.9	
Peso suelo seco + tarro (g)	270.5	311.9	418.8	334.7	284.4	420.6	285.8	393.8	
Peso del agua (g)	36.8	40.8	68.9	49.3	47.7	75.2	51.9	73.1	
Peso del tarro (g)	65.1	82.6	72.4	86.0	66.5	78.7	69.3	89.4	
Peso suelo seco (g)	205.4	229.3	346.4	248.7	217.9	341.9	216.5	304.4	
Contenido de Humedad (%)	17.9	17.8	19.9	19.8	21.9	22.0	24.0	24.0	
Promedio de Humedad (%)	17.9	19.9	22.0	24.0					
Densidad del Suelo Seco (g/cm³)	1.528	1.610	1.608	1.517					



PREPARACION DE LA MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		
2"		
3/4"		
3/8"		100
N°4	1	99
<N°4	99	-
<b>METODO</b>		
		A

<b>MDS</b>	1.62 g/cm³
<b>OCH</b>	20.8%

**OBSERVACIONES:**

- Para las relaciones de Humedad - Densidad, se ha empleado el método "B" (MTC E 1102).
- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).

**Referencia:**

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-1bf/1pie3)

**Personal Técnico**

Téc.: E.E.A.  
 Rev.: M.M.F.

**Equipos usados:**

- Balanza: SCM LM-21071003 (10-07-21)
- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)



Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante

**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valledocid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Geraldine Daleska Sulca Huamani PROYECTO : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Via Evitamiento La Oroya - Junín".

DIRECCIÓN : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junín

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA DE ENSAYO : 03 de Agosto del 2021

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO**

IDENTIFICACIÓN : Km 04+700, CT-04/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Limo elastico con arena CANTIDAD : 100 kg. aprox.

**REFERENCIAS DE DOSIFICACION DE LOS ADICIONANTES**

IDENTIFICACIONES : Cemento Andino (Tipo IPM) DOSIFICACION : 15% de cemento respecto del peso de suelo seco.

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO-CEMENTO  
 MTC E 1103 - 2016**

DENOMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
Testigo N° 1 - 07 días	3/08/2021	7	10.1	11.60	80.1	1,450.1	18.1	17.5
Testigo N° 2 - 07 días	30/07/2021	7	10.0	11.50	78.5	1,390.2	17.7	
Testigo N° 3 - 07 días	30/07/2021	7	10.1	11.50	80.1	1,330.0	16.6	

**OBSERVACIONES :**

- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).
- El curado fue realizado en húmedo durante 7 días, seguidamente se sumergió en agua durante 4 horas y finalmente fue sometido a compresión simple.

**Referencia:**

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-bf/pcf)
- ASTM D - 1633 : Standard test method for compressive strength of molded soil-cement cylinders

**Personal Técnico**

Téc.: E.E.A

Rev.: M.M.F.

**Equipos usados:**

- Balanza: SCM LM-21071003
- Prensa: SCM LF-1911201

Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valtcolid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Geraldine Daleska Sulca Huamani      **PROYECTO** : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".

**DIRECCIÓN** : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima

**REFERENCIA** : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO      **UBICACIÓN** : Junín

**FECHA DE RECEPCIÓN** : Lima, 27 de Enero del 2020      **FECHA INICIO** : Lima, 27 de Julio del 2021

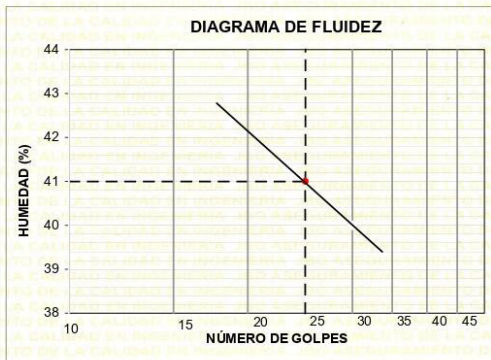
**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS (MTC E 110 - 2016),  
 LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS (MTC E 111 - 2016)**

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

**IDENTIFICACIÓN** : Km 04+700, CT-04M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m      **PRESENTACIÓN** : 01 Bolsa de polietileno

**DESCRIPCIÓN** : Limo con arena      **CANTIDAD** : 05 kg aprox.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
ENSAYO No.						
CÁPSULA No.	T8	T45	T40	T123	T72	T78
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	31,54	32,09	32,76	34,23	24,70	22,61
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	26,65	27,04	27,51	28,85	22,37	20,56
PESO AGUA, g	4,89	5,05	5,25	5,38	2,33	2,05
PESO DE LA CÁPSULA, g	15,12	14,84	14,64	15,40	15,48	14,57
PESO SUELO SECO, g	11,53	12,20	12,87	13,45	6,89	5,99
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	42,41	41,41	40,77	40,00	33,82	34,22
NÚMERO DE GOLPES	19	23	26	30		



**RESULTADOS DE ENSAYOS**

LÍMITE LÍQUIDO (%)	41
LÍMITE PLÁSTICO (%)	34
ÍND. PLASTICIDAD (%)	7

**OBSERVACIONES:**

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.  
 - Se agregó 16% de Cemento Andino (Tipo IPM) respecto del peso de suelo seco.

**Referencia:**  
 NTP 339 129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos

**Equipos usados:**  
 - Balanza: SCM LM-21070902 (09-07-21)  
 - Homo: SCM LT-21072901 (29-07-21)  
 - Copa Casagrande: SCM LL-21072304 (23-07-21)

**Personal:**  
 - Téc.: E.E.A  
 - Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión: Lima, 25 de Setiembre del 2021  
 El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Vallecildid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú.  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Geraldine Daleska Sulca Huamani	PROYECTO	: Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".
DIRECCIÓN	: Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima	UBICACIÓN	: Junín
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 27 de Enero del 2020
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 27 de Enero del 2020	FECHA DE INICIO	: Lima, 27 de Enero del 2020

### DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

MTC E 108 - 2016

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN	: Km 04+700, CT-04/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m	PRESENTACIÓN	: 01 Bolsa de polietileno
DESCRIPCIÓN	: Limo con arena	CANTIDAD	: 05 kg aprox.

IDENTIFICACIÓN	Km 04+700, CT-04/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m
Peso del suelo húmedo (g)	211.0
Peso del suelo seco (g)	168.5
Peso del agua (g)	42.5
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	25.2

#### OBSERVACIONES :

-Se agregó 16% de Cemento Andino (Tipo IPM) respecto del peso de suelo seco.

#### Referencia:

NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

#### Equipos usados:

- Balanza: SCM LM-21070902 (09-07-21)  
- Homo: SCM LT-21072901 (29-07-21)

#### Personal:

-Téc: E.E.A.  
-Rev: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Vallecildid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Geraldine Daleska Sulca Huamani **PROYECTO** : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya Junín".

**DIRECCIÓN** : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima

**REFERENCIA** : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO **UBICACIÓN** : Junín

**FECHA RECEPCIÓN** : Lima, 27 de Enero del 2020 **FECHA INICIO** : Lima, 27 de Julio del 2021

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO**

**IDENTIFICACIÓN** : Km 04+700, CT-04M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m **PRESENTACIÓN** : 03 Sacos de polipropileno

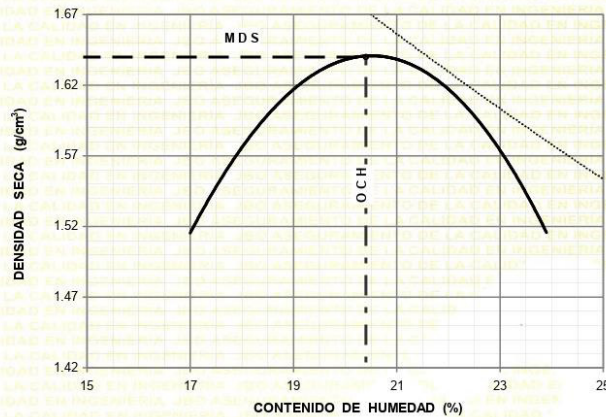
**DESCRIPCIÓN** : Limo con arena **CANTIDAD** : 100 kg. aprox.

**REFERENCIAS DE DOSIFICACION DE LOS ADICIONANTES**

**IDENTIFICACIONES** : Cemento Andino (Tipo IPM) **DOSIFICACIÓN** : 16% de cemento respecto del peso de suelo seco.

**COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR MTC E 116 - 2016**

N° de Capas :	3	Altura de caída del pisón :	30.48 cm	Peso del pisón :	2.50 Kg	Volumen del Molde :	949 g/cm³	
Energía de Compactación Modificada :	600 kN-m/m³					Número de Golpes / capa :	25 Golpes	
Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3514	3637	3667	3591				
Peso del Molde (g)	1788	1788	1788	1788				
Peso Suelo Humedo (g)	1726	1849	1879	1803				
Volumen del Molde (cm³)	949	949	949	949				
Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.819	1.948	1.980	1.900				
Tarro N°	143	229	239	86	283	9	198	267
Peso suelo humedo + tarro (g)	448.7	368.4	478.6	470.1	398.8	328.1	416.6	446.6
Peso suelo seco + tarro (g)	391.7	326.7	415.1	403.5	342.2	284.5	348.8	373.1
Peso del agua (g)	57.0	41.7	63.5	66.6	56.6	43.6	67.8	73.5
Peso del tarro (g)	66.1	87.0	89.7	60.0	78.8	82.6	61.5	61.9
Peso suelo seco (g)	325.6	239.7	325.4	343.5	263.4	201.9	287.3	311.2
Contenido de Humedad (%)	17.5	17.4	19.5	19.4	21.5	21.6	23.6	23.6
Promedio de Humedad (%)	17.5	19.5	21.6	23.6				
Densidad del Suelo Seco (g/cm³)	1.548	1.630	1.628	1.537				



PREPARACION DE LA MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		
2"		
3/4"		
3/8"		100
N°4	1	99
<N°4	99	-
<b>METODO</b>		"A"

<b>MDS</b>	1.64 g/cm³
<b>OCH</b>	20.4%

**OBSERVACIONES:**

- Para las relaciones de Humedad - Densidad, se ha empleado el método "B" (MTC E 1102).
- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).

**Referencia:**

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-1bf/1pie3)

**Personal Técnico**

Téc.: E.E.A.  
 Rev.: M.M.F.

**Equipos usados:**

- Balanza: SCM LM-21071003 (10-07-21)
- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)



Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante

**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP N° 59781**



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valledolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Geraldine Daleska Sulca Huamani	PROYECTO	: Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".
DIRECCIÓN	: Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima	UBICACIÓN	: Junín
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 27 de Enero del 2020
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 27 de Enero del 2020	FECHA DE ENSAYO	: 03 de Agosto del 2021

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO

IDENTIFICACIÓN	: Km 04+700, CT-04/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m	PRESENTACIÓN	: 03 Sacos de polipropileno
DESCRIPCIÓN	: Limo con arena	CANTIDAD	: 100 kg. aprox.

#### REFERENCIAS DE DOSIFICACIÓN DE LOS ADICIONANTES

IDENTIFICACIONES	: Cemento Andino (Tipo IPM)	DOSIFICACIÓN	: 16% de cemento respecto del peso de suelo seco.
------------------	-----------------------------	--------------	---

### RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO-CEMENTO MTC E 1103 - 2016

DENOMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
Testigo N° 1 - 07 días	3/08/2021	7	10.1	11.60	80.1	1,514.2	18.9	19.5
Testigo N° 2 - 07 días	30/07/2021	7	10.0	11.50	78.5	1,539.4	19.6	
Testigo N° 3 - 07 días	30/07/2021	7	10.1	11.50	80.1	1,594.4	19.9	

#### OBSERVACIONES :

- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).
- El curado fue realizado en húmedo durante 7 días, seguidamente se sumergió en agua durante 4 horas y finalmente fue sometido a compresión simple.

#### Referencia:

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-ib/ pie3)
- ASTM D - 1633 : Standard test method for compressive strength of molded soil-cement cylinders

#### Personal Técnico

Téc.: E.E.A

Rev.: M.M.F.

#### Equipos usados:

- Balanza: SCM LM-21071003
- Prensa: SCMLF-1911201

Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



*Juan Sergio Sanchez Guando*

JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Vallecillo 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Geraldine Daleska Sulca Huamani PROYECTO : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".

DIRECCIÓN : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junín

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA DE ENSAYO : Lima, 27 de Julio del 2021

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Km 04+700, CT-04M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m

DESCRIPCIÓN : Probetas cilíndricas de suelo-cemento

#### REFERENCIAS DE DOSIFICACION DE LOS ADICIONANTES

IDENTIFICACIONES : Cemento Andino (Tipo IPM)

DOSIFICACIÓN : 16% de cemento respecto del peso de suelo seco.

### HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO COMPACTADAS MTC E 1104 - 2016

#### DATOS DE PREPARACIÓN

SUELO		PREPARACIÓN		ALMACENAMIENTO EN LA CÁMARA HÚMEDA POR 7 DÍAS	
Tamaño Máximo	N° 10	Óptimo Contenido Humedad Diseño	20.4 %	Contenido de Humedad inicial	23.9 %
Método de Ensayo	A	Peso Unitario Máximo Diseño	1.64 g/cm³	Peso Unitario inicial	1.464 kg/m³
		Contenido Cemento Diseño	16.0 %		

#### RESULTADOS DEL HUMEDECIMIENTO - SECADO

N° CICLO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PÉRDIDA DE VOLUMEN (%)	PÉRDIDA DE PESO (%)
1	23.9	1.6	2.4
2	26.5	1.7	1.9
3	27.7	1.7	2.4
4	28.2	1.9	2.8
5	28.0	2.0	3.2
6	28.2	2.1	3.6
7	28.7	2.2	4.0
8	28.9	2.3	4.5
9	29.4	2.7	4.9
10	29.6	2.8	5.3
11	29.9	3.1	5.7
12	30.0	4.3	6.1

#### RESULTADOS FINALES

MÁXIMA PÉRDIDA DE VOLUMEN	4.3 %
MÁXIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	30.0 %
PÉRDIDA EN PESO DE SUELO-CEMENTO	6.1 %

#### OBSERVACIONES :

- Muestras de suelo-cemento moldeadas de acuerdo a MTC E 1101 - 2016
- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).
- Los contenidos de humedades del humedecimiento - secado se calculan con el peso húmedo de cada ciclo con el peso seco de un ciclo anterior.

Equipos usados:

- Balanza: SCM LM-21071003 (10-07-21)
- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)

#### Referencia:

ASTM D 1632-07 Standard practice for making and curing soil-cement compression and flexure test specimen in the laboratory  
ASTM D 1633-00 Standard test method for compressive strength of molded soil-cement cylinders

Téc.: E.E.A.

Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Vallecillo 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : Geraldine Daleska Sulca Huamani **PROYECTO** : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya Junín".

**DIRECCIÓN** : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima

**REFERENCIA** : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO **UBICACIÓN** : Junín

**FECHA RECEPCIÓN** : Lima, 27 de Enero del 2020 **FECHA INICIO** : Lima, 27 de Julio del 2021

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO**

**IDENTIFICACIÓN** : Km 04+700, CT-04M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m **PRESENTACIÓN** : 03 Sacos de polipropileno

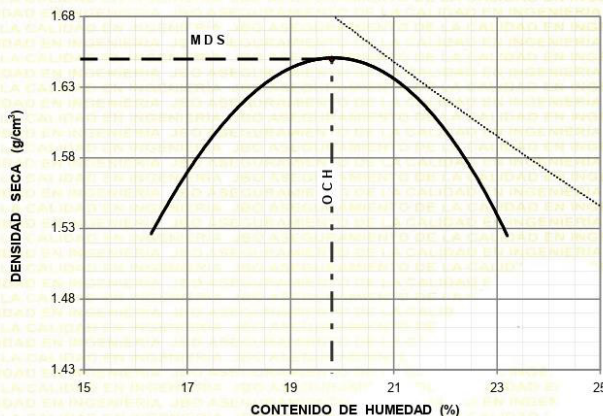
**DESCRIPCIÓN** : Limo elastico con arena **CANTIDAD** : 100 kg. aprox.

**REFERENCIAS DE DOSIFICACION DE LOS ADICIONANTES**

**IDENTIFICACIONES** : Cemento Andino (Tipo IPM) **DOSIFICACIÓN** : 17% de cemento respecto del peso de suelo seco.

**COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR MTC E 116 - 2016**

N° de Capas :	3	Altura de caída del pisón :	30.48 cm	Peso del pisón :	2.50 Kg	Volumen del Molde :	949 g/cm³	Número de Golpes / capa :	25 Golpes
Energía de Compactación Modificada :	600 kN-m/m³								
Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3515	3637	3668	3592					
Peso del Molde (g)	1788	1788	1788	1788					
Peso Suelo Humedo (g)	1727	1849	1880	1804					
Volumen del Molde (cm³)	949	949	949	949					
Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.820	1.948	1.981	1.901					
Tarro N°	189	391	447	358	382	480	260	359	
Peso suelo humedo + tarro (g)	415.4	349.2	433.4	402.3	304.3	365.2	449.2	458.6	
Peso suelo seco + tarro (g)	366.7	309.6	375.9	350.7	266.8	317.4	381.7	388.6	
Peso del agua (g)	48.7	39.6	57.5	51.6	37.5	47.8	67.5	70.0	
Peso del tarro (g)	76.9	72.5	70.0	74.8	86.6	88.7	86.9	82.9	
Peso suelo seco (g)	289.8	237.1	305.9	275.9	180.2	228.7	294.8	305.7	
Contenido de Humedad (%)	16.8	16.7	18.8	18.7	20.8	20.9	22.9	22.9	
Promedio de Humedad (%)	16.8	18.8	20.9	22.9					
Densidad del Suelo Seco (g/cm³)	1.558	1.640	1.639	1.547					



PREPARACIÓN DE LA MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		
2"		
3/4"		
3/8"		100
N°4	1	99
<N°4	99	-
<b>METODO</b>		
		"A"

<b>MDS</b>	1.65 g/cm³
<b>OCH</b>	19.7%

**OBSERVACIONES:**

- Para las relaciones de Humedad - Densidad, se ha empleado el método "B" (MTC E 1102).
- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).

**Referencia:**

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-1bf/1pie3)

**Personal Técnico**

Téc.: E.E.A.  
 Rev.: M.M.F.

**Equipos usados:**

- Balanza: SCM LM-21071003 (10-07-21)
- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)

Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante



*Juan Sergio Sanchez Guando*

**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP N° 59781**



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valledoid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Geraldine Daleska Sulca Huamani	PROYECTO	: Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Via Evitamiento La Oroya - Junín".
DIRECCIÓN	: Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima	UBICACIÓN	: Junín
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO	FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 27 de Enero del 2020
		FECHA DE ENSAYO	: 03 de Agosto del 2021

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO

IDENTIFICACIÓN	: Km 04+700, CT-04/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m	PRESENTACIÓN	: 03 Sacos de polipropileno
DESCRIPCIÓN	: Limo elastico con arena	CANTIDAD	: 100 kg. aprox.

#### REFERENCIAS DE DOSIFICACION DE LOS ADICIONANTES

IDENTIFICACIONES	: Cemento Andino (Tipo IPM)	DOSIFICACION	: 17% de cemento respecto del peso de suelo seco.
------------------	-----------------------------	--------------	---

### RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO-CEMENTO MTC E 1103 - 2016

DENOMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
Testigo N° 1 - 07 días	3/08/2021	7	10.1	11.60	80.1	1,802.7	22.5	22.1
Testigo N° 2 - 07 días	30/07/2021	7	10.0	11.50	78.5	1,720.0	21.9	
Testigo N° 3 - 07 días	30/07/2021	7	10.1	11.50	80.1	1,762.6	22.0	

#### OBSERVACIONES :

- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).
- El curado fue realizado en húmedo durante 7 días, seguidamente se sumergió en agua durante 4 horas y finalmente fue sometido a compresión simple.

#### Referencia:

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-lbf/ft<sup>3</sup>)
- ASTM D - 1633 : Standard test method for compressive strength of molded soil-cement cylinders

#### Personal Técnico

Téc.: E.E.A

Rev.: M.M.F.

#### Equipos usados:

- Balanza: SCM LM-21071003
- Prensa: SCMLF-19111201

Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



*Juan Sergio Sanchez Guando*

JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valledolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Geraldine Daleska Sulca Huamani  
DIRECCIÓN : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima  
REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2021-JBO  
FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020

PROYECTO : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".  
UBICACIÓN : Junín  
FECHA DE ENSAYO : La indicada

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Km 04+700, CT-04/M-01, Prof.: 0.00 - 0.40m  
DESCRIPCIÓN : Limo arenoso  
LONGITUD INICIAL : 6.20 cm  
TIPO DE ESPÉCIMEN : Remoldeado

#### EQUIPO

CERT. CALIBRACIÓN : SCM LL-21072302

### COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS MTC E 121 - 2016

DIAMETRO (cm)	TIEMPO (s)	VARIACIÓN DE LONGITUD (cm)	RELACIÓN ALTURA-DIAMETRO	DEFORMACIÓN UNITARIA (ε)	ÁREA CORREGIDA (cm <sup>2</sup> )	CARGA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )
5.70	0	6.20	1.09	0.0000	25.52	-	0.00
5.70	24	6.15	1.08	0.0081	25.73	21.1	0.82
5.70	47	6.10	1.07	0.0164	25.94	34.5	1.33
5.70	71	6.05	1.06	0.0248	26.17	44.5	1.70
5.70	94	6.00	1.05	0.0333	26.40	53.1	2.01
5.70	118	5.95	1.04	0.0420	26.64	58.3	2.19
5.70	142	5.90	1.04	0.0508	26.88	61.8	2.30
5.70	165	5.85	1.03	0.0598	27.14	57.5	2.12
5.70	189	5.80	1.02	0.0690	27.41	50.2	1.83



Deformación unitaria máx. (x10<sup>2</sup>)  
**5.1**

Esfuerzo a la compresión (kg/cm<sup>2</sup>)  
**2.30**

Referencia: ASTM D 2166 -00 Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil.

Equipos usados:  
- Prensa CBR. SCM LF-21072202 (22-07-21)

Tec: E.E.A.  
Rev: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



*Juan Sergio Sanchez Guando*  
**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Vallecillo 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Geraldine Daleska Sulca Huamani PROYECTO : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya-Junín".  
 DIRECCIÓN : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima  
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junín  
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA INICIO : Lima, 27 de Julio del 2021

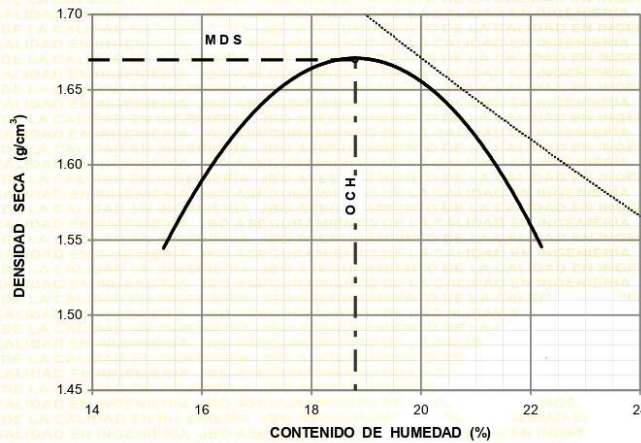
**REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO**

IDENTIFICACIÓN : Km 15+600, CT-09/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno  
 DESCRIPCIÓN : Arcilla de baja plasticidad con arena CANTIDAD : 100 kg. aprox.

**COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR**

**MTC E 116 - 2016**

N° de Capas :	3	Altura de caída del pison :	30.48 cm	Peso del pison :	2.50 Kg	Volumen del Molde :	949 g/cm³	
Energía de Compactación Modificada : 600 kN-m/m³				Número de Golpes / capa : 25 Golpes				
Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3522		3644		3675		3601	
Peso del Molde (g)	1788		1788		1788		1788	
Peso Suelo Humedo (g)	1734		1856		1887		1813	
Volumen del Molde (cm³)	949		949		949		949	
Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.827		1.956		1.988		1.910	
Tarro N°	433	343	44	150	221	256	230	193
Peso suelo humedo + tarro (g)	416.8	477.3	458.3	453.2	486.8	440.0	315.0	476.1
Peso suelo seco + tarro (g)	370.0	423.0	398.3	394.6	418.5	378.9	272.2	405.7
Peso del agua (g)	46.8	54.3	60.0	58.6	68.3	61.1	42.8	70.4
Peso del tarro (g)	73.9	77.1	61.4	63.7	73.3	71.7	76.7	84.5
Peso suelo seco (g)	296.1	345.9	336.9	330.9	345.2	307.2	195.5	321.2
Contenido de Humedad (%)	15.8	15.7	17.8	17.7	19.8	19.9	21.9	21.9
Promedio de Humedad (%)		15.8		17.8		19.9		21.9
Densidad del Suelo Seco (g/cm³)		1.578		1.660		1.658		1.567



PREPARACIÓN DE LA MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		
2"		
3/4"		
3/8"		
N°4		100
<N°4	100	-
<b>METODO</b>		<b>"A"</b>

<b>MDS</b>	1.67 g/cm³
<b>OCH</b>	18.7%

**OBSERVACIONES:**

- Para las relaciones de Humedad - Densidad, se ha empleado el método "B" (MTC E 1102).

**Referencia:**

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-lbf/ft³)

**Personal Técnico**

Téc.: E.E.A.  
 Rev.: M.M.F.

**Equipos usados:**

- Balanza: SCM LM-21071003 (10-07-21)
- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)



Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante

**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Vallecillo 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Geraldine Daleska Sulca Huamani PROYECTO : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".  
 DIRECCIÓN : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima  
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junín  
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA INICIO : Lima, 27 de Julio del 2021

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO**

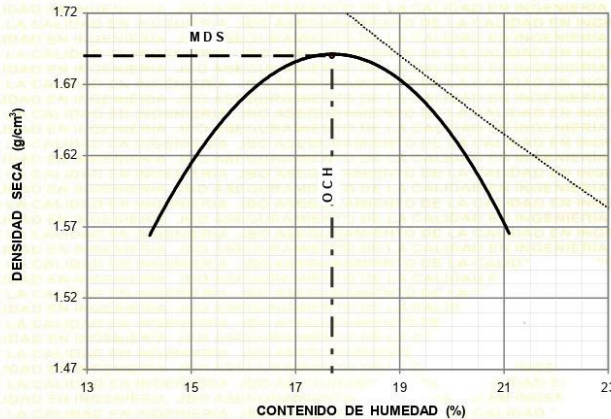
IDENTIFICACIÓN : Km 15+600, CT-09/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno  
 DESCRIPCIÓN : Arcilla de baja plasticidad con arena CANTIDAD : 100 kg. aprox.

