



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el Algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Perez Villanueva, Irving Anthony ([ORCID: 0000-0003-3449-6369](https://orcid.org/0000-0003-3449-6369))

**ASESOR:**

Dr. Muñiz Paucarmayta, Abel Alberto ([ORCID: 0000-0002-1968-9122](https://orcid.org/0000-0002-1968-9122))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

Esta tesis se la dedico a mis padres, Sara Villanueva Medina y Ever Perez Chonate, y también a mi hermano Enrique Perez Villanueva, por ser mi apoyo principal para lograr mi meta como persona y como futuro profesional, por todos sus sacrificios, por ende, he logrado llegar hasta aquí, así mismo, por ser mi fuerza para seguir luchando por mis metas tan anheladas y por ser mi principal motivación para culminar nuestro proyecto.

## **Agradecimiento**

La presente investigación se agradece a Dios por ser guía y compañero en el transcurso de nuestras vidas, brindándonos paciencia y sabiduría para culminar con éxito nuestras metas propuestas.

A mis padres, hermanos y amigos quienes son mi gran motivo, por el amor y confianza que me han demostrado hacia mí, a lo largo de mi vida universitaria. Agradezco a nuestro asesor de tesis Dr. Abel Muñoz Paucarmayta quien con su experiencia, conocimiento y motivación nos orientó en la investigación. Agradecemos a la universidad Cesar Vallejo por habernos aceptado ser parte de su institución y permitirnos realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento educativo.

## Índice de contenidos

Caratula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>6</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>18</b>
3.1 Tipo y Diseño de investigación .....	18
3.2 Variable, Operacionalización .....	19
3.3 Población, muestra y muestreo .....	20
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5 Procedimientos.....	22
3.6 Método de análisis de datos .....	24
3.7 Aspectos éticos.....	29
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>30</b>
<b>V. DISCUSIÓN .....</b>	<b>43</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>46</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>48</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>49</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>52</b>

## Índice de tablas

Tabla 2.1	Categorías de Subrasantes .....	13
Tabla 2.2	Módulo Resiliente obtenido por correlación con CBR.....	14
Tabla 2.3	Identificación del número de calicatas .....	17
Tabla 3.1	Tabla de rangos de Validez .....	21
Tabla 3.2	Tabla de Validadores.....	22
Tabla 3.3	Tabla de confiabilidad.....	22
Tabla 3.4	Ubicación de puntos de estudio.....	24
Tabla 3.5	Clasificación del suelo natural .....	25
Tabla 3.6	Propiedades Físicas y mecánicas del Suelo natural (SN) .....	25
Tabla 3.7	Proctor modificado del suelo natural + 3% de escoria de acero.....	26
Tabla 3.8	Proctor modificado del suelo natural + 6% de escoria de acero.....	26
Tabla 3.9	Proctor modificado del suelo natural + 12% de escoria de acero.....	27
Tabla 3.10	Californian Bearing Ratio del suelo natural + 3% de escoria de acero.....	27
Tabla 3.11	Californian Bearing Ratio del suelo natural + 6% de escoria de acero.....	27
Tabla 3.12	Californian Bearing Ratio del suelo natural + 12% de escoria de acero.....	28
Tabla 3.13	Módulo de resiliencia agregando porcentajes de escoria de acero (Valores promedio) .....	28
Tabla 3.14	Limites de Atterberg + 3% de escoria de acero .....	28
Tabla 3.15	Limites de Atterberg + 6% de escoria de acero .....	29
Tabla 3.16	Limites de Atterberg + 12% de escoria de acero .....	29

Tabla 4.1	Máxima densidad seca adicionando escoria de acero (Valores promedios).....	32
Tabla 4.2	Californian Bearing Ratio adicionando escoria de acero (Valores promedios).....	33
Tabla 4.3	Módulo de resiliencia adicionando escoria de acero (Valores promedio).....	34
Tabla 4.4	Límites de Atterberg adicionando escoria de acero (Valores promedio).....	36
Tabla 4.5	Resumen de resultados adicionando escoria de acero .....	37
Tabla 4.6	Pruebas de normalidad para la Máxima densidad Seca.....	38
Tabla 4.7	Prueba de Anova para la Máxima Densidad Seca .....	39
Tabla 4.8	Pruebas de normalidad para CBR (Californian Bearing Ratio).....	39
Tabla 4.9	Prueba de Anova para CBR (Californian Bearing Ratio) .....	40
Tabla 4.10	Pruebas de normalidad para Módulo de Resiliencia.....	40
Tabla 4.11	Prueba de Anova para Módulo de Resiliencia.....	41

## Índice de figuras

Figura 1.1	Carretera ingreso a la Urb. El Algarrobal.....	2
Figura 1.2	Escoria de Acero .....	2
Figura 2.1	Muestra de escoria de acero .....	10
Figura 2.2	Porcentaje de escoria utilizada en diferentes proyectos.....	11
Figura 2.3	Aspecto de la planta de procesamiento de escoria de acero .	15
Figura 2.4	Aspecto de la planta de procesamiento de escoria de acero .	16
Figura 2.5	Esquema procesamiento de escoria de acero.....	16
Figura 3.1	Escoria de Acero .....	23
Figura 3.2	Recolección de escoria de acero.....	23
Figura 3.3	Calicata 1 km 0+00.....	23
Figura 3.4	Calicata 2 km 0+300.....	23
Figura 3.5	Calicata 3 km 0+600.....	23
Figura 3.6	Muestras en el laboratorio .....	25
Figura 3.7	Clasificación de suelos .....	25
Figura 4.1	Mapa Político del Perú.....	30
Figura 4.2	Mapa Político de Moquegua .....	30
Figura 4.3	Mapa de la provincia de Ilo.....	31
Figura 4.4	Mapa del distrito de Ilo.....	31
Figura 4.5	Ensayo Proctor Modificado adicionando Escoria de Acero ..	32
Figura 4.6	Punzonamiento para el ensayo Proctor Modificado.....	32
Figura 4.7	Variación de la máxima densidad seca adicionando escoria de acero.....	32
Figura 4.8	Ensayo Californian Bearing Ratio adicionando Escoria de Acero.....	33
Figura 4.9	Punzonamiento con pistón para el Ensayo de Californian Bearing Ratio.....	33
Figura 4.10	Variación de la capacidad portante adicionando escoria de acero.....	34
Figura 4.11	Variación de Módulo de resiliencia adicionando escoria de acero.....	35
Figura 4.12	Ensayo de Limites de Atterberg.....	35
Figura 4.13	Secado de muestras en horno.....	35

Figura 4.14 Variación del índice de plasticidad adicionando escoria de acero.....	36
Figura 4.15 Categorías de subrasante .....	37

## Resumen

La presente investigación titula: Estabilización de Subrasantes Blandas con Escoria de Acero en Caminos Vecinales, Carretera Ingreso Urbanización el Algarrobal, Ilo, Moquegua 2021, tiene por objetivo estabilizar las subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021. Como metodología se aplicó el método cuantitativo, se utilizó tipo aplicada, con nivel descriptivo y diseño experimental, la técnica fue de observación directa e instrumento fueron fichas de observación, como población se utilizó la Carretera ingreso urbanización el algarrobal, en la ciudad de Ilo con una longitud de 1000 metros, la muestra estará delimitada desde el km 0+00 hasta el kilómetro 0+600, con muestreo probabilístico y sub tipo intencional. Los resultados fueron: que en el presente proyecto de investigación el suelo presenta una mejor estabilización agregando 12% de escoria de acero teniendo como resultados una máxima densidad seca que varía desde 2.031 gr/cm<sup>3</sup>, 2.059 gr/cm<sup>3</sup> y 2.146 gr/cm<sup>3</sup>, un CBR (Californian Bearing Ratio) promedio a una compactación de 95% con escoria de acero que varía desde 13.417%, 19.617% y 28.743%, un módulo de resiliencia promedio con la adición de escoria de acero varia desde 13461.190 psi, 17166.076 psi y 21920.713 psi y un índice de plasticidad de 0%, 0% y 0% para adiciones de escoria de acero de 3%, 6%, 12% respectivamente.

**Palabras clave:** Estabilización, Subrasantes blandas, escoria de acero, caminos vecinales, acero

## Abstract

The present investigation entitled: Stabilization of Soft Subgrades with Steel Slag on Neighborhood Roads, El Algarrobal Urbanization Entrance Highway, Ilo, Moquegua 2021, aims to stabilize soft subgrades with the addition of steel slag on neighborhood roads, the Algarrobal urbanization entrance highway. Algarrobal, Ilo, Moquegua 2021. As a methodology, the quantitative method was applied, an applied type was used, with a descriptive level and experimental design, the technique was direct observation and the instrument was observation sheets, as population, the Algarrobal Urbanization Entrance Highway was used in the city of Ilo with a length of 1000 meters, the sample will be delimited from km 0+00 to km 0+600, with probabilistic sampling and intentional sub-type. The results were: that in the present research project the soil presents a better stabilization by adding 12% of steel slag, resulting in a maximum dry density that varies from 2,031 gr/cm<sup>3</sup>, 2,059 gr/cm<sup>3</sup> and 2,146 gr/cm<sup>3</sup>, a Average CBR (Californian Bearing Ratio) at 95% compaction with the addition of steel slag ranging from 13.417%, 19.617% and 28.743%, an average modulus of resilience with the addition of steel slag ranging from 13461.190 psi, 17166.076 psi and 21920.713 psi and a plasticity index of 0%, 0% and 0% for steel slag additions of 3%, 6%, 12% respectively.

**Keywords:** Stabilization, soft soils, steel slag, neighborhood roads, steel.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha evidenciado el gran interés por la utilización de diversos materiales con el fin de generar un cambio positivo a nuestro medio ambiente, utilizando así los residuos o recurso naturales para mejorar las características y propiedades del suelo.

A nivel internacional, Ospina (2020) con respecto a las subrasantes en Colombia, se caracteriza por la composición de suelos blandos, causando un espesor superior a lo empleado en las estructuras de pavimento. Es decir, si la sub- rasante progresa en sus características mecánicas, tales como: compresión, flexión y cortante; se reducirá el espesor de la estructura de pavimento. Por ende, un importante mérito es la optimización de medios técnicos, financieros, como también ambientales muy a parte de la estructura de pavimento a efectuar. Mientras que la subrasante mejore entonces las propiedades mecánicas acrecentarán. Es importante tener en cuenta que la subrasante está compuesta por suelos en fase natural o con cierta añadidura para su perfeccionamiento (1).

A nivel nacional, el Ministerio de transporte y comunicaciones (2014), nos dice que en el Perú existen suelos con las condiciones y características muy desfavorables. Es preciso resaltar que, los suelos que cumplan con las bajas características y condiciones, se denominarán suelos malos y por consiguiente deben estabilizarse para acrecentar la resistencia, mejorar su comprensibilidad, asentamientos y estabilidad volumétrica (2).

En el departamento de Moquegua, existen diferentes vías de comunicación, las cuales se consideran muy importantes, pese a esto, las vías no se encuentran en formas favorables, necesitando una mejora constante y un tratamiento continuo. Se vienen realizando desde años anteriores proyectos viales que no cumplen con la normatividad vigente, dentro de ello, se realizan estudios y se verifica que no cumplen con los parámetros y especificaciones, además de no mejorar dichos suelos por no presentar una buena resistencia a las sollicitaciones de carga que transitarán en ella. En la provincia de Ilo, viene sucediendo de igual forma, se tiene

la necesidad de mejorar las vías de las diferentes zonas pobladas que se conectan entre sí, al encontrarse en muy mal estado e intransitables, siendo estas los principales medios de comunicación y desarrollo de toda la población en general. La carretera Ingreso Urbanización el Algarrobal Ilo – Moquegua, se consideró como objeto de estudio en esta investigación, planteando así el desarrollo de un procedimiento el cual será experimental, donde se pretenderá adicionar escoria de acero a un suelo de subrasante, en los porcentajes indicados, y así ver el comportamiento en su estado natural frente al estado que tendrá con la adición de dicho residuo, con el fin de hallar el porcentaje que mejore las propiedades y resistencia del suelo.



*Figura 1.1 Carretera ingreso a la Urb. El Algarrobal*



*Figura 1.2 Escoria de Acero*

Es por ello que, se plantea los siguientes problemas, como general ¿Cuánto se estabiliza las subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021?, como específicos: ¿Cuál es la variación de la máxima densidad seca para estabilizar las subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021?; ¿Cuál es la variación de la máxima capacidad portante para estabilizar las subrasantes blandas con escoria en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021?; ¿Cuál es la variación del módulo de resiliencia para estabilizar subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización

el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021? y ¿Cuál es la variación de la plasticidad para estabilizar subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021?

La justificación de la investigación busca proporcionar información acerca de la factibilidad de emplear residuos de acero, ya que estos son desechables en gran cantidad sin considerar la consecuencia que produce ello en el medio ambiente, por ende, se busca utilizar la escoria como aditivo para emplear en la estabilización de suelos no solo arcillosos, sino que, en otros tipos de suelos. Enseguida la justificación teórica donde se estudiará a mayor precisión las variables de la presente investigación, relacionada a los residuos metálicos de la incorporación en los suelos, esto permitirá mejorar la estabilidad del suelo, la investigación aflora del requisito por mejorar la calidad del suelo incorporando escoria de acero para darle uso óptimo a estos residuos, además de evaluar las propiedades que genera el suelo. Continuando tenemos la justificación práctica que es emplear la escoria de acero como elemento para mejorar la estabilización de subrasantes con tal fin de optimizar las propiedades físicas y mecánicas, aplicando ensayos de acuerdo a la norma técnica peruana especificado en el RNE E.050. Del mismo modo la justificación metodológica es que la investigación nace la necesidad de poner en práctica residuos metálicos (añadidos) al estabilizar los suelos para mejorar la resistencia requerida, en la investigación se designan otros estudios que utilizan metodologías similares, éstas se pueden incorporar la parte analítica, equipamientos y evaluaciones. De igual forma, la justificación social aporta de manera significativa en mantener en mejores condiciones las subrasantes, mejorando sus características y así tener un mejor suelo que se adapte a las condiciones requeridas para los usuarios y con ello mejorarles la calidad de vida. Asimismo, la justificación científica nace en la necesidad de poner en práctica residuos metálicos al añadir al estabilizar los suelos para mejorar la resistencia requerida. Además, la justificación económica es que en la actualidad la reutilización de la escoria se puede aplicar como materiales estabilizadores en subrasantes, mejorando las propiedades mecánicas y físicas, existe grandes cantidades de escoria de acero en desuso y su fácil acceso hace que sea económico el empleo de ellas. De igual manera la justificación ambiental se plantea

que la escoria de acero es un producto contaminante, atenta contra la salud humana, debido a que sus componentes no son degradables en corto tiempo, con el empleo de la escoria de acero se pretende darles un segundo uso como materia prima, en este caso como estabilizador del suelo.

En la investigación se designan otros estudios que utilizan metodologías similares, éstas se pueden incorporar la parte analítica, equipamientos y evaluaciones. Para la investigación, busca proporcionar información relevante para los avances tecnológicos en la estabilización de diferentes características de suelos, además se utilizarán laboratorios para obtener excelentes resultados. En cuanto a lo económico, con el uso de la escoria de acero se busca reducir el costo de estabilización, empleando menos elementos en el diseño de estabilizar, ya que los desechos de acero son residuos de industrias metálicas, el cual tiene un costo económico mínimo; y en lo social busca utilizar el desperdicio de acero para la estabilidad del suelo, desecho que puede prevenir 2 factores importantes, ambiental y económico. Por lo que es una medida de seguridad que los desechos metálicos sean reutilizables y así colaborar a que no haya contaminación, es por eso que pueden ser materiales aceptables, en el lado económico esta investigación podría ayudar en la reducción de costos para proyectos viales y más.

Dentro de los objetivos planteados primero se indicara el objetivo general: Estabilizar las subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021, como objetivos específicos tenemos: Evaluar la variación de la máxima densidad seca para estabilizar subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021; calcular la variación de la capacidad portante para estabilizar las subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021; estimar la variación del módulo de resiliencia para estabilizar las subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021 y evaluar la variación de la plasticidad para estabilizar subrasantes blandas con escoria de

acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.

Una vez planteadas los problemas y objetivos, se realiza las hipótesis, de las cuales como general tenemos: Las subrasantes blandas con escoria de acero se estabilizan significativamente, en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021, y como específicos tenemos: La estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero mejora la máxima densidad seca en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021; la estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero aumenta la capacidad portante en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021; la estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero mejora el módulo de resiliencia en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021 y la estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero disminuye la plasticidad en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional, Hernández et al. (2016) analizó los progresos que trae el suelo arcilloso cuando se emplea la cal como componente estabilizador. Del mismo modo será utilizado como subrasante de pavimentos rigurosos. Se utilizó la metodología AASHTO y concluyeron que usar la cal como gestor estabilizador de una arcilla plástica que beneficia en la disminución del costo del proyecto y también la explotación de bancos (3). Asimismo, Guamán (2016) analizó el procedimiento de un suelo arcilloso con cal o cloruro de sodio en la estancia de laboratorio. En la metodología se emplearon investigaciones de tipo bibliográfica, de campo, de laboratorio y de nivel descriptiva, experimental y explicativa, considerando una población que está delimitada al suelo arcilloso. Concluyó que el estabilizado y el cloruro de sodio sus porcentajes oscilan entre 2.5% y 7.5% y actúa de la mejor manera usando la cal (4). Seguidamente, Ramos y Lozano (2019) estudiaron las propiedades físicas y mecánicas de los suelos de subrasante mediante el uso de aditivos alternativos (como cenizas de carbón) y aditivos convencionales (como la cal). El método se basa en investigaciones de laboratorio a nivel experimental, teniendo en cuenta la población limitada a la arcilla. En los resultados obtenidos se puede observar que existe una gran diferencia entre la muestra que contiene cal y la muestra que contiene cenizas. Todo esto se debe a que la muestra que contiene cenizas requiere entre un 15% y un 19% menos de agua que la muestra que contiene cal., la densidad de diferentes concentraciones no cambia mucho (5). También Olaya (2021) revisó el uso de materiales de recuperación de recursos secundarios en Colombia para mejorar arcillas complejas. El método correspondiente a este estudio es cualitativo, teniendo en cuenta la población con arcilla. Concluyó que la implementación de residuos de construcción redujo el índice de plasticidad, así como el índice de expansión, mejoró la compactación, aumentó la resistencia y permitió más resistencia a la estructura. Esto sucedió de la misma manera, considerando la diferencia en geotextiles con porcentajes de mejora (6). De igual forma, Huancoillo (2017), en su tesis titulada: “Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané – Chupa – Puno”, fijó como objetivos: Analizar las características mecánicas del suelo arcilloso con el incremento de

ceniza volante y cal, aplicando una metodología: Se desarrollaron los ensayos de humedad natural, granulometría, límites de Atterberg, proctor modificado y (CBR). Se adicionaron cenizas volantes (CV) y cal (C) de la siguiente manera: 10 % (5 % CV + 5 % C), 20 % (15 % CV + 5 % C) y 30 % (25 % CV + 5 % C). Se obtuvieron los siguientes resultados: El suelo natural es una arena arcillosa, al adicionar 10 % (5 % CV + 5 % C) la plasticidad se redujo de 12.44 a 4.28, el MDS disminuyó de un 2.092 gr/cm<sup>3</sup> a un 1.837 gr/cm<sup>3</sup>, la humedad óptima disminuyó de 10.45 % a un 10.12 %, el CBR al 100 % incrementó de un 20 % a un 103 %. Finalmente, fija como conclusión: Se recomienda el uso de estos dos materiales estabilizantes por que hace posible transformar un suelo con características desfavorables en un suelo rígido cómodo de utilizar y compactar (7).

A nivel nacional, Mantilla (2019) evaluó el impacto de agregar Metal Shot a la subrasante de la carretera Tocache en las propiedades de la arcilla. La metodología respeta el método científico y adopta métodos cuantitativos, tipos de aplicación y niveles de interpretación. La población es la carretera Tocache. Concluye que empleando las proporciones en estudio con 90% suelos y 10% granalla se obtuvo una MDS del ensayo Proctor modificado de 1.927 con un OCH de 11.2%, en este 61 caso el óptimo contenido de humedad se reduce volviendo al origen del suelo natural generando esta vez un aumento ya considerable en la MDS (8). Seguidamente, Ocupa y Troyes (2021) evaluó el efecto de agregar escoria de acero a la subcapa de la carretera Puente Blanco-Chunchoquillo Colasai. El método utilizado fue un diseño descriptivo, experimental y demográfico de la extensión de 23 km Puente Blanco - Chunchoquillo. Concluyeron que para obtener CBR era necesario realizar una prueba Proctor modificada en muestras de Calicata en el estado normal C01 y C-02 y en estas mismas muestras con la adición de 3%, 6% y 12% de escoria de acero. La mejor tasa de adición es 12% de escoria sólida en el suelo en su estado natural (9). Asimismo, FIGUEROA y MAMANI (2019) propusieron un diseño decidido a base de escoria negra como material alternativo, obtenido de la planta de CAASA, y comprobar que dicho diseño se encuentre dentro de los parámetros requeridos por la norma E0.50 del R.N.E. y manuales del MTC. Concluyeron que la escoria negra no presenta la cantidad necesaria de finaos en su granulometría para componer un afirmado tipo 1, por tal motivo es necesario

agregar un 10% de material fino del total y se determinó que el material no presenta límite líquido ni límite plástico (10). De igual manera, TORRES (2019) obtuvo la proporción óptima de escoria de cobre para estabilizar la arcilla cohesiva para su uso como relleno de pavimentos. Se concluye que, con la estabilización de la escoria de cobre, la proporción de arena en la mezcla aumenta debido a que el diámetro de sus partículas es mayor que el de las partículas finas en la arcilla y reduce la expansión del suelo cohesivo en 3.9% al 2.1% cuando 40 escorias se agregan (11). Del mismo modo, Huayapa y Villacaqui (2021) analizó el rendimiento de estabilización de suelo arcilloso utilizando 6% y 9% de residuos de PVC reciclado y 4% de cal en Huanchac Concluyeron que al agregar 9% de cloruro de polivinilo residual y 4% de cal, la lechada logró sedimentar, logrando un 95% de soporte 18.63%, y una densidad seca de 2.01 t / m<sup>3</sup> con humedad, siendo el óptimo 5.34% y una reducción en el índice de plasticidad (I.P) de 37.82% a 24.73%, de la misma manera se puede reducir la expansión de 0.206% a 0.142% (12). Seguidamente.

Como artículos científicos tenemos a Ospina et al. (2020) evaluaron el procesamiento de las mezclas de arcilla al agregar escoria de acero, en comparación con los estándares de calidad para cimentación de carreteras. Los resultados mostraron que la escoria de acero actúa en los materiales de unión, reduciendo la ductilidad hasta en un 0% y aumentando el valor de la relación de carga de California, CBR, a 378,92%. Concluyeron que la escoria de acero actúa en los materiales aglutinantes, reduciendo la ductilidad hasta en un 0% y aumentando el valor CBR al 378,92% (1). Asimismo, Leiva et al. (2017) evaluaron la actividad de la escoria blanca utilizada como estabilizador químico de arcilla y así evaluaron su usabilidad en obras viales en comparación con las mejoras de los estabilizadores convencionales. Concluyeron que el uso de escoria blanca en aplicaciones de construcción de carreteras proporcionaría una alternativa para la reutilización sostenible y podría reducir significativamente la cantidad de material innecesario almacenado en los centros de recolección (13). Seguidamente Alarcón et al. (2020) encontraron una alternativa en la construcción de carreteras para reemplazar los materiales tradicionales utilizados para capas granulares y / o mejorar el contrapiso de la estructura del pavimento. Concluyeron demostrando que

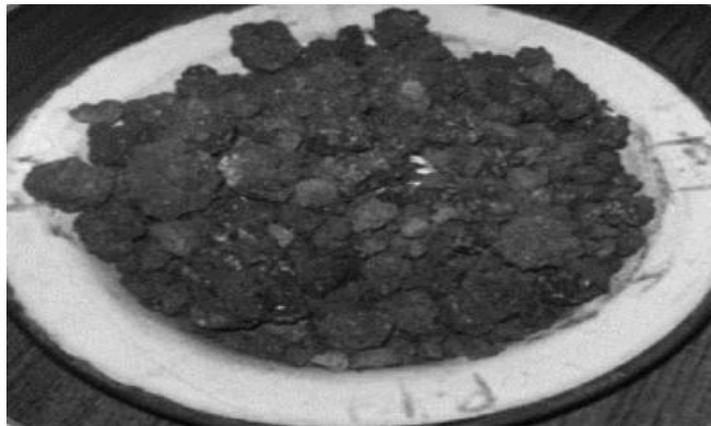
la relación de lechada óptima para estabilizar materiales granulares, del tipo reivindicado, es del 6%, ya que el módulo de elasticidad se incrementó en un 40% para el calentamiento elástico de tejidos de materiales granulares sin tratar, con un tiempo de endurecimiento de 7 días (14).

Como artículos en otro idioma tenemos a Onyelowe et al. (2019) que enfatizó en la necesidad de hacer uso de las tecnologías emergentes de geo materiales y enfoques ecológicos para lograr una estabilización del suelo de base biológica en este campo. Concluyeron que suelos arcillosos limosos y lateríticos que se toman prestados para la construcción de pavimentos para lograr la formación de la subrasante o el nivel terminado deben estabilizarse o modificarse para mejorar sus propiedades mecánicas, geofísicas y geotécnicas (15). Además, Mokhtari y Kalantar (2017) mostraron los métodos de instalación, diseño y modos de falla de columnas de piedra. Concluyeron que las columnas de piedra se han utilizado con éxito para soportar zapatas aisladas, grandes Cimentaciones de balsa y terraplén, además, se ha encontrado que su uso en arcillas blandas proporciona incrementos moderados en la capacidad de carga acompañados de una reducción significativa en el asentamiento (16). De igual manera, Anak y Awg Ismail (2018) obtuvo las propiedades geotécnicas de cenizas volantes para su manejo en la estabilidad de suelos blandos. Concluyeron que la resistencia al cizallamiento observada de las mezclas de muestras curadas durante 7 días disminuyó cuando la cantidad de cenizas volantes gobernaba el 80% del peso total de la mezcla, además de eso, el 60% de las cenizas volantes en peso y la mezcla de arcilla dieron el valor más alto de esfuerzo axial ejercido. Asumiendo que las cenizas volantes por sí solas no son un material muy resistente (17).

En cuanto a variables tenemos:

**Variable independiente:** Escoria de acero, según Rondón et al (2017), nos dice que, la escoria de hierro y acero que es generada como subproducto del proceso de fabricación de hierro y acero se pueden categorizar también en escoria de alto horno. Desde hace tiempo las escorias de acerería fueron catalogadas como un desperdicio de la producción del acero, pero gracias a sus varios usos y utilidades en obras civiles, han sido denominadas ahora como un subproducto de la industria siderúrgica (18). Así mismo Leiva et al. (2017) afirma que, al emplear este material,

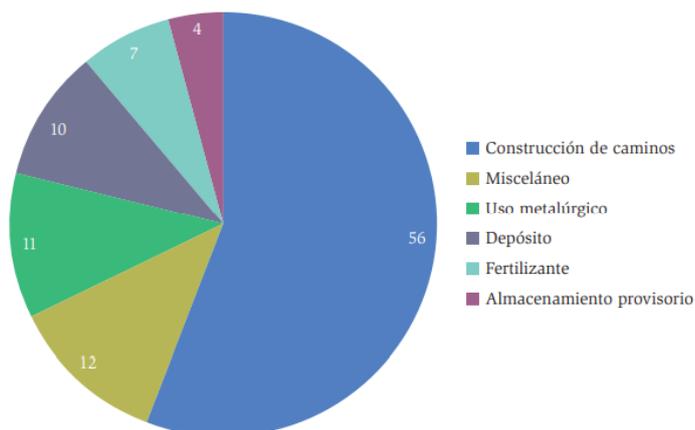
se propone un llamado a la conciencia y un compromiso, en referencia al cuidado del medioambiente, con el objetivo de evitar la escasez de recursos naturales manteniendo nuestro entorno y reduciendo los niveles de contaminación. A su vez al utilizar la escoria, traería beneficios económicos a las empresas por la implementación de nuevos mercados, nuevos puestos de investigación y trabajo (13). Las dimensiones de la variable son: Dosificación (Porcentaje de adición al 3%, 6%, 12%), Peso específico (Peso, Volumen, Densidad), Granulometría (Tamaños de partículas y muestra)



*Figura 2.1* Muestra de escoria de acero

Fuente: Rondón et al (18).

El origen de la escoria de acero se produce en un BOF (Horno de oxígeno básico) y en un EAF (Horno de arco eléctrico). Se producen en cantidades del 10% al 15% y del 15% al 20% en peso de la producción de acero, respectivamente. El oxígeno primario se produce soplando oxígeno en hierro fundido, que se mezcla con corrientes adicionales y chatarra de acero reciclada. Proceso de refinado del hierro disolviéndolo en un líquido como piedra caliza o dolomita en condiciones oxidantes. Las impurezas de hierro, como el carbono y el silicio, se oxidan o combinan químicamente con la escoria. Los hornos de arco eléctrico se construyen durante la producción de aceros más especializados y, por lo general, contienen una mayor proporción de hierro y niveles más bajos de magnesio y óxido de calcio que la escoria que se encuentra en los hornos de oxígeno básico (18).



*Figura 2.2* Porcentaje de escoria utilizada en diferentes proyectos  
Fuente: Madías (19).

Según Najarro (2018), la escoria de acero es el residuo más importante del proceso de fabricación de acero y su uso principal es la producción de materiales de construcción, aunque en muchos casos todavía termina en vertederos sin ser utilizada. En estas escorias, las de refino suponen 20-30 kg / t de acero. (20).

Enseguida se mostrarán las dimensiones de esta variable:

**Dimensión 1:** Dosificación, Determina la porción o cantidad de insumos para ser empleados en una mezcla y obtener resultados previstos.

La dosificación planteada que será materia de estudio en esta presente investigación figura de la siguiente manera: 3% de EA; 6% EA y 12% EA; donde EA es escoria de acero

**Dimensión 2:** Peso específico, NTP 339.131 (1999) Denominado también peso específico relativo de un tipo de material dado, es el peso unitario dividido entre el peso unitario del agua. El valor obtenido se usa mayormente para predecir el peso unitario del suelo y poder realizar el análisis de hidrómetro y también nos ayudara en el cálculo de relación de vacíos del suelo (21). las dimensiones de la variable son: Dosificación (Porcentaje de adición al 3%, 6%, 12%), Peso específico (Peso, Volumen, Densidad), Granulometría (Tamaños de partículas y muestra)

$$Y_s = \frac{W_s}{W_s + W_{fw} - W_{fws}} \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Ws: Peso de la muestra (Seca)

Wfw: Peso de la fiola más el agua

Wfws: Peso de la fiola, suelo y agua

**Dimensión 3:** Granulometría, NTP 339.128 (1999) Es la descripción cuantitativa de la distribución de los tamaños de partículas que componen unos tipos de suelo (22).

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido en el tamiz} \times 100}{\text{Peso total}} \quad (\text{Ec. 2.2})$$

También tenemos como variable:

**Variable dependiente:** Estabilización de subrasantes blandas: Según el Instituto de la construcción y gerencia (2015), dice que la estabilización del suelo se define como la mejora de las propiedades físicas del suelo mediante procesos mecánicos y una combinación de productos químicos, naturales o sintéticos. Dicha fijación se suele realizar en suelos con subsuelo pobre o insuficiente, suelos blandos, suelos calcáreos y diversos productos (23). Asimismo, Azilah et al. (2018) afirman que “la estabilización del suelo reduce significativamente la exposición del suelo a sus contaminantes la cual vendría siendo una técnica correctiva, es muy eficaz y se puede determinar al ver si la disponibilidad ambiental de un contaminante después del tratamiento disminuye (24).

Enseguida se mostrarán las dimensiones de esta variable:

**Dimensión 1:** Máxima densidad seca (Proctor Modificado): MTC E115 (2016): “Es la relación entre el peso unitario y el contenido de agua del suelo (25).

**Dimensión 2:** Capacidad portante: la capacidad que tiene el terreno para poder soportar las cargas ejercidas sobre él. La capacidad portante es la mayor presión del contacto entre el terreno y la cimentación, para que este no produzca fallos por cortante del suelo.

**Relación de soporte de California (CBR):** MTC E132 (2016): “Es la determinación del índice de resistencia que se usa para obtener la capacidad de soporte de suelos de subrasante y de otras capas” (25).

En la siguiente tabla se muestra las categorías de la Sub rasantes de acuerdo con su CBR

Tabla 2.1 *Categorías de Subrasantes*

Categorías de Sub rasante	CBR
S <sub>0</sub> : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S <sub>1</sub> : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S <sub>2</sub> : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S <sub>3</sub> : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S <sub>4</sub> : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S <sub>5</sub> : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: MTC (2).

**Dimensión 3:** Módulo de Resiliencia: MTC (2013) El Módulo de Resiliencia (MR) es una medida de la rigidez del suelo de sub rasante (26).

El Módulo de Resiliencia (MR) es una medida de la rigidez del suelo de subrasante, el cual para estimar se empleará la ecuación que correlaciona con el CBR

$$Mr \text{ (psi)} = 2555 \times CBR^{0.64} \quad (\text{Ec. 2.3})$$

Mr: Módulo de Resiliencia

CBR: Californian Bearing Ratio

Tabla 2.2 *Módulo Resiliente obtenido por correlación con CBR*

CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M <sub>r</sub> ) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M <sub>r</sub> ) (MPA)	CBR% SUB RASANTE	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M <sub>r</sub> ) (PSI)	MÓDULO RESILIENTE SUB RASANTE (M <sub>r</sub> ) (MPA)
6	8,043.00	55.45	19	16,819.00	115.96
7	8,877.00	61.20	20	17,380.00	119.83
8	9,669.00	66.67	21	17,931.00	123.63
9	10,426.00	71.88	22	18,473.00	127.37
10	11,153.00	76.90	23	19,006.00	131.04
11	11,854.00	81.73	24	19,531.00	134.66
12	12,533.00	86.41	25	20,048.00	138.23
13	13,192.00	90.96	26	20,558.00	141.74
14	13,833.00	95.38	27	21,060.00	145.20
15	14,457.00	99.68	28	21,556.00	148.62
16	15,067.00	103.88	29	22,046.00	152.00
17	15,663.00	107.99	30	22,529.00	155.33
18	16,247.00	112.02			

Fuente: MTC (2)

**Dimensión 4: Plasticidad:** NTP 339.129 (1999): “Es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico (27).

Asimismo, el MTC (2014), nos dice que es una propiedad de la estabilidad que nos representan los suelos hasta cierto límite de humedad sin separarse, por tanto, su plasticidad depende, de todos sus elementos finos mas no de los elementos gruesos (2). Solo los límites de Atterberg permiten apreciar esta característica.

$$IP = LL - LP \quad (\text{Ec. 1.3})$$

Fuente: MTC (2)

IP: Índice de Plasticidad

LL: Limite liquido

LP: Limite Plástico

**Limites de Atterberg:** Los Límites de Atterberg muestra comportamiento del suelo con relación al contenido de humedad, donde se definen los limites en sus tres estados de consistencia de acuerdo a su humedad y en consecuencia a ello puede presentarse un suelo: solido, plástico o líquido.

Según Caballero (2016), Se determinan los suelos, que cuentan con consideraciones diferentes, considerando el clima predominante y el tiempo que se

necesita para el desarrollo de los suelos, considerando así los tipos de suelos en sus diferentes temperaturas (27).

**Escoria utilizada en construcción:** La escoria utilizada en la construcción de carreteras con requisitos de calidad de agregado más bajos (como revestimientos antiadherentes en calles y estacionamientos) competirá con otros productos industriales. Existe la necesidad de desarrollar nuevos procesos y mercados para que ya no se utilicen como agregados sino como ingredientes activos capaces de lograr propiedades (coherentes) de puzolánico. El potencial de la escoria de acero aún no se ha explotado por completo.