**REFERENCIAS DE DOSIFICACION DE LOS ADICIONANTES**

IDENTIFICACIONES : Cemento Andino (Tipo IPM) DOSIFICACIÓN : 14% de cemento respecto del peso de suelo seco.

**COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR MTC E 116 - 2016**

Nº de Capas :	3	Altura de caída del pistón :	30.48 cm	Peso del pistón :	2.50 Kg	Volumen del Molde :	949 g/cm³	
Energía de Compactación Modificada : 600 kN-m/m3				Número de Golpes / capa : 25 Golpes				
Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3527	3649	3680	3607				
Peso del Molde (g)	1788	1788	1788	1788				
Peso Suelo Humedo (g)	1739	1861	1892	1819				
Volumen del Molde (cm³)	949	949	949	949				
Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.832	1.961	1.994	1.917				
Tarro N°	149	302	26	396	43	474	458	39
Peso suelo humedo + tarro (g)	470.6	434.1	440.0	300.3	442.0	443.2	401.6	353.7
Peso suelo seco + tarro (g)	418.7	387.2	389.6	266.3	385.7	382.8	343.2	305.8
Peso del agua (g)	51.9	46.9	50.4	34.0	56.3	60.4	58.4	47.9
Peso del tarro (g)	65.8	66.0	87.8	61.2	84.6	61.5	62.2	75.8
Peso suelo seco (g)	352.9	321.2	301.8	205.1	301.1	321.3	281.0	230.0
Contenido de Humedad (%)	14.7	14.6	16.7	16.6	18.7	18.8	20.8	20.8
Promedio de Humedad (%)	14.7		16.7		18.8		20.8	
Densidad del Suelo Seco (g/cm³)	1.597		1.680		1.678		1.587	



PREPARACION DE LA MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		
2"		
3/4"		
3/8"		
N°4		100
<N°4	100	-
<b>METODO</b>		<b>"A"</b>

<b>MDS</b>	1.69 g/cm³
<b>OCH</b>	17.6%

**OBSERVACIONES:**

- Para las relaciones de Humedad - Densidad, se ha empleado el método "B" (MTC E 1102).
- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).

**Referencia:**

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-lbf/pie3)

**Personal Técnico**

Téc.: E.E.A.  
 Rev.: M.M.F.

**Equipos usados:**

- Balanza: SCMLM-21071003 (10-07-21)
- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)



Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante

*Juan Sergio Sanchez Guando*

**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valledoid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Geraldine Daleska Sulca Huamani PROYECTO : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".

DIRECCIÓN : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junín

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA DE ENSAYO : 03 de Agosto del 2021

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO

IDENTIFICACIÓN : Km 15-600, CT-09/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Arcilla de baja plasticidad con arena CANTIDAD : 100 kg. aprox.

#### REFERENCIAS DE DOSIFICACIÓN DE LOS ADICIONANTES

IDENTIFICACIONES : Cemento Andino (Tipo IPM) DOSIFICACIÓN : 14% de cemento respecto del peso de suelo seco.

### RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO-CEMENTO MTC E 1103 - 2016

DENOMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
Testigo N° 1 - 07 días	3/08/2021	7	10.0	11.60	78.5	1,335.2	17.0	
Testigo N° 2 - 07 días	30/07/2021	7	10.0	11.50	78.5	1,374.4	17.5	17.1
Testigo N° 3 - 07 días	30/07/2021	7	10.0	11.50	78.5	1,319.5	16.8	

#### OBSERVACIONES :

- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).
- El curado fue realizado en húmedo durante 7 días, seguidamente se sumergió en agua durante 4 horas y finalmente fue sometido a compresión simple.

#### Referencia:

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-bf/pie3)
- ASTM D - 1633 : Standard test method for compressive strength of molded soil-cement cylinders

#### Personal Técnico

Téc.: E.E.A

Rev.: M.M.F.

#### Equipos usados:

- Balanza: SCM LM-21071003

- Prensa: SCM LF-19111201

Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



*Juan Sergio Sanchez Guando*

JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valtodolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Geraldine Daleska Sulca Huamani PROYECTO : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos  
Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del  
Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".

DIRECCIÓN : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junín

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA INICIO : Lima, 27 de Julio del 2021

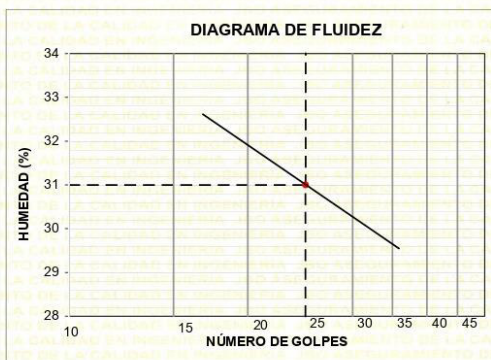
#### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE SUELOS (MTC E 110 - 2016), LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS (MTC E 111 - 2016)

##### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Km 15+600, CT-09/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m PRESENTACIÓN : 01 Bolsa de polietileno

DESCRIPCIÓN : Arcilla de baja plasticidad con arena CANTIDAD : 05 kg aprox.

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
ENSAYO No.	1	2	3	4	1	2
CÁPSULA No.	T8	T45	T40	T123	T72	T78
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	30.38	30.84	31.46	32.89	23.53	21.59
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	26.65	27.04	27.51	28.85	22.37	20.56
PESO AGUA, g	3.73	3.80	3.95	4.04	1.16	1.03
PESO DE LA CÁPSULA, g	15.12	14.84	14.64	15.40	15.48	14.57
PESO SUELO SECO, g	11.53	12.20	12.87	13.45	6.89	5.99
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	32.35	31.16	30.67	30.04	16.84	17.20
NÚMERO DE GOLPES	18	24	27	32		



**RESULTADOS DE ENSAYOS**

LÍMITE LÍQUIDO (%)	31
LÍMITE PLÁSTICO (%)	17
ÍND. PLASTICIDAD (%)	14

##### OBSERVACIONES:

- Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.  
- Se agregó 15% de Cemento Andino (Tipo IPM) respecto del peso de suelo seco.

##### Referencia:

NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos

##### Equipos usados:

- Balanza: SCM LM-21070902 (09-07-21)  
- Homo: SCM LT-21072901 (29-07-21)  
- Copa Casagrande: SCM LL-21072304 (23-07-21)

##### Personal:

- Téc.: E.E.A  
- Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión: Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



*Juan Sergio Sanchez Guando*

JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valtoldid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú.  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

<b>SOLICITANTE</b>	: Geraldine Daleska Sulca Huamani	<b>PROYECTO</b>	: Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".
<b>DIRECCIÓN</b>	: Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima	<b>UBICACIÓN</b>	: Junín
<b>REFERENCIA</b>	: Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO	<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: Lima, 27 de Enero del 2020
<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	: Lima, 27 de Enero del 2020	<b>FECHA DE INICIO</b>	: Lima, 27 de Julio del 2021

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO  
 MTC E 108 - 2016**

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA**

<b>IDENTIFICACIÓN</b>	: Km 15+600, CT-09/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m	<b>PRESENTACIÓN</b>	: 01 Bolsa de polietileno
<b>DESCRIPCIÓN</b>	: Arcilla de baja plasticidad con arena	<b>CANTIDAD</b>	: 05 kg aprox.

IDENTIFICACIÓN	Km 15+600, CT-09/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m
Peso del suelo húmedo (g)	363.5
Peso del suelo seco (g)	325.1
Peso del agua (g)	38.4
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.8

**OBSERVACIONES :**  
 -Se agregó 15% de Cemento Andino (Tipo IPM) respecto del peso de suelo seco.

<b>Referencia:</b> NTP 339.127 / ASTM D 2216 SUELOS: Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo	<b>Equipos usados:</b> - Balanza: SCM LM-21070902 (09-07-21) - Homo: SCM LT-21072901 (29-07-21)
	<b>Personal:</b> -Téc.: E.E.A. -Rev.: M.M.F.

Fecha de emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021  
 El uso de la información contenida en este documento es responsabilidad del solicitante.



**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Vallecillo 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Geraldine Daleska Sulca Huamani PROYECTO : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".  
 DIRECCIÓN : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima  
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junín  
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA INICIO : Lima, 27 de Julio del 2021

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO**

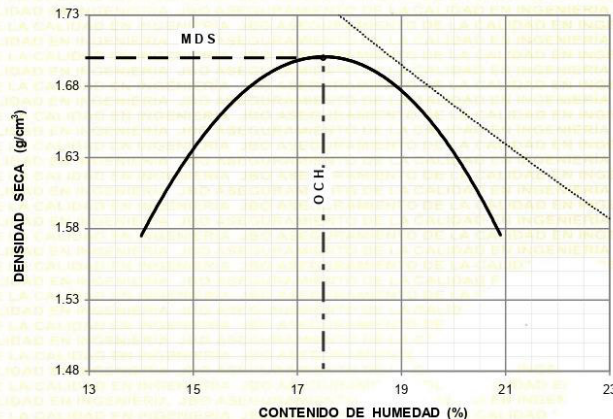
IDENTIFICACIÓN : Km 15+600, CT-09/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno  
 DESCRIPCIÓN : Arcilla de baja plasticidad con arena CANTIDAD : 100 kg. aprox.

**REFERENCIAS DE DOSIFICACION DE LOS ADICIONANTES**

IDENTIFICACIONES : Cemento Andino (Tipo IPM) DOSIFICACIÓN : 15% de cemento respecto del peso de suelo seco.

**COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR MTC E 116 - 2016**

Nº de Capas :	3	Altura de caída del pisón :	30.48 cm	Peso del pisón :	2.50 Kg	Volumen del Molde :	949 g/cm³	
Energía de Compactación Modificada : 600 kN-m/m3				Número de Golpes / capa : 25 Golpes				
Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3535	3657	3688	3616				
Peso del Molde (g)	1788	1788	1788	1788				
Peso Suelo Humedo (g)	1747	1869	1900	1828				
Volumen del Molde (cm³)	949	949	949	949				
Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.841	1.969	2.002	1.926				
Tarro N°	411	55	351	4	293	407	325	201
Peso suelo humedo + tarro (g)	409.7	385.2	418.5	440.4	303.0	340.7	444.4	335.0
Peso suelo seco + tarro (g)	368.6	345.9	370.1	388.2	266.9	299.5	380.9	291.4
Peso del agua (g)	41.1	39.3	48.4	52.2	36.1	41.2	63.5	43.6
Peso del tarro (g)	84.9	72.6	77.0	69.8	71.9	78.3	72.9	79.8
Peso suelo seco (g)	283.7	273.3	293.1	318.4	195.0	221.2	308.0	211.6
Contenido de Humedad (%)	14.5	14.4	16.5	16.4	18.5	18.6	20.6	20.6
Promedio de Humedad (%)	14.5		16.5		18.6		20.6	
Densidad del Suelo Seco (g/cm³)	1.608	1.690	1.690	1.690	1.688		1.597	



PREPARACION DE LA MUESTRA		
Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		
2"		
3/4"		
3/8"		
N°4		100
<N°4	100	-
<b>METODO</b>		<b>"A"</b>

<b>MDS</b>	1.7 g/cm³
<b>OCH</b>	17.4%

**OBSERVACIONES:**

- Para las relaciones de Humedad - Densidad, se ha empleado el método "B" (MTC E 1102).
- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).

**Referencia:**

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-lbf/pie3)

**Personal Técnico**

Téc.: E.E.A.  
 Rev.: M.M.F.

**Equipos usados:**

- Balanza: SCMLM-21071003 (10-07-21)
- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)



Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante

**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Valledoid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Geraldine Daleska Sulca Huamani PROYECTO : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".

DIRECCIÓN : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACION : Junín

FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA DE ENSAYO : 03 de Agosto del 2021

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO**

IDENTIFICACIÓN : Km 15-600, CT-09/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno

DESCRIPCIÓN : Arcilla de baja plasticidad con arena CANTIDAD : 100 kg. aprox.

**REFERENCIAS DE DOSIFICACIÓN DE LOS ADICIONANTES**

IDENTIFICACIONES : Cemento Andino (Tipo IPM) DOSIFICACION : 15% de cemento respecto del peso de suelo seco.

**RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO-CEMENTO  
 MTC E 1103 - 2016**

DENOMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
Testigo N° 1 - 07 días	3/08/2021	7	10.0	11.60	78.5	1,782.9	22.7	
Testigo N° 2 - 07 días	30/07/2021	7	10.0	11.50	78.5	1,759.3	22.4	22.3
Testigo N° 3 - 07 días	30/07/2021	7	10.0	11.50	78.5	1,712.2	21.8	

**OBSERVACIONES :**

- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).
- El curado fue realizado en húmedo durante 7 días, seguidamente se sumergió en agua durante 4 horas y finalmente fue sometido a compresión simple.

**Referencia:**

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-bf/pie3)
- ASTM D - 1633 : Standard test method for compressive strength of molded soil-cement cylinders

**Personal Técnico**

Téc.: E.E.A.

Rev.: M.M.F.

**Equipos usados:**

- Balanza: SCM LM-21071003

- Prensa: SCM LF-19111201

Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valledolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE : Geraldine Daleska Sulca Huamani PROYECTO : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".

DIRECCIÓN : Jr. Elvira Garcia y Garcia N° 2430, Cercado de Lima, Lima UBICACIÓN : Junín

REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO FECHA DE RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA DE ENSAYO : Lima, 27 de Julio del 2021

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA

IDENTIFICACIÓN : Km 15+600, CT-09/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m  
DESCRIPCIÓN : Probetas cilíndricas de suelo-cemento

#### REFERENCIAS DE DOSIFICACION DE LOS ADICIONANTES

IDENTIFICACIONES : Cemento Andino (Tipo IPM) DOSIFICACIÓN : 15% de cemento respecto del peso de suelo seco.

### HUMEDECIMIENTO Y SECADO DE MEZCLAS DE SUELO-CEMENTO COMPACTADAS MTC E 1104 - 2016

#### DATOS DE PREPARACIÓN

SUELO		PREPARACIÓN		ALMACENAMIENTO EN LA CÁMARA HÚMEDA POR 7 DÍAS	
Tamaño Máximo	N° 50	Óptimo Contenido Humedad Diseño	17.4 %	Contenido de Humedad inicial	20.8 %
Método de Ensayo	A	Peso Unitario Máximo Diseño	1.7 g/cm³	Peso Unitario inicial	1.518 kg/m³
		Contenido Cemento Diseño	15.0 %		

#### RESULTADOS DEL HUMEDECIMIENTO - SECADO

N° CICLO	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PÉRDIDA DE VOLUMEN (%)	PÉRDIDA DE PESO (%)
1	20.8	1.8	2.7
2	22.7	2.0	2.9
3	22.8	2.1	3.1
4	23.1	2.1	3.1
5	23.6	2.2	3.2
6	24.1	2.4	3.7
7	24.5	2.9	4.3
8	24.8	3.2	4.8
9	25.3	3.4	5.2
10	25.5	3.6	5.4
11	26.3	3.7	5.5
12	26.7	3.8	5.6

#### RESULTADOS FINALES

MÁXIMA PÉRDIDA DE VOLUMEN	3.8 %
MÁXIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	26.7 %
PÉRDIDA EN PESO DE SUELO-CEMENTO	5.6 %

#### OBSERVACIONES :

- Muestras de suelo-cemento moldeadas de acuerdo a MTC E 1101 - 2016
- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).
- Los contenidos de humedades del humedecimiento - secado se calculan con el peso húmedo de cada ciclo con el peso seco de un ciclo anterior.

#### Equipos usados:

- Balanza: SCM LM-21071003 (10-07-21)
- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)

#### Referencia:

ASTM D 1632-07 Standard practice for making and curing soil-cement compression and flexure test specimen in the laboratory  
ASTM D 1633-00 Standard test method for compressive strength of molded soil-cement cylinders

Téc.: E.E.A.

Rev.: M.M.F.

Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
 Calle Vallecildid 149  
 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
 Lima, Perú  
 Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
 E-mail: informes@jboingenieros.com

**EXPEDIENTE N° 016-2020JBO**

**INFORME DE ENSAYO**

SOLICITANTE : Geraldine Daleska Sulca Huamani PROYECTO : Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".  
 DIRECCIÓN : Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima  
 REFERENCIA : Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO UBICACIÓN : Junín  
 FECHA RECEPCIÓN : Lima, 27 de Enero del 2020 FECHA INICIO : Lima, 27 de Julio del 2021

**REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO**

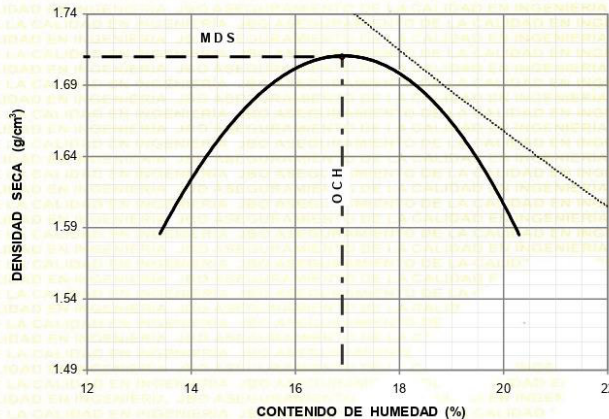
IDENTIFICACIÓN : Km 15+600, CT-09/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m PRESENTACIÓN : 03 Sacos de polipropileno  
 DESCRIPCIÓN : Arcilla de baja plasticidad con arena CANTIDAD : 100 kg. aprox.

**REFERENCIAS DE DOSIFICACION DE LOS ADICIONANTES**

IDENTIFICACIONES : Cemento Andino (Tipo IPM) DOSIFICACIÓN : 16% de cemento respecto del peso de suelo seco.

**COMPACTACION DEL SUELO EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA ESTANDAR MTC E 116 - 2016**

Nº de Capas :	3	Altura de caída del pisón :	30.48 cm	Peso del pisón :	2.50 Kg	Volumen del Molde :	949 g/cm³
Energía de Compactación Modificada :	600 kN-m/m3			Número de Golpes / capa : 25 Golpes			
Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3537	3658	3690	3618			
Peso del Molde (g)	1788	1788	1788	1788			
Peso Suelo Humedo (g)	1749	1870	1902	1830			
Volumen del Molde (cm³)	949	949	949	949			
Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.843	1.970	2.004	1.928			
Tarro N°	373	205	56	430	280	19	460
Peso suelo humedo + tarro (g)	430.1	438.8	349.7	339.7	355.0	484.4	350.7
Peso suelo seco + tarro (g)	387.4	395.4	310.8	302.4	310.6	422.1	289.8
Peso del agua (g)	42.7	43.4	38.9	37.3	44.4	62.3	40.3
Peso del tarro (g)	80.3	81.0	66.4	66.3	62.3	75.8	88.3
Peso suelo seco (g)	307.1	314.4	244.4	236.1	248.3	346.3	201.5
Contenido de Humedad (%)	13.9	13.8	15.9	15.8	17.9	18.0	20.0
Promedio de Humedad (%)	13.9		15.9		18.0		20.0
Densidad del Suelo Seco (g/cm³)	1.618		1.700		1.698		1.607



Serie Americana	Ret. Parc. (%)	Pasa (%)
2 1/2"		
2"		
3/4"		
3/8"		
N°4		100
<N°4	100	-
<b>METODO</b>		"A"

<b>MDS</b>	1.71 g/cm³
<b>OCH</b>	16.8%

**OBSERVACIONES:**

- Para las relaciones de Humedad - Densidad, se ha empleado el método "B" (MTC E 1102).
- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).

**Referencia:**

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-lbf/ft²)

**Personal Técnico**

Téc.: E.E.A.  
 Rev.: M.M.F.

**Equipos usados:**

- Balanza: SCM LM-21071003 (10-07-21)
- Horno: SCM LT-21072901 (29-07-21)



Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante

*Juan Sergio Sanchez Guando*

**JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 59781



**Ingenieros S.A.C.**  
Calle Valledolid 149  
Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate  
Lima, Perú  
Teléfono: 01-683-0473 / 683-0476  
E-mail: informes@jboingenieros.com

EXPEDIENTE N° 016-2020-JBO

### INFORME DE ENSAYO

SOLICITANTE	: Geraldine Daleska Sulca Huamani	PROYECTO	: Tesis: "Estabilización con Cemento de Suelos Finos Procedentes de cortes para uso en Terraplenes del Proyecto Vía Evitamiento La Oroya - Junín".
DIRECCIÓN	: Jr. Elvira García y García N° 2430, Cercado de Lima, Lima	UBICACIÓN	: Junín
REFERENCIA	: Solicitud de Servicio N° 016-2020-JBO	FECHA DE ENSAYO	: 03 de Agosto del 2021
FECHA DE RECEPCIÓN	: Lima, 27 de Enero del 2020		

#### REFERENCIAS DE LA MUESTRA DE SUELO

IDENTIFICACIÓN	: Km 15+600, CT-09/M-02, Prof.: 0.40 - 2.00m	PRESENTACIÓN	: 03 Sacos de polipropileno
DESCRIPCIÓN	: Arcilla de baja plasticidad con arena	CANTIDAD	: 100 kg. aprox.

#### REFERENCIAS DE DOSIFICACIÓN DE LOS ADICIONANTES

IDENTIFICACIONES	: Cemento Andino (Tipo IPM)	DOSIFICACIÓN	: 16% de cemento respecto del peso de suelo seco.
------------------	-----------------------------	--------------	---

### RESISTENCIA A LA COMPRESION DE PROBETAS DE SUELO-CEMENTO MTC E 1103 - 2016

DENOMINACIÓN	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIÁMETRO (cm)	ALTURA (cm)	ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL (cm <sup>2</sup> )	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )
Testigo N° 1 - 07 días	3/08/2021	7	10.0	11.60	78.5	2,167.7	27.6	27.1
Testigo N° 2 - 07 días	30/07/2021	7	10.0	11.50	78.5	2,081.3	26.5	
Testigo N° 3 - 07 días	30/07/2021	7	10.0	11.50	78.5	2,136.3	27.2	

#### OBSERVACIONES :

- Mezcla elaborada con Cemento Andino (Tipo IPM).
- El curado fue realizado en húmedo durante 7 días, seguidamente se sumergió en agua durante 4 horas y finalmente fue sometido a compresión simple.

#### Referencia:

- ASTM D - 1632 : Standard Practice for Making and Curing Soil-Cement Compression and Flexure Test Specimens in the Laboratory (Withdrawn 2016)
- ASTM D - 558 : Standard Test Methods for Moisture-Density (Unit Weight) Relations of Soil-Cement Mixtures
- ASTM D - 698 : Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 pie-lbf/ft<sup>3</sup>)
- ASTM D - 1633 : Standard test method for compressive strength of molded soil-cement cylinders

#### Personal Técnico

Téc.: E.E.A

Rev.: M.M.F.

#### Equipos usados:

- Balanza: SCM LM-21071003
- Prensa: SCM LF-1911201

Fecha de Emisión : Lima, 25 de Setiembre del 2021

El uso de la información contenida en este documento es de exclusiva responsabilidad del solicitante.



*Juan Sergio Sanchez Guando*

JUAN SÉRGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

ANEXO D  
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS



Calibración, Certificación, Validación y Mantenimiento de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia

# CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SCM LM-21071003

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-07-12  
COTIZACIÓN N° : 021-SCM-2021  
ORDEN DE TRABAJO : OT-015-20201

SCM S.A.C. es un laboratorio de calibración basado a la Norma técnica Peruana ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye como una entidad capaz de brindar un servicio integral.

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 sólo están relacionados con los ítems calibrados y 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.

SCM 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.

## 1. SOLICITANTE : JBO INGENIEROS S.A.C.

DIRECCIÓN : Calle Valladolid N° 149, Urb. Mayorazgo - II Et. Ate - Lima

## 2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS  
MODELO : R31P30  
NÚMERO DE SERIE : 8335100154  
ALCANCE DE INDICACIÓN : 30000 g

DIVISIÓN DE ESCALA REAL (d) : 1 g

DIVISIÓN DE ESCALA DE VERIFICACIÓN (e) : 1 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : JBO-101-BAL-02

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : SALA DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-07-10

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

## 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II: PC - 011 del SIM-INDECOP, 4ta edición abril 2010.

## 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

SALA DE PREPARACIÓN DE MUESTRAS DE JBO INGENIEROS S.A.C.

**JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA**  
INGENIERO DE SISTEMAS  
Reg. CIP N° 142408



Calle Valladolid 151 Urb. Mayorazgo II Etapa Ate, Lima Perú

teléfonos: (511) 683 0477 / 683 0476 / 975 572787, hpc: 994269669, rpm: # 419090

E-mail: inform@scm.com.pe

CÓDIGO: R7.8100

EMISIÓN 2019.10.31

VERSION 00



Calibración, Certificación,  
Validación y Mantenimiento  
de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

**CERTIFICADO DE CALIBRACION N° SCM LM-21071003**

Página 2 de 3

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura	18.5	18.3
Humedad Relativa	83.4	84.3

**6. TRAZABILIDAD**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Código	Certificado de calibración
Patrones de referencia de TEST & CONTROL S.A.	Pesas (exactitud M2)	SCM-MJG01	TC-10656-2019
		MM3375	TC-10489-2019
		MM3745	TC-10500-2019
		MM3744	TC-10658-2019
		B444	TC-10657-2019

**7. OBSERVACIONES**

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

Se colocó una etiqueta con la indicación de "CALIBRADO".