*Figura 2.3* Aspecto de la planta de procesamiento de escoria de acero  
Fuente: Madías (19).

La escoria de acero como subproducto se crea en el punto de fusión cuando buscamos refinar el metal. Es una mezcla de óxidos metálicos producidos; Sin embargo, también puede contener mezclas de sulfuros metálicos y átomos metálicos. Aunque la escoria o chatarra de acero se utiliza comúnmente como mecanismo de eliminación de desechos en la fundición de metales, tiene otras funciones, como controlar la temperatura durante la fundición, reducir la pérdida de calor y reoxigenación. El grupo de todos los compuestos que se eliminarán se denomina escoria.



Figura 2.4 Aspecto de la planta de procesamiento de escoria de acero

Fuente: Madías (19).

Como podemos observar el acero nuevamente nos demuestra su poder de reciclar y reutilizar hasta el último de sus elementos.

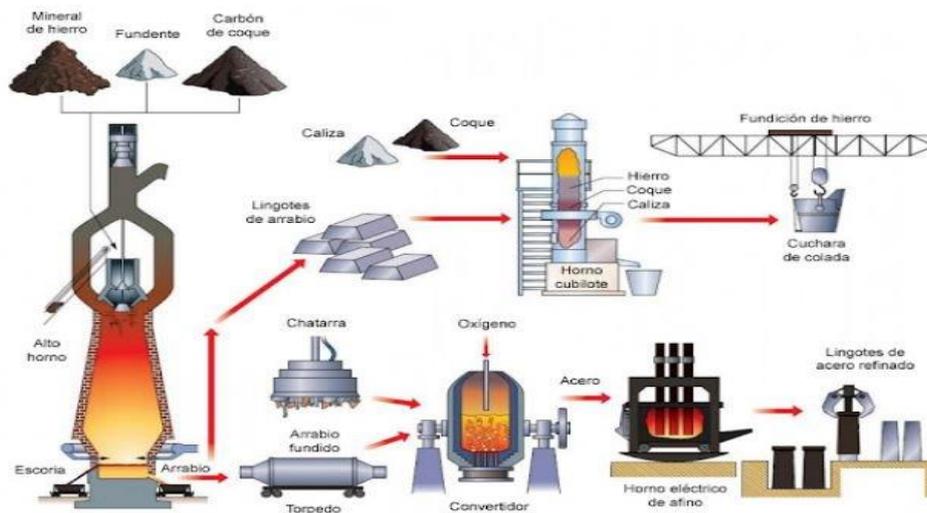


Figura 2.5 Esquema procesamiento de escoria de acero

Fuente: Laminas y aceros (28).

**Subrasante:** según la MEF (2015) La subrasante es la superficie acabada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), donde posa la estructura de pavimento o afirmado. La subrasante es donde va posado la estructura del pavimento y es una parte del prisma de la carretera, que se construye entre el terreno natural allanado o explanada y la estructura del pavimento (29). las

dimensiones de la variable son: Máxima densidad seca, Capacidad portante, Módulo de resiliencia, Plasticidad.

**Caracterización de la sub rasante:** Según la MTC (2014), Con el objetivo de clasificar las características físico-mecánicas de los materiales de la sub rasante se realizara la ejecución de calicatas con una profundidad de 1.5m como mínimo; la cantidad de calicatas estará definida según la tabla 2.2 (2)

Tabla 2.3 *Identificación del número de calicatas*

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 calicatas x km</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 calicata x km</li> </ul>	

Fuente: MTC (2).

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1 Tipo y Diseño de investigación**

##### **Tipo de investigación**

Según Ñaupas et al. (2018), Las investigaciones aplicadas, son basadas en los resultados de las investigaciones denominadas básicas y que tienen como objetivo resolver problemas en la sociedad para su mejoramiento (30), en la presente investigación se darán a conocer los efectos que puede ocasionar la estabilización con el empleo de escoria de acero en subrasantes blandas. Por consiguiente, el tipo de investigación empleado será tipo aplicada.

##### **Enfoque de investigación**

Para Hernández y Mendoza (2018), el enfoque cuantitativo, está vinculado con números, procesos numéricos, recolección y el análisis de datos, en la actualidad, incorpora alternativas grupales con el propósito de adquirir hipótesis verdaderas (31), la presente investigación ayuda a comprobar las razones planteadas al principio del estudio y aumentar los conocimientos previos a la investigación, por lo cual, el enfoque de la presente investigación será de enfoque cuantitativo.

##### **El diseño de la investigación**

Según Palella et al. (2012), el diseño experimental es aquel según el cual el investigador manipula una variable experimental no comprobada, bajo condiciones estrictamente controladas (32), en la presente investigación se determinarán los cambios físicos y mecánicos que ocasiona al añadir la escoria de acero en la estabilización de subrasantes blandas en diferentes proporciones, por estas consideraciones, el diseño de investigación es experimental.

##### **El nivel de la investigación**

Para SÁNCHEZ et al. (2018), el nivel descriptivo busca especificar características, propiedades importantes de cualquier fenómeno que se estudie y muestra explícitamente tendencias de una población o grupo. Es explicativo por que pretende establecer las causas del fenómeno que se evalúa, como los efectos que genera la variable independiente sobre la variable dependiente” (33), en la presente

investigación se caracterizará la subrasante blanda para ver como mejora sus características empleando la escoria de acero en diversas proporciones, por lo tanto, el nivel de la investigación será descriptivo–explicativo.

### **3.2 Variable, Operacionalización**

**Variable independiente:** Escoria de acero

**Definición conceptual:**

Según Pino (2010) es aquella que se modifica a voluntad del experimentador para ver si las modificaciones realizadas provocan cambios en las otras variables, como en la variable dependiente (34).

**Definición operacional:**

La escoria de acero se operacionaliza mediante sus dimensiones: Dosificación (Porcentaje de adición al 3%, 6%, 12%), Peso específico (Peso, Volumen, Densidad), Granulometría (Tamaños de partículas y muestra)

**Variable dependiente:** Estabilización de subrasantes blandas

**Definición conceptual:**

Según Palella et al. (2012) nos dice que, representa el efecto o resultado que se produce por la variable independiente (32).

**Definición Operacional:**

La Estabilización de Subrasantes Blandas se operacionaliza mediante sus dimensiones: Máxima densidad seca (Peso, Volumen, Muestras), Capacidad portante (Características del suelo, Zonificación, Máxima presión), Módulo de resiliencia (Energía, Tamaño de espécimen, Magnitud de esfuerzo aplicado), Plasticidad (Limite líquido, Limite plástico, Índice de plasticidad).

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

#### **Población**

Según Ñaupas et al. (2018), dice que el total de las unidades es la población, que cuenta con las propiedades que se requieren para considerarse como tales. Las siguientes unidades, podrán ser personas, objetos u otros (30). En la presente investigación se define la población por la carretera ingreso urbanización el algarrobal en la ciudad de Ilo con una longitud de 1.00 km.

#### **Muestra**

Para Gallardo (2018), La muestra es partes representativas y finitas que se extraen de los fenómenos de la población o variables, a partir de la población cuantificada para una investigación, se determina la muestra (35). En la presente investigación la muestra estará definida desde la progresiva 0+00 hasta la progresiva 0+600.

#### **Muestreo**

Para Arias (2021), en el muestreo no probabilístico, la selección de unidades no se basa en la probabilidad, sino en razones relacionadas con las características, involucra la selección de las unidades que serán observadas de acuerdo al criterio escogido por el investigador (36), la presente investigación tomara las muestras de suelo de acuerdo a sus características físicas, realizando la incorporación de escoria de acero con las diferentes dosificaciones, por lo tanto, la siguiente investigación tiene un muestreo no probabilístico.

#### **Unidad de análisis**

Según Hernández et al. (2018) los participantes, objetos de los cuales se plantea el estudio son llamados las unidades de análisis (31), En la siguiente investigación se planteará el estudio de este suelo de subrasante agregando escoria de acero, por lo tanto, el material de estudio de la presente investigación es el suelo de la subrasante.

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

#### **Técnica:** Observación directa

Según Bernal (2010), la observación directa es la técnica utilizada por el investigador para obtener la información directa y confiable, facilitando su comprensión (37), en la presente investigación se llevara a cabo la recolección de datos, objetivamente a las características generales que se pueden observar en el lugar de estudio, teniendo que realizar los aspectos más relevantes que pueden influenciar en el procesamiento futuro de los resultados, por lo cual se utilizará la técnica de la observación directa, porque es una técnica básica e inicial.

#### **Instrumentos de recolección de datos:** Ficha de observación

Para Baena (2018), Los instrumentos son considerado como apoyo de la técnica con la finalidad de que cumpla con su propósito, estos instrumentos nos permitirán anotar las situaciones observadas durante la investigación (38), esta investigación utilizó las fichas de observación como instrumentos de recolección de datos, también se realizara 3 calicatas para su recolección de muestras según el MTC (2014) y certificados de ensayos de calidad.

#### **Validez**

Para Arias (2021), es la expresión auténtica que representa una variable en cuanto se concierne a su medición (36), en la tabla siguiente se muestra los rangos de validez

Tabla 3.1 *Tabla de rangos de Validez*

Rangos de Validez	Interpretación
0.53 a menos	Validez Nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy Valida
0.72 a 0.99	Excelente Validez
1	Validez Perfecta

Fuente: Sánchez (40)

El instrumento de investigación se sometió a un juicio de expertos, cuyo resultado se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 3.2 *Tabla de Validadores*

N°	Grado Académico	Nombres y Apellidos	CIP	VALIDEZ
1	Ingeniero	Paul Leoniths Quispe Quispe	263992	1
2	Ingeniero	Erik Ángel Condori Calluari	270624	1
3	Ingeniero	Alexs Sander Mamani Quispe	165836	1

Fuente: Elaboración Propia

La tabla 3.2 muestra el resultado de la prueba de validez del juicio de expertos cuyo promedio es de 1, según la tabla 3.1 se interpreta como confiabilidad perfecta.

### **Confiabilidad de los instrumentos**

Según Sánchez (2018), esto implicaría las cualidades de exactitud, consistencia y estabilidad, tanto de los datos, instrumentos y las técnicas de investigación. Al igual que la validez, la confiabilidad puede ser entendida en relación con el error, pues a mayor confiabilidad, menor error (34). En la presente investigación se representa la confiabilidad de los instrumentos, con la calibración de los equipos empleados en los ensayos de laboratorio y la certificación de los mismos, con el fin de garantizar los resultados conseguidos en los ensayos sean los más exactos posibles.

Tabla 3.3 *Tabla de confiabilidad*

Rango	Confiabilidad
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta

Fuente: Sánchez (40)

### **3.5 Procedimiento**

El proyecto de investigación iniciara recolectando la escoria de acero, realizando también la excavación de 3 calicatas para extraer muestras y así estudiarlas en el laboratorio de suelos.

### 3.5.1 Estudios Previos

#### 3.5.1.1 Estudio de Campo

Se inspecciono el lugar donde se recolectó la escoria de acero obteniendo muestras considerables para su estudio por el método del cuarteo.



*Figura 3.1* Escoria de Acero



*Figura 3.2* Recolección de escoria de acero

#### 3.5.1.2 Estudio de exploración de Suelos



*Figura 3.3* Calicata 1 km 0+00



*Figura 3.4* Calicata 2 km 0+300



*Figura 3.5* Calicata 3 km 0+600

En los 1000 metros de la carretera de estudio según el manual de carreteras se optó por seleccionar las zonas más afectadas ubicándose en 3 puntos detallados en la siguiente tabla.

Tabla 3.4 *Ubicación de puntos de estudio*

DESCRIPCIÓN	PROGRESIVA	COORDENADAS	PROFUNDIDAD	NORMATIVA
C1	0+00	N:8047464.615 E:255334 Z:211.948	1.50	
C2	0+300	N:8047584.730 E:255637.408 Z:223.789	1.50	NORMA CE.010
C3	0+600	N:8047716.926 E:255895.949 Z:231.770	1.50	

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.1.3 Estudios de laboratorio

Se realizaron los ensayos correspondientes a las muestras de suelo recolectadas en las calicatas de acuerdo a la norma del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)

Ensayos de Granulometría	: ASTM D-422, NTP 339.128 (Ver anexo 21)
Contenido de Humedad	: ASTM D-2216, NTP 339.127 (ver anexo 25)
Ensayo Límites de Atterberg	: ASTM D-4318, NTP 339.129 (ver anexo 27)
Ensayo de Proctor modificado	: ASTM D-1557, AASHTO T-180 (ver anexo 25)
Ensayo C.B.R.	: ASTM D-1883, MTC E-132 (ver anexo 25)
Módulo de Resiliencia	: MTC (2013) (ver anexo 26)

### 3.6 Método de análisis de datos

Los puntos de investigación son 03 calicatas según el Manual de Carreteras Suelos Geología Geotecnia y Pavimentos (2014), se llevaron las muestras al laboratorio.



*Figura 3.6* Muestras en el laboratorio



*Figura 3.7* Clasificación de suelos

Se muestran los resultados de las características del suelo en la siguiente tabla según el Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos LGSM SAC.

*Tabla 3.5 Clasificación del suelo natural*

DESCRIPCION	C-1	C-2	C-3
Clasificación Sucs	SP-SM Arenas mal graduadas con presencia de limos	SP-SM Arenas mal graduadas con presencia de limos	SP-SM Arenas mal graduadas con presencia de limos
Clasificación Aashto	A-1-b	A-1-b	A-1-b

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.5 se muestra la clasificación del suelo natural elaboradas siguiendo las normas ASTM-D2487 (S.U.C.S) y ASTM-D3282 (AASHTO). según el Laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimentos LGSM SAC.

*Tabla 3.6 Propiedades Físicas y mecánicas del Suelo natural (SN)*

DESCRIPCION	C-1	C-2	C-3
Contenido de Humedad	1.955	2.053	1.801
Limite líquido	N.P	N.P	N.P
Limite plástico	N.P	N.P	N.P
Índice de Plasticidad	N.P	N.P	N.P
% Optimo contenido de humedad	8.28	8.12	7.92
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.976	1.966	1.967

CBR al 100%	12.76	14.93	12.52
CBR AL 95%	9.77	11.78	9.8
Módulo de Resiliencia (PSI)	14655	17670	14700

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3.6 se muestra las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural.

### 3.6.1 Evaluación de la variación de la máxima densidad seca para estabilizar las subrasantes blandas con escoria de acero

Se logro evaluar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad con el ensayo de Proctor modificado de acuerdo con la norma ASTM D-1557 adicionando escoria de acero en los porcentajes de 3%, 6% y 12 % el cual se realizó en el laboratorio de suelos.

#### Ensayo de Proctor modificado para el suelo natural + escoria de acero

Tabla 3.7 *Proctor modificado del suelo natural + 3% de escoria de acero*

DESCRIPCION	C-1 + 3%	C-2 + 3%	C-3 + 3%	PROMEDIO
Máxima densidad seca (g/cm3)	2.021	2.034	2.038	2.031
Optimo contenido de humedad %	8	8.39	8.34	8.243

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 3.7 se muestra los resultados del ensayo Proctor modificado agregando 3% de escoria de acero

Tabla 3.8 *Proctor modificado del suelo natural + 6% de escoria de acero*

DESCRIPCION	C-1 + 6%	C-2 + 6%	C-3 + 6%	PROMEDIO
Máxima densidad seca (g/cm3)	2.061	2.057	2.059	2.059
Optimo contenido de humedad %	7.91	8.35	8.28	8.18

Fuente: Resultados de laboratorio

En la tabla 3.8 se muestra los resultados del ensayo Proctor modificado agregando 6% de escoria de acero.

Tabla 3.9 *Proctor modificado del suelo natural + 12% de escoria de acero*

DESCRIPCION	C-1 + 12%	C-2 + 12%	C-3+12%	PROMEDIO
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.143	2.146	2.15	2.15
Optimo contenido de humedad %	7.70	7.83	8	7.78

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 3.9 se muestra los resultados del ensayo Proctor modificado agregando 12% de escoria de acero.

### 3.6.2 Cálculo de la variación de la capacidad portante para estabilizar las subrasantes blandas con escoria de acero

Para calcular la capacidad portante se empleó el ensayo de Californian Bearing Ratio (CBR), evaluando al suelo natural + la escoria de acero como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 3.10 *Californian Bearing Ratio del suelo natural + 3% de escoria de acero*

DESCRIPCION	C-1 + 3%	C-2 + 3%	C-3 + 3%	PROMEDIO
CBR al 100% de la MDS (%)	17.78	16.21	17.21	17.07
CBR al 95% de la MDS (%)	14.55	12.36	13.34	13.42

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 3.10 se muestra los resultados del CBR agregando 3% de escoria de acero.

Tabla 3.11 *Californian Bearing Ratio del suelo natural + 6% de escoria de acero*

DESCRIPCION	C-1 + 6%	C-2 + 6%	C-3 + 6%	PROMEDIO
CBR al 100% de la MDS (%)	25.32	28.45	25.32	26.36
CBR al 95% de la MDS (%)	19	19.2	20.65	19.62

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 3.11 se muestra los resultados del CBR agregando 6% de escoria de acero.

Tabla 3.12 *Californian Bearing Ratio del suelo natural + 12% de escoria de acero*

DESCRIPCION	C-1 + 12%	C-2 + 12%	C-3 + 12%	PROMEDIO
CBR al 100% de la MDS	33.14	33.57	35.7	34.14
CBR al 95% de la MDS	27.5	29.15	29.58	28.74

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 3.12 se muestra los resultados del CBR agregando 12% de escoria de acero.

### 3.6.3 Estimación de la variación del módulo de resiliencia para estabilizar las subrasantes blandas con escoria de acero

Para estimar el módulo de resiliencia se utilizará resultados de la capacidad de soporte (CBR), utilizando la ecuación 2.3.

Tabla 3.13 *Módulo de resiliencia agregando porcentajes de escoria de acero (Valores promedio)*

Muestras	CBR %	Módulo de resiliencia (Mr.) psi
Suelo natural	10.45	11471.635
Suelo natural + 3% de EA	13.417	13461.190
Suelo natural + 6% de EA	19.617	17166.076
Suelo natural + 12% de EA	28.743	21920.713

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.4 Determinación de la variación de la plasticidad para estabilizar las subrasantes blandas con escoria de acero

Se realizó el ensayo de límites de Atterberg siguiendo la norma (ASTM D-4318, NTP 339.129) en las 3 muestras + la adición de escoria de acero en sus diferentes porcentajes para determinar la plasticidad del suelo.

Tabla 3.14 *Límites de Atterberg + 3% de escoria de acero*

DESCRIPCION	C-1 + 3%	C-2 + 3%	C-3 + 3%	PROMEDIO
Límite líquido	0	0	0	0
Límite plástico	0	0	0	0
Índice de Plasticidad	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 3.13 se muestra los resultados del ensayo de límites de Atterberg en las 3 muestras agregando 3% de escoria de acero

Tabla 3.15 *Límites de Atterberg + 6% de escoria de acero*

DESCRIPCION	C-1 + 6%	C-2 + 6%	C-3 + 6%	PROMEDIO
Límite líquido	0	0	0	0
Límite plástico	0	0	0	0
Índice de Plasticidad	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 3.14 se muestra los resultados del ensayo de límites de Atterberg en las 3 muestras agregando 3% de escoria de acero

Tabla 3.16 *Límites de Atterberg + 12% de escoria de acero*

DESCRIPCION	C-1 + 12%	C-2 + 12%	C-3 + 12%	PROMEDIO
Límite líquido	0	0	0	0
Límite plástico	0	0	0	0
Índice de Plasticidad	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 3.15 se muestra los resultados del ensayo de límites de Atterberg en las 3 muestras agregando 3% de escoria de acero

### 3.7 Aspectos éticos

El objeto de estudio de la ética es la moral. La persona encargada de la investigación está apta para asumir la autenticidad de los resultados sin cambiar información alguna para ser evaluada y calculada posteriormente; se cuenta con la presencia de un profesional calificado para la supervisión de la investigación (34).

Según Colegio de Ingenieros del Perú (2018), Basándose del Artículo 18, que hace mención que todo ingeniero debe respetar cada ley vigente, disposición y ordenanzas relacionadas a su carrera profesional, buscando que se lleve a cabo actividades ejercidas con honradez (40).

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Descripción de la zona de estudio

La zona de estudio fue la carretera ingreso a la urbanización el algarrobal en la provincia de Ilo departamento de Moquegua que presenta el punto inicial en N:8047464.615 E:255334.160 Z:211.948 y termina en N:8047959.996 E:256171.310 Z:231.630. La carretera ingreso a la urbanización el algarrobal en la provincia de Ilo departamento de Moquegua presenta 1000 metros lineales de estudio, con un sector transversal de 6.5 m en promedio, suelo no pavimentado y predominantemente areno limoso.

### Ubicación política

El presente estudio se realizó en la carretera ingreso urbanización el algarrobal, en un tramo perteneciente al distrito de Ilo, Provincia de Ilo, departamento de Moquegua.



*Figura 4.1* Mapa Político del Perú



*Figura 4.2* Mapa Político de Moquegua

## Ubicación del proyecto



Figura 4.3 Mapa de la provincia de Ilo



Figura 4.4 Mapa del distrito de Ilo

## Limites

**Norte** : Con la provincia de Mariscal Nieto

**Sur** : Con el océano Pacífico

**Este** : Con la provincia de Jorge Basadre (Tacna)

**Oeste** : Con la provincia de Islay (Arequipa)

## Ubicación geográfica

El distrito de Ilo presenta las siguientes coordenadas geográficas: Latitud: 17° 38' 40" Sur Longitud: 71° 20' 43" Oeste, contando con un área de 294,00 km<sup>2</sup> aproximadamente con una altitud de 13 m.s.n.m. De acuerdo al INEI hasta el 2017 contaba con una población de 66,118 habitantes.

## Clima

En Ilo, son muy calurosos los veranos, muy poco nublados y son muy bochornosos, son muy extensos los inviernos, secos, frescos y muy seguido se despeja. Las temperaturas alrededor del año varían entre 11°C a 26°C pero no es muy común que las temperaturas bajen a menos de 9° C y suban a mas de 27°C.

## 4.2 Resultado

### 4.2.1 Resultados de la Evaluación de la variación de la máxima densidad seca para estabilizar las subrasantes blandas con escoria de acero



Figura 4.5 Ensayo Proctor Modificado adicionando Escoria de Acero



Figura 4.6 Punzonamiento para el ensayo Proctor Modificado

Tabla 4.1 Máxima densidad seca adicionando escoria de acero (Valores promedios)

DESCRIPCION	SN	SN + 3%	SN + 6%	SN + 12%
Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.970	2.031	2.059	2.146
Optimo contenido de humedad %	8.107%	8.243%	8.180%	7.843%

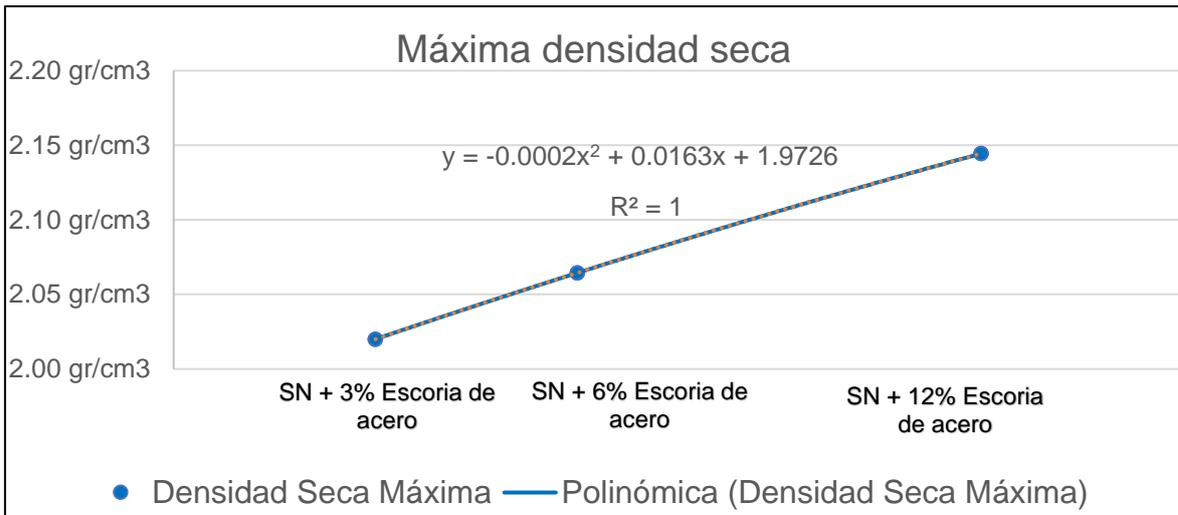


Figura 4.7 Variación de la máxima densidad seca adicionando escoria de acero

### Interpretación:

La tabla 4.1 y figura 4.7 muestra que la densidad seca máxima promedio con la adición de escoria de acero varía desde 2.031 gr/cm<sup>3</sup>, 2.059 gr/cm<sup>3</sup> y 2.146 gr/cm<sup>3</sup> para adiciones de escoria de acero de 3%, 6%, 12% respectivamente; el valor máximo alcanzado de la máxima densidad seca fue de 2.146 gr/cm<sup>3</sup> para una adición de 12% de escoria de acero; si se incrementa el porcentaje de escoria de acero la máxima densidad seca tiende a aumentar, hasta llegar a 42% de escoria de acero donde la máxima densidad seca tiende a disminuir.

#### 4.2.2 Resultados del Cálculo de la variación de la capacidad portante para estabilizar las subrasantes blandas con escoria de acero



Figura 4.8 Ensayo Californian Bearing Ratio adicionando Escoria de Acero



Figura 4.9 Punzonamiento con pistón para el Ensayo de Californian Bearing Ratio

Tabla 4.2 Californian Bearing Ratio adicionando escoria de acero (Valores promedios)

DESCRIPCION	SN	SN + 3%	SN+ 6%	SN + 12%
CBR al 100% de la MDS	13.403	17.067	26.363	34.137
CBR al 95% de la MDS	10.450	13.417	19.617	28.743

Fuente: Elaboración Propia

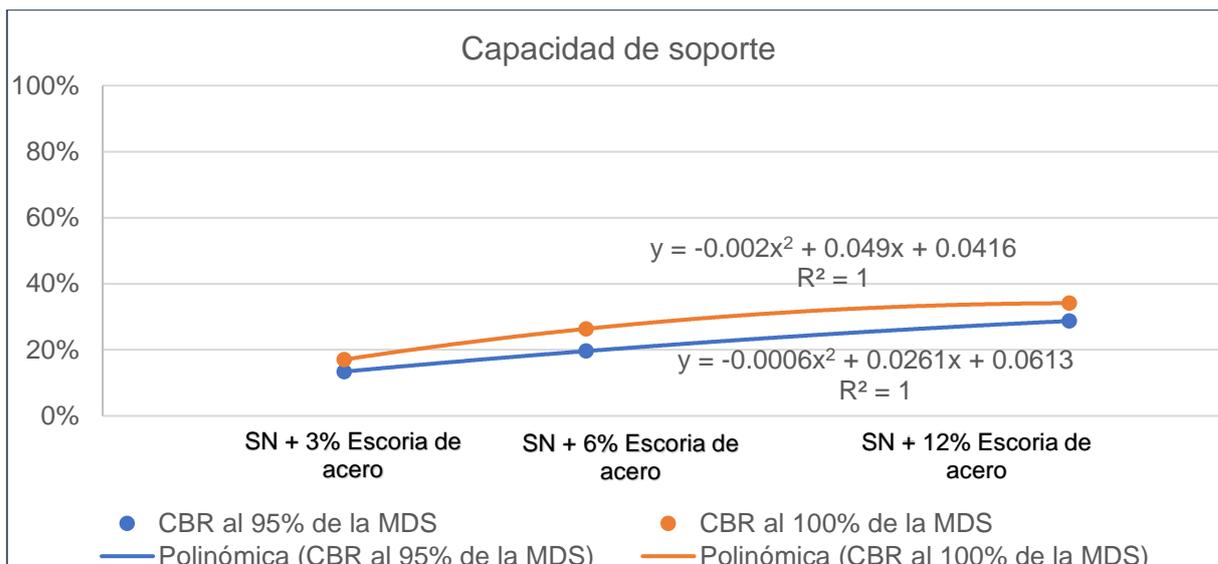


Figura 4.10 Variación de la capacidad portante adicionando escoria de acero

**Interpretación:**

En la tabla 4.2 y figura 4.10 muestra que el CBR (Californian Bearing Ratio) promedio a una compactación de 95% con la adición de escoria de acero varía desde 13.417%, 19.617% y 28.743% para adiciones de escoria de acero de 3%, 6%, 12% respectivamente, el valor máximo alcanzado de CBR (Californian Bearing Ratio) fue de 28.743% para adiciones de 12% de escoria de acero; si se aumenta el porcentaje de escoria de acero el CBR (Californian Bearing Ratio) a una compactación de 95% tiende a aumentar, hasta llegar a 22% de escoria de acero donde el CBR (Californian Bearing Ratio) tiende a disminuir.

**4.2.3 Resultados de la Estimación de la variación del módulo de resiliencia para estabilizar las subrasantes blandas con escoria de acero**

Tabla 4.3 Módulo de resiliencia adicionando escoria de acero (Valores promedio)

DESCRIPCION	SN	SN + 3%	SN+ 6%	SN + 12%
Módulo de resiliencia (Mr.) psi	11471.635	13461.190	17166.076	21920.713

Fuente: Elaboración Propia

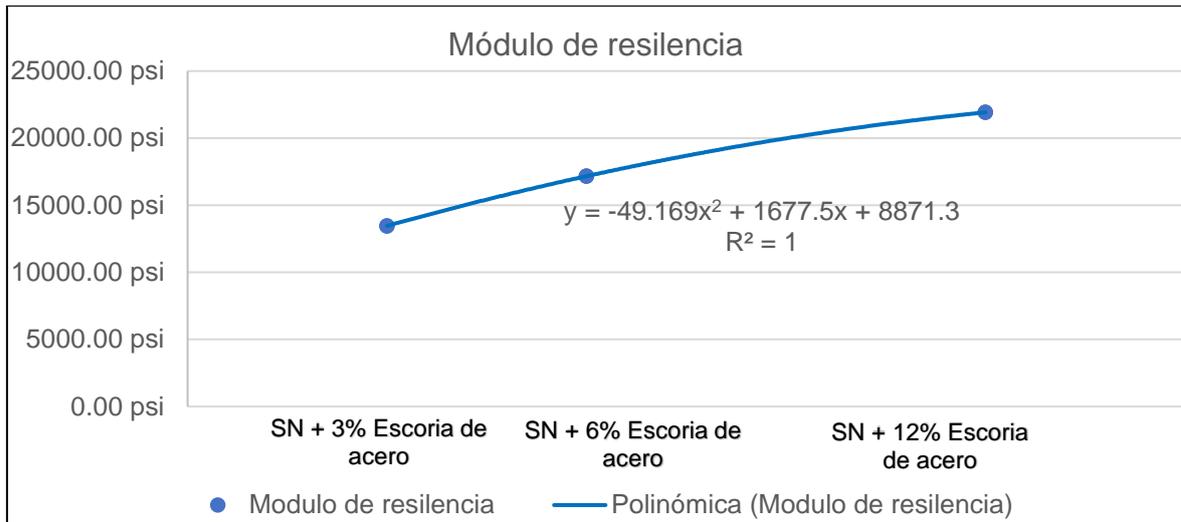


Figura 4.11 Variación de Módulo de resiliencia adicionando escoria de acero

**Interpretación:**

En la tabla 4.3 y figura 4.11 muestra que el módulo de resiliencia promedio con la adición de escoria de acero varía desde 13461.190 psi, 17166.076 psi y 21920.713 psi para adiciones de escoria de acero de 3%, 6%, 12% respectivamente, el valor máximo alcanzado del promedio de módulo de resiliencia fue de 21920.173 psi para adiciones de 12% de escoria de acero; si se aumenta el porcentaje de escoria de acero el módulo de resiliencia tiende a aumentar, hasta llegar a 17% de escoria de acero donde el módulo de resiliencia tiende a disminuir.

**4.2.4 Resultados de la Determinación de la variación de la plasticidad para estabilizar las subrasantes blandas con escoria de acero**



Figura 4.12 Ensayo de Límites de Atterberg

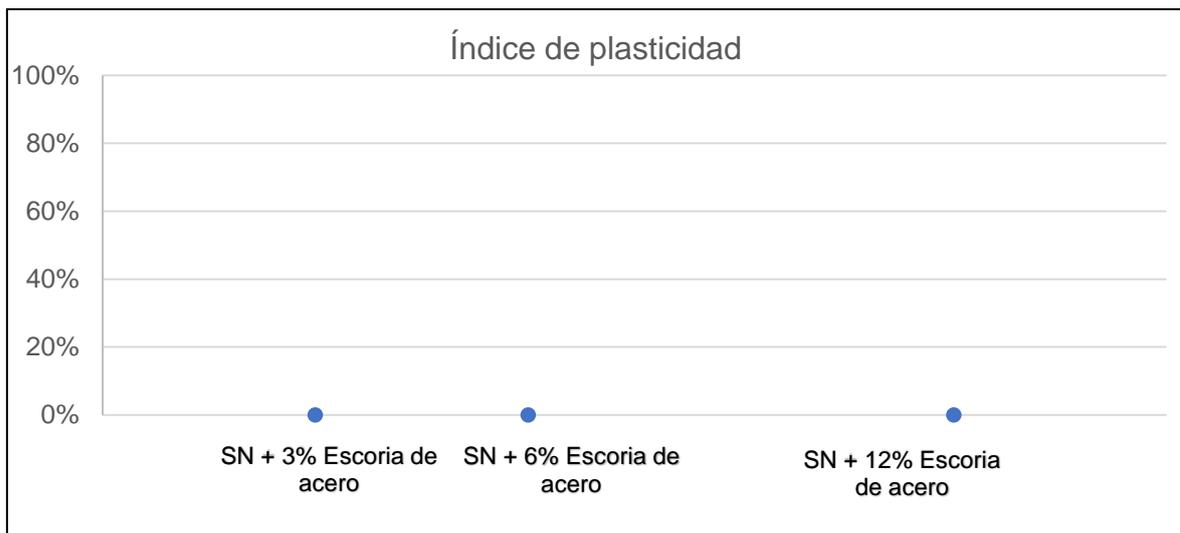


Figura 4.13 Secado de muestras en horno

*Tabla 4.4 Límites de Atterberg adicionando escoria de acero (Valores promedio)*

DESCRIPCION	SN	C-1 + 3%	C-2 + 6%	C-3 + 12%
Limite liquido	0	0	0	0
Limite plástico	0	0	0	0
Índice de Plasticidad	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia



*Figura 4.14 Variación del índice de plasticidad adicionando escoria de acero*

#### **Interpretación:**

La tabla 4.4 y la figura 4.12 muestra que la plasticidad con la adición de escoria de acero no presenta variación, los resultados fueron 0%, 0%, 0% para adiciones de escoria de acero de 3%, 6%, 12% respectivamente, no presenta un cambio al agregar escoria de acero, si se aumenta el porcentaje de escoria de acero la plasticidad no tiende a aumentar.