**8. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

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

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	18.5	18.5
Humedad. (%)	83.4	84.3

Medición	Carga L1= 15,001 g			Carga L2= 30,001 g		
	Nº	I(g)	ΔL(mg)	I(g)	ΔL(mg)	E(mg)
1	14,999	200	-1,340	30,000	100	-500
2	14,999	500	-1,640	30,000	100	-500
3	14,999	100	-1,240	30,000	100	-500
4	14,999	300	-1,440	30,000	200	-600
5	14,999	100	-1,240	30,000	100	-500
6	14,999	100	-1,240	30,000	500	-900
7	14,999	400	-1,540	30,000	300	-700
8	14,999	100	-1,240	30,000	100	-500
9	14,999	100	-1,240	30,000	100	-500
10	14,999	200	-1,340	30,000	300	-700
Diferencia Máxima			400			400
Error máximo permitido		±	2000.000 mg	±	3000.000 mg	

*[Firma]*  
**JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA**  
 INGENIERO DE SISTEMAS



Calibración, Certificación,  
Validación y Mantenimiento  
de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° SCM LM-21071003**

Página 3 de 3



Vista Frontal

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	18.5	18.5
Humedad. (%)	84.3	84.3

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l(g)	ΔL(mg)	E <sub>0</sub> (mg)	Carga (g)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)
1	10	600	-100	-100	9,999	100	-1,200	-1,100	
2	10	500	0	0	9,999	100	-1,200	-1,200	
3	10	600	-100	-100	10,001	600	-1,700	-1,600	
4	10	700	-200	-200	9,999	300	-1,400	-1,200	
5	10	400	100	100	9,999	100	-1,200	-1,300	

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 2000.000 mg

**ENSAYO DE PESAJE**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	18.5	18.3
Humedad. (%)	84.3	84.3

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	
10 (*)	10	400	100	100	10	500	0	-100	1000
50	50	400	100	0	50	500	0	-100	1000
100	100	300	200	100	100	500	0	-100	1000
500	500	400	60	-40	500	500	-40	-140	1000
1,000	1,000	500	-40	-140	1,000	700	-240	-340	1000
5,000	4,999	200	-740	-840	4,999	500	-1,040	-1,140	2000
10,001	9,999	100	-1,200	-1,300	9,999	300	-1,400	-1,500	2000
15,001	14,999	100	-1,240	-1,340	14,999	400	-1,540	-1,640	2000
20,000	19,999	500	-1,300	-1,400	19,998	300	-2,100	-2,200	3000
25,000	24,999	100	-940	-1,040	24,999	100	-940	-1,040	3000
30,001	30,000	100	-500	-600	30,000	100	-500	-600	3000

(\*) Carga para determinar E<sub>0</sub>

(\*\*) error máximo permitido

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

$$R_{\text{corregida}} = R + 0.000069 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0.24100000 \text{ g}^2 + 0.000000001 \times R^2}$$

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

R: en g

Ejemplo del calculo de Rcorregida para la capacidad máxima:

$$R_{\text{corregida}} = (30,002 \pm 2) \text{ g}$$

**JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA**  
INGENIERO DE SISTEMAS  
Reg. CIP. N° 142408



Calibración, Certificación, Validación y Mantenimiento de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SCM LM-21070902

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2021-07-12
COTIZACIÓN N° : 020-SCM-2021
ORDEN DE TRABAJO : OT-014-2021

1. SOLICITANTE : JBO INGENIEROS S.A.C.

DIRECCIÓN : Calle Valladoild N° 149, Urb. Mayorazgo - II Et. Ate. - Lima

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : T-SCALE

MODELO : NHB-600

NÚMERO DE SERIE : 104817014009

ALCANCE DE INDICACIÓN : 600 g

DIVISIÓN DE ESCALA REAL (d) : 0,01 g

DIVISIÓN DE ESCALA DE VERIFICACIÓN (e) : 0,01 g

PRECEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : JBO-102-BAL-05

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : SALA DE SUELOS

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2021-07-09

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

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN : Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II: PC - 011 del SNM-INDECOPI, 4ta edición abril 2010.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN : SALA DE SUELOS DE JBO INGENIEROS S.A.C.

SCM S.A.C. es un laboratorio de calibración basado a la Norma técnica Peruana, ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye como una entidad capaz de brindar un servicio integral. 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 sólo están relacionados con los ítems calibrados y 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.

SCM 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.



Handwritten signature of Julio Roy Estrella Espinoza

JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA INGENIERO DE SISTEMAS Reg. CIP N° 142408

Calle Valladoild 151 Urb. Mayorazgo II Etapa Ate, Lima Peru

F.EMISION 2019.10.31

Telefonos: (511) 683 0477 / 683 0476 / 975 578787, hpc: 994269669, rpm: # 419090

E-mail: inform@scm.com E-mail: inform@scm@gmail.com

CÓDIGO: R7.81000

VERSION 00



Calibración, Certificación,  
Validación y Mantenimiento  
de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° SCM LM-2107902**

Página 2 de 3

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura	18.2	19.3
Humedad Relativa	85.2	80.6

**6. TRAZABILIDAD**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Código	Certificado de calibración
Patrones de referencia de TEST & CONTROL S.A	Pesas (exactitud M2)	SCM-MJG01	TC-10656-2019

**7. OBSERVACIONES**

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

**8. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

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

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

	Inicial	Final
Temp. (°C)	18.2	18.4
Humedad. (%)	85.2	85.0

Medición N°	Carga L1= 300.02 g			Carga L2= 600.04 g		
	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)	l(g)	ΔL(mg)	E(mg)
1	299.99	1	-26	600.03	3	-8
2	299.99	2	-27	600.02	1	-16
3	299.99	1	-26	600.02	4	-19
4	299.98	3	-38	600.02	1	-16
5	299.99	4	-29	600.02	1	-16
6	300.00	1	-17	600.02	1	-16
7	300.00	3	-18	600.02	2	-17
8	300.00	6	-21	600.02	1	-16
9	300.00	5	-20	600.02	1	-16
10	300.00	4	-19	600.02	2	-17
Diferencia Máxima			21			11
Error máximo permitido	± 30 mg			± 30 mg		

  
**JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA**  
 INGENIERO DE SISTEMAS

Reg. Cip N° 142408



Calibración, Certificación,  
Validación y Mantenimiento  
de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° SCM LM-21070902**

Página 3 de 3



Vista Frontal

Temp. (°C)	Inicial	Final
	18.4	18.2
Humedad. (%)	85.0	85.7

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Carga mínima (g)	Determinación de E <sub>2</sub>			Determinación del Error corregido				
		l(g)	Δl(mg)	E <sub>0</sub> (mg)	Carga (g)	l(g)	Δl(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)
1	0.10	0.10	6	-1	200.01	199.99	8	-23	-22
2	0.10	0.10	1	4	200.01	199.98	1	-26	-30
3	0.10	0.10	2	3	200.01	199.99	5	-20	-23
4	0.10	0.10	3	2	200.01	199.99	4	-19	-21
5	0.10	0.10	9	-4	200.01	199.98	2	-27	-23

(\*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 30 mg

**ENSAYO DE PESAJE**

Temp. (°C)	Inicial	Final
	18.6	19.3
Humedad. (%)	81.7	80.6

Carga L(g)	CRECIENTES					DECRECIENTES					emp(**)
	l(g)	Δl(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	E <sub>0</sub> (mg)	l(g)	Δl(mg)	E(mg)	E <sub>c</sub> (mg)	E <sub>0</sub> (mg)	
0.10 (+)	0.10	2	3			0.21	1	14	11	10	10
0.20	0.20	3	2	-1		10.02	5	20	17	10	10
10.00	10.00	4	1	-2		20.02	1	14	11	10	10
20.01	20.00	4	-9	-12		40.01	2	13	10	10	10
40.00	39.99	1	-6	-9		50.01	1	14	11	10	10
50.00	49.99	1	-6	-9		100.01	5	10	7	20	10
100.00	99.99	1	-6	-9		150.01	7	10	5	20	10
150.01	149.99	2	-17	-20		200.01	2	10	3	30	10
200.01	199.99	4	-19	-22		500.03	1	6	-9	30	10
500.04	500.02	2	-17	-20		600.03	2	7	-10	30	10
600.04	600.03	2	-7	-10							

(\*) Carga para determinar E<sub>0</sub>

(\*\*) error máximo permitido

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

$$R_{\text{corregida}} = R \pm 0.000063 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{0.00010218 \cdot g^2 + 0.000000001 \cdot R^2}$$

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

Ejemplo del calculo de R<sub>corregida</sub> para la capacidad máxima.

$$R_{\text{corregida}} = (600.07 \pm 0.04) \cdot g$$

**JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA**  
INGENIERO DE SISTEMAS

Calle Valladolíd 151 Urb. Mayorazgo II Etapa Ate, Lima Perú

Reg. CIP N° 142408

F.EMISION 2019.10.31

Teléfonos: (511) 683 0477 / 683 0476 / 975 578787, fpc: 994269669, rpm: # 419090

E-mail: inform@scm.com    E-mail: inform@scm@gmail.com

CÓDIGO: R7.81000

VERSION 00



Calibración, Certificación,  
Validación y Mantenimiento  
de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

Página: 1 de 7

Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

SCM LT-21072901

N° DE COTIZACIÓN : 026-SCM-2020  
N° DE O.T. : OT-020-2021

1. SOLICITANTE : JBO INGENIEROS S.A.C.

2. DIRECCIÓN : Calle Valladolid149-urb.Mayorazgo II Etapa Ate

3. EQUIPO CALIBRADO : Homo Electrico

Marca : FAEL Código : JBO-102-HOR-01

Modelo : ER-120LT Rango de trabajo : 100° - 110° °C

Serie : 25030112 Procedencia : Perú

4. PATRÓN UTILIZADO PARA LA CALIBRACIÓN :

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	SERIE	CERTIFICADO
Termohigrómetro	TRACEABLE	4247	122058580	LFP-284-2017
Sensores Tipo T	DELTA OHM	HD-32.8	12013628	LT-775-2015
Datalogger Temporar				LT-775-2015
Regla Métrica	MITUTOYO	182-309	No Indica	LLA-142-2015

5. RESULTADOS DE MEDICIÓN :

CALIBRACION PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 5 °C

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	113.7	± 1.14
Mínima Temperatura Medida	109.9	± 1.37
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0.6	0.08
Desviación de Temperatura en el Espacio	3.5	1.77
Estabilidad Medida (±)	0.3	0.04
Uniformidad Medida	3.7	1.77

La incertidumbre expandida de medición reportada en este documento es el valor de la incertidumbre estándar de medición multiplicada por un factor de cobertura k=2 que corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

6. PROCEDIMIENTO :

INDECOPI - SNM PC-018 (2ª Edición Junio 2009)

Determinación de la temperatura en distintos puntos del interior del medio isoterma con un termómetro calibrado contra las indicaciones del instrumento de medición del medio isoterma.

7. CONDICIONES AMBIENTALES DE CALIBRACIÓN :

	Inicial	Final
Temperatura Ambiental	18.2 °C	19.1 °C
Humedad Relativa	83 %	81 %
Presión Atmosférica	962 mbar	960 mbar

8. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN :

Laboratorio de Suelos - JBO INGENIEROS S.A.C.

Lima, 29 de julio de 2021

9. FECHAS DE EMISIÓN :

Lima, 3 de agosto de 2021



*[Signature]*

JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA

INGENIERO DE SISTEMAS

Reg. CIP N° 142408



Calle Valladolid 151 Urb. Mayorazgo II Etapa Ate, Lima Peru

Teléfonos: (511) 883 0477 / 683 0476 / 975 578787, fpc: 994269669, rpm: # 419090

E-mail: inform@scm@gmail.com



Calibración, Certificación, Validación y Mantenimiento de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

Página: 2 de 7

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SCM LT-21072901

10. OBSERVACIONES:

- a.- El instrumento de medición y el selector son accesorios del medio isoterma.
- b.- ACCESORIOS DEL MEDIO ISOTERMO:
 

Marca	Modelo	Alcance de indicación	Div. de Esc.	Serie
AUTONICS	Lab Hut Air Oven	No indica	0.1	No indica
- c.- Se ha colocado una etiqueta autoadhesiva con la indicación del número de certificado y la fecha de calibración. Se adjunta copia del certificado de calibración del patrón utilizado.
- d.- Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de precalentamiento, preenfriamiento, estabilización de 2 horas y se tomaron cada 2 minutos por 60 minutos.
- e.- Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus equipos a intervalos apropiados. Este documento documenta la trazabilidad de la medición a los patrones nacionales, los cuales representan las unidades de medida en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades (SI). Los resultados consignados en este documento se refieren únicamente al equipo sometido a calibración, al momento y condiciones en las que se realizaron las mediciones. SCM Servicio de Calidad en Magnitud S.A.C. no se responsabiliza por los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del equipo calibrado o de este documento.
- f.- Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha, el medio isoterma cumple con los límites especificados de temperatura.

FIN DEL INFORME

*[Firma manuscrita]*

JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA  
INGENIERO DE SISTEMAS

Reg. CIP N° 142408



Calibración, Certificación,  
Validación y Mantenimiento  
de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

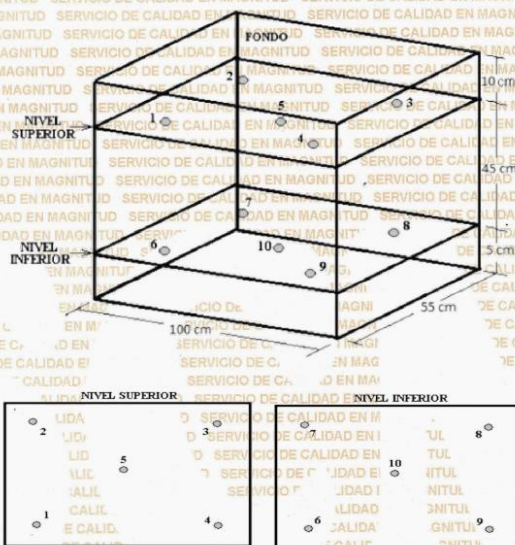
Página: 3 de 7

**ANEXO A**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SCM LT- 21072901**

**DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES**

El esquema de distribución de los termopares en el volumen interno y en los planos se muestra en los siguientes gráficos:



Los termopares ubicados en los niveles superior e inferior se colocaron a 15 cm de las paredes laterales y a 10 cm del fondo y frente del medio isotermo. Los termopares ubicados en el centro se encuentran ubicados a 50 cm de las paredes laterales y a 22.5 cm del fondo y frente del medio isotermo. Los termopares 5 y 10 están ubicados en la parte central de sus respectivos planos.

**CONDICIONES DE CALIBRACIÓN EN EL MEDIO ISOTERMO**

TEMPERATURA	POSICIÓN DEL SELECTOR	POSICIÓN DE VENTILACIÓN	% CARGA	DESCRIPCIÓN DE LA CARGA
110 °C	110	Encendido	100 %	10 tarros con muestra de suelo

*[Firma]*  
**JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA**  
 INGENIERO DE SISTEMAS  
 Reg. CIP N° 142408

Calle Valladolid 151 Urb. Mayorazgo II Etapa Ate, Lima Peru  
 Teléfonos: (511) 683 0477 / 683 0476 / 975 578787, fpx: 994269669, rpn: # 419090  
 E-mail: informesscm@gmail.com



Calibración, Certificación,  
Validación y Mantenimiento  
de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

Página: 4 de 7

ANEXO B

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SCMLT-21072901

MEDIO ISOTERMICO : HORNO

MARCA : FAEL - MODELO : ER-120LT - SERIE : 25030112 - CODIGO : JBO-102-HOR-01 - PROCEDENCIA : Perú

CALIBRACION PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min.)	T ind. (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	T. máx. - T. mín. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110	111.2	111.5	111.2	111.4	111.5	110.6	111.1	113.5	110.0	110.4	111.2	3.5
2	110	111.2	111.4	111.6	111.4	111.6	110.6	111.1	113.5	110.0	110.4	111.3	3.4
4	110	111.2	111.3	111.6	111.4	111.6	110.6	111.0	113.5	109.9	110.4	111.3	3.4
6	110	111.2	111.4	111.6	111.4	111.6	110.6	111.1	113.5	110.0	110.4	111.3	3.4
8	110	111.2	111.3	111.6	111.4	111.6	110.7	111.1	113.6	110.2	110.4	111.3	3.4
10	110	111.2	111.3	111.6	111.4	111.6	110.7	111.1	113.7	110.2	110.4	111.3	3.5
12	110	111.2	111.3	111.6	111.4	111.6	110.7	111.1	113.6	110.0	110.4	111.3	3.6
14	110	111.2	111.3	111.6	111.4	111.6	110.7	111.1	113.5	110.0	110.6	111.3	3.5
16	110	111.2	111.3	111.6	111.4	111.6	110.6	111.1	113.5	109.9	110.5	111.3	3.6
18	110	111.2	111.3	111.6	111.4	111.6	110.6	111.0	113.5	109.9	110.5	111.3	3.6
20	110	111.2	111.3	111.6	111.4	111.6	110.5	111.0	113.4	109.9	110.5	111.2	3.5
22	110	111.2	111.3	111.6	111.5	111.6	110.5	111.0	113.4	110.0	110.5	111.3	3.4
24	110	111.2	111.3	111.6	111.5	111.6	110.6	111.0	113.5	109.9	110.5	111.3	3.6
26	110	111.2	111.3	111.8	111.5	111.4	110.7	111.0	113.6	109.9	110.5	111.3	3.7
28	110	111.3	111.3	111.7	111.3	111.3	110.7	111.1	113.6	110.2	110.5	111.3	3.4
30	110	111.2	111.6	111.8	111.4	111.2	110.6	111.1	113.6	110.2	110.7	111.3	3.4
32	110	111.4	111.5	111.7	111.4	111.4	110.7	111.2	113.6	110.1	110.7	111.4	3.5
34	110	111.3	111.6	111.6	111.4	111.5	110.7	111.0	113.5	110.2	110.7	111.4	3.3
36	110	111.5	111.6	111.5	111.4	111.5	110.8	111.2	113.6	110.1	110.7	111.4	3.5
38	110	111.4	111.6	111.5	111.4	111.5	110.7	111.2	113.7	110.2	110.7	111.4	3.5
40	110	111.3	111.6	111.5	111.4	111.5	110.8	111.2	113.7	110.2	110.7	111.4	3.5
42	110	111.3	111.6	111.5	111.4	111.5	110.7	111.2	113.7	110.2	110.7	111.4	3.5
44	110	111.3	111.6	111.5	111.4	111.5	110.8	111.2	113.7	110.2	110.7	111.4	3.5
46	110	111.3	111.6	111.5	111.4	111.5	110.8	111.1	113.7	110.2	110.6	111.4	3.5
48	110	111.3	111.6	111.5	111.6	111.6	110.8	111.2	113.7	110.2	110.5	111.4	3.5
50	110	111.3	111.4	111.5	111.7	111.6	110.7	111.1	113.6	110.1	110.5	111.4	3.5
52	110	111.3	111.3	111.5	111.8	111.5	110.7	111.1	113.5	110.1	110.5	111.3	3.4
54	110	111.5	111.5	111.6	111.7	111.4	110.6	111.1	113.5	110.1	110.5	111.4	3.4
56	110	111.4	111.4	111.9	111.6	111.6	110.7	111.1	113.6	110.0	110.5	111.3	3.6
58	110	111.3	111.3	111.4	111.6	111.5	110.6	111.1	113.6	110.0	110.3	111.3	3.6
60	110	111.6	111.4	111.3	111.6	111.3	110.6	111.1	113.5	110.0	110.3	111.3	3.5
PROM.		111.3	111.4	111.6	111.5	111.5	110.7	111.1	113.6	110.1	110.5	99.6	
T. MAX		111.6	111.6	111.8	111.8	111.6	110.8	111.2	113.7	110.2	110.7		
T. MIN		111.2	111.3	111.2	111.3	111.2	110.5	111.0	113.4	109.9	110.3		
DTT		0.4	0.3	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.3	0.3	0.4		

Temperatura ambiental promedio : 18.2 °C Magnitud Temperatura de calibración del equipo : 60 min

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	113.7	1.1
Mínima Temperatura Medida	109.9	1.4
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0.6	0.082
Desviación de Temperatura en el Espacio	3.5	1.773
Estabilidad Medida (±)	0.3	0.041
Uniformidad Medida	3.7	1.773

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- T. prom. : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- T. MAX : Temperatura máxima.
- T. MIN : Temperatura mínima.
- DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.

**JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA**  
INGENIERO DE SISTEMAS  
Reg. CIP N° 142408

Calle Valladolid 151 Urb. Mayorazgo II Etapa Ate, Lima Perú  
Teléfonos: (511) 683 0477 / 683 0476 / 975 578787, fpc: 994269669, rpm: # 419090  
E-mail: informesscm@gmail.com



Calibración, Certificación, Validación y Mantenimiento de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

Página: 5 de 7

ANEXO B

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SCM LT-21072901

Observaciones

1. Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.
2. Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.
3. La Uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo. La Estabilidad es considerada igual a  $\pm 12$  máx.

*[Handwritten Signature]*

JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA  
INGENIERO DE SISTEMAS  
Reg. CIP N° 142408

Calle Valladolid 151 Urb. Mayorazgo II Etapa Ate, Lima Peru  
Teléfonos: (511) 683 0477 / 683 0476 / 975 578787, hpc: 994269669, rpm: # 419090  
E-mail: inform@scm@gmail.com





Calibración, Certificación, Validación y Mantenimiento de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

Página: 7 de 7

ANEXO B: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SCM LT-21072901

MEDIO ISOTERMO : HORNO



Foto de distribución de la carga y termopares dentro de camara del Horno.

*[Signature]*

JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA  
INGENIERO DE SISTEMAS  
Reg. CIP N° 142408

Calle Valladolid 151 Urb. Mayorazgo II Etapa Ate, Lima Peru  
Teléfonos: (511) 683 0477 / 683 0476 / 975 578787. hpc: 994269669. rpm: # 419090.  
E-mail: informesscm@gmail.com



Calibración, Certificación  
Validación y Mantenimiento  
de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

Página : 1 de 1

Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia

**CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN**  
**SCM LL-21072304**

Nº DE COTIZACIÓN : 023-SCM-2021

Nº DE O.T. : OT-017-2021

2. DIRECCIÓN : Calle Valladolid 149 - Urb. Mayorazgo II Etapa - Ate

3. EQUIPO CALIBRADO :

Copa Casagrande

Marca : FORNEY Serie : 855 Código : JBO-102-CCG-01

4. PATRONES DE USADOS :

PATRÓN	MARCA	MODELO	NÚMERO DE CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
Termohigrómetro	Traceable	4247	LFP - 284 - 2017	INACAL
Barómetro	Traceable	4247	LFP - 284 - 2017	INACAL
Pie de rey	Ugustools	No Indica	LL - 1182 - 2017	PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

5. PROCEDIMIENTO :

La calibración se realizó tomando como referencia la norma ASTM D 4318 "Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils".

6. RESULTADOS :

La base endurecida cumple con su referencia de rebote.

En la Tabla N° 1 se dan los resultados promedios de la siguiente forma:

Diámetro : 2 mediciones

Altura : 4 mediciones

La calibración está referida a las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura : 24.8 °C

Humedad : 84.6 %

Presión : 983.2 mbar

7. MEDICIONES :

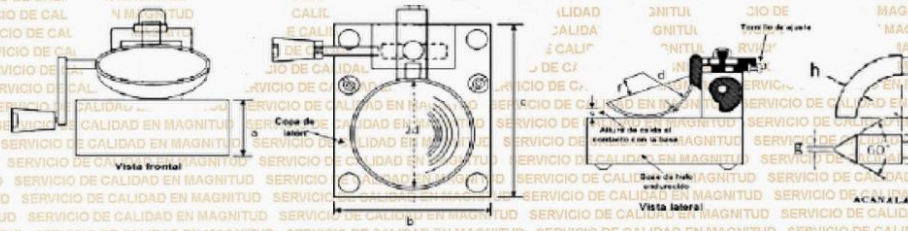


Tabla N°1

COPA CASAGRANDE (mm)		
MEDIDAS	MEDIDAS DE EQUIPO	MEDIDAS DE NORMA
a	50.6	50 ± 2.0
b	125.3	125 ± 2.0
c	150.3	150 ± 2.0
d	46.8	54 ± 0.5
e	10.1	10 ± 0.2
f	20.2	27 ± 0.5
g	2.9	2 ± 0.1
h	10.0	10 ± 0.1
i	12.4	13 ± 0.1

8. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN :

Laboratorio de suelos JBO Ingenieros S.A.C.

Lima, 23 de julio del 2021

9. FECHA DE EMISIÓN :

Lima, 26 de julio del 2021

FIN DE CERTIFICADO



*Julio Roy Estrella Espinoza*

**JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA**  
INGENIERO DE SISTEMAS  
Reg. CIP N° 142408



Calle Valladolid 151 Urb. Mayorazgo II Etapa Ate, Lima Perú  
Teléfonos: (511) 683 0477 / 683 0476 / 975 578787, rnc: 994269669, rpm: # 419090  
E-mail: informesscm@gmail.com



Calibración, Certificación,  
Validación y Mantenimiento  
de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

Página N° 1 de 3

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**SCM LF-21072202**

N° DE COTIZACIÓN : 024-SCM-2021  
N° DE O.T. : OT-018-2021

- 1. SOLICITANTE : JBO INGENIEROS S.A.C.
- 2. DIRECCIÓN : Calle Valladolid 149 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
- 3. EQUIPO CALIBRADO : Prensa de CBR

EQUIPO	INDICADOR	CELDA
MARCA : SOILTEST EVANSTON	MARCA : WEIGHING INDICATOR	MARCA : MAVIN
MODELO : NO INDICA	MODELO : X3A	MODELO : NS4-5T
N° SERIE : SN 410	SERIE : NO INDICA	SERIE : E2900571
ALCANCE : 5 tn	RESOLUCIÓN : 5 kg	CAPACIDAD : 5 tn
CÓDIGO : JBO-001-CBR-01	CÓDIGO : NO INDICA	CÓDIGO : NO INDICA

4. PATRONES DE REFERENCIA :

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	SERIE	CERTIFICADO
Barómetro	Traceable	4247	C122058580	LFP - 284 - 2017
Termohigrómetro				
Celda de Carga	Oap	No Indica	55P4336	INF-LE 190-14B
Indicador Digital	MCC	Safir	SCMF-100TN-001-12	

5. PROCEDIMIENTO :

La verificación se realizó según el Método C de la norma ASTM E4-10.  
El procedimiento consistió en la aplicación de tres series deargas referenciales. En cada serie, para los diferentes valores leídos, se registraron las lecturas del patrón utilizado para la verificación.

6. RESULTADOS :

En la tabla N° 1 se presentan las tres series de verificación obtenidas, la serie promedio, el error absoluto y la repetibilidad.

La calibración está referida a las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura : 19.0 °C Humedad : 84.9 % Presión : 986.0 mbar

7. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN :

Laboratorio de Compactación - JBO INGENIEROS S.A.C.