#### **4.2.5 Resumen de resultados para Estabilizar las subrasantes blandas con escoria de acero**

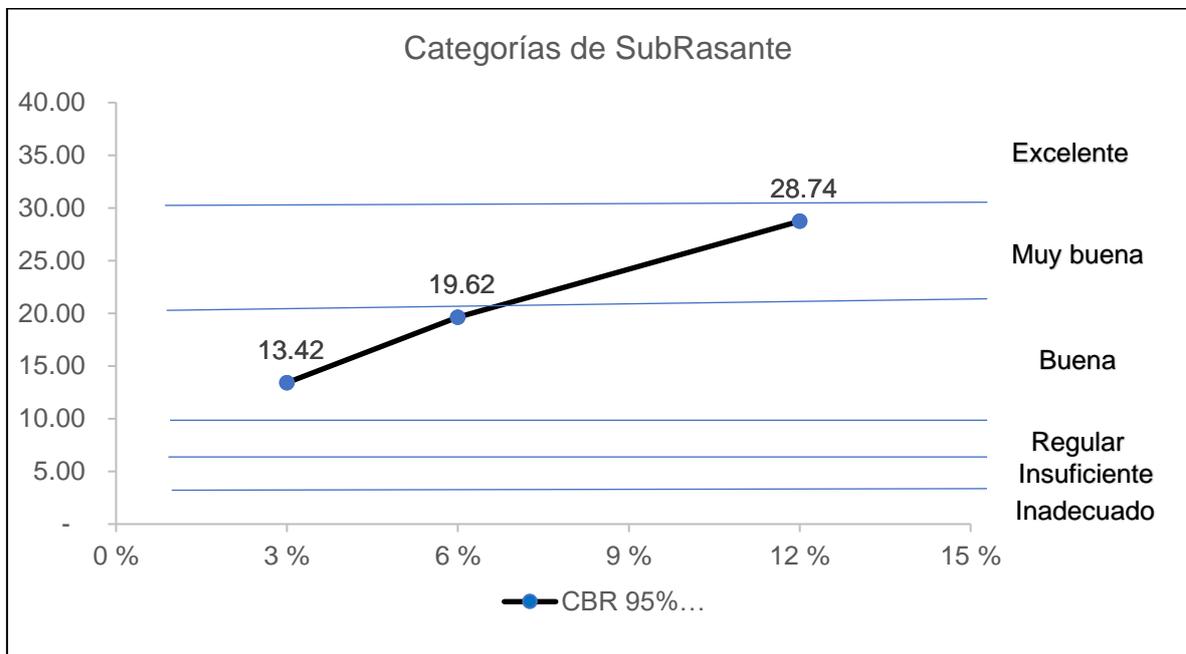
**Tabla 4.5** Resumen de resultados adicionando escoria de acero

Adición de escoria de acero	3 %	6 %	12 %
CBR 95% (%)	13.42	19.62	28.74
Máxima densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.03	2.06	2.15
Índice de plasticidad (%)	0	0	0
Módulo de resiliencia (psi)	13,461.19	17,166.08	21,920.71
Contenido humedad (%)	8.24	8.18	7.84

Fuente: Elaboración Propia

**Interpretación:**

En la tabla 4.5 muestran la variación de los resultados promedio con la adición de escoria de acero, para el CBR 13.42%, 19.62%, 28.74%, para la máxima densidad seca 2.03 gr/cm<sup>3</sup>, 2.06 gr/cm<sup>3</sup>, 2.15 gr/cm<sup>3</sup>, para el índice de plasticidad 0%, 0%, 0%, para el módulo de resiliencia 13,461.19 psi, 17,166.08 psi, 21,920.71 psi y un contenido de humedad de 8.24%, 8.18%, 7.84% para adiciones de 3%, 6%, 12% respectivamente.



**Figura 4.15** Categorías de subrasante

**Interpretación:**

En la figura 4.15 muestra los resultados del CBR categorizando la subrasante como una muy buena.

### 4.3 Contrastación de Hipótesis

En la presente investigación se contrastará las hipótesis mediante las pruebas de normalidad y la tabla de ANOVA. El nivel de significancia  $\alpha$  fue de 0.05 debido a que es comúnmente trabajado por la comunidad científica.

**Hipótesis nula (H0):** las medias de los grupos no varían significativamente.

**Hipótesis Alternativa (H1):** las medias de los grupos varían significativamente.

Si (p: valor) obtenido es mayor que  $\alpha$ , entonces no existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula.

Si (p: valor) obtenido es menor o igual que  $\alpha$ , entonces existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa. Este resultado confirma que los datos no cuentan con varianzas iguales

**H1: La estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero mejora la máxima densidad seca en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.**

**Hipótesis Alternativa:** La estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero mejora la máxima densidad seca en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.

**Hipótesis nula:** La estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero no mejora la máxima densidad seca en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.

Prueba de normalidad, se utilizó a Shapiro-Wilk por que se tiene menos de 50 datos.

*Tabla 4.6 Pruebas de normalidad para la Máxima densidad Seca*

Máxima Densidad Seca						
Pruebas de normalidad						
Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig (p).
SN	0.264	3		0.354	3	0.138
SN+3% EA	0.299	3		0.515	3	0.223
SN+6% EA	0.175	3		0.060	3	0.030
SN+12% EA	0.204	3		0.393	3	0.643

Fuente: Propia

*Tabla 4.7 Prueba de Anova para la Máxima Densidad Seca*

ANOVA de un factor					
DSM					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig. (p)
Inter grupos	0.010	3	0.0033	0.21562	0.002
Intra grupos	0.123	8	0.0153		
total	0.133	11			

Fuente: Propia

Se muestra en la tabla 4.6, que la significancia ( $p$ ) >  $\alpha$  interpretando así que existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, diciendo que la máxima densidad seca varía y aumenta.

**H2: La estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero aumenta la capacidad portante en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.**

**Hipótesis alternativa:** La estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero aumenta la capacidad portante en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.

**Hipótesis nula:** La estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero no aumenta la capacidad portante en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.

Prueba de normalidad, se utilizó a Shapiro-Wilk por que se tiene menos de 50 datos.

*Tabla 4.8 Pruebas de normalidad para CBR (Californian Bearing Ratio)*

CBR						
Pruebas de normalidad						
Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.(p)
SN	0.380	3		0.761	3	0.025
SN+3% EA	0.238	3		0.976	3	0.700
SN+6% EA	0.385	3		0.750	3	0.002
SN+12% EA	0.327	3		0.872	3	0.301

Fuente: Propia

*Tabla 4.9 Prueba de Anova para CBR (Californian Bearing Ratio)*

ANOVA de un factor					
DSM					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig (p)
Inter grupos	75.083	3	25.027	6.45	0.007
Intra grupos	31.04	8	3.88		
total	106.123	11			

Fuente: Propia

Se muestra en la tabla 4.8, que la significancia ( $p$ ) <  $\alpha$  interpretando así que existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, diciendo que la capacidad portante (CBR) presenta una variación significativa aumentando así su porcentaje.

**H3: La estabilización de las subrasantes blandas con escoria de acero mejora el módulo de resiliencia en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.**

**Hipótesis alternativa:** La estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero mejora el módulo de resiliencia en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.

**Hipótesis nula:** La estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero no mejora el módulo de resiliencia en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.

Prueba de normalidad, se utilizó a Shapiro-Wilk por que se tiene menos de 50 datos

*Tabla 4.10 Pruebas de normalidad para Módulo de Resiliencia*

MÓDULO DE RESILIENCIA						
Pruebas de normalidad						
Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>				Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.(p)
SN	0.380	3		0.762	3	0.026
SN+3% EA	0.191	3		0.997	3	0.900
SN+6% EA	0.344	3		0.841	3	0.216
SN+12% EA	0.312	3		0.896	3	0.372

Fuente: Propia

*Tabla 4.11 Prueba de Anova para Módulo de Resiliencia*

ANOVA de un factor					
DSM					
	Suma de cuadrados	GI	Media cuadrática	F	Sig (p)
Inter grupos	95,864,857	3	31,954,952.33	11.84	0.003
Intra grupos	21,589,647	8	2,698,705.87		
total	117,454,504	11			

Fuente: Propia

Se muestra en la tabla 4.10, que la significancia ( $p$ ) <  $\alpha$  interpretando así que existe evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, diciendo que el Módulo de Resiliencia presenta una variación significativa mejorándolo así.

**H4: La estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero disminuye la plasticidad en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.**

**Hipótesis alternativa:** La estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero disminuye la plasticidad en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.

**Hipótesis nula:** La estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero no disminuye la plasticidad en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.

En base a la plasticidad, no se obtuvieron variaciones en la plasticidad del suelo en su estado natural, se puede afirmar la hipótesis que la adición de escoria de acero disminuye la plasticidad en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el Algarrobal, Ilo Moquegua- 2021. en porcentajes de 3%, 6% y 12% de escoria de acero, ya que no incrementa la plasticidad haciendo que este suelo sea más estable.

**HG: Las subrasantes blandas con escoria de acero se estabilizan significativamente, en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua-2021.**

**Hipótesis alterna:** Las subrasantes blandas con escoria de acero se estabilizan significativamente, en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua.

**Hipótesis Nula:** Las subrasantes blandas con escoria de acero no se estabilizan significativamente, en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua.

Los resultados que se han obtenido en el laboratorio, los cuales fueron representadas en tablas, figuras y debidamente sustentadas con estudios estadísticos, aprueban la hipótesis que la subrasante blanda se estabiliza significativamente con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el Algarrobal, Ilo Moquegua- 2021. cuyo porcentaje optimo encontrado mediante ensayos físicos mecánicos fueron de 12% de escoria de acero.

## V. DISCUSIÓN

### Discusión 1:

La densidad seca máxima promedio con la adición de escoria de acero varía desde 2.031 gr/cm<sup>3</sup>, 2.059 gr/cm<sup>3</sup> y 2.146 gr/cm<sup>3</sup> para adiciones de escoria de acero de 3%, 6%, 12% respectivamente; el valor máximo alcanzado de la máxima densidad seca fue de 2.146 gr/cm<sup>3</sup> para una adición de 12% de escoria de acero, si se incrementa el porcentaje de escoria de acero la máxima densidad seca tiende a aumentar, hasta llegar a 42% de escoria de acero donde la máxima densidad seca tiende a disminuir. Al respecto Ocupa y Troyes (2021) citado como antecedente nacional, mostraron en su investigación los siguientes resultados, la densidad seca máxima promedio varía desde 2.177 gr/cm<sup>3</sup>, 2.201 gr/cm<sup>3</sup> y 2.224 gr/cm<sup>3</sup> para adiciones de escoria de acero de 3%, 6%, 12% respectivamente. El valor máximo alcanzado de la máxima densidad seca fue de 2.224 gr/cm<sup>3</sup> para una adición de 12% de escoria de acero. Asimismo, Ospina, Chaves y Gimenez (2020), citando como antecedente internacional, mostraron en su investigación los siguientes resultados, la densidad seca máxima promedio varía desde 1.64 g/cm<sup>3</sup>, 1.68 g/cm<sup>3</sup> y 1.55 g/cm<sup>3</sup> para adiciones de escoria de acero de 25%, 50% y 75% respectivamente; el valor máximo alcanzado de la máxima densidad seca fue de 1.68 g/cm<sup>3</sup> para una adición de 50% de escoria de acero. Como se puede observar los valores determinados para el objetivo específico uno, son similares/consistentes con resultados de los antecedentes, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

### Discusión 2:

El CBR (Californian Bearing Ratio) promedio a una compactación de 95% con la adición de escoria de acero que varía desde 13.417%, 19.617% y 28.743% para adiciones de escoria de acero de 3%, 6%, 12% respectivamente, el valor máximo alcanzado de CBR (Californian Bearing Ratio) fue de 28.743% para adiciones de 12% de escoria de acero; si se aumenta el porcentaje de escoria de acero el CBR (Californian Bearing Ratio) a una compactación de 95% tiende a aumentar, hasta llegar a 22% de escoria de acero donde el CBR (Californian Bearing Ratio) tiende a disminuir. Concuere da con Ocupa y Troyes (2021) citado como antecedente nacional, mostraron en su investigación los siguientes resultados, el CBR (Californian Bearing Ratio) promedio a una compactación de 95% con la adición de

escoria de acero que varía desde 45.35%, 47.5% y 63.45% para adiciones de escoria de acero de 3%, 6%, 12% respectivamente, el valor máximo alcanzado de CBR (Californian Bearing Ratio) fue de 63.45% para adiciones de 12% de escoria de acero. Asimismo, Ospina, Chaves y Gimenez (2020), citando como antecedente internacional, mostraron en su investigación los siguientes resultados, el CBR (Californian Bearing Ratio) promedio a una compactación de 95% con la adición de escoria de acero que varía desde 9.13%, 18.57% y 30.20% para adiciones de escoria de acero de 25%, 50% y 75% respectivamente, el valor máximo alcanzado de CBR (Californian Bearing Ratio) fue de 30.20% para adiciones de 75% de escoria de acero. También Concuerda con HUANCOILLO (2017) citado como antecedente nacional, obtuvo como resultados, adicionando 10 % (5 % Ceniza volante + 5 % Cal), un incremento en el CBR de un 20 % a un 103 % siendo este una variación significativa. Como se puede observar los valores determinados para el objetivo específico dos, son similares con resultados de los antecedentes ya que en todos los casos aumentan con la adición de escoria de acero, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

### **Discusión 3:**

El módulo de resiliencia promedio con la adición de escoria de acero varía desde 13461.190 psi, 17166.076 psi y 21920.713 psi para adiciones de escoria de acero de 3%, 6%, 12% respectivamente, el valor máximo alcanzado del promedio de módulo de resiliencia fue de 21920.173 psi para adiciones de 12% de escoria de acero; si se aumenta el porcentaje de escoria de acero el módulo de resiliencia tiende a aumentar, hasta llegar a 17% de escoria de acero donde el módulo de resiliencia tiende a disminuir. Concuerda con Figueroa y Mamani (2019) citado como antecedente nacional, mostraron en su investigación los siguientes resultados, El módulo de resiliencia con la adición de escorias negras fueron de 17103.4196 psi, 17138.3773 psi y 17258.5517 psi para adiciones de escorias negras de 5%, 10% y 15%, el valor máximo alcanzado de módulo de resiliencia fue de 17258.5517 psi para adiciones de 12% de escorias negras. Asimismo, MTC (2014) muestra la tabla Módulo Resiliente obtenido por correlación con CBR (pg. 122) que indica los valores de Módulo de resiliencia correlacionados con los Valores de CBR, teniendo así valores similares, aumentando el valor de Módulo de

Resiliencia cuando se aumenta el valor de CBR. Como se puede observar los valores determinados para el objetivo específico tres, son similares con resultados de los antecedentes ya que en todos los casos aumentan con la adición de escoria de acero, por consiguiente, el objetivo es alcanzado.

#### **Discusión 4:**

La plasticidad con la adición de escoria de acero no presenta variación, los resultados fueron 0%, 0%, 0% para adiciones de escoria de acero de 3%, 6%, 12% respectivamente, no presenta un cambio al agregar escoria de acero, si se aumenta el porcentaje de escoria de acero la plasticidad no tiende a aumentar. Concuerta con HUANCOILLO (2017), citado como antecedente nacional, mostro en su investigación los siguientes resultados, el índice de plasticidad con adición de insumos orgánicos fueron de 8%, 8%, 0% para adiciones de 15%, 25% y 35% de insumos orgánicos respectivamente, no obteniendo un crecimiento en el índice de plasticidad. Concuerta con FIGUEROA y MAMANI (2019), mostraron que las tres muestras de escorias negras no contenían limites plásticos y líquidos siendo estas 0%, 0%, 0% respectivamente, haciendo que este suelo adicionando escorias negras no incrementen plasticidad, manteniendo así su estabilidad y sus características física mecánicas. Al respecto el MTC (2014) muestra que un suelo que no presenta índice de plasticidad es un suelo que está exento de arcilla, además que el contenido de arcilla de acuerdo a su magnitud puede ser un elemento riesgoso en un suelo de sub rasante y en una estructura de pavimentos, debido sobre todo a su gran sensibilidad al agua.

## VI. CONCLUSIONES

**Conclusión 1:** La densidad seca máxima promedio con la adición de escoria de acero varía desde 2.031 gr/cm<sup>3</sup>, 2.059 gr/cm<sup>3</sup> y 2.146 gr/cm<sup>3</sup> para adiciones de escoria de acero de 3%, 6%, 12% respectivamente; el valor máximo alcanzado de la máxima densidad seca fue de 2.146 gr/cm<sup>3</sup> para una adición de 12% de escoria de acero, para valores superiores a 12% de escoria de acero, si se incrementa el porcentaje de escoria de acero la máxima densidad seca tiende a aumentar, hasta llegar a 42% de escoria de acero donde la máxima densidad seca tiende a disminuir.

**Conclusión 2:** El CBR (Californian Bearing Ratio) promedio a una compactación de 95% con la adición de escoria de acero que varía desde 13.417%, 19.617% y 28.743% para adiciones de escoria de acero de 3%, 6%, 12% respectivamente, el valor máximo alcanzado de CBR (Californian Bearing Ratio) fue de 28.743% para adiciones de 12% de escoria de acero, para valores superiores a 12% de escoria de acero el CBR tiende a aumentar, hasta llegar a un 22% de escoria de acero donde el CBR (Californian Bearing Ratio) tiende a disminuir

**Conclusión 3:** El módulo de resiliencia promedio con la adición de escoria de acero varía desde 13461.190 psi, 17166.076 psi y 21920.713 psi para adiciones de escoria de acero de 3%, 6%, 12% respectivamente, el valor máximo alcanzado del promedio de módulo de resiliencia fue de 21920.173 psi para adiciones de 12% de escoria de acero, para valores superiores a 12% de escoria de acero, el módulo de resiliencia tiende a aumentar, hasta llegar a un 17% de escoria de acero donde el módulo de resiliencia tiende a disminuir.

**Conclusión 4:** La plasticidad con la adición de escoria de acero no presenta variación, los resultados fueron 0%, 0%, 0% para adiciones de escoria de acero de 3%, 6%, 12% respectivamente, no presenta un cambio al agregar escoria de acero, si se aumenta el porcentaje de escoria de acero la plasticidad no tiende a aumentar.

**Conclusión General:** El suelo presenta una mejor estabilización agregando 12% de escoria de acero, teniendo como resultados una máxima densidad seca que varía desde 2.031 gr/cm<sup>3</sup>, 2.059 gr/cm<sup>3</sup> y 2.146 gr/cm<sup>3</sup>, un CBR (Californian Bearing Ratio) promedio a una compactación de 95% con la adición de escoria de

acero que varía desde 13.417%, 19.617% y 28.743% , un módulo de resiliencia promedio con la adición de escoria de acero varia desde 13461.190 psi, 17166.076 psi y 21920.713 psi, y una plasticidad de 0%, 0%, 0% para adiciones de escoria de acero de 3%, 6%, 12% respectivamente.

## VII. RECOMENDACIONES

**Recomendación 1:** Se recomienda emplear hasta un 12% de escoria de acero para mejorar la máxima densidad seca; para porcentajes superiores de escoria de acero, la máxima densidad seca tiende a aumentar hasta llegar a una adición de 42% de escoria de acero donde tiende a disminuir.

**Recomendación 2:** Se recomienda emplear las diferentes adiciones (3%, 6%, 12%) para mejorar el CBR (Californian Bearing Ratio) empleadas en esta investigación; para porcentajes superiores de escoria de acero el CBR (Californian Bearing Ratio) tiende a aumentar, hasta llegar a una adición de 22% de escoria de acero donde el CBR (Californian Bearing Ratio) tiende a disminuir.

**Recomendación 3:** Se recomienda emplear hasta un 12% de escoria de acero para mejorar el módulo de resiliencia; para porcentajes superiores de escoria de acero el módulo de resiliencia tiende a aumentar, hasta llegar a 42% de escoria de acero donde tiende a disminuir.

**Recomendación 4:** Se recomienda utilizar las diferentes adiciones (3%, 6%, 12%) de escoria de acero ya que no adiciona plasticidad al suelo manteniendo así sus propiedades geotécnicas.

**Recomendación General:** Se recomienda emplear hasta un 12% Para estabilizar las subrasantes blandas en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021 ya que la estabilización aumenta significativamente con la escoria de acero a comparación de su suelo natural.

## REFERENCIAS

1. OSPINA GARCIA, Miguel Angel, CHAVEZ PAVON, Saieth Baudilio y JIMENEZ SICACHA, Luis Miguel. *Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero*. Cajicá-Colombia : s.n., 2020.
2. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA y GEOTECNIA* . Perú : www.mtc.gon.pe, 2014.
3. HERNÁNDEZ LARA, Josué Aristides, MAJÍA RAMÍRES, David Remberto y ZELAYA AMAYA, César Eduardo. *Propuesta de estabilización de suelos arcillosos paea su aplicacion en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la Universidad del Salvador*. San Miguel-El Salvador : s.n., 2016.
4. GUAMÁN ILER, Israel Isaías. *Estudio del comportamiento de un suelo arcilloso estabilizado por dos métodos químicos (cal y cloruro de sodio)*. Ambato-Ecuador : s.n., 2016.
5. RAMOS, J. y LOZANO, J. Estabilización de suelo mediante aditivos alternativos. Universidad Católica de Colombia. [En línea] 2019. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/24277/1/ESTABILIZACION%20DE%20SUELO%20MEDIANTE%20ADITIVOS%20ALTERNATIVOS%20CORREGIDO%20FINAL%202.0.pdf>.
6. OLAYA, L. Revisión teórica del mejoramiento de suelos arcillosos complejos en Colombia mediante el uso de materiales reciclados. Universidad Santo Tomas. [En línea] 2021. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/35097>.
7. HUANCOILLO HUMPIRI, Y. J. *Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané - Chupa - Puno*. Huancané - Chupa - Puno: Universidad Nacional del Altiplano. Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2017.
8. MANTILLA RODRIGUEZ, José Antonio. *Mejoramiento con granalla mineral en subrasante de suelos arcillosos en la carretera Tocache – Juanjui, Km: 39+010*. Lima : s.n., 2019. Pregrado.
9. OCUPA MEZA, Suleida Darixsa y TROYES MEGO, Heraldinne. *Adición de escoria de acero para estabilizar la subrasante en la Carretera Tramo Puente Blanco - Chunchuquillo, Colasay – Jaén – Cajamarca - 2021*. Lima : s.n., 2021. Pregrado.
10. FIGUEROA CHAVEZ, Ilich Darient y MAMANI QUINTO, Carlos Clinton. *Diseño de carreteras afirmadas en base a escorias negras, provenientes de la planta de aceros Arequipa de Pisco, para zonas rurales*. Lima : s.n., 2019. Pregrado.
11. TORRES MORA, Yonatan Malco. *Estabilización de suelos cohesivos utilizando escoria de cobre para su uso como subrasante mejorada*. Lima : s.n., 2019. Pregrado.

12. HUAPAYA MUÑOZ, Angel Junior y ViLLACAQUI HENOSTROZA, Jhonatan Marino. *Estabilización de suelos arcillosos adicionando desechos de policloruro de vinilo y cal en el sector vial de Huanchac – Ancash - 2021*. Huaraz : s.n., 2021. Pregrado.
13. LEIVA VIDALI, Daniel, MONTENEGRO COOPER, José y PONCE ABARCA, Roberto. *Carcterizacion de un suelo arcilloso y su mezcla con escoria blanca proveniente de la siderurgia integral*. Concepcion-Chile : s.n., 2017.
14. ALARCÓN, J., JIMÉNES, M. y BENÍTEZ, R. *Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso*. Tunja- Colombia : s.n., 2020.
15. ONYELOWE, Kennedy, y otros. *Rheology of mechanical properties of soft soil and stabilization protocols in the developing countries-Nigeria*. Abia-Nigeria : s.n., 2019.
16. MOKHTARI, Masoumeh y KALANTARI, Behzad. *Soft Soil Stabilization using Stone*. Bandar Abbas- Iran : s.n., 2017.
17. ANAK GELIGA, Emilliani y AWG ISMAIL, Dygku Salma. *Geotechnical Properties of Fly Ash and its Application on Soft Soil Stabilization*. Malasya : s.n., 2018.
18. RONDON QUINTANA, H. *Caracterización de una escoria de alto horno para proyectos*. Revista ingeniería : <http://dx.doi.org/10.4067/S0718->, 2018.
19. MADÍAS, Jorge. *Reciclado de escorias de acería*. argentina : Metallon, 2015.
20. *Potencialidades de las escorias de afino del acero en la obtención de un fundente para recargue por soldadura*. NAJARRO QUINTERO, Rodolfo. 2018, Centro Azúcar .
21. NORMA TECNICA PERUANA. *Peso Específico*. PERÚ : s.n., 1999.
22. —. *Granulometria*. Perú : s.n., 1999.
23. INSTITUTO DE LA CONSTRUCCIÓN Y GERENCIA. *Manual de carreteras: Suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. 2015.
24. Azilah, A.: Byung-Tae, L.: Hyeop-Jo, H.: & Kyoung-Woong, K. *Assessment of the stabilization of heavy metal contaminants in soils using chemical leaching and an earthworm bioassay*. Republic of Korea : CrossMark, 2018.
25. MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES*. Perú : s.n., 2016.
26. Ministerio de Transportes y comunicaciones. *MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA y GEOTECNIA*. Perú : s.n., 2013.
27. NORMA TECNICA PERUANA. *Limites de Plasticidad*. Perú : s.n., 1999.
28. CABALLERO, C. *Ciencias de la tierra*. Mexico : s.n., 2016.

29. LAMINAS Y ACEROS. *Escoria del acero*. Mexico : Nayive Prim, 2021.
30. MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS. *Páutas metodologicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversion pública de carreteras*. Peru : s.n., 2015.
31. ÑAUPAS PAITÁN, Humberto, y otros. *Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis*. Bogota : s.n., 2018.
32. HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto y MENDOZA TORRES, Christian Paulina. *Metodología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mexico : McGraw-Hill Interamericana Editores, 2018.
33. PALELLA STRACUZZI, Santa y MARTINS PESTANA, Feliberto. *Metodologia de la Investigacion Cuantitativa*. Caracas : Fedupel, 2012.
34. SÁNCHEZ CARLESSI, Hugo, REYES TOMERO, Carlos y MEJÍA SÁENZ, Katia. *Manual de términos en investigacion científica, tecnologica y humanística*. Perú : Universidad Ricardo Palma, 2018.
35. PINO, Raúl. *Metodología de la Investigación*. Lima : Editorial San Marco, 2010.
36. GALLARDO ECHENIQUE, Eliana Esther. *Metodología de la Investigacion*. Huancayo : Universidad Continental, 2017.
37. ARIAS GONZÁLES, José Luis. *Diseño y Metodología de la Investigación*. Lima : Enfoques Consulting EIRL, 2021.
38. BERNAL, César A. *Metodología de la investigación. Tercera edición*. Colombia : PEARSON EDUCACIÓN, 2010. 978-958-699-128-5.
39. BAENA PAZ, Guillermina. *Metodología de la Investigación*. Mexico : Grupo Editorial Patria, 2017.
40. COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ, C. *Código de ética del Colegio de Ingenieros*. Perú : <http://cdlima.org.pe/wpcontent/uploads/2018/04/C%C3%93DIGO-DE-%C3%89TICAREVISI%C3%93N-2018.pdf>, 2018.
41. *Uso de escorias de alto horno y acero en mezclas asfálticas: revisión*. RONDON QUINTANA, Hugo Alexander, MUNIZ DE FARIAS, Marcio y REYES LIZCANO, Fredy Alberto. Medellín : s.n., 2018.

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz operacional

Título: Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.

Variable de la investigación	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable independiente: Escoria de acero	Rondón et al. (2017), La escoria de acero que es generada como subproducto del proceso de la fabricación de hierro y acero se pueden categorizar también en escoria de alto horno. Desde hace tiempo la escoria de acero fue catalogada como desperdicio de la producción del acero, ahora gracias a sus usos y utilidades en obras civiles han sido denominadas como un sub producto de la industria siderúrgica (18).	La variable Escoria de acero se operacionaliza con sus dimensiones: Dosificación, Peso específico, Granulometría	D1: Dosificación	I1: Porcentaje de adición al 3% (patrón)	De razón
				I2: Porcentaje de adición al 6%	De razón
				I3: Porcentaje de adición al 12%	De razón
			D2: Peso específico	I1: Peso	De razón
				I2: Volumen	De razón
				I3: Densidad	De razón
			D3: Granulometría	I1: Tamaño de partículas	De razón
				I2: Muestra	De razón
			Variable dependiente: Estabilización de subrasantes blandas	Instituto de la construcción y gerencia (2015), nos dice que la estabilización del suelo se define como la mejora de las propiedades físicas del suelo mediante procesos mecánicos y una combinación de productos químicos, naturales o sintéticos. Dicha fijación se suele realizar en suelos con subsuelo pobre o insuficiente, suelos blandos, suelos calcáreos y diversos productos (24).	La variable Estabilización de subrasantes blandas se operacionaliza con sus dimensiones las cuales son: Máxima densidad seca, Capacidad portante, Módulo de resiliencia.
I2: Volumen	De razón				
I3: Muestras	De razón				
D2: Capacidad Portante	I1: Características del suelo	De razón			
	I2: Zonificación	De razón			
	I3: Máxima presión	De razón			
D3: Módulo de resiliencia	I1: Energía	De razón			
	I2: Tamaño de espécimen	De razón			
	I3: Magnitud de esfuerzo aplicado	De razón			
D4: Plasticidad	I1: Límite líquido				
	I2: Límite plástico				
	I3: Índice de plasticidad				

## Anexo 2: Matriz de consistencia

Título: Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

Autor: Irving Anthony Perez Villanueva

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Metodología
<b>Problema general:</b> ¿Cuánto se estabiliza las subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021?	<b>Objetivo general:</b> Estabilizar las subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021	<b>Hipótesis general:</b> Las subrasantes blandas con escoria de acero se estabilizan significativamente, en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021	VARIABLE 1 Escoria de acero	D1: Dosificación	I1: Porcentaje de adición al 3%	California Bearing Ratio (CBR)	<b>Tipo de investigación:</b> Aplicada <b>Nivel de investigación:</b> Descriptivo-explicativo <b>Enfoque de la investigación:</b> Cuantitativo <b>Diseño de la investigación:</b> La investigación es de diseño experimental debido que se manipularán las variables independientes para ver cambios en la variable dependiente. <b>Población:</b>
					I2: Porcentaje de adición al 6%	California Bearing Ratio (CBR)	
					I3: Porcentaje de adición al 12%	California Bearing Ratio (CBR)	
				D2: Peso específico	I1: Peso	Sistema Internacional (SI)	
					I2: Volumen	Sistema Internacional (SI)	
					I3: Densidad	Sistema Internacional (SI)	
D3: Granulometría	I1: Tamaño de partículas	Tamices					
	I2: Muestra	Balanza					
<b>Problemas específicos:</b> ¿Cuál es la variación de la máxima densidad seca para estabilizar las subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021?	<b>Objetivos específicos:</b> Evaluar la variación de la máxima densidad seca para estabilizar las subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.	<b>Hipótesis específicas:</b> La estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero mejora la máxima densidad seca en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.	VARIABLE 2 Estabilización de subrasantes blandas	D1: Máxima densidad seca	I1: Peso	Balanza de proctor	
					I2: Volumen	Ensayos de proctor	
					I3: Muestras	Ensayos de proctor	

<p>¿Cuál es la variación de la máxima capacidad portante para estabilizar las subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021?</p>	<p>Calcular la variación de la capacidad portante para estabilizar las subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.</p>	<p>La estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero aumenta la capacidad portante en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.</p>		<p>D2: Capacidad Portante</p>	<p>I1: Características del suelo</p>	<p>Norma E 0.50</p>	<p>La población es el total de las unidades de estudio que tiene las propiedades que son requeridas para considerarse como tales, por lo tanto, la población será la carretera ingreso urbanización el algarrobal, en la ciudad de Ilo Con una longitud de 1 km. <b>Muestra:</b> La muestra es la delimitación apropiadamente de la población, y estará delimitado desde kilometraje 00+000 hasta 0+600. <b>Técnica:</b></p>
<p>¿Cuál es la variación del módulo de resiliencia para estabilizar subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021?</p>	<p>Estimar la variación del módulo de resiliencia para estabilizar las subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.</p>	<p>La estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero mejora el módulo de resiliencia en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.</p>		<p>D3: Módulo de resiliencia</p>	<p>I2: Zonificación</p>	<p>Norma E 0.50</p>	
					<p>I3: Máxima presión</p>	<p>Capacidad de admisible (q adm)</p>	
					<p>I1: Energía</p>	<p>Sistema Internacional (SI)</p>	
					<p>I2: Tamaño de espécimen</p>	<p>Sistema Internacional (SI)</p>	

					I3: Magnitud de esfuerzo aplicado	Sistema Internacional (SI)	<p>La técnica será la observación en el proceso de los ensayos.</p> <p><b>Instrumento de investigación:</b> Se utilizarán las fichas de recopilación.</p>
<p>¿Cuál es la variación de la plasticidad para estabilizar subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021?</p>	<p>Evaluar la variación de la plasticidad para estabilizar subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.</p>	<p>La estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero disminuye la plasticidad en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021.</p>	<p>D4: Plasticidad</p>	II: Limite liquido	Sistema Internacional (SI)		
				II: Limite plástico	Sistema Internacional (SI)		
				I3: Índice de Plasticidad	Sistema Internacional (SI)		

ANEXO 3 : Formato de validez







## AUTORIZACIÓN

El día 13 de enero se elaboro los planos de Ubicación y localización (UB-01), secciones transversales (ST-01) Y planimetría (PL-01) a cargo del ingeniero ING. Erick Angel Condori Calluari con numero de CIP 270624 para la tesis de investigación titulada "Estabilización de Subrasantes blandas con Escoria de Acero en Caminos Vecinales, Carretera ingreso Urbanización el Algarrobal, Ilo, Moquegua 2022", dando así la autorización al Bach. Irving Anthony Perez Villanueva para la utilización de estos planos para su Tesis.

14 de enero, 2022.