Lima, 22 de julio de 2021

8. FECHA DE EMISIÓN :

Lima, 24 de julio de 2021



*[Handwritten Signature]*

**JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA**  
INGENIERO DE SISTEMAS  
Reg. CIP N° 142408

Calle Valladolid 151 Urb. Mayorazgo II Etapa Ate, Lima Perú  
Teléfonos: (511) 683 0477 / 683 0476 / 975 578787, hpc: 994269669, rpm: # 419090  
E-mail: inform@scm.com



Calibración, Certificación,  
Validación y Mantenimiento  
de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

Página: 2 de 3

**CERTIFICADO DE CALIBRACION SCM LF-21072202**

Tabla N 1: Prensa de CBR

RESULTADOS DE CALIBRACION										
Lectura de la máquina (kg)	Lectura del patrón (kg)			Fuerza Patrón PROMEDIO (kg)	Fuerza Curva de ajuste (kg)	Errores			U (kg)	
	Serie 1	Serie 2	Serie 3			Ea (%)	b' (%)	b (%)		
500	497	498	500	498	502	0.3	0.6	0.9	-	
750	749	748	747	748	752	0.3	0.3	0.8	13.2	
1000	1000	1003	1003	1002	1001	0.2	0.3	1.0	13.2	
1500	1500	1498	1497	1498	1500	0.1	0.2	0.4	13.2	
2000	1993	1992	1985	1990	1999	0.5	0.4	0.3	13.2	
2500	2492	2492	2487	2490	2498	0.4	0.2	0.4	13.2	
3000	2098	2986	2988	2691	2997	11.5	33.1	38.1	13.2	
3500	3491	3463	3495	3483	3496	0.5	0.9	0.1	13.2	
4000	3978	3979	3975	3977	3995	0.6	0.1	0.3	13.2	
4500	4475	4481	4479	4479	4494	0.5	0.1	0.5	13.2	
5000	4987	4887	4986	4954	4993	0.9	2.0	0.0	13.2	

Donde:

Valor medio: Promedio de las lecturas del patrón en cada valor de verificación.

Ea : Error absoluto de acuerdo a la norma ASTM E4-10

b' : Error de repetibilidad de acuerdo a la norma ASTM E4-10

b : Error de reproducibilidad de acuerdo a la norma ASTM E4-10

U : Incertidumbre con un factor de cobertura de k = 2.

  
**JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA**  
 INGENIERO DE SISTEMAS  
 Reg. CIP N° 142408





Calibración, Certificación,  
Validación y Mantenimiento  
de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

Página 1 de 3

"Año de la lucha contra la Corrupción y la impunidad"

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

SCM LF-19111601

N° DE COTIZACIÓN : 041-SCM-2019  
N° DE O.T. : 072

- SOLICITANTE** : JBO INGENIEROS S.A.C.
- DIRECCIÓN** : Calle Valladolid Nº149 Urb. Mayorazgo II Etapa, Ate
- EQUIPO CALIBRADO** : Prensa de Concreto

EQUIPO		INDICADOR		TRANSDUCTOR	
MARCA	: ELE INTERNATIONAL	MARCA	: ANYLOAD	MARCA	: ZEMIC
MODELO	: NO INDICA	MODELO	: 805TS	MODELO	: YB15
N° SERIE	: 36-0650/06	SERIE	: 3209000410	SERIE	: KZA1736
ALCANCE	: 10 TON	RESOLUCIÓN	: 5 kg	CAPACIDAD	: 70 Mpa
CÓDIGO	: JBO-101-PCO-01	CÓDIGO	: NO INDICA	CÓDIGO	: NO INDICA

**4. PATRON DE REFERENCIA :**

Celda de Carga		Indicador Digital	
Marca	: AEP TRANSDUCERS	Marca	: AEP TRANSDUCERS
Serie	: 906883	Código	: 6365-2012-07
Capacidad	: 100 Tn	Modelo	: MP10
		Carga nominal	: 100 Tn

Certificado de Calibración : INF-LE 190-14A

**5. PROCEDIMIENTO :**

La calibración se realizó según el Método C de la norma ASTM E4-10.  
El procedimiento consistió en la aplicación de tres series de cargas referenciales. En cada serie, para los diferentes valores leídos, se registraron las lecturas del patrón utilizado para la calibración.

**6. RESULTADOS :**

En la tabla N° 1 se presentan las tres series de mediciones obtenidas, la serie promedio, el error absoluto y la repetibilidad.  
La calibración está referida a las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura : 17.5 °C Humedad : 81.3 %

**7. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN :**

Sala de concreto - JBO INGENIEROS S.A.C.  
Lima, 16 de Noviembre de 2019

**8. FECHA DE EMISIÓN :**

Lima, 18 de Noviembre de 2019

*(Firma)*  
JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA  
INGENIERO DE SISTEMAS  
Reg. CIP N° 142408

Calle Valladolid 15° Urb. Mayorazgo II Etapa Ate, Lima Perú  
Teléfonos: (511) 683 0477 / 683 0476 / 975 578787, rpp: 994269669, rpn: # 419090  
E-mail: inform@messcm@gmail.com



Calibración, Certificación,  
validación y Mantenimiento  
de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

Página 2 de 3

"Año de la lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SCM LF-19111601**

**Tabla N° 1: Prensa de Concreto**

Lectura de Indicador (kg)	Lectura del patrón			Fuerza Patrón PROMEDIO (kg)	Fuerza Curva de ajuste (kg)	Errores			U (kg)
	Serie 1	Serie 2	Serie 3			Ea (%)	b' (%)	b (%)	
	10000	10024	10320			10028	10125	10124	
20000	20170	20569	20180	20312	20330	1.5	2.0	1.1	13.2
30000	30400	30798	30336	30515	30536	1.7	1.5	1.2	13.2
40000	40480	40880	40440	40600	40742	1.5	1.1	0.3	13.2
50000	50882	51268	50821	50992	50948	1.9	0.9	0.7	13.2
60000	60989	61512	61043	61188	61154	1.9	0.9	0.8	13.2
70000	71280	71650	71224	71384	71360	1.9	0.6	1.0	13.2
80000	81484	81857	81441	81584	81566	1.9	0.5	0.1	13.2

Donde:

Valor medio: Promedio de las lecturas del patrón en cada valor de verificación.

Ea : Error absoluto de acuerdo a la norma ASTM E4-10

b' : Error de repetibilidad de acuerdo a la norma ASTM E4-10

b: Error de reproducibilidad de acuerdo a la norma ASTM E4-10

U: Incertidumbre con un factor de cobertura de k = 2.

  
**JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA**  
 INGENIERO DE SISTEMAS  
 Reg. CIP N° 142408

Calle Valladolid 15° Urb. Mayorazgo II Etapa Ate, Lima Perú  
 Telefonos: (511) 683 0477 / 683 0476 / 975 576787, rnc: 994269669, rpm: # 419090  
 E-mail: inform@scm@gmail.com



Calibración, Certificación, Validación y Mantenimiento de Equipos de Laboratorio

SERVICIO DE CALIDAD EN MAGNITUD S.A.C.

Página 3 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN SCM LF-19111601

"Año de la lucha contra la Corrupción y la Impunidad"

CURVA CARACTERÍSTICA

$y = 1.0206x - 82.2444$   
 $R^2 = 1.0000$

80000; 81584

70000; 71384

60000; 61188

50000; 50992

40000; 40600

30000; 30515

20000; 20312

10000; 10125

0; 0

CURVA CARACTERÍSTICA

Lineal (CURVA CARACTERÍSTICA)

INDICACIONES DE LA MÁQUINA (kg)

INDICACIONES DEL PATRÓN (kg)

*[Signature]*

JULIO ROY ESTRELLA ESPINOZA  
INGENIERO DE SISTEMAS  
Reg. CIP N° 142408

Calle Valladolid 151 Urb. Mayorazgo II Etapa Ate, Lima Peru  
Teléfonos: (511) 683 0477 / 683 0476 / 975 578787; rrc: 994269669; rpm: # 419090  
E-mail: informesscm@gmail.com

ANEXO E  
PANEL FOTOGRÁFICO

## a) Calicatas realizadas en la vía de estudio



Calicata CT-03 - Km 2+800



Calicata CT-04 - Km 4+700



Calicata CT-09 - Km 15+600

*Nota.* Elaboración propia.

## b) Tamizado de la muestra



*Nota.* Elaboración propia

## c) Ensayo de contenido de humedad



*Nota.* Elaboración propia.

d) Ensayo de Límite Líquido y Límite Plástico



Nota. Elaboración propia

e) Mezcla de materiales y ensayo de Proctor



Nota. Elaboración propia.

f) Curado de los testigos



Nota. Elaboración propia.

g) Ensayo de resistencia a la compresión



Nota. Elaboración propia

h) Humedecimiento secado de las mezclas



Nota. Elaboración propia

ANEXO F

ANÁLISIS DE LOS COSTOS UNITARIOS DEL PROYECTO VIA EVITAMIENTO LA  
OROYA – JUNÍN

## a) Análisis de precios unitarios empleando material propio

S10

Página : 1

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto 1101001 Tesis: Estabilización con Cemento de Suelos Finos procedentes de cortes para uso en terraplenes  
 Subpresupuesto 001 Proyecto Via Evitamiento La Oroya-Junin (Empleando material propio) Fecha presupuesto 20/07/2021

Partida 01.01 Terraplenes con material propio zarandeado

Rendimiento m3/DIA MO. 1,225.0000 EQ. 1,225.0000 Costo unitario directo por : m3 9.03

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0065	24.73	0.16
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0261	17.38	0.45
<b>0.61</b>						
<b>Equipos</b>						
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	dia	1.0000	0.0008	40.00	0.03
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.61	0.02
0301100006	RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	1.0000	0.0065	180.00	1.17
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0065	185.00	1.20
0301500001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240HP	hm	0.5000	0.0033	285.00	0.94
<b>3.36</b>						
<b>Subpartidas</b>						
010303050401	ZARANDEO DE MATERIAL SELECCIONADO	m3		1.0000	4.30	4.30
010304020102	RIEGO - AGUA	m3		0.2000	3.79	0.76
<b>5.06</b>						

Partida 01.02 Terraplenes con material propio chancado

Rendimiento m3/DIA MO. 600.0000 EQ. 600.0000 Costo unitario directo por : m3 11.70

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0133	24.73	0.33
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0400	17.38	0.70
<b>1.02</b>						
<b>Equipos</b>						
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	dia	1.0000	0.0017	40.00	0.07
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.03	0.03
0301100006	RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	1.0000	0.0133	180.00	2.39
0301500001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240HP	hm	1.0000	0.0133	285.00	3.79
<b>6.30</b>						
<b>Subpartidas</b>						
010321010110	SELECCIÓN DE MATERIAL DE CORTE	m3		1.0000	4.38	4.38
<b>4.38</b>						

Partida 01.03 Mejoramiento de Suelos

Rendimiento m3/DIA MO. EQ. Costo unitario directo por : m3 6.38

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Subpartidas</b>						
010321010111	CORTE PARA MEJORAMIENTO	m3		1.0000	2.44	2.44
010321010112	CONFORMACION PARA MEJORAMIENTO	m3		1.0000	3.96	3.96
<b>6.38</b>						

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 1101001 Tesis: Estabilización con Cemento de Suelos Finos procedentes de cortes para uso en terraplenes  
 Subpresupuesto 001 Proyecto Via Evitamiento La Oroya-Junin (Empleando material propio) Fecha presupuesto 20/07/2021

Partida 01.04 Suelos estabilizados con cemento al 5%

Rendimiento m3/DIA MO. 1,500.0000 EQ. 1,500.0000 Costo unitario directo por : m3 51.38

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.1000	0.0059	24.73	0.15
0101010004	OFICIAL	hh	0.1000	0.0005	19.22	0.01
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0213	17.38	0.37
<b>0.53</b>						
<b>Materiales</b>						
02130100010003	CEMENTO (42.5kg)	bol		2.2410	21.50	48.18
<b>48.18</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.53	0.02
0301100006	RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	1.0000	0.0053	180.00	0.95
0301170002	RETROEXCAVADORA	hm	1.0000	0.0053	130.00	0.69
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0053	185.00	0.98
0301220005	CAMION CISTERNA	día	0.3000	0.0002	65.00	0.01
<b>2.65</b>						

Partida 01.05 Suelos estabilizados con cemento al 12%

Rendimiento m3/DIA MO. 1,500.0000 EQ. 1,500.0000 Costo unitario directo por : m3 108.22

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.1000	0.0059	24.73	0.15
0101010004	OFICIAL	hh	0.1000	0.0005	19.22	0.01
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0213	17.38	0.37
<b>0.53</b>						
<b>Materiales</b>						
02130100010003	CEMENTO (42.5kg)	bol		4.8847	21.50	105.02
<b>105.02</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.53	0.02
0301100006	RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	1.0000	0.0053	180.00	0.95
0301170002	RETROEXCAVADORA	hm	1.0000	0.0053	130.00	0.69
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0053	185.00	0.98
0301220005	CAMION CISTERNA	día	0.3000	0.0002	65.00	0.01
<b>2.65</b>						

Partida 01.06 Suelos estabilizados con cemento al 15%

Rendimiento m3/DIA MO. 1,500.0000 EQ. 1,500.0000 Costo unitario directo por : m3 132.19

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.1000	0.0059	24.73	0.15
0101010004	OFICIAL	hh	0.1000	0.0005	19.22	0.01
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0213	17.38	0.37
<b>0.53</b>						
<b>Materiales</b>						
02130100010003	CEMENTO (42.5kg)	bol		6.0000	21.50	129.00
<b>129.00</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.53	0.02
0301100006	RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	1.0000	0.0053	180.00	0.95
0301170002	RETROEXCAVADORA	hm	1.0000	0.0053	130.00	0.69
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0053	185.00	0.98
0301220005	CAMION CISTERNA	día	0.3000	0.0002	65.00	0.01
<b>2.65</b>						