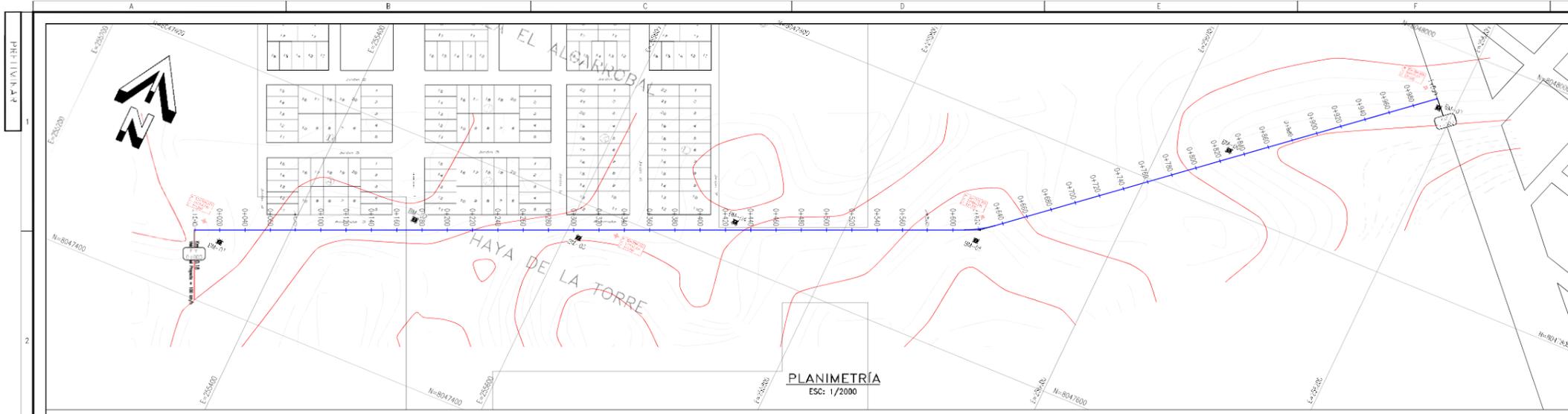


.....  
 Erick A. Condori Calluari  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 270624

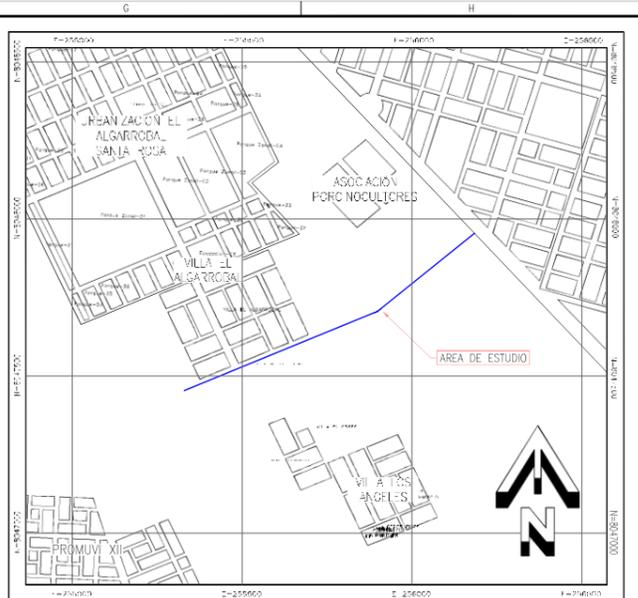
---

ING. Erick Angel Condori Calluari  
CIP 270624



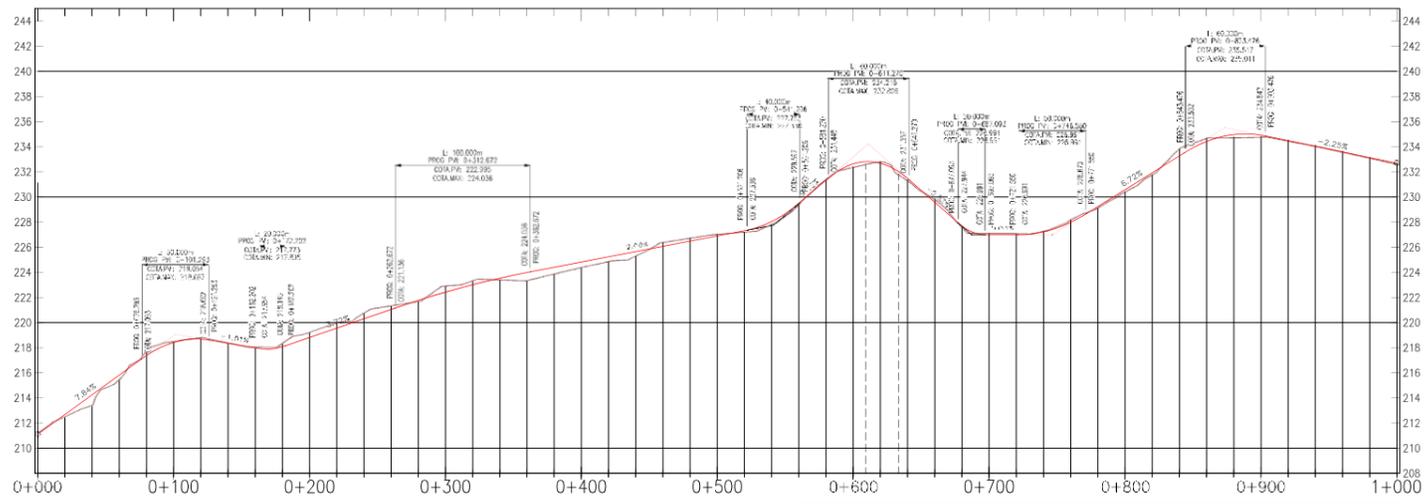


PLANIMETRÍA  
Esc: 1/2000



LOCALIZACIÓN  
Esc: 1/10000

PERFIL LONGITUDINAL  
Esc. Hz: 1:2000  
Esc. Vert: 1:200



PENDIENTE	COTA TERRENO	COTA SUB-RASANTE	CORTE - RELLENO +	DIAGRAMA DE CURVATURA Hz	DIAGRAMA DE CURVA VERTICAL
7.84% en 101.293 m.	211.109	211.109	0.000	Dist: 609.195	Pond: 7.84% Dist: 76.293
0.52% en 76.928 m.	212.432	212.432	0.246		
3.717% en 140.471 m.	213.333	213.333	0.973	Dist: 366.726	Pond: 2.032% Dist: 158.534
1.92% en 226.551 m.	215.412	215.412	0.403		
0.92% en 70.064 m.	217.743	217.743	0.372	Dist: 366.726	Pond: -2.249% Dist: 96.521
6.88% en 75.802 m.	218.462	218.462	-0.052		
5.77% en 29.407 m.	218.768	218.768	-0.030	Dist: 366.726	Pond: -2.249% Dist: 96.521
5.77% en 29.407 m.	219.055	219.055	0.028		
5.77% en 29.407 m.	219.307	219.307	0.011	Dist: 366.726	Pond: -2.249% Dist: 96.521
5.77% en 29.407 m.	221.311	221.311	-0.394		
5.77% en 29.407 m.	221.658	221.658	-0.405	Dist: 366.726	Pond: -2.249% Dist: 96.521
5.77% en 29.407 m.	222.888	222.888	-0.433		
5.77% en 29.407 m.	223.318	223.318	-0.274	Dist: 366.726	Pond: -2.249% Dist: 96.521
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.098		
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	-0.488	Dist: 366.726	Pond: -2.249% Dist: 96.521
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.135		
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.056	Dist: 366.726	Pond: -2.249% Dist: 96.521
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.632		
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.431	Dist: 366.726	Pond: -2.249% Dist: 96.521
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.373		
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.354	Dist: 366.726	Pond: -2.249% Dist: 96.521
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.255		
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	-0.144	Dist: 366.726	Pond: -2.249% Dist: 96.521
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.095		
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.221	Dist: 366.726	Pond: -2.249% Dist: 96.521
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.075		
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	-0.070	Dist: 366.726	Pond: -2.249% Dist: 96.521
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.217		
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.156	Dist: 366.726	Pond: -2.249% Dist: 96.521
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.105		
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.291	Dist: 366.726	Pond: -2.249% Dist: 96.521
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.038		
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	-0.125	Dist: 366.726	Pond: -2.249% Dist: 96.521
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	-0.104		
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.056	Dist: 366.726	Pond: -2.249% Dist: 96.521
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.186		
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.123	Dist: 366.726	Pond: -2.249% Dist: 96.521
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.173		
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.146	Dist: 366.726	Pond: -2.249% Dist: 96.521
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.561		
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.303	Dist: 366.726	Pond: -2.249% Dist: 96.521
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.175		
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.081	Dist: 366.726	Pond: -2.249% Dist: 96.521
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	-0.073		
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	-0.107	Dist: 366.726	Pond: -2.249% Dist: 96.521
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.088		
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.051	Dist: 366.726	Pond: -2.249% Dist: 96.521
5.77% en 29.407 m.	223.357	223.357	0.300		

CUADRO DE COORDENADAS

N°	NORTE	ESTE	COTA
BM-01	8047453.371	255352.518	212.4650
BM-02	8047532.095	255485.886	217.4730
BM-03	8047571.536	255610.605	223.9960
BM-04	8047633.464	255718.427	224.6370
BM-05	8047656.611	255895.038	233.3120
BM-06	8047847.179	256051.061	232.8130
BM-07	8047948.153	256187.172	233.3830

EQUIDISTANCIA DE LAS CURVAS DE NIVEL  
5 METROS  
CURVAS SUPLEMENTARIAS 1 METRO

ELIPSOIDE: SISTEMA GEODESICO MUNDIAL 1984  
CLADRICULA: 1000 METROS DE ZONA UTM 19  
PROYECCION: TRANSVERSAL MERCATOR  
DATUM VERTICAL: NIVEL MTDIA DEL MAR  
DATUM HORIZONTAL: SISTEMA GEODESICO MUNDIAL 1984

PROCEDIMIENTO DE APROBACION

PREPARADO	FECHA	FIRMA	FECHA
...	...	...	13/01/22
...	...	...	13/01/22
...	...	...	13/01/22
...	...	...	13/01/22

PROYECTO:  
"CARRETERA DE INGRESO  
URBANIZACION EL ALGARROBA"

Ubicación: ILO - Prov.: ILO - Depto.: MOQUEGUA

PLANO: PLANIMETRÍA Y PERFIL LONGITUDINAL

PROY. D.G. INDICADO

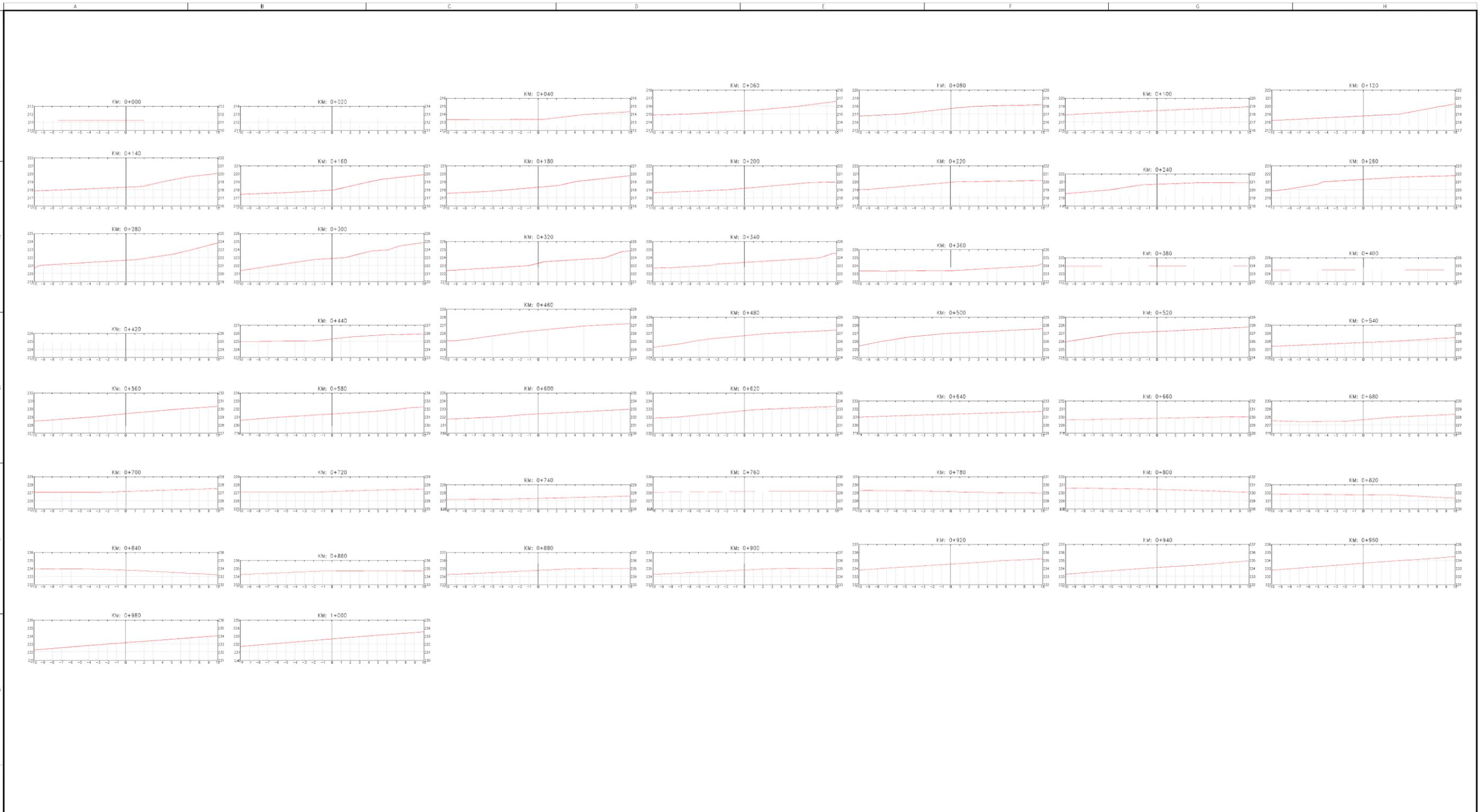
PROY. D.G.	INDICADO
...	...
...	...

N° DE PLANOS: 01

PLANO N°: PL-01

TITULO: CARRETERA DE INGRESO A LA ZONA DE ESTUDIO - AREA DE ESTUDIO - PLANIMETRÍA Y PERFIL LONGITUDINAL  
 AUTORA: ING. MARIA TERESA GARCIA  
 FECHA: 13/01/2022

C:\Users\jgarcia\Documents\PROYECTOS\PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DE LA CARRETERA DE INGRESO A LA URBANIZACION "EL ALGARROBAL" - PROV. ILO - DEPTO. MOQUEGUA  
 PLANOS DE SECCIONES TRANSVERSALES  
 PLANO N° 01



**SECCIONES TRANSVERSALES**  
 ESC: 1/200

PROCEDIMIENTO DE APROBACION			
ENCARGADO	GR	FIRMA	FECHA
DISEÑO	-		13/01/22
TOPOGRAFIA	-		13/01/22
ELABORADO	-		13/01/22
APROBACION	-		13/01/22

PROYECTO: "CARRETERA DE INGRESO URBANIZACION "EL ALGARROBAL"  
 DISTRITO: ALGARROBAL - PROV.: ILO - DEPTO: MOQUEGUA  
 PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES

DISEÑADO POR: TITULO: PLANO N°	REVISADO POR: ESCALA: INDICADO	N° DE PLANOS: 01
<b>ST-01</b>		

ESTE PLANO NO ES VALIDO A MENOS QUE LA ULTIMA REVISION ESTE FIRMADA A MANO

## Anexo 5: Panel fotografico



*Figura 1* Exploracion de calicatas



*Figura 2* Clasificacion de suelos



*Figura 3* Limites de Atterberg



*Figura 4* Proctor Modificado



*Figura 5* Ensayo CBR



*Figura 6* Laboratorio LGSM SAC

## Anexo 6: Certificados de laboratorio

**CLASIFICACIÓN DE SUELOS - SUCS - AASHTO**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

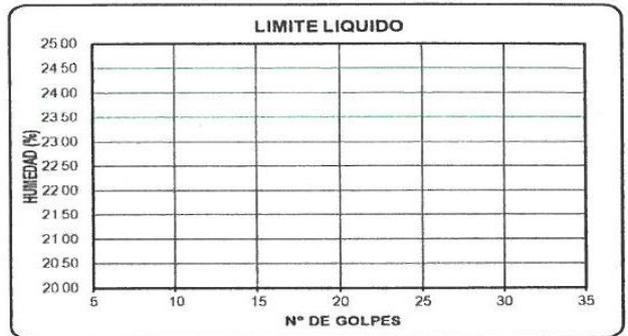
**MUESTRA :** Material propio (Muestra N°1)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

Granulometría		
Tamices	Abertura (mm)	% Que pasa
3"	76.200	100.000
2 1/2"	63.500	100.000
2"	50.800	100.000
1 1/2"	38.100	100.000
1"	25.400	100.000
3/4"	19.050	100.000
1/2"	12.700	100.000
3/8"	9.525	97.680
Nº 4	4.760	95.050
Nº 10	2.000	90.420
Nº 20	0.840	81.590
Nº 40	0.420	71.350
Nº 60	0.250	34.690
Nº 140	0.106	11.030
Nº 200	0.075	7.260

Distribución Granulométrica		
% Grava	GG %	0.00
	GF %	4.95
	AG %	13.46
% Arena	AM %	10.24
	AF %	64.09
	% Finos	7.26

Límites de Atterberg	
Contenido de Humedad (%) :	-
Límite Líquido (LL) (%) :	N.P
Límite Plástico (LP) (%) :	N.P
Índice Plástico (IP) :	N.P

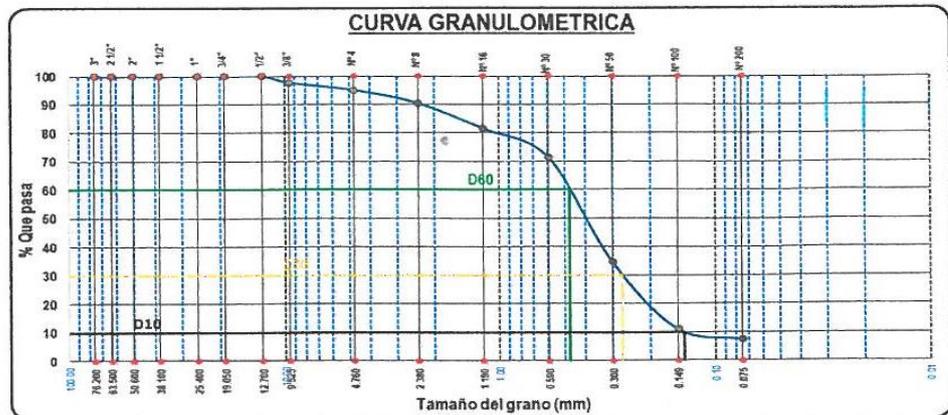


**Clasificación (S.U.C.S) ASTM-D2487**

**SP - SM** Arenas mal graduadas con presencia de limos.

**Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282**

**A-1** A-1-b Fracmentos de roca, grava y arena



**CLASIFICACIÓN DE SUELOS - SUCS - AASHTO**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

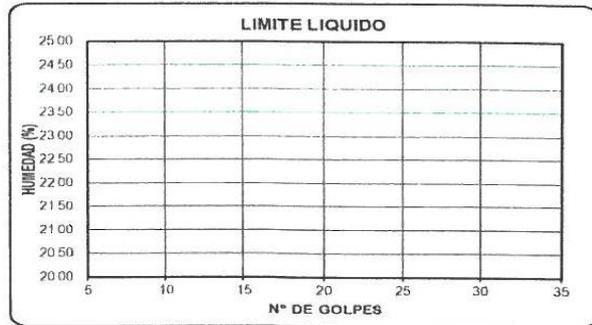
**MUESTRA :** Material propio (Muestra N°2)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

Granulometría		
Tamices	Abertura (mm)	% Que pasa
3"	76.200	100.000
2 1/2"	63.500	100.000
2"	50.600	100.000
1 1/2"	38.100	100.000
1"	25.400	100.000
3/4"	19.050	100.000
1/2"	12.700	99.540
3/8"	9.525	97.060
N° 4	4.760	94.330
N° 10	2.000	89.450
N° 20	0.840	80.390
N° 40	0.420	71.060
N° 60	0.250	34.750
N° 140	0.106	11.480
N° 200	0.075	7.590

Distribución Granulométrica		
% Grava	GG %	0.00
	GF %	5.67
	AG %	13.94
% Arena	AM %	9.33
	AF %	63.47
% Finos		7.59

Límites de Atterberg	
Contenido de Humedad (%) :	-
Límite Líquido (LL) (%) :	N.P
Límite Plástico (LP) (%) :	N.P
Índice Plástico (IP) :	N.P

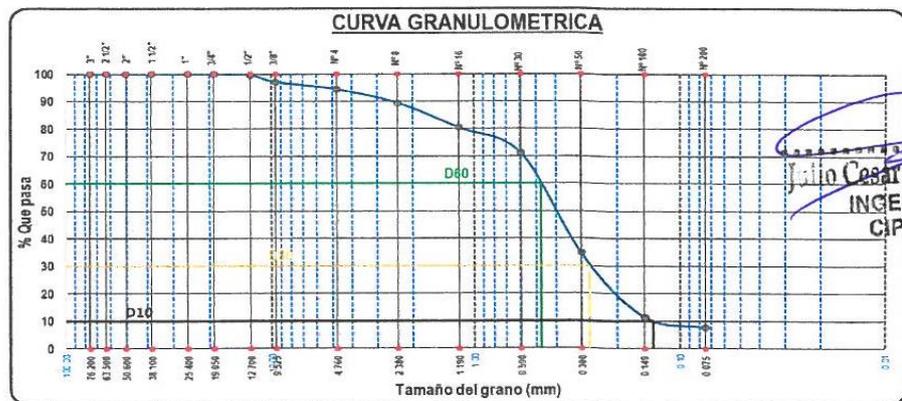


**Clasificación (S.U.C.S) ASTM-D2487**

**SP - SM** Arenas mal graduadas con presencia de limos.

**Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282**

**A-1** A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena



Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

José Cesar Carrion Guzmán  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 235012



CLASIFICACIÓN DE SUELOS - SUCS - AASHTO

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escona de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

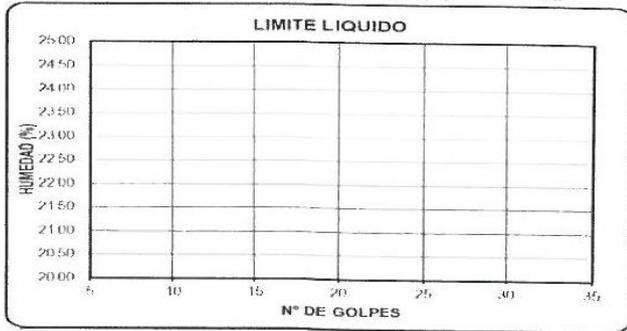
**MUESTRA :** Material propio (Muestra N°3)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

Granulometría		
Tamices	Abertura (mm)	% Que pasa
3"	76.200	100.000
2 1/2"	63.500	100.000
2"	50.600	100.000
1 1/2"	38.100	100.000
1"	25.400	100.000
3/4"	19.050	100.000
1/2"	12.700	100.000
3/8"	9.525	98.320
Nº 4	4.760	94.840
Nº 10	2.000	89.660
Nº 20	0.840	79.580
Nº 40	0.420	70.690
Nº 60	0.250	34.060
Nº 140	0.106	10.970
Nº 200	0.075	6.990

Distribución Granulométrica		
% Grava	GG %	0.00
	GF %	5.16
	AG %	15.26
% Arena	AM %	8.89
	AF %	63.70
% Finos		6.99

Límites de Atterberg	
Contenido de Humedad (%) :	-
Límite Líquido (LL) (%) :	N.P
Límite Plástico (LP) (%) :	N.P
Índice Plástico (IP) :	N.P



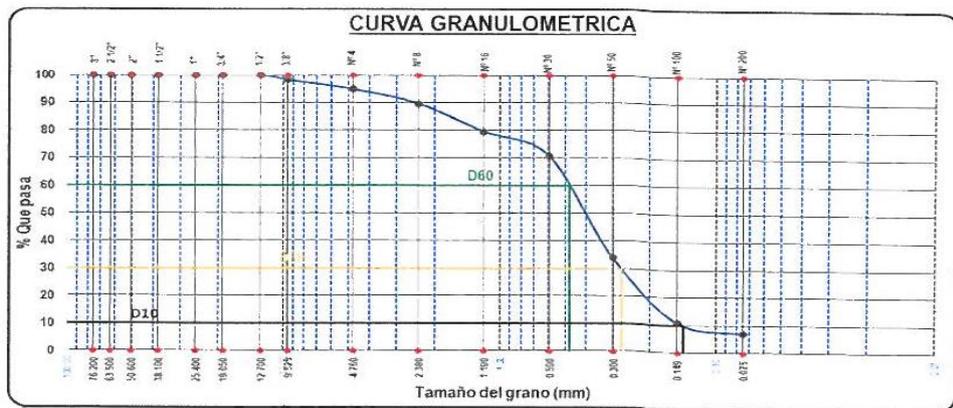
**Clasificación (S.U.C.S) ASTM-D2487**

**SP - SM** Arenas mal graduadas con presencia de limos.

---

**Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282**

**A-1** A-1-b Fracmentos de roca, grava y arena



RUC. 20532558256 - Telefax.: 052 621897 - Celular: 958274837 - 999 555 051 - Email: lgsm20072010@hotmail.com

*[Signature]*  
**Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado**  
 LABORATORISTA  
 Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

*[Signature]*  
**Julio Cesar Carrion Córdova**  
 INGENIERO CIVIL  
 OIP N° 255012



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

CONTENIDO DE HUMEDAD

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

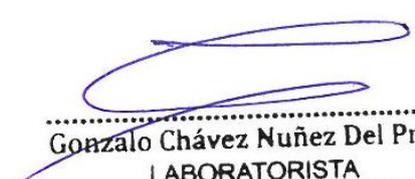
**MUESTRA :** Material propio (Muestra N°1)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

ITEM	CARACTERISTICAS	MUESTRA		
		CH-1	CH-2	CH-3
1	W. Tara (g)	40.87	39.60	44.94
2	W.Tara + Muestra Húmeda (g)	582.19	572.28	578.33
3	W.Tara + Muestra Seca (g)	571.81	562.07	567.91
4	W. Muestra Humeda (g)	541.32	532.68	533.39
5	W. Muestra Seca (g)	530.94	522.47	522.97
6	W. Agua (g)	10.38	10.21	10.42
7	Contenido de Humedad (%)	1.955	1.954	1.992
8	Contenido de Humedad (%)		1.967	

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

  
Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

  
Julio Cesar Carrion Guíñez  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 235012



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

## INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

### CONTENIDO DE HUMEDAD

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio (Muestra N°2)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

ITEM	CARACTERISTICAS	MUESTRA		
		CH-1	CH-2	CH-3
1	W. Tara (g)	38.72	43.95	38.06
2	W.Tara + Muestra Húmeda (g)	569.38	559.87	578.25
3	W.Tara + Muestra Seca (g)	558.62	549.59	567.36
4	W. Muestra Humeda (g)	530.66	515.92	540.19
5	W. Muestra Seca (g)	519.90	505.64	529.30
6	W. Agua (g)	10.76	10.28	10.89
7	Contenido de Humedad (%)	2.070	2.033	2.057
8	Contenido de Humedad (%)		2.053	

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

  
Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

  
Julio Cesar Carrion Guzman  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 235012



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y  
PAVIMENTOS

## INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

### CONTENIDO DE HUMEDAD

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio (Muestra N°3)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

ITEM	CARACTERISTICAS	MUESTRA		
		CH-1	CH-2	CH-3
1	W. Tara (g)	104.51	130.10	132.00
2	W.Tara + Muestra Húmeda (g)	724.19	733.64	713.59
3	W.Tara + Muestra Seca (g)	713.26	722.85	703.37
4	W. Muestra Humeda (g)	619.68	603.54	581.59
5	W. Muestra Seca (g)	608.75	592.75	571.37
6	W. Agua (g)	10.93	10.79	10.22
7	Contenido de Humedad (%)	1.795	1.820	1.789
8	Contenido de Humedad (%)	1.801		

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

  
.....  
**Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado**  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

  
.....  
**Julio Cesar Carrion Gutiérrez**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 235012

**ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

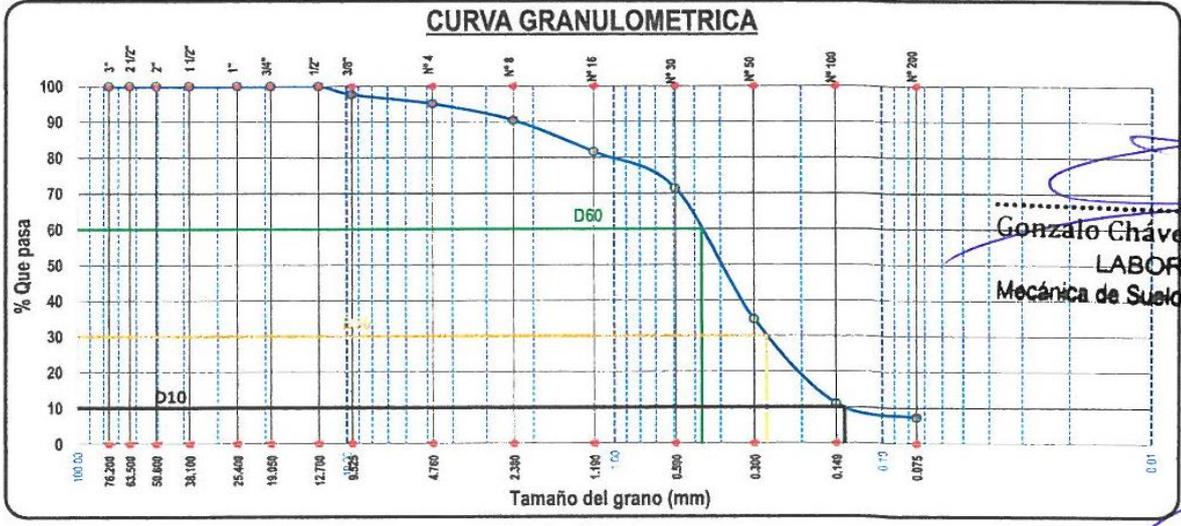
**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio (Muestra N°1)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Material Obtenido	Descripción de la Muestra
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Grava ≥ 3/4"	D60: 0.470 D30: 0.270 D10: 0.139 Cu: 3.388 Cc: 1.118
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	Gravilla	Clasificación SUCS SP - SM Arenas mal graduadas con presencia de limos.
3/8"	9.525	131.08	2.32	2.32	97.68		
N° 4	4.760	148.60	2.63	4.95	95.05		
N° 8	2.380	261.60	4.63	9.58	90.42	Gruesa	
N° 16	1.190	498.90	8.83	18.41	81.59	Medía	
N° 30	0.590	578.56	10.24	28.65	71.35	Fina	
N° 50	0.300	2071.29	36.66	65.31	34.69		
N° 100	0.149	1336.79	23.66	88.97	11.03		
N° 200	0.075	213.01	3.77	92.74	7.26		
Base		410.19	7.26	100.00	0.00		
<b>Total</b>		<b>5650.00</b>					w. muestra antes lavado (g): 5650.00
<b>% Perdida</b>		<b>4.956</b>					w. muestra despues lavado (g): 5369.97



Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

Observación:  
La muestra fue proporcionada por el solicitante.

*(Signature)*  
Julio Cesar Carrion Gutiérrez  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 235012

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

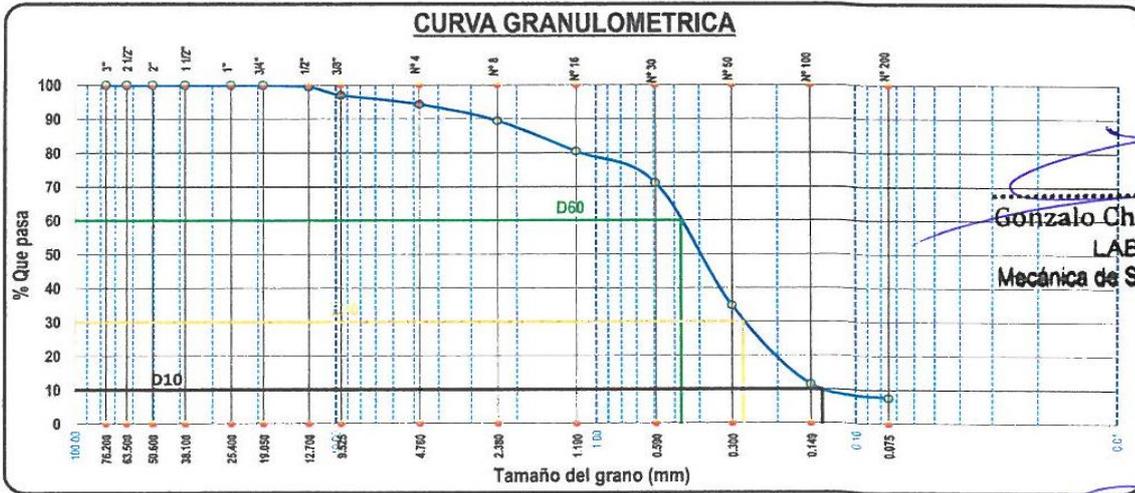
**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio (Muestra N°2)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Material Obtenido	Descripción de la Muestra	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Grava ≥ 3/4"	Grava	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00			
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00			
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00			
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00			
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	Gravilla	Grava	
1/2"	12.700	25.24	0.46	0.46	99.54			
3/8"	9.525	136.05	2.48	2.94	97.06			
N° 4	4.760	149.77	2.73	5.67	94.33	Gruesa	Arena	
N° 8	2.380	267.72	4.88	10.55	89.45			
N° 16	1.190	497.03	9.06	19.61	80.39	Media		
N° 30	0.590	511.84	9.33	28.94	71.06	Fina		
N° 50	0.300	1991.97	36.31	65.25	34.75			
N° 100	0.149	1276.59	23.27	88.52	11.48			
N° 200	0.075	213.41	3.89	92.41	7.59			
Base		416.38	7.59	100.00	0.00			
<b>Total</b>		<b>5486.00</b>						w. muestra antes lavado (g): 5486.00
<b>% Perdida</b>		<b>5.474</b>						w. muestra despues lavado (g): 5185.67

**Clasificación SUCS**  
SP - SM  
Arenas mal graduadas con presencia de limos.



Gonzalo Chavez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

Observación:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Julio Cesar Carrion Guierrez  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 235012

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

PROYECTO : Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

SOLICITANTE : Br. Irving Anthony Perez Villanueva

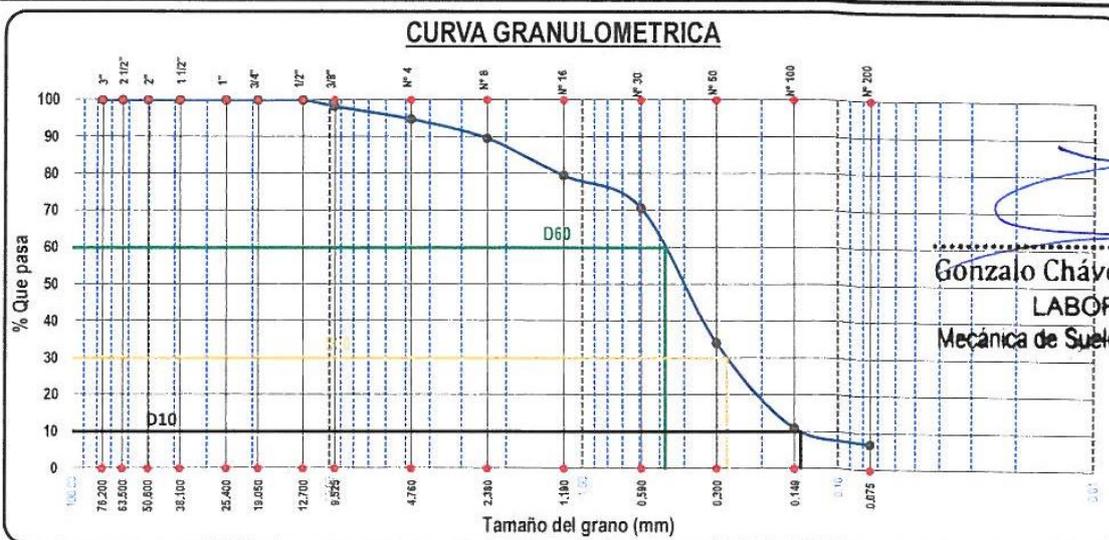
ESTUDIO : Material de fundación

UBICACIÓN : Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

MUESTRA : Material propio (Muestra N°3)

FECHA : 15 de Enero de 2022

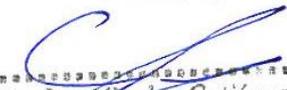
Tamices ASTM	Abertura mm	W. Retenido (g)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Material Obtenido	Descripción de la Muestra	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Grava ≥ 3/4"	Grava	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00			
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00			
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00			
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00			
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00			
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	Gravilla	Clasificación SUCS SP - SM Arenas mal graduadas con presencia de limos.	
3/8"	9.525	96.43	1.68	1.68	98.32			
N° 4	4.760	199.75	3.48	5.16	94.84	Gruesa		
N° 8	2.380	297.33	5.18	10.34	89.66			
N° 16	1.190	578.59	10.08	20.42	79.58	Media		
N° 30	0.590	510.28	8.89	29.31	70.69	Fina		
N° 50	0.300	2102.56	36.63	65.94	34.06			
N° 100	0.149	1325.36	23.09	89.03	10.97			
N° 200	0.075	228.45	3.98	93.01	6.99			
Base		401.25	6.99	100.00	0.00			
<b>Total</b>		<b>5740.00</b>						ω. muestra antes lavado (g): 5740.00
<b>% Perdida</b>		<b>5.708</b>						ω. muestra despues lavado (g): 5412.34



Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

Observación:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

  
 Julio Cesar Carrion Quiroz  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 235012

**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS**

**LIMITES DE ATTEBERG (NPT 339.129)**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio (Muestra N°1)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

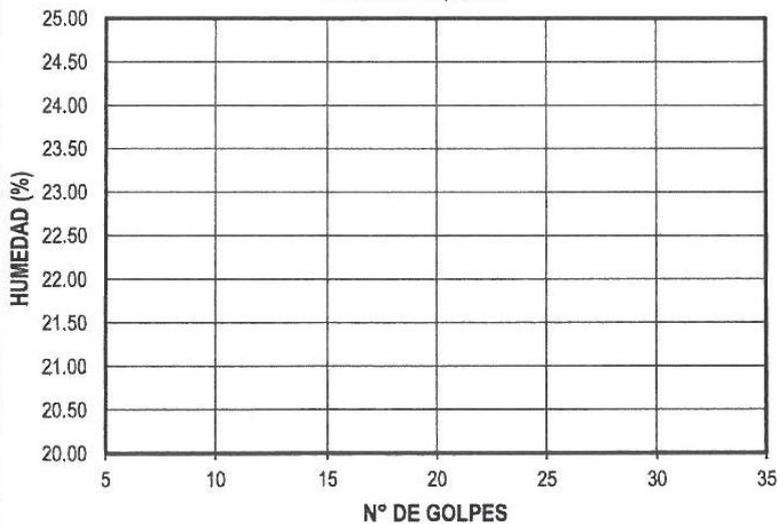
**LIMITE LIQUIDO**

CARACTERISTICA	MUESTRA		
	1	2	3
N° Golpes	-	-	-
W. Frasco (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Humedo (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Seco (g)	-	-	-
W. Agua (g)	-	-	-
W. Suelo Seco (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

**LIMITE PLASTICO**

MUESTRA		
1	2	3
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-

**LIMITE LIQUIDO**



**RESULTADOS**

Limite Líquido (Multipunto) (%)	N.P
Limite Plástico (%)	N.P
Indice de Plasticidad (%)	N.P

**Observación:**

- El material de fundación no presenta Limite líquido ni limite plástico.
- El material fue proporcionado por el solicitante.

**Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado**  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

**Julio Cesar Carrion Gutiérrez**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 235012

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

LIMITES DE ATTEBERG (NPT 339.129)

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio + 3% de escoria de acero (Muestra N°1)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

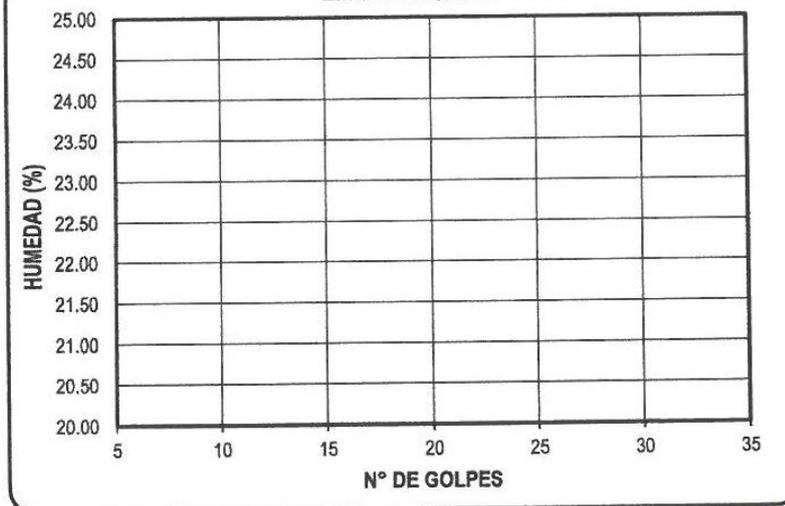
LIMITE LIQUIDO

CARACTERISTICA	MUESTRA		
	1	2	3
N° Golpes	-	-	-
W. Frasco (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Humedo (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Seco (g)	-	-	-
W. Agua (g)	-	-	-
W. Suelo Seco (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

LIMITE PLASTICO

	MUESTRA		
	1	2	3
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-

LIMITE LIQUIDO



RESULTADOS

Límite Líquido (Multipunto) (%)	N.P
Límite Plástico (%)	N.P
Índice de Plasticidad (%)	N.P

**Observación:**

- El material de fundación no presenta Limite líquido ni límite plástico.
- El material fue proporcionado por el solicitante.

.....  
Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

.....  
Jairo Cesar Carrion Cordero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 235012

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

LIMITES DE ATTEBERG (NPT 339.129)

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio + 6% de escoria de acero (Muestra N°1)

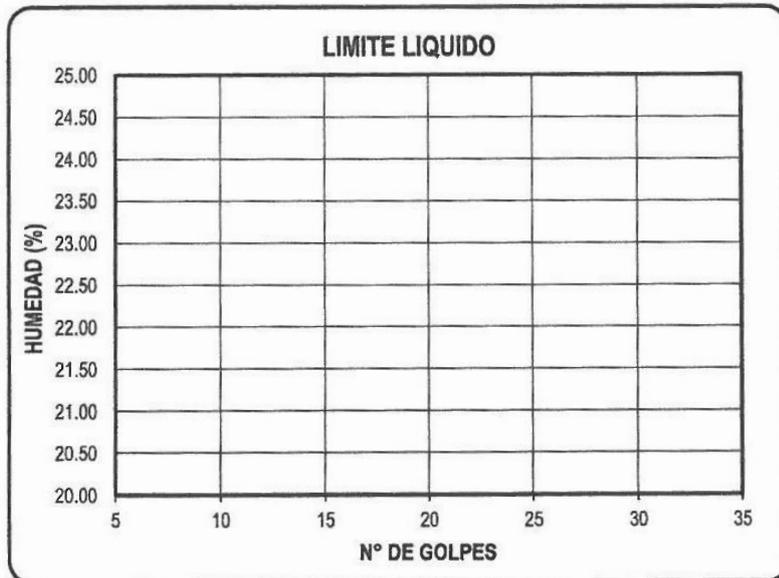
**FECHA :** 15 de Enero de 2022

LIMITE LIQUIDO

CARACTERISTICA	MUESTRA		
	1	2	3
N° Golpes	-	-	-
W. Frasco (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Humedo (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Seco (g)	-	-	-
W. Agua (g)	-	-	-
W. Suelo Seco (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

LIMITE PLASTICO

	MUESTRA		
	1	2	3
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-



RESULTADOS

Límite Líquido (Multipunto) (%)	N.P
Límite Plástico (%)	N.P
Índice de Plasticidad (%)	N.P

**Observación:**

- El material de fundación no presenta Límite líquido ni límite plástico.
- El material fue proporcionado por el solicitante.

.....  
Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

.....  
Julio César Carrion Cabezas  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 235012



**LGSM SAC**  
TELEFONO 052-602596

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

## INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

### LIMITES DE ATTEBERG (NPT 339.129)

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio + 12% de escoria de acero (Muestra N°1)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

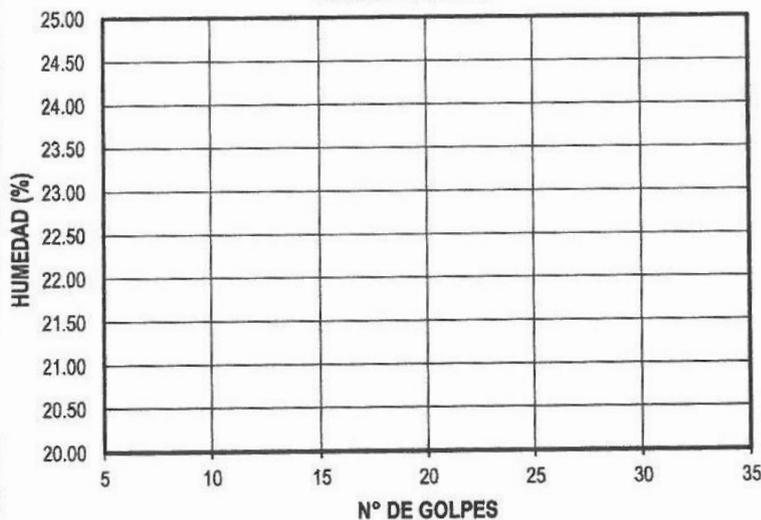
#### LIMITE LIQUIDO

CARACTERISTICA	MUESTRA		
	1	2	3
N° Golpes	-	-	-
W. Frasco (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Humedo (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Seco (g)	-	-	-
W. Agua (g)	-	-	-
W. Suelo Seco (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

#### LIMITE PLASTICO

	MUESTRA		
	1	2	3
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-

#### LIMITE LIQUIDO



#### RESULTADOS

Límite Líquido (Multipunto) (%)	N.P
Límite Plástico (%)	N.P
Índice de Plasticidad (%)	N.P

#### Observación:

- El material de fundación no presenta Límite líquido ni límite plástico.
- El material fue proporcionado por el solicitante.

.....  
Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

.....  
Jairo Cesar Carrion Cullerite  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 205012

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

LIMITES DE ATTEBERG (NPT 339.129)

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio (Muestra N°2)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

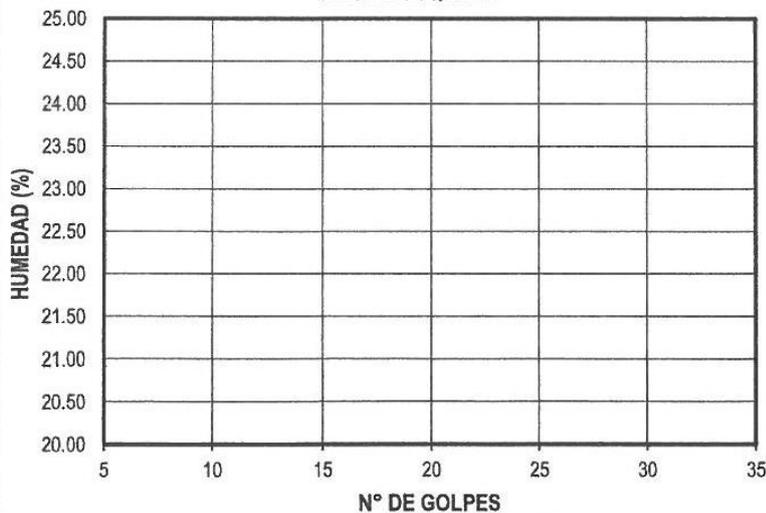
LIMITE LIQUIDO

CARACTERISTICA	MUESTRA		
	1	2	3
N° Golpes	-	-	-
W. Frasco (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Humedo (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Seco (g)	-	-	-
W. Agua (g)	-	-	-
W. Suelo Seco (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

LIMITE PLASTICO

	MUESTRA		
	1	2	3
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-

LIMITE LIQUIDO



RESULTADOS

Límite Líquido (Multipunto) (%)	N.P
Límite Plástico (%)	N.P
Índice de Plasticidad (%)	N.P

**Observación:**

- El material de fundación no presenta Límite líquido ni límite plástico.
- El material fue proporcionado por el solicitante.

.....  
Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

.....  
Julio Cesar Carrion Gutiérrez  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 235012



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

LIMITES DE ATTEBERG (NPT 339.129)

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio + 3% de escoria de acero (Muestra N°2)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

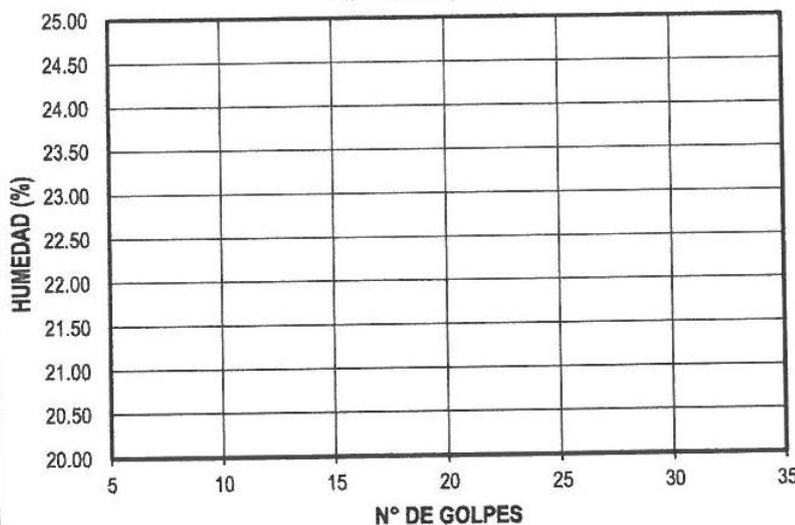
LIMITE LIQUIDO

CARACTERISTICA	MUESTRA		
	1	2	3
N° Golpes	-	-	-
W. Frasco (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Humedo (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Seco (g)	-	-	-
W. Agua (g)	-	-	-
W. Suelo Seco (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

LIMITE PLASTICO

MUESTRA		
1	2	3
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-

LIMITE LIQUIDO



RESULTADOS

Límite Líquido (Multipunto) (%)	N.P
Límite Plástico (%)	N.P
Índice de Plasticidad (%)	N.P

**Observación:**

- El material de fundación no presenta Límite líquido ni límite plástico.
- El material fue proporcionado por el solicitante.

.....  
**Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado**  
 LABORATORISTA  
 Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

.....  
**Jairo Cesar Carrón Cordero**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 205012



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

LIMITES DE ATTEBERG (NPT 339.129)

**PROYECTO:** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE:** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO:** Material de fundación

**UBICACIÓN:** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA:** Material propio + 6% de escoria de acero (Muestra N°2)

**FECHA:** 15 de Enero de 2022

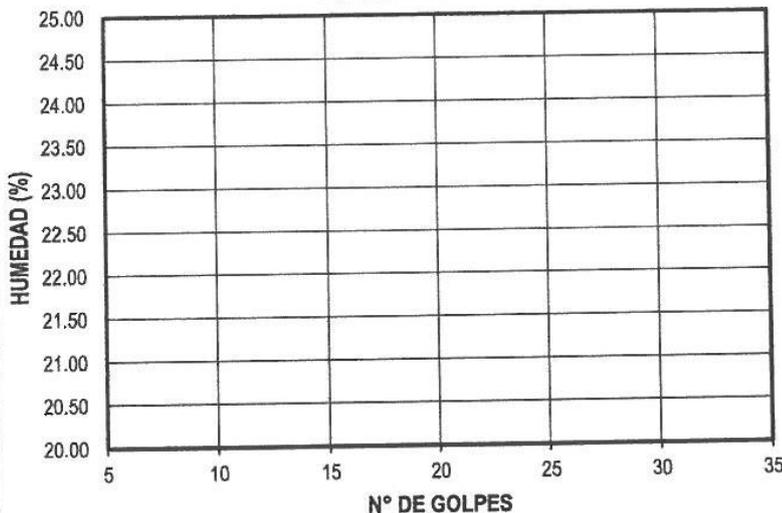
LIMITE LIQUIDO

CARACTERISTICA	MUESTRA		
	1	2	3
N° Golpes	-	-	-
W. Frasco (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Humedo (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Seco (g)	-	-	-
W. Agua (g)	-	-	-
W. Suelo Seco (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

LIMITE PLASTICO

	MUESTRA		
	1	2	3
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-

LIMITE LIQUIDO



RESULTADOS

Límite Líquido (Multipunto) (%)	N.P
Límite Plástico (%)	N.P
Índice de Plasticidad (%)	N.P

**Observación:**

- El material de fundación no presenta Límite líquido ni límite plástico.
- El material fue proporcionado por el solicitante.

.....  
 Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
 LABORATORISTA  
 Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

.....  
 Julio Cesar Carrion Gutiérrez  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 235012

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

LIMITES DE ATTEBERG (NPT 339.129)

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio + 12% de escoria de acero (Muestra N°2)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

LIMITE LIQUIDO

CARACTERISTICA	MUESTRA		
	1	2	3
N° Golpes	-	-	-
W. Frasco (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Humedo (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Seco (g)	-	-	-
W. Agua (g)	-	-	-
W. Suelo Seco (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

LIMITE PLASTICO

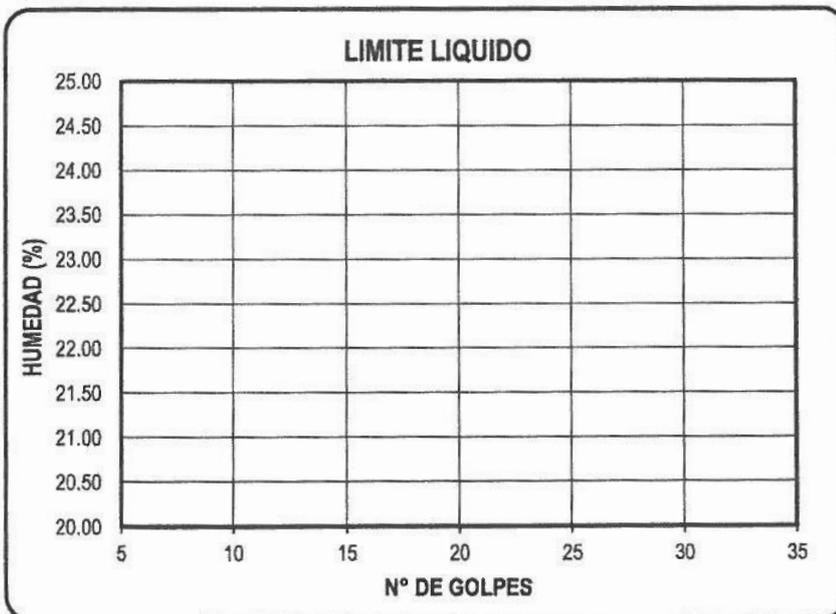
MUESTRA		
1	2	3
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-

RESULTADOS

Límite Líquido (Multipunto) (%)	N.P
Límite Plástico (%)	N.P
Índice de Plasticidad (%)	N.P

Observación:

- El material de fundación no presenta Límite líquido ni límite plástico.
- El material fue proporcionado por el solicitante.



Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

Julio Cesar Carrion Gutiérrez  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 203012

**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS**

**LIMITES DE ATTEBERG (NPT 339.129)**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escona de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio (Muestra N°3)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

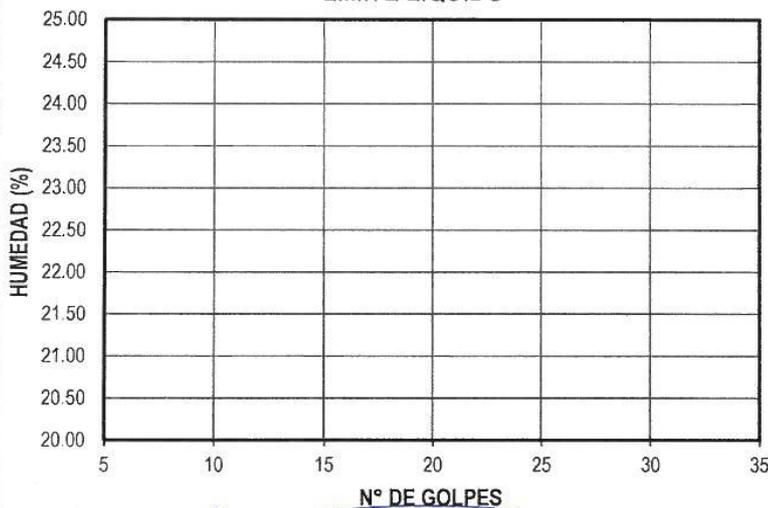
**LIMITE LIQUIDO**

CARACTERISTICA	MUESTRA		
	1	2	3
N° Golpes	-	-	-
W. Frasco (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Humedo (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Seco (g)	-	-	-
W. Agua (g)	-	-	-
W. Suelo Seco (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

**LIMITE PLASTICO**

	MUESTRA		
	1	2	3
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-

**LIMITE LIQUIDO**



**RESULTADOS**

Limite Liquido (Multipunto) (%)	N.P
Limite Plástico (%)	N.P
Indice de Plasticidad (%)	N.P

**Observación:**

- El material de fundación no presenta Limite líquido ni limite plástico.
- El material fue proporcionado por el solicitante.

Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

Jairo Cesar Carrion Gutiérrez  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 205012

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

LIMITES DE ATTEBERG (NPT 339.129)

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio + 3% de escoria de acero (Muestra N°3)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

LIMITE LIQUIDO

CARACTERISTICA	MUESTRA		
	1	2	3
N° Golpes	-	-	-
W. Frasco (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Humedo (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Seco (g)	-	-	-
W. Agua (g)	-	-	-
W. Suelo Seco (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

LIMITE PLASTICO

MUESTRA		
1	2	3
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-

LIMITE LIQUIDO



RESULTADOS

Límite Líquido (Multipunto) (%)	N.P
Límite Plástico (%)	N.P
Índice de Plasticidad (%)	N.P

**Observación:**

- El material de fundación no presenta Límite líquido ni límite plástico.
- El material fue proporcionado por el solicitante.

Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

Julio César Carrion Cudruez  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 235012



**LGSM SAC**  
TELÉFONO 052-602596

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

## INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

### LIMITES DE ATTEBERG (NPT 339.129)

**PROYECTO:** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE:** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO:** Material de fundación

**UBICACIÓN:** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA:** Material propio + 6% de escoria de acero (Muestra N°3)

**FECHA:** 15 de Enero de 2022

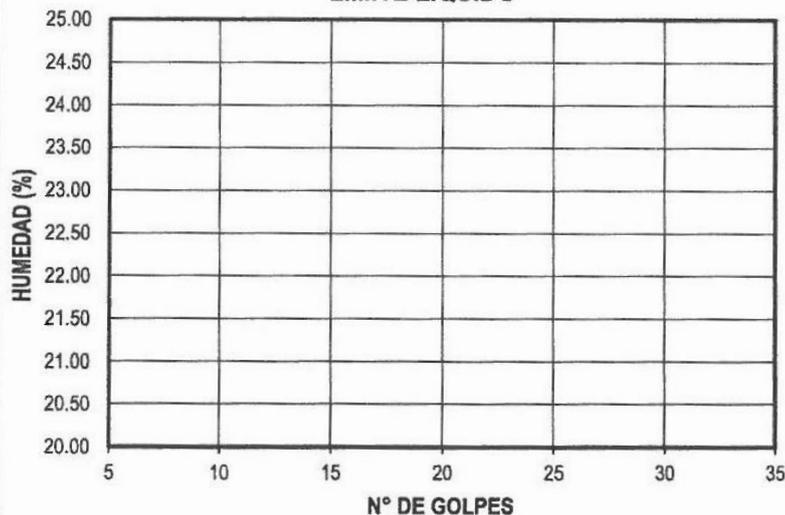
#### LIMITE LIQUIDO

CARACTERISTICA	MUESTRA		
	1	2	3
N° Golpes	-	-	-
W. Frasco (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Humedo (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Seco (g)	-	-	-
W. Agua (g)	-	-	-
W. Suelo Seco (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

#### LIMITE PLASTICO

	MUESTRA		
	1	2	3
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-

#### LIMITE LIQUIDO



#### RESULTADOS

Límite Líquido (Multipunto) (%)	N.P
Límite Plástico (%)	N.P
Índice de Plasticidad (%)	N.P

**Observación:**

- El material de fundación no presenta Límite líquido ni límite plástico.
- El material fue proporcionado por el solicitante.

.....  
**Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado**  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

.....  
**Jairo Cesar Carrion Gutiérrez**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 235012



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

LIMITES DE ATTEBERG (NPT 339.129)

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio + 12% de escoria de acero (Muestra N°3)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

LIMITE LIQUIDO

CARACTERISTICA	MUESTRA		
	1	2	3
N° Golpes	-	-	-
W. Frasco (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Humedo (g)	-	-	-
W. Frasco + Suelo Seco (g)	-	-	-
W. Agua (g)	-	-	-
W. Suelo Seco (g)	-	-	-
Contenido de Humedad (%)	-	-	-

LIMITE PLASTICO

	MUESTRA		
	1	2	3
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-
	-	-	-

LIMITE LIQUIDO



RESULTADOS

Límite Líquido (Multipunto) (%)	N.P
Límite Plástico (%)	N.P
Índice de Plasticidad (%)	N.P

**Observación:**

- El material de fundación no presenta Limite liquido ni límite plástico.
- El material fue proporcionado por el solicitante.

.....  
**Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado**  
 LABORATORISTA  
 Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

.....  
**Julio Cesar Carrion Gutiérrez**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 235012

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

PROYECTO : Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

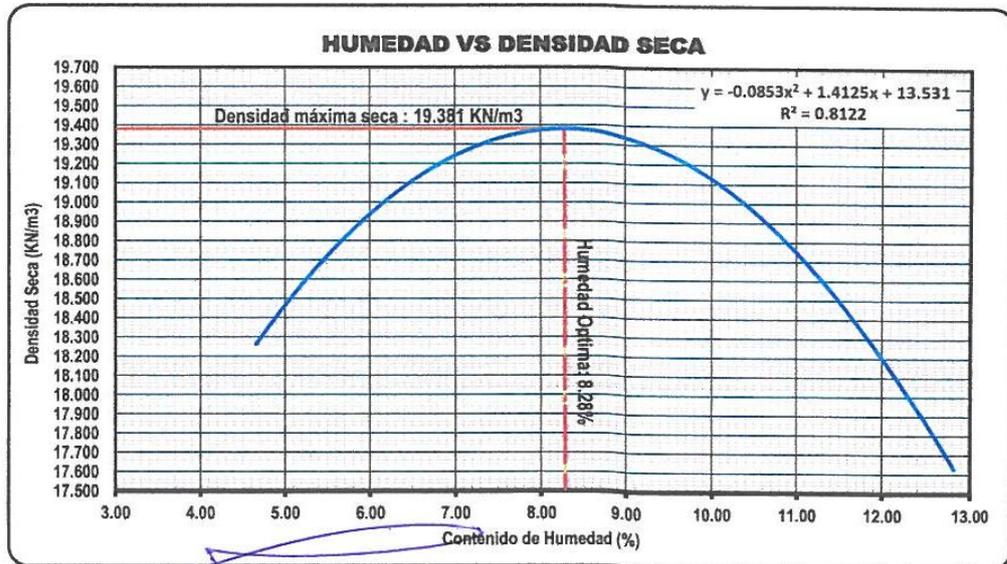
SOLICITANTE : Br. Irving Anthony Perez Villanueva  
ESTUDIO : Material de fundación  
UBICACIÓN : Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua  
MUESTRA : Material propio (Muestra N°1)  
FECHA : 15 de Enero de 2022

DATOS	
Método	A
N° Molde	I
N° Golpes	25.00
N° Capas	5
DATOS DEL MOLDE	
W. Molde (g)	3673
Alto (mm)	116.60
Diametro (mm)	101.68
Volumen (cc)	946802.74

ITEM	MUESTRAS				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W.Suelo Humedo + Molde (g)	5500	5685	5725	5640	5615
W.Suelo Humedo (g)	1827	2012	2052	1967	1942
Densidad del Suelo Humedo (KN/m3)	18.927	20.839	21.251	20.378	20.113

ITEM	MUESTRAS				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W. Tara (g)	80.76	96.63	78.39	97.76	94.94
W. Tara + Suelo Humedo (g)	603.53	602.15	596.60	609.79	606.45
W. Tara + Suelo Seco (g)	580.25	569.98	555.12	561.28	548.34
W. Suelo Seco (g)	499.49	473.35	476.73	463.52	453.40
W. Agua (g)	23.28	32.17	41.48	48.51	58.11
Humedad (%)	4.661	6.796	8.701	10.466	12.816
Densidad Suelo Seco (KN/m3)	18.084	19.513	19.550	18.448	17.828

RESULTADOS	
Densidad Máxima Seca (KN/m3)	g/cc
19.381	1.976
Humedad Optima (%)	
8.28	



Observación:  
- El material fue proporcionado por el solicitante.

Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

Julio Cesar Carrion Quiroz  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 255012

**PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, llo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - llo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio + 3% de escoria de acero (Muestra N°1)

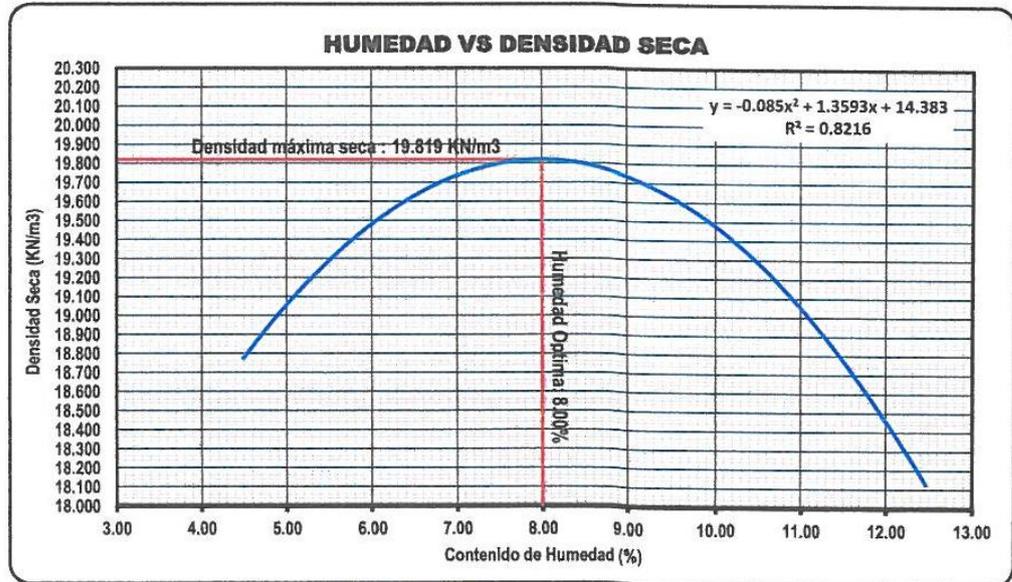
**FECHA :** 15 de Enero de 2022

DATOS	
Método	A
N° Molde	I
N° Golpes	25.00
N° Capas	5
DATOS DEL MOLDE	
W. Molde (g)	3673
Alto (mm)	116.60
Diametro (mm)	101.68
Volumen (cc)	946802.74

ITEM	MUESTRAS				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W.Suelo Humedo + Molde (g)	5562	5690	5785	5682	5660
W.Suelo Humedo (g)	1889	2017	2112	2009	1987
Densidad del Suelo Humedo (KN/m3)	19.564	20.888	21.879	20.810	20.584

ITEM	MUESTRAS				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W. Tara (g)	94.97	96.64	98.83	103.80	78.90
W. Tara + Suelo Humedo (g)	642.38	639.15	649.06	705.49	594.57
W. Tara + Suelo Seco (g)	618.85	605.57	607.17	648.54	537.42
W. Suelo Seco (g)	523.88	508.93	508.34	544.74	458.52
W. Agua (g)	23.53	33.58	41.89	56.95	57.15
Humedad (%)	4.491	6.598	8.241	10.455	12.464
Densidad Suelo Seco (KN/m3)	18.723	19.595	20.213	18.840	18.303

RESULTADOS	
Densidad Máxima Seca (KN/m3)	g/cc
19.819	2.021
Humedad Óptima (%)	
8.00	



Observación:  
- El material fue proporcionado por el solicitante.

**Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado**  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

**Julio Cesar Carrion Gutiérrez**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 235012

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

PROYECTO : Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

SOLICITANTE : Br. Irving Anthony Perez Villanueva

ESTUDIO : Material de fundación

UBICACIÓN : Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

MUESTRA : Material propio + 6% de escoria de acero (Muestra N°1)

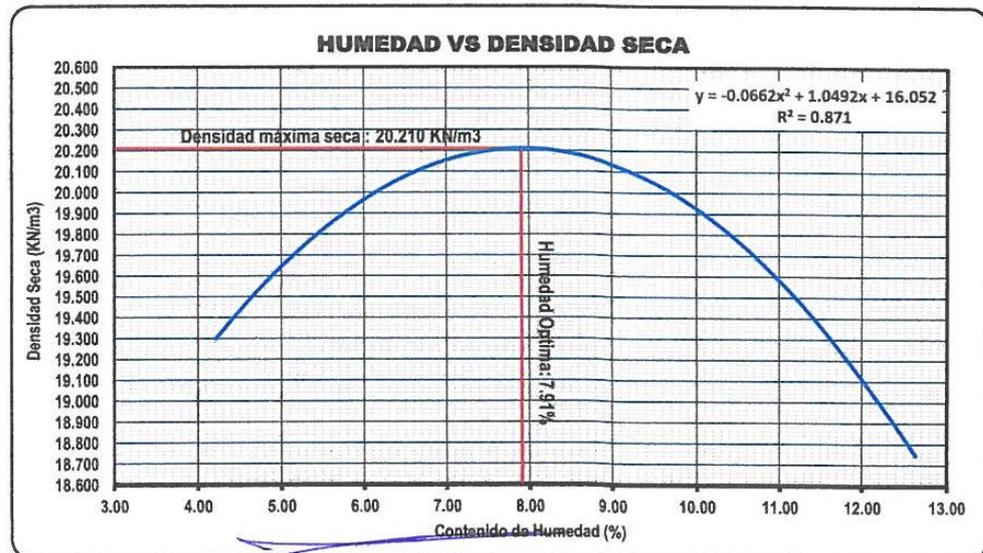
FECHA : 15 de Enero de 2022

DATOS	
Método	A
N° Molde	1
N° Golpes	25.00
N° Capas	5
DATOS DEL MOLDE	
W. Molde (g)	3673
Alto (mm)	116.60
Diámetro (mm)	101.68
Volumen (cc)	946802.74

ITEM	MUESTRAS				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W.Suelo Humedo + Molde (g)	5622	5719	5825	5775	5710
W.Suelo Humedo (g)	1949	2046	2152	2102	2037
Densidad del Suelo Humedo (KN/m3)	20.192	21.192	22.290	21.771	21.094

ITEM	MUESTRAS				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W. Tara (g)	80.73	78.54	133.36	131.95	78.90
W. Tara + Suelo Humedo (g)	603.48	599.00	736.18	725.77	613.47
W. Tara + Suelo Seco (g)	582.34	565.59	687.83	670.02	553.52
W. Suelo Seco (g)	501.61	487.05	554.47	538.07	474.62
W. Agua (g)	21.14	33.41	48.35	55.75	59.95
Humedad (%)	4.214	6.860	8.720	10.361	12.631
Densidad Suelo Seco (KN/m3)	19.375	19.832	20.503	19.727	18.728

RESULTADOS	
Densidad Máxima Seca (KN/m3)	g/cc
20.210	2.061
Humedad Óptima (%)	
7.91	



Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

Julio Cesar Carrion Guíñez  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 235012

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

PROYECTO : Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

SOLICITANTE : Br. Irving Anthony Perez Villanueva

ESTUDIO : Material de fundación

UBICACIÓN : Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

MUESTRA : Material propio + 12% de escoria de acero (Muestra N°1)

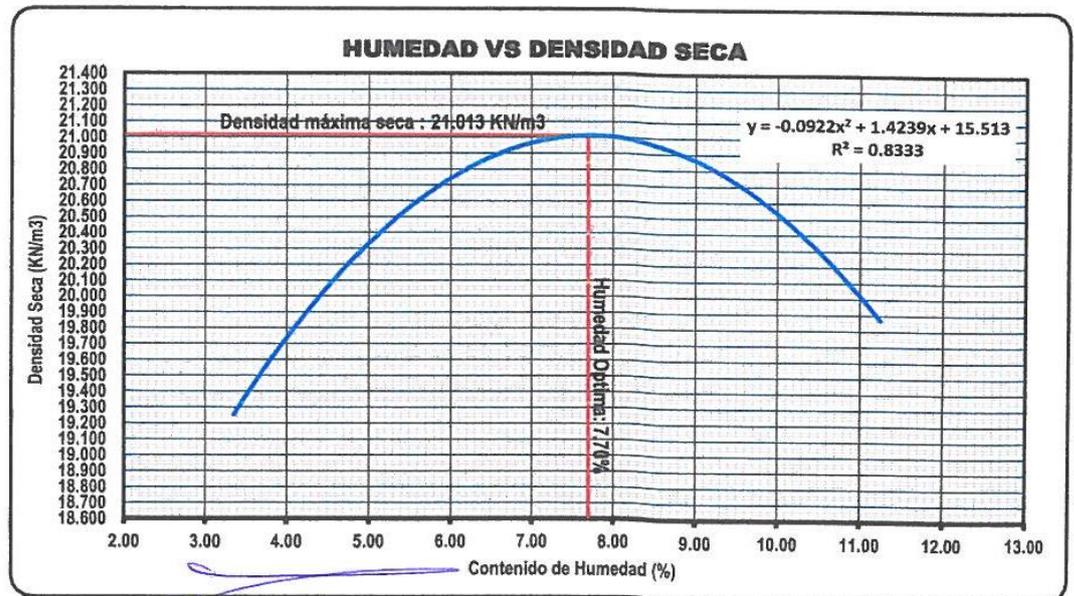
FECHA : 15 de Enero de 2022

DATOS	
Método	A
N° Molde	1
N° Golpes	25.00
N° Capas	5
DATOS DEL MOLDE	
W. Molde (g)	3673
Alto (mm)	116.60
Diametro (mm)	101.68
Volumen (cc)	946802.74

ITEM	DENSIDAD HUMEDAD				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W.Suelo Humedo + Molde (g)	5615	5713	5859	5910	5786
W.Suelo Humedo (g)	1942	2040	2186	2237	2113
Densidad del Suelo Humedo (KN/m3)	20.113	21.133	22.644	23.173	21.888

ITEM	DENSIDAD SECA				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W. Tara (g)	133.37	94.94	94.94	103.78	138.35
W. Tara + Suelo Humedo (g)	706.89	645.28	629.71	695.44	703.00
W. Tara + Suelo Seco (g)	688.27	617.47	591.08	645.73	645.91
W. Suelo Seco (g)	554.90	522.53	496.14	541.95	507.56
W. Agua (g)	18.62	27.81	38.63	49.71	57.09
Humedad (%)	3.356	5.322	7.786	9.172	11.248
Densidad Suelo Seco (KN/m3)	19.460	20.065	21.008	21.226	19.675

RESULTADOS	
Densidad Máxima Seca (KN/m3)	g/cc
21.013	2.143
Humedad Optima (%)	
7.70	



Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

Julio Cesar Carrion Gutiérrez  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 205012

Observación:  
- El material fue proporcionado por el solicitante.



**LGSM SAC**  
TELÉFONO 052-602596

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

PROYECTO : Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarobal, Ilo, Moquegua 2021

SOLICITANTE : Br. Irving Anthony Perez Villanueva

ESTUDIO : Material de fundación

UBICACIÓN : Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

MUESTRA : Material propio (Muestra N°2)

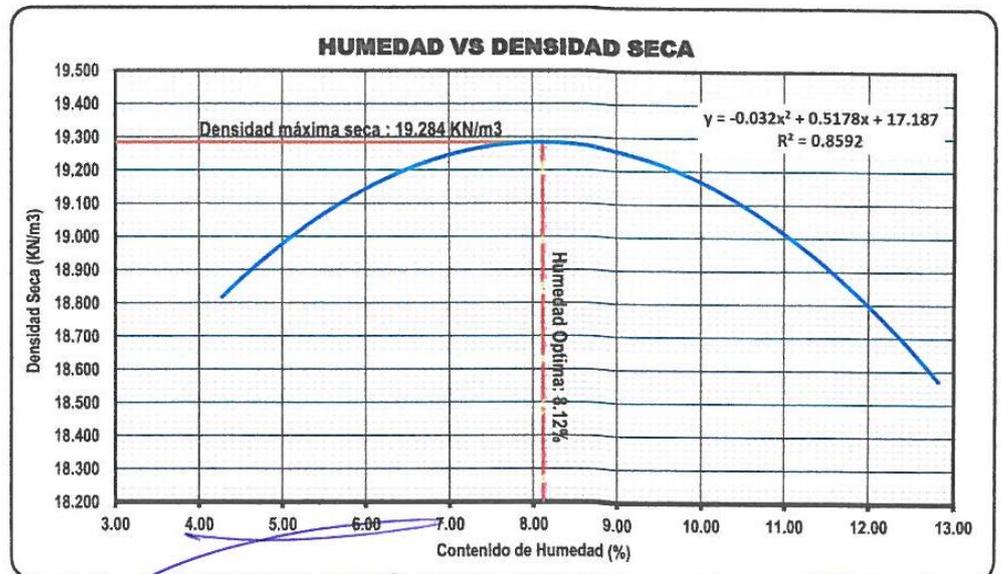
FECHA : 15 de Enero de 2022

DATOS	
Método	A
N° Molde	1
N° Golpes	25.00
N° Capas	5
DATOS DEL MOLDE	
W. Molde (g)	3673
Alto (mm)	116.60
Diametro (mm)	101.68
Volumen (cc)	946802.74

ITEM	DENSIDAD HUMEDAD				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W. Suelo Humedo + Molde (g)	5575	5629	5695	5722	5690
W. Suelo Humedo (g)	1902	1956	2022	2049	2017
Densidad del Suelo Humedo (KN/m3)	19.702	20.261	20.947	21.222	20.888

ITEM	DENSIDAD SECA				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W. Tara (g)	77.16	103.79	93.08	79.64	95.61
W. Tara + Suelo Humedo (g)	593.56	693.75	684.87	692.19	704.36
W. Tara + Suelo Seco (g)	572.37	657.67	639.55	633.71	635.17
W. Suelo Seco (g)	495.21	553.88	546.47	554.07	539.56
W. Agua (g)	21.19	36.08	45.32	58.48	69.19
Humedad (%)	4.279	6.514	8.293	10.555	12.823
Densidad Suelo Seco (KN/m3)	18.893	19.021	19.343	19.196	18.514

RESULTADOS	
Densidad Máxima Seca (KN/m3)	g/cc
19.284	1.966
Humedad Óptima (%)	
8.12	



Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

Julio Cesar Carrion Gutiérrez  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 235012

Observación:  
- El material fue proporcionado por el solicitante.



**LGSM SAC**  
TELÉFONO 052-602596

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS**

**PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)**

**PROYECTO:** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, llo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE:** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO:** Material de fundación

**UBICACIÓN:** Pampa Inalambrica - llo - Moquegua

**MUESTRA:** Material propio + 3% de escoria de acero (Muestra N°2)

**FECHA:** 15 de Enero de 2022

**DATOS**

Método	A
N° Molde	1
N° Golpes	25.00
N° Capas	5

**DATOS DEL MOLDE**

W. Molde (g)	3673
Alto (mm)	116.60
Diámetro (mm)	101.68
Volumen (cc)	946802.74

**DENSIDAD HUMEDAD**

ITEM	MUESTRAS				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W.Suelo Humedo + Molde (g)	5606	5782	5770	5695	5672
W.Suelo Humedo (g)	1933	2109	2097	2022	1999
Densidad del Suelo Humedo (KN/m3)	20.025	21.839	21.722	20.947	20.702

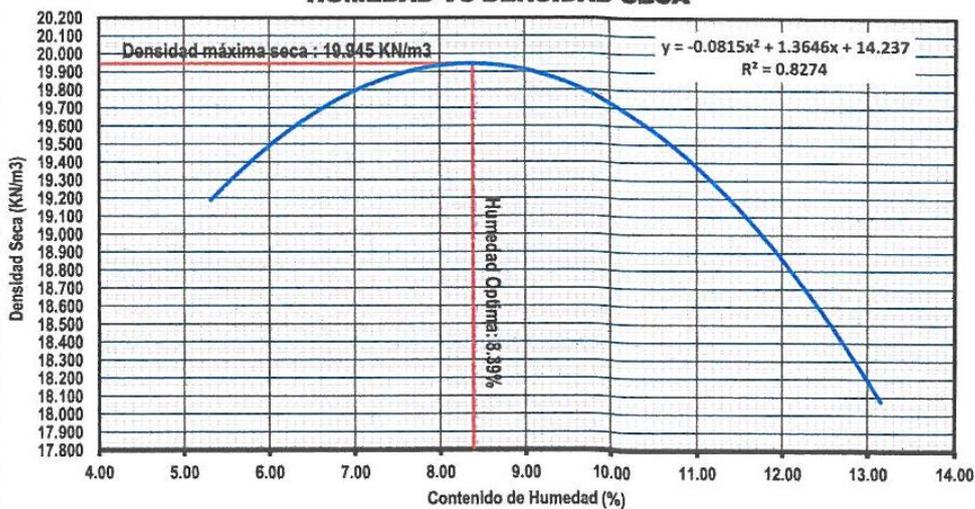
**DENSIDAD SECA**

ITEM	MUESTRAS				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W. Tara (g)	96.68	133.35	131.97	76.81	78.56
W. Tara + Suelo Humedo (g)	602.73	701.64	715.78	594.57	601.48
W. Tara + Suelo Seco (g)	577.18	661.49	663.84	542.33	540.69
W. Suelo Seco (g)	480.50	528.14	531.87	465.52	462.13
W. Agua (g)	25.55	40.15	51.94	52.24	60.79
Humedad (%)	5.317	7.602	9.766	11.222	13.154
Densidad Suelo Seco (KN/m3)	19.014	20.296	19.789	18.834	18.295

**RESULTADOS**

<b>Densidad Máxima Seca</b>	
(KN/m3)	g/cc
19.945	2.034
<b>Humedad Óptima (%)</b>	
8.39	

**HUMEDAD VS DENSIDAD SECA**



Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

**Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado**  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

**Julio Cesar Carrion Gutiérrez**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 235012



**LGSM SAC**  
TELÉFONO 052-602596

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS**

**PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalámbrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio + 6% de escoria de acero (Muestra N°2)

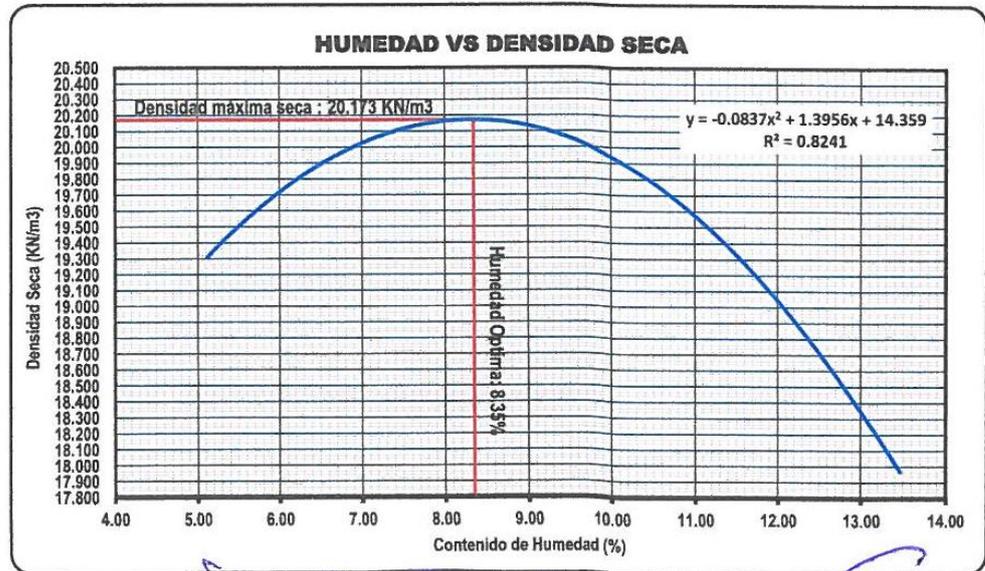
**FECHA :** 15 de Enero de 2022

DATOS	
Método	A
N° Molde	1
N° Golpes	25.00
N° Capas	5
DATOS DEL MOLDE	
W. Molde (g)	3673
Alto (mm)	116.60
Diámetro (mm)	101.68
Volumen (cc)	946802.74

ITEM	DENSIDAD HUMEDAD				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W.Suelo Humedo + Molde (g)	5610	5823	5780	5720	5665
W.Suelo Humedo (g)	1937	2150	2107	2047	1992
Densidad del Suelo Humedo (KN/m3)	20.064	22.271	21.820	21.202	20.633

ITEM	DENSIDAD SECA				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W. Tara (g)	80.98	79.48	81.76	78.90	77.17
W. Tara + Suelo Humedo (g)	600.65	603.96	597.81	586.49	605.54
W. Tara + Suelo Seco (g)	575.34	566.87	551.59	535.72	542.85
W. Suelo Seco (g)	494.36	487.39	469.83	456.82	465.68
W. Agua (g)	25.31	37.09	46.22	50.77	62.69
Humedad (%)	5.120	7.610	9.838	11.114	13.462
Densidad Suelo Seco (KN/m3)	19.087	20.696	19.865	19.081	18.185

RESULTADOS	
Densidad Máxima Seca (KN/m3)	g/cc
20.173	2.057
Humedad Óptima (%)	
8.35	



Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

Julio Cesar Carrion Gutiérrez  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 233012

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

PROYECTO : Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

SOLICITANTE : Br. Irving Anthony Perez Villanueva

ESTUDIO : Material de fundación

UBICACIÓN : Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

MUESTRA : Material propio + 12% de escoria de acero (Muestra N°2)

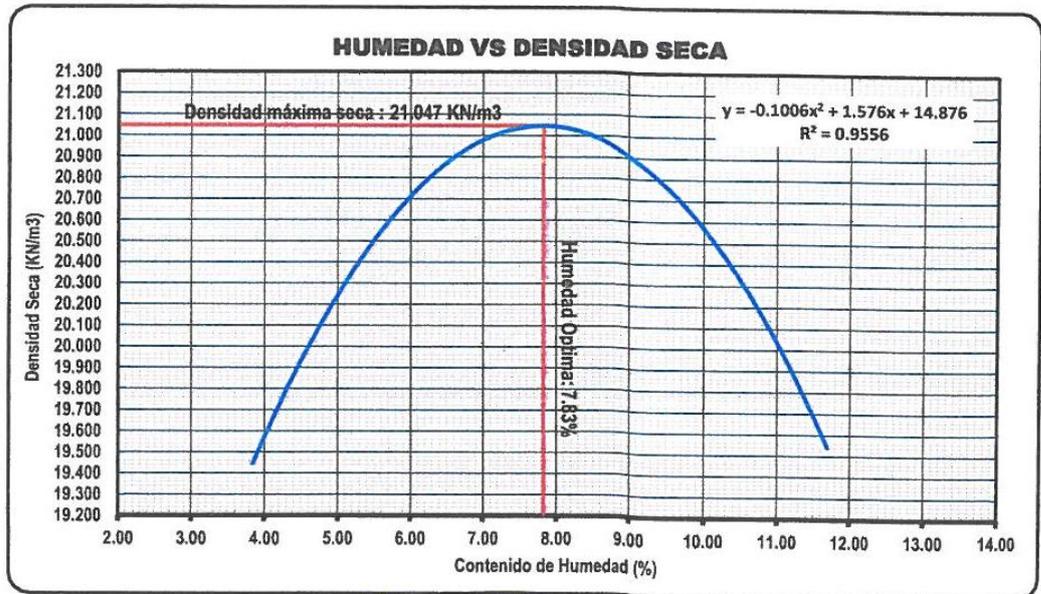
FECHA : 15 de Enero de 2022

DATOS	
Método	A
N° Molde	1
N° Golpes	25.00
N° Capas	5
DATOS DEL MOLDE	
W. Molde (g)	3673
Alto (mm)	116.60
Diámetro (mm)	101.68
Volumen (cc)	946802.74

ITEM	DENSIDAD HUMEDAD				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W.Suelo Humedo + Molde (g)	5610	5782	5838	5860	5786
W.Suelo Humedo (g)	1937	2109	2165	2187	2113
Densidad del Suelo Humedo (KN/m3)	20.064	21.839	22.428	22.653	21.888

ITEM	DENSIDAD SECA				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W. Tara (g)	159.10	143.89	158.79	139.07	138.38
W. Tara + Suelo Humedo (g)	789.15	768.07	773.56	742.18	748.22
W. Tara + Suelo Seco (g)	765.83	735.94	732.45	690.88	684.36
W. Suelo Seco (g)	606.73	592.05	573.66	551.81	545.98
W. Agua (g)	23.32	32.13	41.11	51.30	63.86
Humedad (%)	3.844	5.427	7.166	9.297	11.696
Densidad Suelo Seco (KN/m3)	19.322	20.715	20.928	20.726	19.596

RESULTADOS	
Densidad Máxima Seca (KN/m3)	g/cc
21.047	2.146
Humedad Optima (%)	
7.83	



Observación:  
- El material fue proporcionado por el solicitante.

Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

Julio Cesar Carrion Gutiérrez  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 235012



**PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)**

**PROYECTO:** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE:** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO:** Material de fundación

**UBICACIÓN:** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA:** Material propio (Muestra N°3)

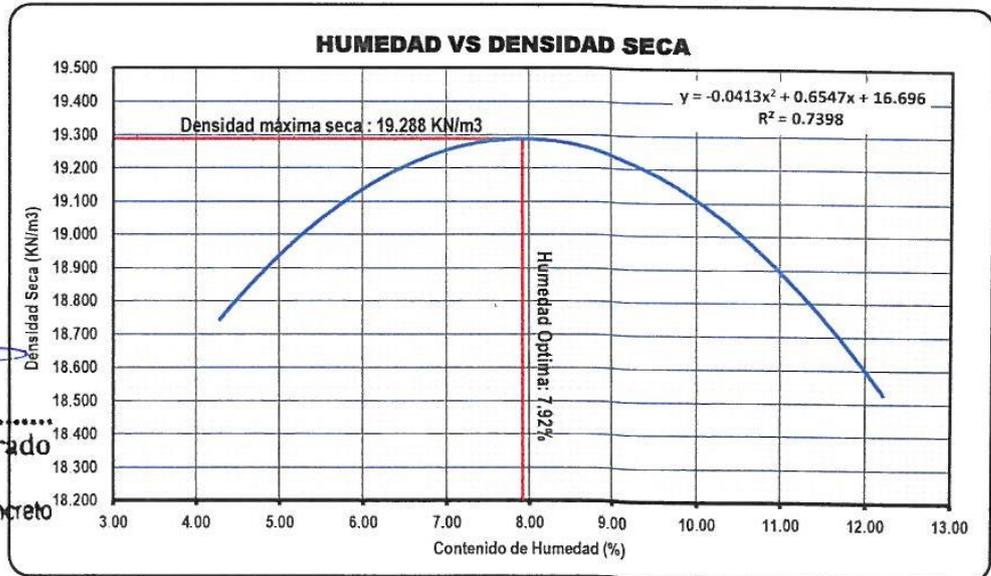
**FECHA:** 15 de Enero de 2022

DATOS	
Método	A
N° Molde	1
N° Golpes	25.00
N° Capas	5
DATOS DEL MOLDE	
W. Molde (g)	3673
Alto (mm)	116.60
Diametro (mm)	101.68
Volumen (cc)	946802.74

ITEM	MUESTRAS				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W. Suelo Humedo + Molde (g)	5570	5625	5682	5730	5665
W. Suelo Humedo (g)	1897	1952	2009	2057	1992
Densidad del Suelo Humedo (KN/m3)	19.652	20.221	20.810	21.310	20.633

ITEM	MUESTRAS				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W. Tara (g)	41.62	40.32	42.15	43.90	38.91
W. Tara + Suelo Humedo (g)	567.95	636.49	646.37	693.67	512.94
W. Tara + Suelo Seco (g)	546.29	600.57	601.08	632.26	461.37
W. Suelo Seco (g)	504.67	560.25	558.93	588.36	422.46
W. Agua (g)	21.66	35.92	45.29	61.41	51.57
Humedad (%)	4.292	6.411	8.103	10.437	12.207
Densidad Suelo Seco (KN/m3)	18.844	19.003	19.250	19.296	18.388

RESULTADOS	
Densidad Máxima Seca (KN/m3)	g/cc
19.288	1.967
Humedad Optima (%)	
7.92	



Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
 LABORATORISTA  
 Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

Julio Cesar Canton Gutiérrez  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 235012

Observación:  
 - El material fue proporcionado por el solicitante.

**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS**

**PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)**

PROYECTO : Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

SOLICITANTE : Br. Irving Anthony Perez Villanueva

ESTUDIO : Material de fundación

UBICACIÓN : Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

MUESTRA : Material propio + 3% de escoria de acero (Muestra N°3)

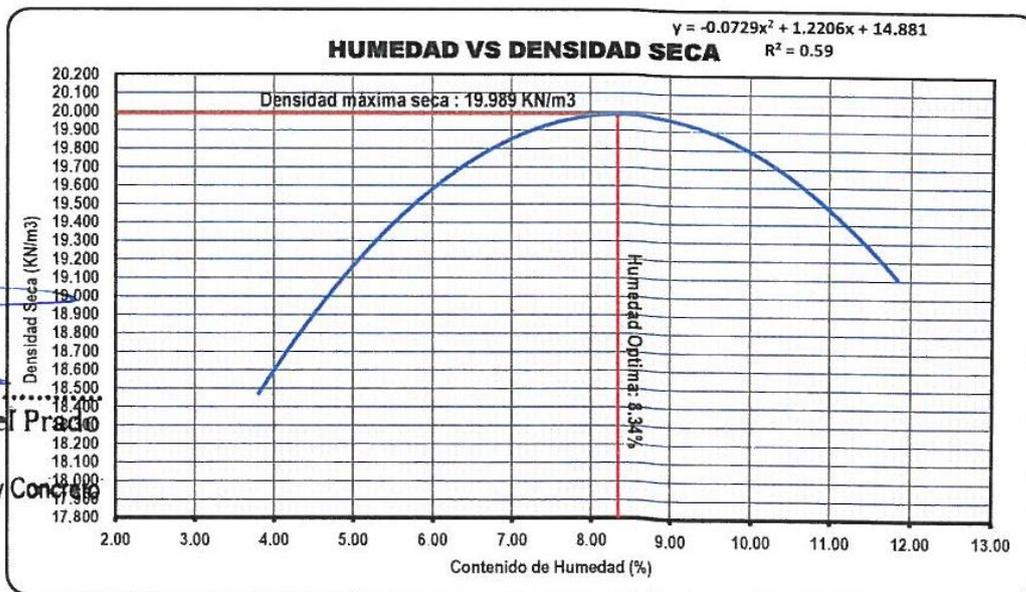
FECHA : 15 de Enero de 2022

DATOS	
Método	A
N° Molde	1
N° Golpes	25.00
N° Capas	5
DATOS DEL MOLDE	
W. Molde (g)	3673
Alto (mm)	116.60
Diametro (mm)	101.68
Volumen (cc)	946802.74

ITEM	DENSIDAD HUMEDAD				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W Suelo Humedo + Molde (g)	5546	5612	5680	5855	5705
W.Suelo Humedo (g)	1873	1939	2007	2182	2032
Densidad del Suelo Humedo (KN/m3)	19.398	20.084	20.790	22.604	21.045

ITEM	DENSIDAD SECA				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W. Tara (g)	85.75	82.05	62.33	133.34	79.27
W. Tara + Suelo Humedo (g)	623.48	600.94	586.15	702.00	592.86
W Tara + Suelo Seco (g)	603.75	575.43	550.67	651.94	538.49
W. Suelo Seco (g)	518.00	493.38	488.34	518.60	459.22
W. Agua (g)	19.73	25.51	35.48	50.06	54.37
Humedad (%)	3.809	5.170	7.265	9.653	11.840
Densidad Suelo Seco (KN/m3)	18.686	19.097	19.382	20.614	18.817

RESULTADOS	
Densidad Máxima Seca (KN/m3)	g/cc
19.989	2.038
Humedad Optima (%)	
8.34	



Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

Jairo Cesar Carrion Gutiérrez  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 235012

Observación:  
- El material fue proporcionado por el solicitante



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)

PROYECTO : Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

SOLICITANTE : Br. Irving Anthony Perez Villanueva

ESTUDIO : Material de fundación

UBICACIÓN : Pampa Inalambica - Ilo - Moquegua

MUESTRA : Material propio + 6% de escoria de acero (Muestra N°3)

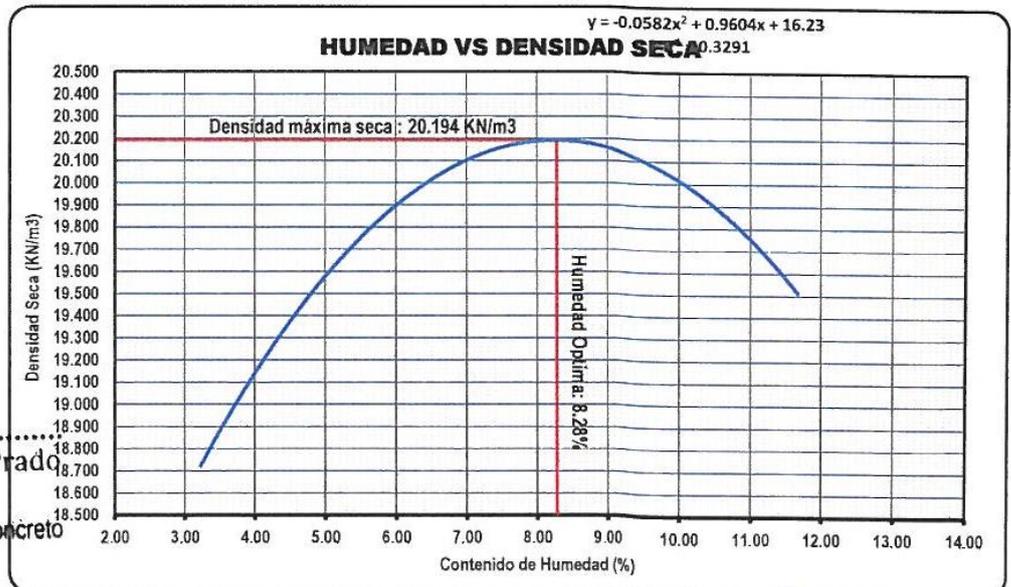
FECHA : 15 de Enero de 2022

DATOS	
Método	A
N° Molde	1
N° Golpes	25.00
N° Capas	5
DATOS DEL MOLDE	
W. Molde (g)	3673
Alto (mm)	116.60
Diametro (mm)	101.68
Volumen (cc)	946802.74

ITEM	MUESTRAS				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W Suelo Humedo + Molde (g)	5580	5610	5700	5930	5716
W Suelo Humedo (g)	1907	1937	2027	2257	2043
Densidad del Suelo Humedo (KN/m3)	19.751	20.064	20.996	23.379	21.163

ITEM	MUESTRAS				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W. Tara (g)	131.34	104.51	148.02	86.74	79.54
W. Tara + Suelo Humedo (g)	669.71	622.15	683.47	602.65	592.44
W. Tara + Suelo Seco (g)	652.87	596.72	647.75	557.48	538.85
W. Suelo Seco (g)	521.53	492.21	499.73	470.74	459.31
W. Agua (g)	16.84	25.43	35.72	45.17	53.59
Humedad (%)	3.229	5.166	7.148	9.596	11.668
Densidad Suelo Seco (KN/m3)	19.133	19.079	19.595	21.332	18.952

RESULTADOS	
Densidad Máxima Seca (KN/m3)	g/cc
20.194	2.059
Humedad Optima (%)	
8.28	



Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

Julio Cesar Canton Quiñerez  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 200012

Observación:  
- El material fue proporcionado por el solicitante

**PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)**

PROYECTO : Estabilizacion de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanizacion el algarrobal, lto. Moquegua 2021

SOLICITANTE : Br. Irving Anthony Perez Villanueva

ESTUDIO : Material de fundación

UBICACIÓN : Pampa Inalambrica - lto - Moquegua

MUESTRA : Material propio + 12% de escoria de acero (Muestra N°3)

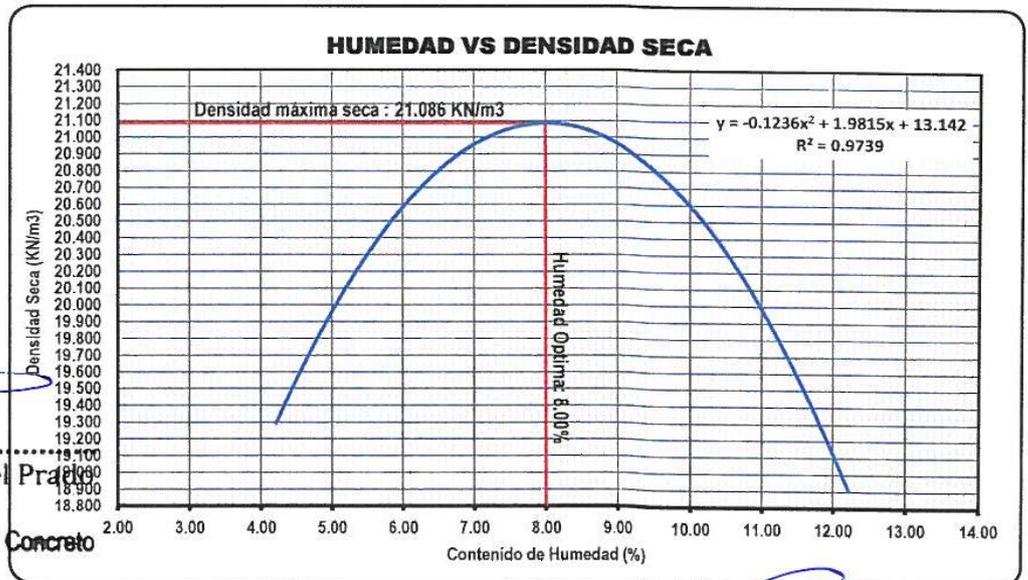
FECHA : 15 de Enero de 2022

DATOS	
Método	A
N° Molde	1
N° Golpes	25.00
N° Capas	5
DATOS DEL MOLDE	
W. Molde (g)	3673
Alto (mm)	116.60
Diametro (mm)	101.68
Volumen (cc)	946802.74

ITEM	MUESTRAS				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W.Suelo Humedo + Molde (g)	5620	5805	5900	5850	5720
W.Suelo Humedo (g)	1947	2132	2227	2177	2047
Densidad del Suelo Humedo (KN/m3)	20.162	22.085	23.065	22.545	21.202

ITEM	MUESTRAS				
	PM-1	PM-2	PM-3	PM-4	PM-5
W. Tara (g)	82.07	148.38	154.58	85.73	62.31
W. Tara + Suelo Humedo (g)	598.56	679.25	695.12	605.64	588.16
W. Tara + Suelo Seco (g)	577.68	645.48	653.70	557.52	530.91
W. Suelo Seco (g)	495.61	497.10	499.12	471.79	468.60
W. Agua (g)	20.88	33.77	41.42	48.12	57.25
Humedad (%)	4.213	6.793	8.299	10.199	12.217
Densidad Suelo Seco (KN/m3)	19.347	20.680	21.298	20.459	18.894

RESULTADOS	
Densidad Máxima Seca (KN/m3)	g/cc
21.086	2.150
Humedad Optima (%)	
8.00	



Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

Julio Cesar Carrion Gutiérrez  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 203012

Observación:

- El material fue proporcionado por el solicitante.

**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS**

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, llo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalámbrica - llo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio (Muestra N°1)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

**DATOS**

**PISTON**

Diametro (cm)	4.60	Alto (cm)	17.50
Area (cm2)	16.62	-	-

**PROCTOR**

Densidad Máxima (g/cc)	1.976
Humedad Optima (g/cc)	8.280

**MOLDE**

-	Diametro (cm)	Alto (cm)	Vol.(cm)
Molde I	15.20	11.60	2104.92
Molde II	15.20	11.60	2104.92
Molde III	15.30	11.60	2132.70

**COMPACTACIÓN**

Características	N° de Molde		
	I 12	II 26	III 55
W. Molde (g)	8210	8170	8260
W. Molde + Suelo Humedo (g)	12126	12390	12846
W. Suelo Humedo (g)	3916	4220	4586
W. Tara (g)	93.08	79.64	80.32
W. Tara + Suelo Humedo	598.26	592.79	600.52
W. Tara + Suelo Seco (g)	557.33	552.91	558.27
W. Suelo Humedo (g)	505.18	513.15	520.20
W. Suelo Seco (g)	464.25	473.27	477.95
W. Agua (g)	40.93	39.88	42.25
C. Humedad - Inicial (%)	8.280	8.280	8.280
C. Humedad - Final (%)	8.816	8.426	8.840
Densidad Humeda (g/cc)	1.860	2.005	2.150
Densidad Seca (g/cc)	1.710	1.810	1.976

**PENETRACIÓN**

Penetración Tiempo - mm	N° de Golpes 12			N° de Golpes 26			N° de Golpes 55		
	Lectura Dial	Corrección Kg	Corrección Kg/cm2	Lectura Dial	Corrección Kg	Corrección Kg/cm2	Lectura Dial	Corrección Kg	Corrección Kg/cm2
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.63 mm	25.00	21.1	1.27	24.00	27.0	1.62	22.00	38.5	2.32
1 min - 1.27 mm	47.00	42.0	2.53	44.00	53.5	3.22	42.00	76.4	4.60
1 min 30 seg - 1.90 mm	71.00	64.5	3.88	70.00	80.4	4.84	71.00	114.9	6.91
2 min - 2.54 mm	96.00	89.3	5.37	92.00	107.6	6.47	93.00	153.7	9.25
2 min 30 seg - 3.17 mm	122.00	119.5	7.19	109.00	135.7	8.17	122.00	193.9	11.67
3 min - 3.81 mm	148.00	151.9	9.14	135.00	165.4	9.95	127.00	236.3	14.22
4 min - 5.08 mm	197.00	198.1	11.92	196.00	216.0	12.99	188.00	308.5	18.56
6 min - 7.62 mm	299.00	279.0	16.79	297.00	303.4	18.25	298.00	433.4	26.08
8 min - 10.16 mm	398.00	343.5	20.67	387.00	383.5	23.08	392.00	547.9	32.97
10 min - 12.70 mm	497.00	403.7	24.29	495.00	446.7	26.88	497.00	638.1	38.40

**EXPANSIÓN**

Tiempo de ensayo Fecha	Hora	Tiempo (hr)	N° de Golpes 12		N° de Golpes 26		N° de Golpes 55	
			Lec. Dial	Exp. (%)	Lec. Dial	Exp. (%)	Lec. Dial	Exp. (%)
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

RUC: 20532558256 - Telefax.: 052 621897 - Celular: 958274837 - 999 555 051 - Email: lgsm20072010@hotmail.com

**Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado**  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

**Julio César Carrion Córdova**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 205012

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

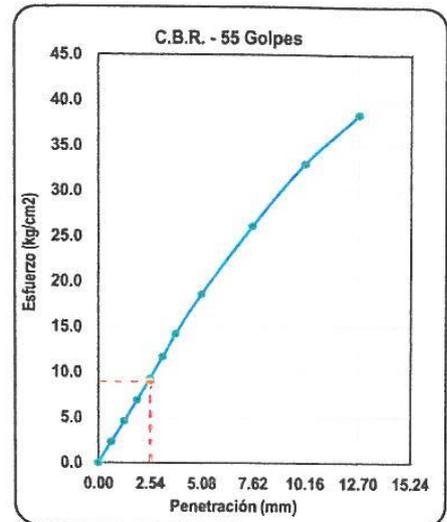
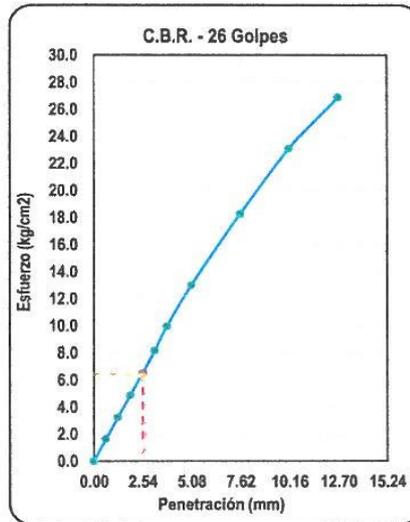
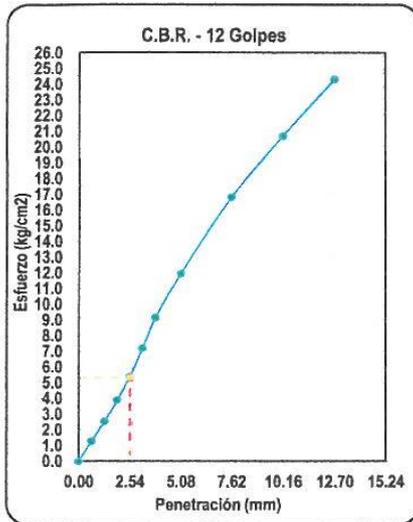
**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

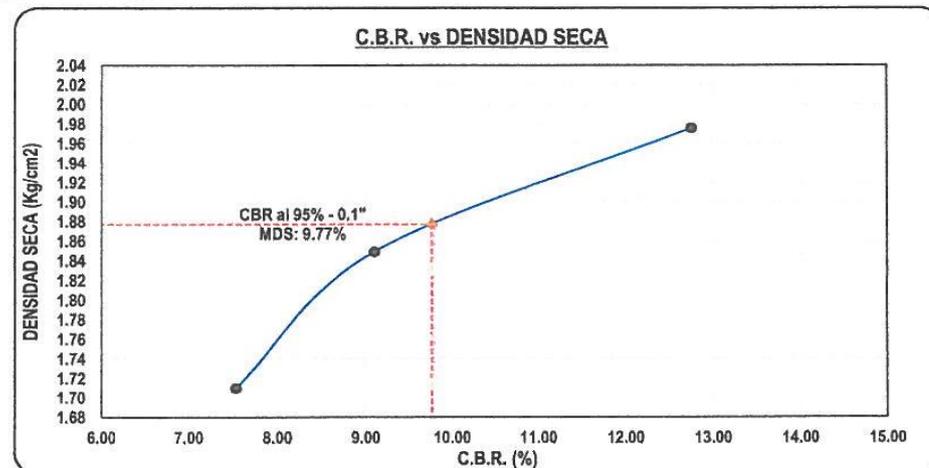
**MUESTRA :** Material propio (Muestra N°1)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022



N° de Golpes	Penetración	
	0.1" 2.54 mm	0.2" 5.08 mm
12 Golpes	5.30	-
26 Golpes	6.40	-
55 Golpes	8.97	-

N° de Golpes	Curva (CBR vs Densidad Seca)		Densidad Seca (g/cc)
	0.1" 2.54 mm (%)	0.2" 5.08 mm (%)	
12 Golpes	7.54	-	1.710
26 Golpes	9.10	-	1.849
55 Golpes	12.76	-	1.976



RESULTADOS	
Densidad Máxima (g/cc):	1.976
D. Máxima 95% (g/cc):	1.877
Humedad óptima (%):	8.280
C.B.R. (100 %) - 0.1":	12.76
C.B.R. (95 %) - 0.1":	9.77

**Observaciones**

- El material fue proporcionado por el solicitante.