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto	1101001 Tesis: Estabilización con Cemento de Suelos Finos procedentes de cortes para uso en terraplenes			Fecha presupuesto	20/07/2021		
Subpresupuesto	001 Proyecto Via Evitamiento La Oroya-Junin (Empleando material propio)						
Partida	01.07 Suelos estabilizados con cemento al 16%						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m3			135.94
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010002	CAPATAZ	hh	1.1000	0.0059	24.73	0.15	
0101010004	OFICIAL	hh	0.1000	0.0005	19.22	0.01	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0213	17.38	0.37	
<b>0.53</b>							
<b>Materiales</b>							
02130100010003	CEMENTO (42.5kg)	bol		6.1741	21.50	132.74	
<b>132.74</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.53	0.02	
0301100006	RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	1.0000	0.0053	180.00	0.95	
0301170002	RETROEXCAVADORA	hm	1.0000	0.0053	130.00	0.69	
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0053	185.00	0.98	
0301220005	CAMION CISTERNA	día	0.3000	0.0002	65.00	0.01	
<b>2.65</b>							
Partida	01.08 Transporte de materiales entre 120m y 1000m						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 392.3185	EQ. 392.3185	Costo unitario directo por : m3			6.46
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0204	17.38	0.35	
<b>0.35</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.35	0.01	
0301160001	CARGADOR FRONTAL	hm	0.6854	0.0140	200.00	2.80	
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0204	162.00	3.30	
<b>6.11</b>							
Partida	01.09 Transporte de materiales a mas de 1000m						
Rendimiento	km3/DIA	MO. 850.7600	EQ. 850.7600	Costo unitario directo por : km3			1.52
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Equipos</b>							
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0094	162.00	1.52	
<b>1.52</b>							





## b) Análisis de precios unitarios empleando material de préstamo

S10

Página : 1

**Análisis de precios unitarios**

Presupuesto	1101001	Tesis: Estabilización con Cemento de Suelos Finos procedentes de cortes para uso en terraplenes			Fecha presupuesto	20/07/2021	
Subpresupuesto	002	Proyecto Vía Evitamiento La Oroya-Junin (Empleando material de cantera)					
Partida	<b>02.01</b>	<b>TERRAPLENES CON MATERIAL DE CANTERA</b>					
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 1,048.0000</b>	<b>EQ. 1,048.0000</b>	Costo unitario directo por : m3		<b>4.43</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0076	24.73	0.19	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0153	17.38	0.27	
						<b>0.45</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	dia	1.0000	0.0010	40.00	0.04	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.46	0.01	
0301100006	RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	1.0000	0.0076	180.00	1.37	
03012000010001	MOTONIVELADORA 130 - 135 HP	hm	1.0000	0.0076	185.00	1.41	
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)	hm	0.1000	0.0008	65.00	0.05	
0301500001	TRACTOR DE ORUGAS DE 190-240HP	hm	0.5000	0.0038	285.00	1.08	
						<b>3.98</b>	
Partida	<b>02.02</b>	<b>MATERIAL DE CANTERA</b>					
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 356.0000</b>	<b>EQ. 356.0000</b>	Costo unitario directo por : m3		<b>7.09</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0225	19.22	0.43	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0449	17.38	0.78	
						<b>1.21</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.21	0.04	
03011700010001	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	hm	1.0000	0.0225	260.00	5.85	
						<b>5.88</b>	
Partida	<b>02.03</b>	<b>TRANSPORTE DE MATERIALES ENTRE 120M A 1000M</b>					
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 472.3502</b>	<b>EQ. 472.3502</b>	Costo unitario directo por : m3		<b>5.12</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0169	17.38	0.29	
						<b>0.29</b>	
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.29	0.01	
0301160001	CARGADOR FRONTAL	hm	0.6131	0.0104	200.00	2.08	
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0169	162.00	2.74	
						<b>4.83</b>	
Partida	<b>02.04</b>	<b>TRANSPORTE DE MATERIALES A MAS DE 1000M</b>					
Rendimiento	<b>km3/DIA</b>	<b>MO. 865.5600</b>	<b>EQ. 865.5600</b>	Costo unitario directo por : km3		<b>1.50</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Equipos</b>						
03012200040001	CAMION VOLQUETE DE 15 m3	hm	1.0000	0.0092	162.00	1.50	
						<b>1.50</b>	

Nota. Elaboración propia.

ANEXO G

INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

✓ Valoración del Experto Sánchez Guando, Juan Sergio



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
Facultad de Ingeniería Civil  
Formato de Validación por Expertos



### INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del informante (Experto): SÁNCHEZ GUANDO, JUAN SERGIO
- 1.2. Grado Académico: INGENIERO
- 1.3. Profesión: INGENIERO CIVIL
- 1.4. Institución donde labora: IBO INGENIEROS S.A.C
- 1.5. Cargo que desempeña: GERENTE TÉCNICO
- 1.6 Denominación del Instrumento:

- A. Parámetros para la caracterización física de los materiales (Fichas Técnicas N° 1, 2 y 3).  
B. Parámetros para la caracterización mecánica de los materiales (Fichas Técnicas N° 4, 5, 6 y 7).  
C. Resumen de resultados obtenidos de la evaluación económica (Fichas Técnicas N° 8, 9 y 10).

1.7. Autor del instrumento: **Geraldine Daleska Sulca Huamani**

#### II. VALIDACIÓN

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	EVALUACIÓN				
		Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.				X	
OBJETIVIDAD	Están expresados en datos medibles u observables.					X
CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.					X
COHERENCIA	Existe relación del contenido con los indicadores de la variable.					X
PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.				X	
SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento.					X
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>					8	20
<b>SUMATORIA TOTAL</b>		<b>28</b>				



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
Facultad de Ingeniería Civil  
Formato de Validación por Expertos



### III. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN

#### 3.1. Puntuación

Rango	Descripción	Puntaje
0 - 6	-	0,2
6 - 12	No válido, reformular	0,4
12 - 18	No válido, modificar	0,6
18 - 24	Válido, mejorar	0,8
24 - 30	Válido, aplicar	1,0

3.2. Valoración total cuantitativa:.....1,0.....

3.3. Observaciones: LOS INSTRUMENTOS PRESENTADOS TIENEN INDICADORES  
QUE CALIFICAN ENTRE "BUENO" Y "MUY BUENO", POR LO QUE  
CONSIDERO PUEDEN EMPLEARSE EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN.

Lima, 20 de OCTUBRE del 2021.

Firma

JUAN SERGIO SANCHEZ GUANDO  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 59781

✓ Valoración del Experto Moreno Flores, Marco Antonio



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
Facultad de Ingeniería Civil  
Formato de Validación por Expertos



INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del informante (Experto): MORENO FLORES MARCO ANTONIO
- 1.2. Grado Académico: INGENIERO
- 1.3. Profesión: INGENIERO CIVIL
- 1.4. Institución donde labora: JBO INGENIEROS S.A.C.
- 1.5. Cargo que desempeña: JEFE DE LABORATORIO
- 1.6 Denominación del Instrumento:
- A. Parámetros para la caracterización física de los materiales (Fichas Técnicas N° 1, 2 y 3).  
B. Parámetros para la caracterización mecánica de los materiales (Fichas Técnicas N° 4, 5, 6 y 7).  
C. Resumen de resultados obtenidos de la evaluación económica (Fichas Técnicas N° 8, 9 y 10).
- 1.7. Autor del instrumento: Geraldine Daleska Sulca Huamán

II. VALIDACIÓN

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	EVALUACIÓN				
		Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.				X	
OBJETIVIDAD	Están expresados en datos medibles u observables.					X
CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.				X	
COHERENCIA	Existe relación del contenido con los indicadores de la variable.					X
PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.					X
SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento.				X	
SUMATORIA PARCIAL					12	15
SUMATORIA TOTAL		27				



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
Facultad de Ingeniería Civil  
Formato de Validación por Expertos



### III. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN

#### 3.1. Puntuación

Rango	Descripción	Puntaje
0 - 6	-	0,2
6 - 12	No válido, reformular	0,4
12 - 18	No válido, modificar	0,6
18 - 24	Válido, mejorar	0,8
24 - 30	Válido, aplicar	1,0

3.2. Valoración total cuantitativa: 1.0

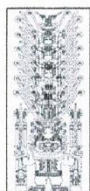
3.3. Observaciones: Muy buen trabajo, recomiendo presentar la investigación en congresos de la especialidad de Geotecnia y Pavimentos.

Lima, 18 de OCTUBRE del 2021.

  
Firma

  
MARCO ANTONIO  
MORENO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 176318

## ✓ Valoración del Experto Malásquez Díaz, Orlando Franco



**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**Formato de Validación por Expertos**



**INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y nombres del informante (Experto): *Malásquez Díaz Orlando Franco*
- 1.2. Grado Académico: *Maestría en Ciencias (M.Sc.) en Ingeniería Civil*
- 1.3. Profesión: *Ingeniero Civil*
- 1.4. Institución donde labora: *Telmo Ingenieros S.A.C.*
- 1.5. Cargo que desempeña: *Asistente de Ingeniero Geotécnico*
- 1.6. Denominación del Instrumento:
- A. Parámetros para la caracterización física de los materiales (Fichas Técnicas N° 1, 2 y 3).
- B. Parámetros para la caracterización mecánica de los materiales (Fichas Técnicas N° 4, 5, 6 y 7).
- C. Resumen de resultados obtenidos de la evaluación económica (Fichas Técnicas N° 8, 9 y 10).
- 1.7. Autor del instrumento: **Geraldine Daleska Sulca Huamani**

**II. VALIDACIÓN**

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	EVALUACIÓN				
		Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.					X
OBJETIVIDAD	Están expresados en datos medibles u observables.					X
CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.					X
COHERENCIA	Existe relación del contenido con los indicadores de la variable.					X
PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.					X
SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento.				X	
<b>SUMATORIA PARCIAL</b>					4	25
<b>SUMATORIA TOTAL</b>		29				



**UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL**  
**Facultad de Ingeniería Civil**  
**Formato de Validación por Expertos**



### III. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN

#### 3.1. Puntuación

Rango	Descripción	Puntaje
0 - 6	-	0,2
6 - 12	No válido, reformular	0,4
12 - 18	No válido, modificar	0,6
18 - 24	Válido, mejorar	0,8
24 - 30	Válido, aplicar	1,0

3.2. Valoración total cuantitativa:.....1,0.....

3.3. Observaciones: *Excelente creación y aplicación de instrumentos de investigación. Los resultados de la tesis son coherentes y relevantes. Sugiero que sean publicados en revistas o congresos internacionales.*

Lima, .....19 de octubre del 2021.

Firma

-----  
**ORLANDO FRANCO**  
**MALASQUEZ DIAZ**  
**INGENIERO CIVIL**  
**Reg. CIP N° 227019**

✓ Valoración de la Experto Gutiérrez Rosales, Jessica Milagros



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
Facultad de Ingeniería Civil  
Formato de Validación por Expertos



### INFORME DE OPINIÓN DE EXPERTOS DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres del informante (Experto): Gutiérrez Rosales, Jessica Milagros
- 1.2. Grado Académico: Ingeniero
- 1.3. Profesión: Ingeniera Civil
- 1.4. Institución donde labora: JBO Ingenieras S.A.C.
- 1.5. Cargo que desempeña: Ingeniera de gabinete
- 1.6. Denominación del Instrumento:
- A. Parámetros para la caracterización física de los materiales (Fichas Técnicas N° 1, 2 y 3).  
B. Parámetros para la caracterización mecánica de los materiales (Fichas Técnicas N° 4, 5, 6 y 7).  
C. Resumen de resultados obtenidos de la evaluación económica (Fichas Técnicas N° 8, 9 y 10).
- 1.7. Autor del instrumento: Geraldine Daleska Sulca Huamani

#### II. VALIDACIÓN

INDICADORES DE EVALUACIÓN DEL INSTRUMENTO	CRITERIOS Sobre los ítems del instrumento	EVALUACIÓN				
		Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
		1	2	3	4	5
CLARIDAD	Están formulados con lenguaje apropiado que facilita su comprensión.				X	
OBJETIVIDAD	Están expresados en datos medibles u observables.				X	
CONSISTENCIA	Existe una organización lógica en los contenidos y relación con la teoría.					X
COHERENCIA	Existe relación del contenido con los indicadores de la variable.				X	
PERTINENCIA	Las categorías de respuestas y sus valores son apropiados.					X
SUFICIENCIA	Son suficientes la cantidad y calidad de ítems presentados en el instrumento.					X
SUMATORIA PARCIAL					12	15
SUMATORIA TOTAL		27				



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL  
Facultad de Ingeniería Civil  
Formato de Validación por Expertos



### III. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN

#### 3.1. Puntuación

Rango	Descripción	Puntaje
0 - 6	-	0,2
6 - 12	No válido, reformular	0,4
12 - 18	No válido, modificar	0,6
18 - 24	Válido, mejorar	0,8
24 - 30	Válido, aplicar	1,0

3.2. Valoración total cuantitativa:.....1,0.....

3.3. Observaciones: las fichas técnicas son validas para lograr los  
objetivos en esta investigación ya que miden apropiadamente las  
dimensiones de las variables en cuestión

Lima, 15 de octubre del 2021.

Firma

JESSICA MILAGROS  
GUTIERREZ ROSALES  
Ingeniera Civil  
CIP N° 256121