**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS**

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)**

**PROYECTO:** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE:** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO:** Material de fundación

**UBICACIÓN:** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA:** Material propio + 3% de escoria de acero (Muestra N°1)

**FECHA:** 15 de Enero de 2022

**DATOS**

**PISTON**

Dímetro (cm)	4.60	Alto (cm)	17.50
Area (cm <sup>2</sup> )	16.62		-

**PROCTOR**

Densidad Máxima (g/cc)	2.021
Humedad Óptima (g/cc)	8.000

**MOLDE**

	Dímetro (cm)	Alto (cm)	Vol.(cm)
-			
Molde I	15.20	11.60	2104.92
Molde II	15.20	11.60	2104.92
Molde III	15.30	11.60	2132.70

**COMPACTACIÓN**

Características	N° de Molde		
	I	II	III
	12	26	55
W. Molde (g)	8210	8170	8260
W. Molde + Suelo Humedo (g)	12296	12508	12925
W. Suelo Humedo (g)	4086	4338	4665
W. Tara (g)	94.97	90.16	103.84
W. Tara + Suelo Humedo	617.39	602.71	618.53
W. Tara + Suelo Seco (g)	576.90	564.64	579.27
W. Suelo Humedo (g)	522.42	512.55	514.69
W. Suelo Seco (g)	481.93	474.48	475.43
W. Agua (g)	40.49	38.07	39.26
C. Humedad - Inicial (%)	8.000	8.000	8.000
C. Humedad - Final (%)	8.402	8.024	8.258
Densidad Humeda (g/cc)	1.941	2.061	2.187
Densidad Seca (g/cc)	1.791	1.908	2.021

**PENETRACIÓN**

Penetración Tiempo - mm	N° de Golpes 12			N° de Golpes 26			N° de Golpes 55		
	Lectura Díal	Corrección		Lectura Díal	Corrección		Lectura Díal	Corrección	
		Kg	Kg/cm <sup>2</sup>		Kg	Kg/cm <sup>2</sup>		Kg	Kg/cm <sup>2</sup>
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.63 mm	14.00	32.1	1.93	16.00	38.7	2.33	19.00	48.4	2.91
1 min - 1.27 mm	18.00	63.4	3.81	20.00	79.0	4.75	23.00	98.7	5.94
1 min 30 seg - 1.90 mm	22.00	93.6	5.63	24.00	124.1	7.47	27.00	155.1	9.33
2 min - 2.54 mm	27.00	125.2	7.53	29.00	167.2	10.06	32.00	209.0	12.58
2 min 30 seg - 3.17 mm	35.00	161.4	9.71	37.00	206.7	12.44	40.00	258.4	15.55
3 min - 3.81 mm	47.00	205.2	12.35	49.00	250.2	15.05	52.00	312.7	18.82
4 min - 5.08 mm	58.00	237.1	14.27	60.00	301.9	18.17	63.00	377.4	22.71
6 min - 7.62 mm	70.00	268.5	16.16	72.00	362.1	21.79	75.00	452.6	27.23
8 min - 10.16 mm	84.00	293.7	17.67	86.00	410.3	24.69	92.00	512.9	30.86
10 min - 12.70 mm	98.00	311.4	18.74	105.00	457.0	27.50	117.00	571.2	34.37

**EXPANSIÓN**

Tiempo de ensayo		N° de Golpes 12		N° de Golpes 26		N° de Golpes 55		
Fecha	Hora	Tiempo (hr)	Lec. Díal	Exp. (%)	Lec. Díal	Exp. (%)	Lec. Díal	Exp. (%)
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

RUC: 20532558256 - Telefax.: 052 621897 - Celular: 958274837 - 999 555 051 - Email: lgsm20072010@hotmail.com

**Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado**  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

**Julio Cesar Carrón Gutiérrez**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 235012

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

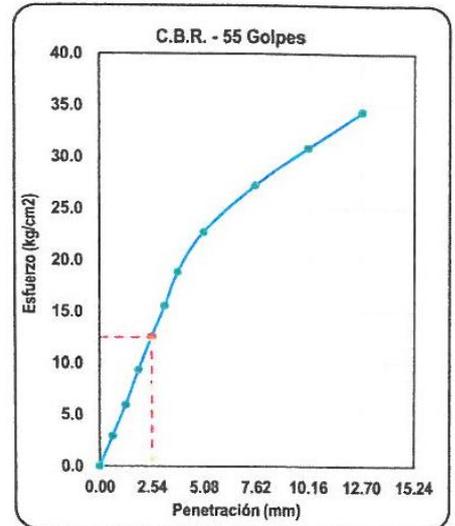
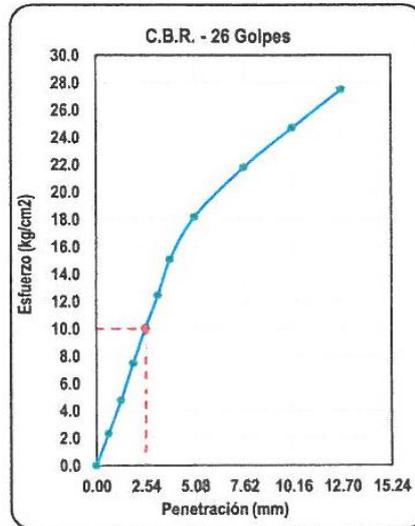
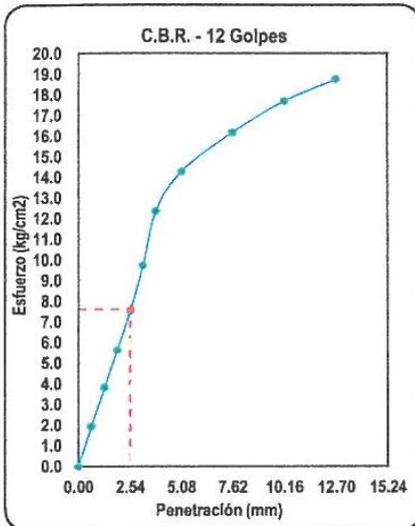
**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

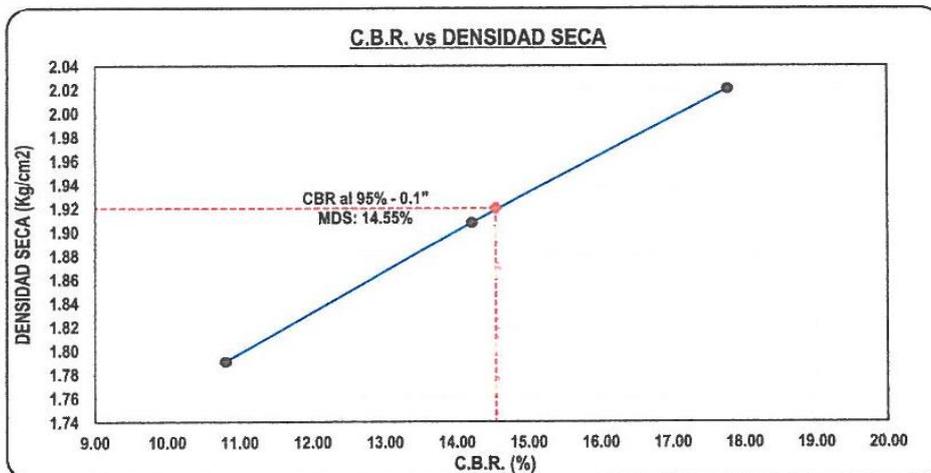
**MUESTRA :** Material propio + 3% de escoria de acero (Muestra N°1)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022



N° de Golpes	Penetración	
	0.1"	0.2"
	2.54 mm	5.08 mm
12 Golpes	7.60	-
26 Golpes	10.00	-
55 Golpes	12.50	-

N° de Golpes	Curva (CBR vs Densidad Seca)		
	0.1"	0.2"	Densidad Seca (g/cc)
	2.54 mm (%)	5.08 mm (%)	
12 Golpes	10.81	-	1.791
26 Golpes	14.22	-	1.908
55 Golpes	17.78	-	2.021



RESULTADOS	
Densidad Máxima (g/cc):	2.021
D. Máxima 95% (g/cc):	1.920
Humedad óptima (%):	8.000
C.B.R. (100 %) - 0.1":	17.78
C.B.R. (95 %) - 0.1":	14.55

**Observaciones**

- El material fue proporcionado por el solicitante.

**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS**

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio + 6% de escoria de acero (Muestra N°1)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

**DATOS**

**PISTON**

Diametro (cm)	4.60	Alto (cm)	17.50
Area (cm <sup>2</sup> )	16.62		-

**PROCTOR**

Densidad Máxima (g/cc)	2.061
Humedad Optima (g/cc)	7.910

**MOLDE**

	Diametro (cm)	Alto (cm)	Vol.(cm)
-			
Molde I	15.20	11.60	2104.92
Molde II	15.20	11.60	2104.92
Molde III	15.30	11.60	2132.70

**COMPACTACIÓN**

Características	N° de Molde		
	I	II	III
	12	26	55
W. Molde (g)	8210	8170	8260
W. Molde + Suelo Humedo (g)	12355	12595	13008
W. Suelo Humedo (g)	4145	4425	4748
W. Tara (g)	93.08	79.64	80.32
W. Tara + Suelo Humedo	623.84	625.15	599.73
W. Tara + Suelo Seco (g)	583.62	584.76	561.18
W. Suelo Humedo (g)	530.76	545.51	519.41
W. Suelo Seco (g)	490.54	505.12	480.86
W. Agua (g)	40.22	40.39	38.55
C. Humedad - Inicial (%)	7.910	7.910	7.910
C. Humedad - Final (%)	8.199	7.996	8.017
Densidad Humeda (g/cc)	1.909	2.102	2.220
Densidad Seca (g/cc)	1.820	1.947	2.061

**PENETRACIÓN**

Penetración Tiempo - mm	N° de Golpes 12			N° de Golpes 26			N° de Golpes 55		
	Lectura	Corrección		Lectura	Corrección		Lectura	Corrección	
	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.63 mm	22.00	29.5	1.78	24.00	38.5	2.32	25.00	52.8	3.18
1 min - 1.27 mm	42.00	63.4	3.81	44.00	94.2	5.67	47.00	125.6	7.56
1 min 30 seg - 1.90 mm	71.00	101.9	6.13	70.00	158.6	9.54	71.00	207.5	12.49
2 min - 2.54 mm	93.00	148.7	8.95	92.00	224.9	13.53	96.00	301.3	18.13
2 min 30 seg - 3.17 mm	122.00	191.9	11.55	109.00	298.9	17.99	122.00	407.1	24.50
3 min - 3.81 mm	127.00	233.3	14.04	135.00	389.5	23.44	148.00	530.5	31.92
4 min - 5.08 mm	188.00	298.5	17.96	196.00	545.6	32.83	197.00	784.4	47.20
6 min - 7.62 mm	298.00	410.4	24.69	297.00	838.8	50.47	299.00	1257.7	75.68
8 min - 10.16 mm	392.00	500.9	30.14	387.00	1091.5	65.68	398.00	1694.4	101.96
10 min - 12.70 mm	497.00	595.1	35.81	495.00	1286.6	77.42	497.00	2019.3	121.51

**EXPANSIÓN**

Tiempo de ensayo Fecha	Hora	Tiempo (hr)	N° de Golpes 12		N° de Golpes 26		N° de Golpes 55	
			Lec. Dial	Exp. (%)	Lec. Dial	Exp. (%)	Lec. Dial	Exp. (%)
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS**

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera Ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

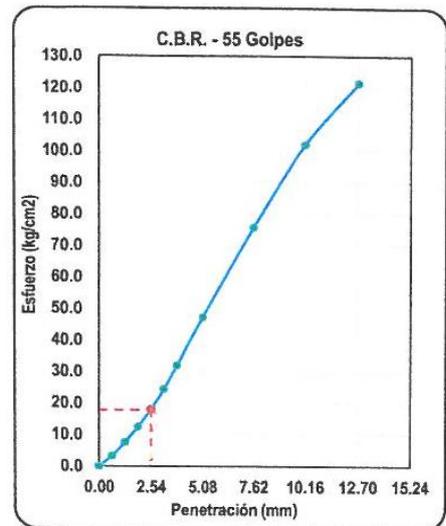
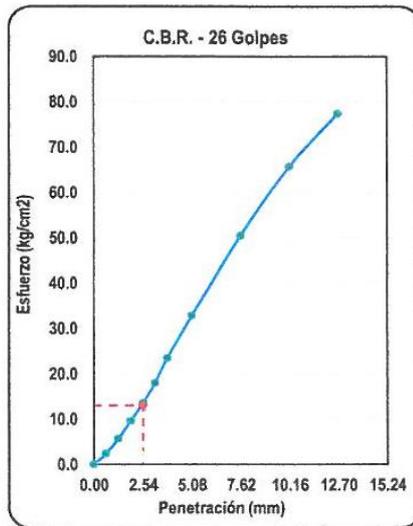
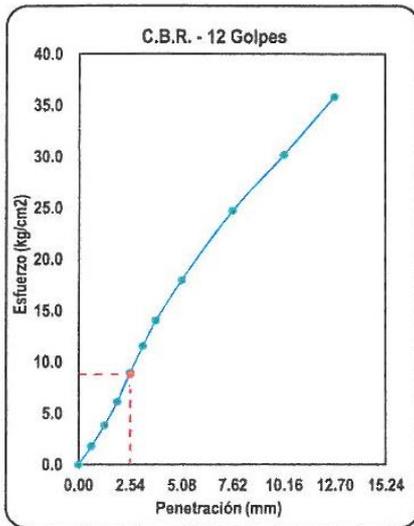
**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio + 6% de escoria de acero (Muestra N°1)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

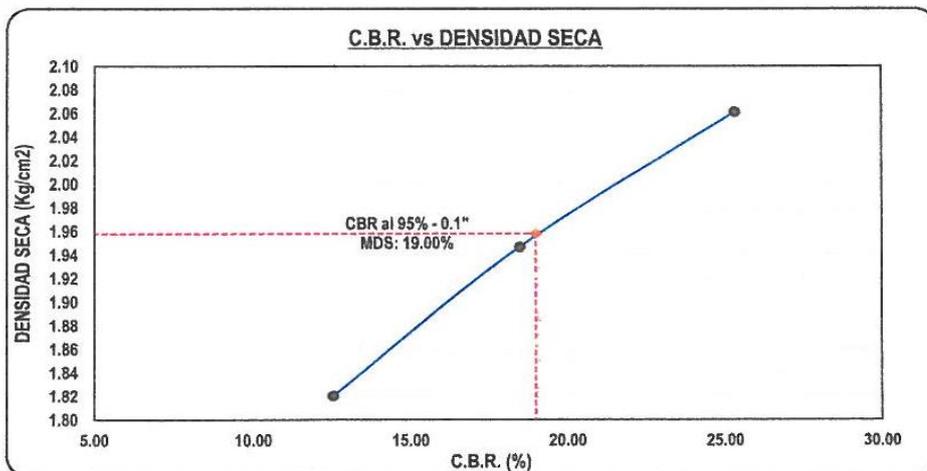


Penetración

N° de Golpes	0.1"	0.2"
	2.54 mm	5.08 mm
12 Golpes	8.80	-
26 Golpes	13.00	-
55 Golpes	17.80	-

Curva (CBR vs Densidad Seca)

N° de Golpes	0.1"	0.2"	Densidad Seca (g/cc)
	2.54 mm (%)	5.08 mm (%)	
12 Golpes	12.52	-	1.820
26 Golpes	18.49	-	1.947
55 Golpes	25.32	-	2.061



**RESULTADOS**

Densidad Máxima (g/cc):	2.061
D. Máxima 95% (g/cc):	1.958
Humedad óptima (%):	7.910
C.B.R. (100%) - 0.1":	25.32
C.B.R. (95%) - 0.1":	19.00

**Observaciones**

- El material fue proporcionado por el solicitante.

**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS**

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio + 12% de escoria de acero (Muestra N°1)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

**DATOS**

PISTON			
Diametro (cm)	4.60	Alto (cm)	17.50
Area (cm <sup>2</sup> )	16.62		-
PROCTOR			
Densidad Máxima (g/cc)			2.143
Humedad Optima (g/cc)			7.700
MOLDE			
	Diametro (cm)	Alto (cm)	Vol.(cm)
Molde I	15.20	11.60	2104.92
Molde II	15.20	11.60	2104.92
Molde III	15.30	11.60	2132.70

**COMPACTACIÓN**

Características	N° de Molde		
	I	II	III
	12	26	55
W. Molde (g)	8210	8170	8260
W. Molde + Suelo Humedo (g)	12480	12695	13198
W. Suelo Humedo (g)	4270	4525	4938
W. Tara (g)	20.21	21.34	24.56
W. Tara + Suelo Humedo	526.48	563.77	696.89
W. Tara + Suelo Seco (g)	489.56	523.73	646.76
W. Suelo Humedo (g)	506.27	542.43	672.33
W. Suelo Seco (g)	469.35	502.39	622.20
W. Agua (g)	36.92	40.04	50.13
C. Humedad - Inicial (%)	7.700	7.700	7.700
C. Humedad - Final (%)	7.866	7.970	8.057
Densidad Humeda (g/cc)	2.029	2.150	2.315
Densidad Seca (g/cc)	1.881	1.991	2.143

**PENETRACIÓN**

Penetración Tiempo - mm	N° de Golpes 12			N° de Golpes 26			N° de Golpes 55		
	Lectura	Corrección		Lectura	Corrección		Lectura	Corrección	
	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.63 mm	12.00	32.2	1.94	14.00	61.0	3.67	16.00	75.8	4.56
1 min - 1.27 mm	29.00	78.5	4.72	29.00	130.0	7.82	35.00	168.1	10.11
1 min 30 seg - 1.90 mm	56.00	130.3	7.84	45.00	213.4	12.84	49.00	274.2	16.50
2 min - 2.54 mm	65.00	180.7	10.87	63.00	302.5	18.20	65.00	403.6	24.29
2 min 30 seg - 3.17 mm	82.00	235.0	14.14	81.00	407.8	24.54	81.00	573.6	34.51
3 min - 3.81 mm	102.00	299.6	18.03	101.00	535.7	32.23	96.00	750.3	45.15
4 min - 5.08 mm	138.00	434.8	26.16	136.00	769.8	46.32	130.00	1082.0	65.11
6 min - 7.62 mm	207.00	669.7	40.30	206.00	1209.4	72.77	196.00	1693.2	101.88
8 min - 10.16 mm	283.00	820.4	49.37	262.00	1571.3	94.55	266.00	2163.2	130.16
10 min - 12.70 mm	354.00	917.4	55.20	327.00	1818.2	109.40	352.00	2424.7	145.90

**EXPANSIÓN**

Tiempo de ensayo		N° de Golpes 12		N° de Golpes 26		N° de Golpes 55		
Fecha	Hora	Tiempo (hr)	Lec. Dial	Exp. (%)	Lec. Dial	Exp. (%)	Lec. Dial	Exp. (%)
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

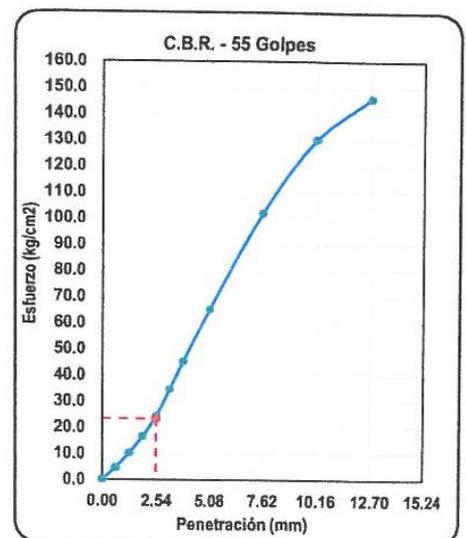
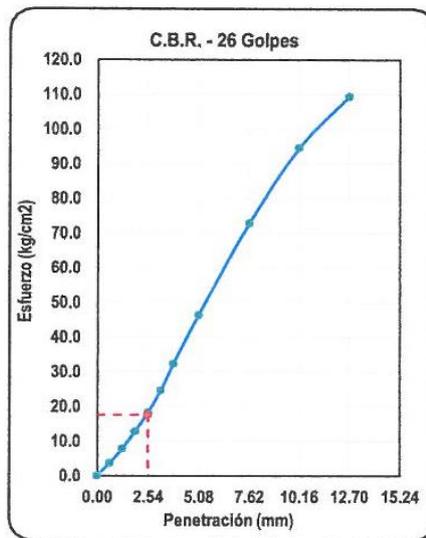
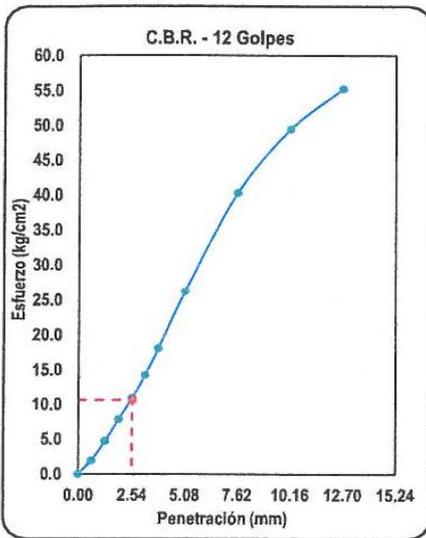
**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

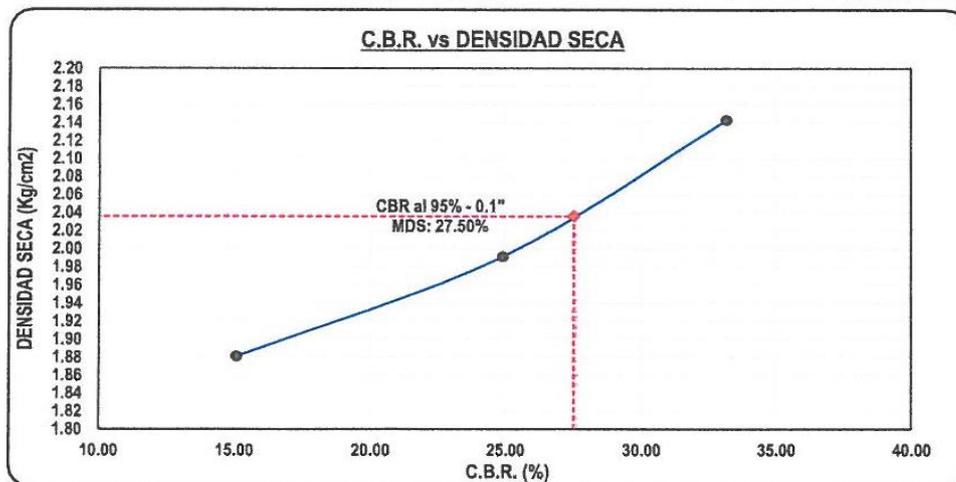
**MUESTRA :** Material propio + 12% de escoria de acero (Muestra N°1)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022



N° de Golpes	Penetración	
	0.1"	0.2"
	2.54 mm	5.08 mm
12 Golpes	10.60	-
26 Golpes	17.50	-
55 Golpes	23.30	-

N° de Golpes	Curva (CBR vs Densidad Seca)		
	0.1"	0.2"	Densidad Seca (g/cc)
	2.54 mm (%)	5.08 mm (%)	
12 Golpes	15.08	-	1.881
26 Golpes	24.89	-	1.991
55 Golpes	33.14	-	2.143



RESULTADOS	
Densidad Máxima (g/cc):	2.143
D. Máxima 95% (g/cc):	2.036
Humedad óptima (%):	7.700
C.B.R. (100 %) - 0.1":	33.14
C.B.R. (95 %) - 0.1":	27.50

**Observaciones**

- El material fue proporcionado por el solicitante.

*Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado*  
**Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado**  
 LABORATORISTA  
 Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

*Julio Cesar Carrion Cuitierrez*  
**Julio Cesar Carrion Cuitierrez**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 230012

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio (Muestra N°2)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

DATOS

PISTON

Diametro (cm)	4.60	Alto (cm)	17.50
Area (cm <sup>2</sup> )	16.62		-

PROCTOR

Densidad Máxima (g/cc)	1.966
Humedad Optima (g/cc)	8.120

MOLDE

	Diametro (cm)	Alto (cm)	Vol.(cm)
Molde I	15.20	11.60	2104.92
Molde II	15.20	11.60	2104.92
Molde III	15.30	11.60	2132.70

COMPACTACIÓN

Características	N° de Molde		
	I 12	II 26	III 55
W. Molde (g)	8210	8170	8260
W. Molde + Suelo Humedo (g)	12120	12395	12822
W. Suelo Humedo (g)	3910	4225	4562
W. Tara (g)	31.16	31.76	17.43
W. Tara + Suelo Humedo	569.09	561.92	582.18
W. Tara + Suelo Seco (g)	524.32	525.19	536.46
W. Suelo Humedo (g)	537.93	530.16	564.75
W. Suelo Seco (g)	493.16	493.43	519.03
W. Agua (g)	44.77	36.73	45.72
C. Humedad - Inicial (%)	8.120	8.120	8.120
C. Humedad - Final (%)	9.078	7.444	8.809
Densidad Humeda (g/cc)	1.858	2.007	2.139
Densidad Seca (g/cc)	1.703	1.868	1.966

PENETRACIÓN

Penetración Tiempo - mm	N° de Golpes 12			N° de Golpes 26			N° de Golpes 55		
	Lectura	Corrección		Lectura	Corrección		Lectura	Corrección	
	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.63 mm	22.00	21.5	1.29	20.00	24.1	1.45	18.00	31.1	1.87
1 min - 1.27 mm	41.00	45.9	2.76	35.00	56.6	3.40	35.00	73.0	4.39
1 min 30 seg - 1.90 mm	53.00	72.9	4.39	49.00	98.6	5.93	60.00	127.2	7.65
2 min - 2.54 mm	69.00	101.7	6.12	67.00	139.7	8.40	69.00	180.2	10.84
2 min 30 seg - 3.17 mm	87.00	127.1	7.65	87.00	195.7	11.77	88.00	252.5	15.19
3 min - 3.81 mm	102.00	154.6	9.30	107.00	246.0	14.80	108.00	317.4	19.10
4 min - 5.08 mm	134.00	178.2	10.72	140.00	334.1	20.10	142.00	431.1	25.94
6 min - 7.62 mm	200.00	208.1	12.52	210.00	494.5	29.76	211.00	638.1	38.40
8 min - 10.16 mm	272.00	231.9	13.95	268.00	617.9	37.18	289.00	797.3	47.98
10 min - 12.70 mm	358.00	256.1	15.41	333.00	706.7	42.52	360.00	911.9	54.87

EXPANSIÓN

Tiempo de ensayo		N° de Golpes 12		N° de Golpes 26		N° de Golpes 55		
Fecha	Hora	Tiempo (hr)	Lec. Dial	Exp. (%)	Lec. Dial	Exp. (%)	Lec. Dial	Exp. (%)
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

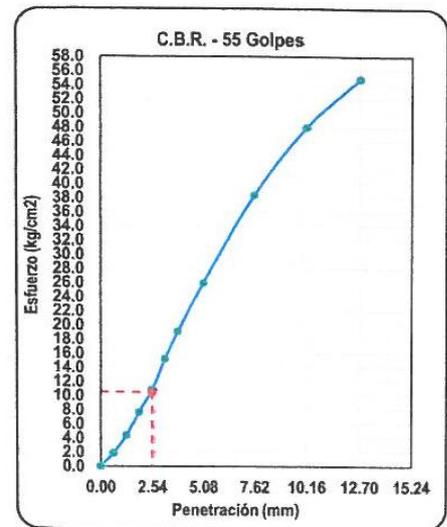
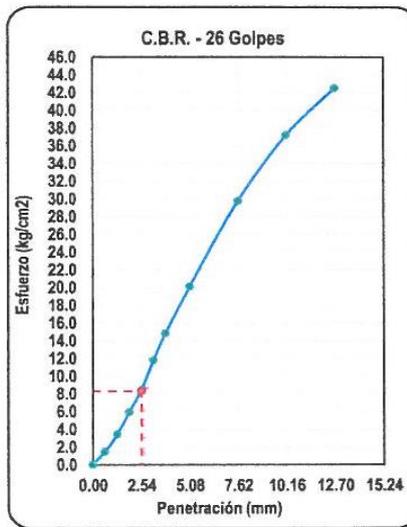
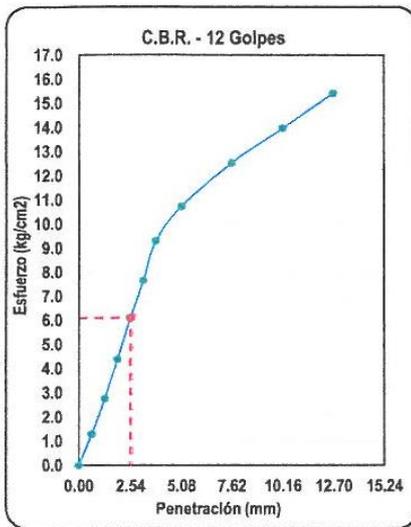
**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio (Muestra N°2)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

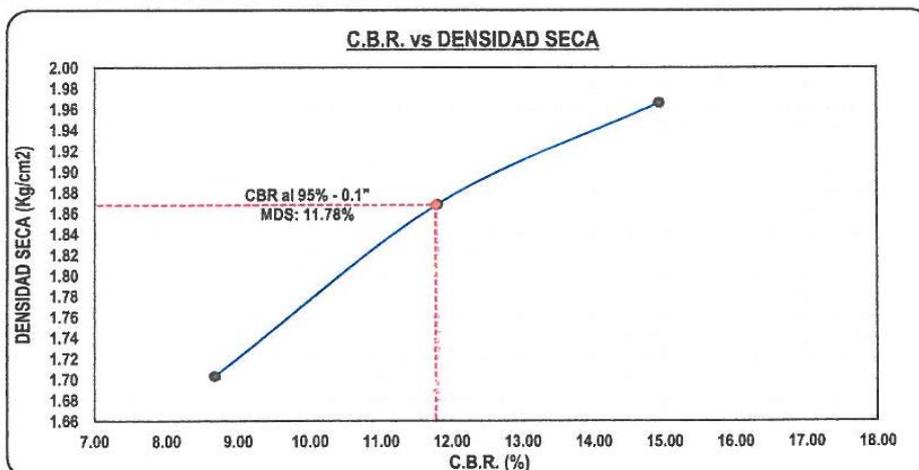


Penetración

N° de Golpes	0.1"	0.2"
	2.54 mm	5.08 mm
12 Golpes	6.10	-
26 Golpes	8.30	-
55 Golpes	10.50	-

Curva (CBR vs Densidad Seca)

N° de Golpes	0.1"	0.2"	Densidad Seca (g/cc)
	2.54 mm (%)	5.08 mm (%)	
12 Golpes	8.68	-	1.703
26 Golpes	11.80	-	1.868
55 Golpes	14.93	-	1.966



RESULTADOS

Densidad Máxima (g/cc):	1.966
D. Máxima 95% (g/cc):	1.868
Humedad óptima (%):	8.120
C.B.R. (100 %) - 0.1":	14.93
C.B.R. (95 %) - 0.1":	11.78

**Observaciones**

- El material fue proporcionado por el solicitante.

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)

PROYECTO : Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

SOLICITANTE : Br. Irving Anthony Perez Villanueva

ESTUDIO : Material de fundación

UBICACIÓN : Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

MUESTRA : Material propio + 3% de escoria de acero (Muestra N°2)

FECHA : 15 de Enero de 2022

DATOS			
PISTON			
Diametro (cm)	4.60	Alto (cm)	17.50
Area (cm <sup>2</sup> )	16.62		-
PROCTOR			
Densidad Máxima (g/cc)			2.034
Humedad Optima (g/cc)			8.390
MOLDE			
	Diametro (cm)	Alto (cm)	Vol.(cm)
Molde I	15.20	11.60	2104.92
Molde II	15.20	11.60	2104.92
Molde III	15.30	11.60	2132.70

Características	N° de Molde		
	I	II	III
	12	26	55
W. Molde (g)	8210	8170	8260
W. Molde + Suelo Humedo (g)	12340	12618	12978
W. Suelo Humedo (g)	4130	4448	4718
W. Tara (g)	140.76	130.77	80.34
W. Tara + Suelo Humedo	659.68	639.87	604.55
W. Tara + Suelo Seco (g)	618.37	597.45	562.38
W. Suelo Humedo (g)	518.92	509.10	524.21
W. Suelo Seco (g)	477.61	466.68	482.04
W. Agua (g)	41.31	42.42	42.17
C. Humedad - Inicial (%)	8.390	8.390	8.390
C. Humedad - Final (%)	8.649	9.090	8.748
Densidad Humeda (g/cc)	1.952	2.113	2.212
Densidad Seca (g/cc)	1.806	1.937	2.034

PENETRACIÓN

Penetración Tiempo - mm	N° de Golpes 12			N° de Golpes 26			N° de Golpes 55		
	Lectura Dial	Corrección Kg	Corrección Kg/cm <sup>2</sup>	Lectura Dial	Corrección Kg	Corrección Kg/cm <sup>2</sup>	Lectura Dial	Corrección Kg	Corrección Kg/cm <sup>2</sup>
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.63 mm	15.00	18.9	1.14	16.00	47.0	2.83	18.00	60.7	3.65
1 min - 1.27 mm	21.00	47.3	2.85	19.00	82.8	4.98	22.00	106.8	6.43
1 min 30 seg - 1.90 mm	25.00	76.1	4.58	29.00	109.0	6.56	29.00	140.7	8.47
2 min - 2.54 mm	27.00	112.7	6.78	35.00	147.6	8.88	34.00	190.5	11.46
2 min 30 seg - 3.17 mm	33.00	133.9	8.06	41.00	170.3	10.25	39.00	219.8	13.23
3 min - 3.81 mm	39.00	151.3	9.10	49.00	200.5	12.06	48.00	258.7	15.57
4 min - 5.08 mm	42.00	167.5	10.08	55.00	243.7	14.66	51.00	314.4	18.92
6 min - 7.62 mm	47.00	184.2	11.08	62.00	286.1	17.21	58.00	369.1	22.21
8 min - 10.16 mm	56.00	198.6	11.95	70.00	312.2	18.78	65.00	402.8	24.24
10 min - 12.70 mm	64.00	209.7	12.62	82.00	334.2	20.11	70.00	431.2	25.95

EXPANSIÓN

Tiempo de ensayo		N° de Golpes 12		N° de Golpes 26		N° de Golpes 55		
Fecha	Hora	Tiempo (hr)	Lec. Dial	Exp. (%)	Lec. Dial	Exp. (%)	Lec. Dial	Exp. (%)
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

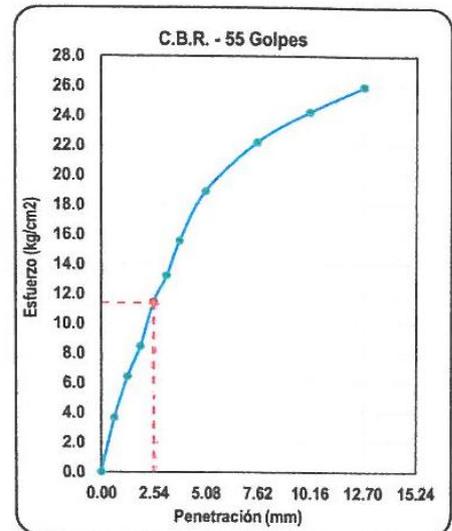
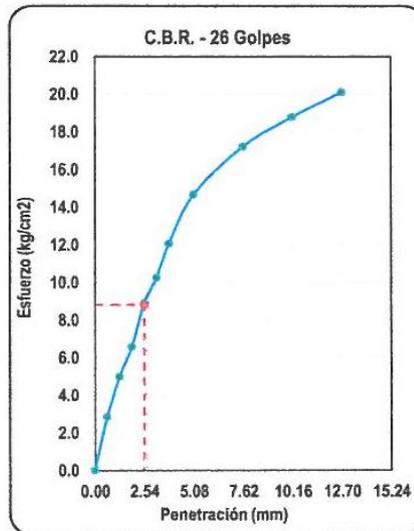
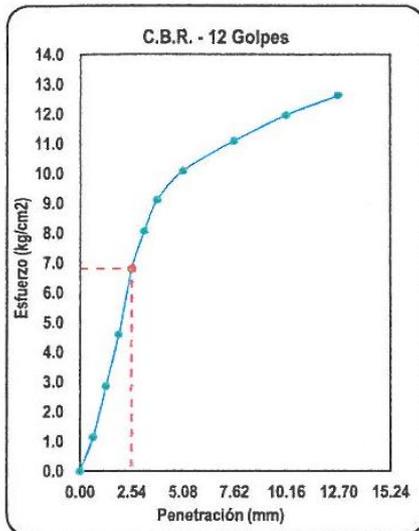
**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

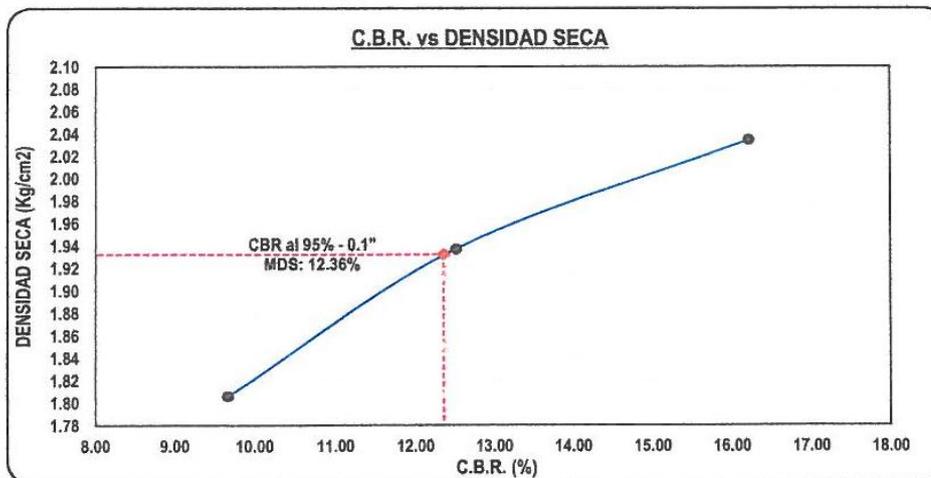
**MUESTRA :** Material propio + 3% de escoria de acero (Muestra N°2)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022



N° de Golpes	Penetración	
	0.1"	0.2"
	2.54 mm	5.08 mm
12 Golpes	6.80	-
26 Golpes	8.80	-
55 Golpes	11.40	-

N° de Golpes	Curva (CBR vs Densidad Seca)		Densidad Seca (g/cc)
	0.1"	0.2"	
	2.54 mm (%)	5.08 mm (%)	
12 Golpes	9.67	-	1.806
26 Golpes	12.52	-	1.937
55 Golpes	16.21	-	2.034



RESULTADOS	
Densidad Máxima (g/cc):	2.034
D. Máxima 95% (g/cc):	1.932
Humedad óptima (%):	8.390
C.B.R. (100 %) - 0.1":	16.21
C.B.R. (95 %) - 0.1":	12.36

**Observaciones**

- El material fue proporcionado por el solicitante.

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)

PROYECTO : Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

SOLICITANTE : Br. Irving Anthony Perez Villanueva

ESTUDIO : Material de fundación

UBICACIÓN : Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

MUESTRA : Material propio + 6% de escoria de acero (Muestra N°2)

FECHA : 15 de Enero de 2022

DATOS

PISTON			
Diametro (cm)	4.60	Alto (cm)	17.50
Area (cm2)	16.62		-
PROCTOR			
Densidad Máxima (g/cc)	2.057		
Humedad Optima (g/cc)	8.350		
MOLDE			
	Diametro (cm)	Alto (cm)	Vol.(cm)
Molde I	15.20	11.60	2104.92
Molde II	15.20	11.60	2104.92
Molde III	15.30	11.60	2132.70

COMPACTACIÓN

Características	N° de Molde		
	I	II	III
	12	26	55
W. Molde (g)	8210	8170	8260
W. Molde + Suelo Humedo (g)	12296	12559	13018
W. Suelo Humedo (g)	4086	4389	4758
W. Tara (g)	31.16	31.76	17.43
W. Tara + Suelo Humedo	594.11	572.48	536.44
W. Tara + Suelo Seco (g)	548.36	529.72	496.05
W. Suelo Humedo (g)	562.95	540.72	519.01
W. Suelo Seco (g)	517.20	497.96	478.62
W. Agua (g)	45.75	42.76	40.39
C. Humedad - Inicial (%)	8.350	8.350	8.350
C. Humedad - Final (%)	8.846	8.587	8.439
Densidad Humeda (g/cc)	1.941	2.065	2.231
Densidad Seca (g/cc)	1.783	1.920	2.057

PENETRACIÓN

Penetración Tiempo - mm	N° de Golpes 12			N° de Golpes 26			N° de Golpes 55		
	Lectura Dial	Corrección		Lectura Dial	Corrección		Lectura Dial	Corrección	
		Kg	Kg/cm2		Kg	Kg/cm2		Kg	Kg/cm2
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.63 mm	15.00	37.6	2.26	21.00	55.6	3.35	24.00	100.0	6.02
1 min - 1.27 mm	19.00	70.5	4.24	26.00	101.9	6.13	27.00	194.9	11.73
1 min 30 seg - 1.90 mm	24.00	111.8	6.73	30.00	151.5	9.12	32.00	261.2	15.72
2 min - 2.54 mm	28.00	146.7	8.83	39.00	199.8	12.02	40.00	335.1	20.16
2 min 30 seg - 3.17 mm	36.00	178.5	10.74	51.00	248.6	14.96	53.00	395.1	23.77
3 min - 3.81 mm	48.00	204.6	12.31	62.00	298.7	17.97	64.00	465.2	27.99
4 min - 5.08 mm	58.00	245.1	14.75	74.00	359.8	21.65	75.00	560.8	33.74
6 min - 7.62 mm	70.00	275.4	16.57	88.00	408.1	24.56	90.00	660.4	39.74
8 min - 10.16 mm	85.00	296.2	17.82	101.00	440.7	26.52	103.00	713.2	42.91
10 min - 12.70 mm	98.00	311.2	18.73	105.00	469.3	28.24	117.00	749.7	45.11

EXPANSIÓN

Tiempo de ensayo Fecha	Hora	Tiempo (hr)	N° de Golpes 12		N° de Golpes 26		N° de Golpes 55	
			Lec. Dial	Exp. (%)	Lec. Dial	Exp. (%)	Lec. Dial	Exp. (%)
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

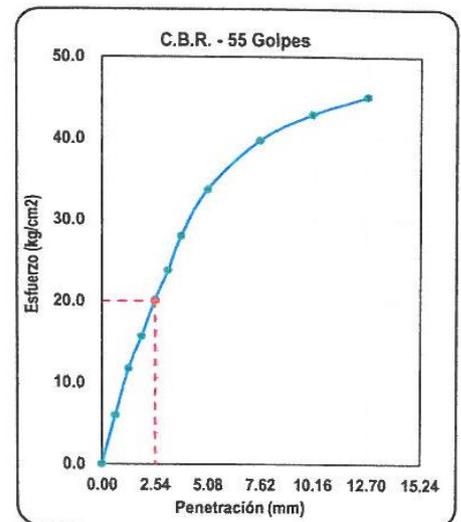
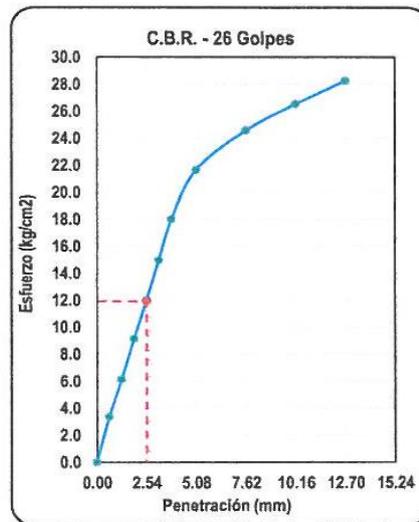
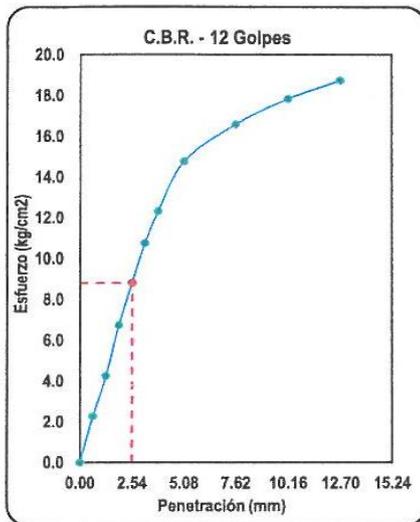
**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

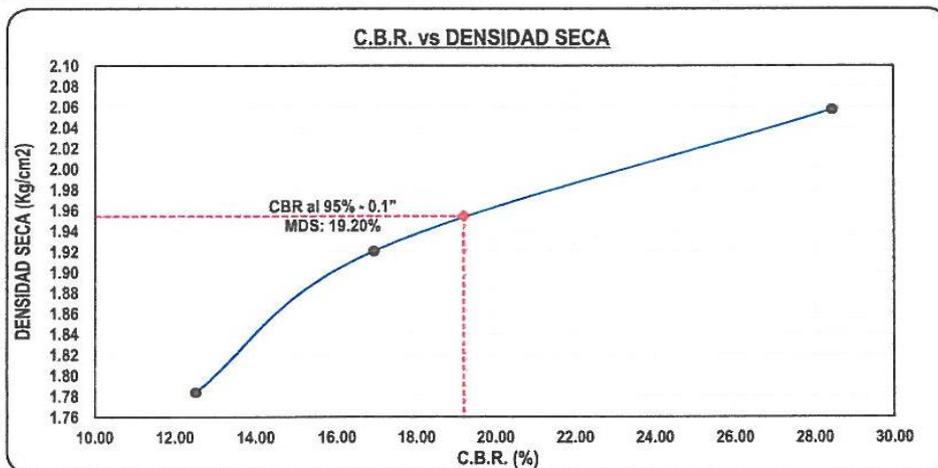
**MUESTRA :** Material propio + 6% de escoria de acero (Muestra N°2)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022



N° de Golpes	Penetración	
	0.1"	0.2"
	2.54 mm	5.08 mm
12 Golpes	8.80	-
26 Golpes	11.90	-
55 Golpes	20.00	-

N° de Golpes	Curva (CBR vs Densidad Seca)		Densidad Seca (g/cc)
	0.1"	0.2"	
	2.54 mm (%)	5.08 mm (%)	
12 Golpes	12.52	-	1.783
26 Golpes	16.93	-	1.920
55 Golpes	28.45	-	2.057



RESULTADOS	
Densidad Máxima (g/cc):	2.057
D. Máxima 95% (g/cc):	1.954
Humedad óptima (%):	8.350
C.B.R. (100 %) - 0.1":	<b>28.45</b>
C.B.R. (95 %) - 0.1":	<b>19.20</b>

**Observaciones**

- El material fue proporcionado por el solicitante.

  
**Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado**  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

  
**Julio Cesar Carrion Guioñez**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 233012

**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS**

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio + 12% de escoria de acero (Muestra N°2)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

**DATOS**

**PISTON**

Diametro (cm)	4.60	Alto (cm)	17.50
Area (cm <sup>2</sup> )	16.62	-	-

**PROCTOR**

Densidad Máxima (g/cc)	2.146
Humedad Optima (g/cc)	7.830

**MOLDE**

	Diametro (cm)	Alto (cm)	Vol.(cm)
-			
Molde I	15.20	11.60	2104.92
Molde II	15.20	11.60	2104.92
Molde III	15.30	11.60	2132.70

**COMPACTACIÓN**

Características	N° de Molde		
	I 12	II 26	III 55
W. Molde (g)	8210	8170	8260
W. Molde + Suelo Humedo (g)	12520	12695	13199
W. Suelo Humedo (g)	4310	4525	4939
W. Tara (g)	45.01	38.12	41.21
W. Tara + Suelo Humedo	561.72	536.55	593.46
W. Tara + Suelo Seco (g)	523.62	499.87	553.04
W. Suelo Humedo (g)	516.71	498.43	552.25
W. Suelo Seco (g)	478.61	461.75	511.83
W. Agua (g)	38.10	36.68	40.42
C. Humedad - Inicial (%)	7.830	7.830	7.830
C. Humedad - Final (%)	7.961	7.944	7.897
Densidad Humeda (g/cc)	2.048	2.150	2.316
Densidad Seca (g/cc)	1.897	1.992	2.140

**PENETRACIÓN**

Penetración Tiempo - mm	N° de Golpes 12			N° de Golpes 26			N° de Golpes 55		
	Lectura Dial	Corrección		Lectura Dial	Corrección		Lectura Dial	Corrección	
		Kg	Kg/cm <sup>2</sup>		Kg	Kg/cm <sup>2</sup>		Kg	Kg/cm <sup>2</sup>
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.63 mm	15.00	58.8	3.54	17.00	55.4	3.33	19.00	75.9	4.57
1 min - 1.27 mm	32.00	103.7	6.24	32.00	136.1	8.19	38.00	158.2	9.52
1 min 30 seg - 1.90 mm	58.00	161.5	9.72	47.00	227.4	13.68	51.00	274.3	16.51
2 min - 2.54 mm	67.00	222.9	13.41	65.00	329.6	19.83	67.00	403.7	24.29
2 min 30 seg - 3.17 mm	85.00	286.2	17.22	84.00	461.8	27.79	84.00	543.7	32.72
3 min - 3.81 mm	105.00	351.8	21.17	104.00	601.8	36.21	99.00	690.4	41.54
4 min - 5.08 mm	140.00	486.0	29.24	138.00	853.9	51.38	132.00	1022.1	61.50
6 min - 7.62 mm	209.00	701.9	42.23	208.00	1335.4	80.35	198.00	1743.3	104.90
8 min - 10.16 mm	286.00	851.6	51.24	265.00	1725.4	103.82	269.00	2243.3	134.98
10 min - 12.70 mm	357.00	946.6	56.96	330.00	2058.4	123.86	355.00	2454.8	147.71

**EXPANSIÓN**

Fecha	Tiempo de ensayo		N° de Golpes 12		N° de Golpes 26		N° de Golpes 55	
	Hora	Tiempo (hr)	Lec. Dial	Exp. (%)	Lec. Dial	Exp. (%)	Lec. Dial	Exp. (%)
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

RUC: 20532558256 - Telefax.: 052 621897 - Celular: 958274837 - 999 555 051 - Email: lgsm20072010@hotmail.com

  
Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

  
Julio Cesar Carrion Gutiérrez  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 235042

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

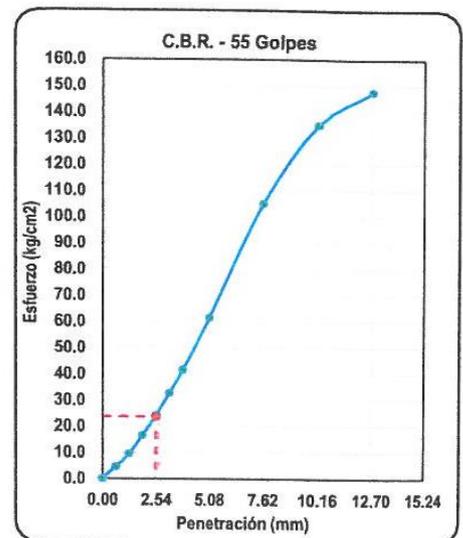
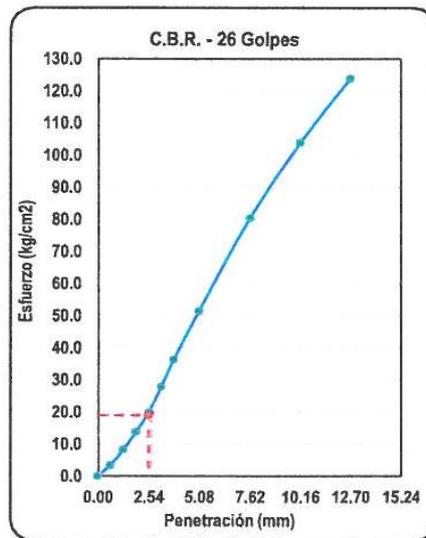
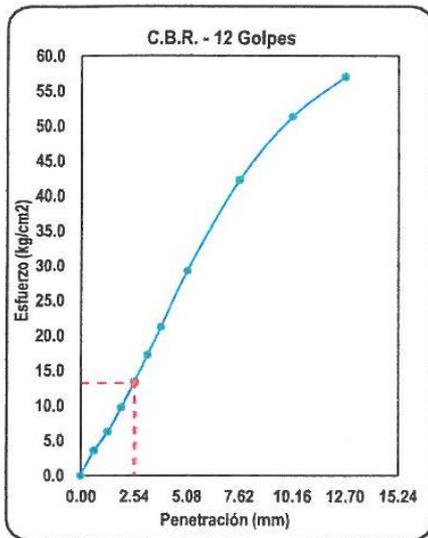
**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

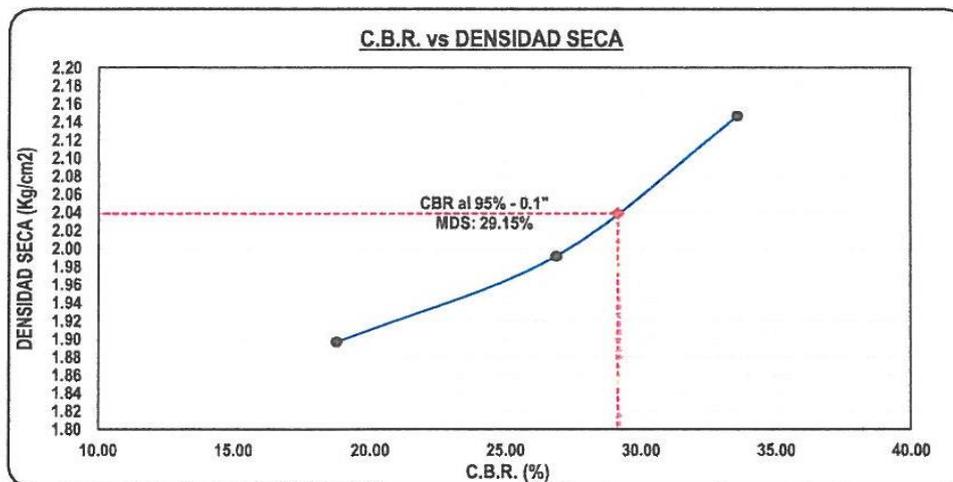
**MUESTRA :** Material propio + 12% de escoria de acero (Muestra N°2)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022



N° de Golpes	Penetración	
	0.1" 2.54 mm	0.2" 5.08 mm
12 Golpes	13.20	-
26 Golpes	18.90	-
55 Golpes	23.60	-

N° de Golpes	Curva (CBR vs Densidad Seca)		Densidad Seca (g/cc)
	0.1" 2.54 mm (%)	0.2" 5.08 mm (%)	
12 Golpes	18.77	-	1.897
26 Golpes	26.88	-	1.992
55 Golpes	33.57	-	2.146



RESULTADOS	
Densidad Máxima (g/cc):	2.146
D. Máxima 95% (g/cc):	2.039
Humedad óptima (%):	7.830
C.B.R. (100 %) - 0.1":	33.57
C.B.R. (95 %) - 0.1":	29.15

**Observaciones**  
- El material fue proporcionado por el solicitante.

INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)

PROYECTO : Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

SOLICITANTE : Br. Irving Anthony Perez Villanueva

ESTUDIO : Material de fundación

UBICACIÓN : Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

MUESTRA : Material propio (Muestra N°3)

FECHA : 15 de Enero de 2022

DATOS			
PISTON			
Diametro (cm)	4.60	Alto (cm)	17.50
Area (cm <sup>2</sup> )	16.62		
PROCTOR			
Densidad Máxima (g/cc)		1.967	
Humedad Óptima (g/cc)		7.920	
MOLDE			
	Diametro (cm)	Alto (cm)	Vol.(cm)
Molde I	15.20	11.60	2104.92
Molde II	15.20	11.60	2104.92
Molde III	15.30	11.60	2132.70

Características	COMPACTACIÓN		
	N° de Molde		
	I	II	III
	12	26	55
W. Molde (g)	8210	8170	8260
W. Molde + Suelo Humedo (g)	12090	12390	12825
W. Suelo Humedo (g)	3880	4220	4565
W. Tara (g)	20.21	21.34	24.56
W. Tara + Suelo Humedo	597.00	578.18	596.37
W. Tara + Suelo Seco (g)	550.99	535.29	550.15
W. Suelo Humedo (g)	576.79	556.84	571.81
W. Suelo Seco (g)	530.78	513.95	525.59
W. Agua (g)	46.01	42.89	46.22
C. Humedad - Inicial (%)	7.920	7.920	7.920
C. Humedad - Final (%)	8.668	8.345	8.794
Densidad Humeda (g/cc)	1.843	2.005	2.140
Densidad Seca (g/cc)	1.696	1.850	1.967

PENETRACIÓN

Penetración Tiempo - mm	N° de Golpes 12			N° de Golpes 26			N° de Golpes 55		
	Lectura Dial	Corrección		Lectura Dial	Corrección		Lectura Dial	Corrección	
		Kg	Kg/cm <sup>2</sup>		Kg	Kg/cm <sup>2</sup>		Kg	Kg/cm <sup>2</sup>
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.63 mm	16.00	16.6	1.00	14.00	23.8	1.43	12.00	31.7	1.91
1 min - 1.27 mm	35.00	35.3	2.12	29.00	50.4	3.03	29.00	67.2	4.04
1 min 30 seg - 1.90 mm	49.00	55.4	3.34	45.00	79.2	4.77	56.00	105.6	6.35
2 min - 2.54 mm	65.00	79.2	4.76	63.00	113.1	6.81	65.00	150.8	9.07
2 min 30 seg - 3.17 mm	81.00	105.9	6.37	81.00	151.3	9.10	82.00	201.7	12.14
3 min - 3.81 mm	96.00	137.0	8.24	101.00	195.7	11.77	102.00	260.9	15.70
4 min - 5.08 mm	130.00	192.1	11.56	136.00	274.4	16.51	138.00	365.9	22.02
6 min - 7.62 mm	196.00	284.2	17.10	206.00	406.1	24.43	207.00	541.4	32.58
8 min - 10.16 mm	266.00	357.4	21.50	262.00	510.5	30.72	283.00	680.7	40.96
10 min - 12.70 mm	352.00	412.4	24.81	327.00	589.1	35.45	354.00	785.5	47.27

EXPANSIÓN

Fecha	Tiempo de ensayo Hora	Tiempo (hr)	N° de Golpes 12		N° de Golpes 26		N° de Golpes 55	
			Lec. Dial	Exp. (%)	Lec. Dial	Exp. (%)	Lec. Dial	Exp. (%)
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

RUC: 20532558256 - Telefax.: 052 621897 - Celular: 958274837 - 999 555 051 - Email: lgsm20072010@hotmail.com

**Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado**  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

**Julio Cesar Carrion Gutiérrez**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 235012

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)**

PROYECTO : Estabilización de subrasantes blandas con escona de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

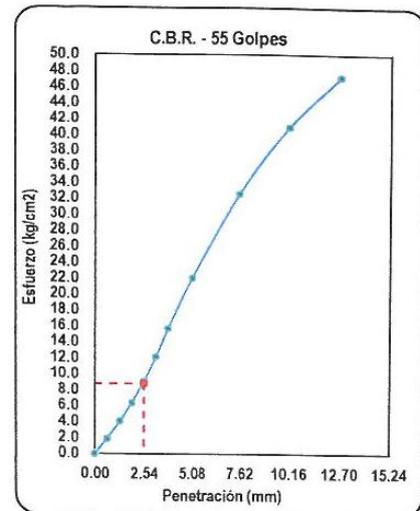
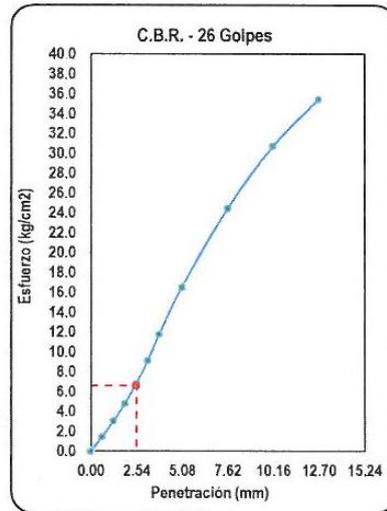
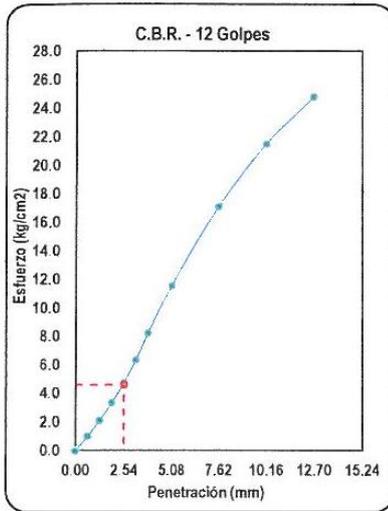
SOLICITANTE : Br. Irving Anthony Perez Villanueva

ESTUDIO : Material de fundación

UBICACIÓN : Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

MUESTRA : Material propio (Muestra N°3)

FECHA : 15 de Enero de 2022

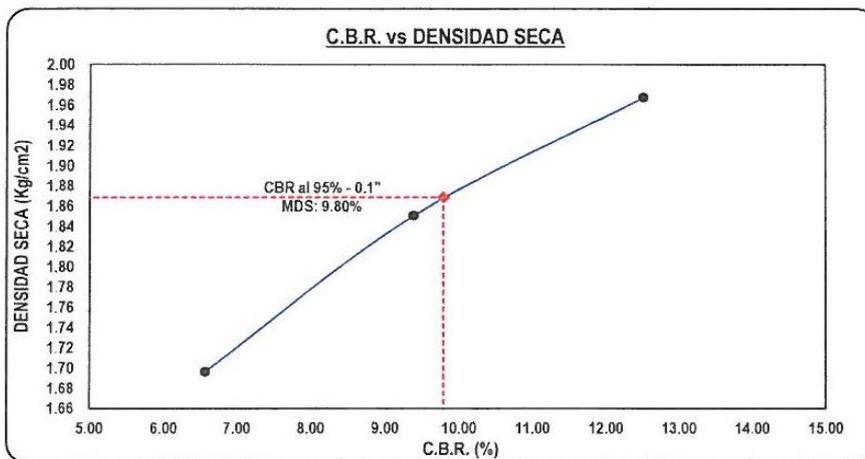


Penetración

N° de Golpes	0.1"	0.2"
	2.54 mm	5.08 mm
12 Golpes	4.62	-
26 Golpes	6.60	-
55 Golpes	8.80	-

Curva (CBR vs Densidad Seca)

N° de Golpes	0.1"	0.2"	Densidad Seca (g/cc)
	2.54 mm (%)	5.08 mm (%)	
12 Golpes	6.57	-	1.696
26 Golpes	9.39	-	1.850
55 Golpes	12.52	-	1.967



**RESULTADOS**

Densidad Máxima (g/cc):	1.967
D. Máxima 95% (g/cc):	1.869
Humedad óptima (%):	7.920
C.B.R. (100 %) - 0.1":	12.52
C.B.R. (95 %) - 0.1":	9.80

**Observaciones**

- El material fue proporcionado por el solicitante.

**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS**

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio + 3% de escoria de acero (Muestra N°3)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

**DATOS**

**PISTON**

Diametro (cm)	4.60	Alto (cm)	17.50
Area (cm <sup>2</sup> )	16.62		-

**PROCTOR**

Densidad Máxima (g/cc)	2.038
Humedad Óptima (g/cc)	8.340

**MOLDE**

	Diametro (cm)	Alto (cm)	Vol.(cm)
-			
Molde I	15.20	11.60	2104.92
Molde II	15.20	11.60	2104.92
Molde III	15.30	11.60	2132.70

**COMPACTACIÓN**

Características	N° de Molde		
	I	II	III
	12	26	55
W. Molde (g)	8210	8170	8260
W. Molde + Suelo Humedo (g)	12325	12568	12985
W. Suelo Humedo (g)	4115	4398	4725
W. Tara (g)	131.99	131.36	130.12
W. Tara + Suelo Humedo	705.79	682.48	723.58
W. Tara + Suelo Seco (g)	660.52	637.85	675.94
W. Suelo Humedo (g)	573.80	551.12	593.46
W. Suelo Seco (g)	528.53	506.49	545.82
W. Agua (g)	45.27	44.63	47.64
C. Humedad - Inicial (%)	8.340	8.340	8.340
C. Humedad - Final (%)	8.565	8.812	8.728
Densidad Humeda (g/cc)	1.955	2.089	2.215
Densidad Seca (g/cc)	1.801	1.920	2.038

**PENETRACIÓN**

Penetración Tiempo - mm	N° de Golpes 12			N° de Golpes 26			N° de Golpes 55		
	Lectura Dial	Corrección		Lectura Dial	Corrección		Lectura Dial	Corrección	
		Kg	Kg/cm <sup>2</sup>		Kg	Kg/cm <sup>2</sup>		Kg	Kg/cm <sup>2</sup>
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.63 mm	26.00	26.4	1.59	25.00	36.7	2.21	23.00	48.9	2.94
1 min - 1.27 mm	55.00	49.8	3.00	53.00	69.2	4.16	51.00	92.2	5.55
1 min 30 seg - 1.90 mm	98.00	75.4	4.54	78.00	104.8	6.30	78.00	139.7	8.41
2 min - 2.54 mm	124.00	109.0	6.56	101.00	151.4	9.11	98.00	201.9	12.15
2 min 30 seg - 3.17 mm	150.00	146.0	8.79	122.00	202.8	12.20	121.00	270.4	16.27
3 min - 3.81 mm	177.00	182.7	10.99	150.00	253.7	15.27	147.00	338.3	20.36
4 min - 5.08 mm	213.00	242.8	14.61	203.00	337.2	20.29	196.00	449.6	27.05
6 min - 7.62 mm	296.00	328.7	19.78	308.00	456.5	27.47	302.00	634.0	38.15
8 min - 10.16 mm	400.00	393.4	23.67	392.00	546.3	32.87	402.00	758.8	45.66
10 min - 12.70 mm	497.00	441.6	26.57	495.00	605.0	36.40	499.00	852.1	51.27

**EXPANSIÓN**

Fecha	Tiempo de ensayo		N° de Golpes 12		N° de Golpes 26		N° de Golpes 55	
	Hora	Tiempo (hr)	Lec. Dial	Exp. (%)	Lec. Dial	Exp. (%)	Lec. Dial	Exp. (%)
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

RUC: 20532558256 - Telefax.: 052 621897 - Celular: 958274837 - 999 555 051 - Email: lgsm20072010@hotmail.com

**Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado**  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

**Julio Cesar Carrion Gutiérrez**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 290012

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

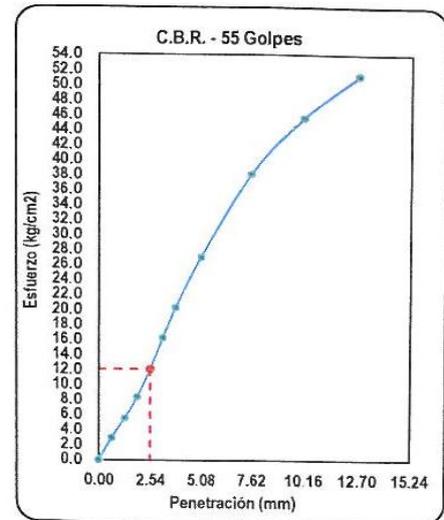
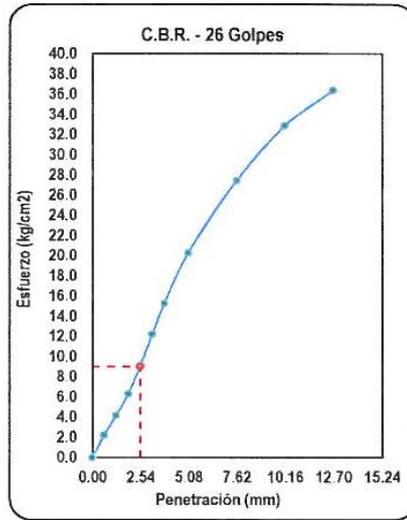
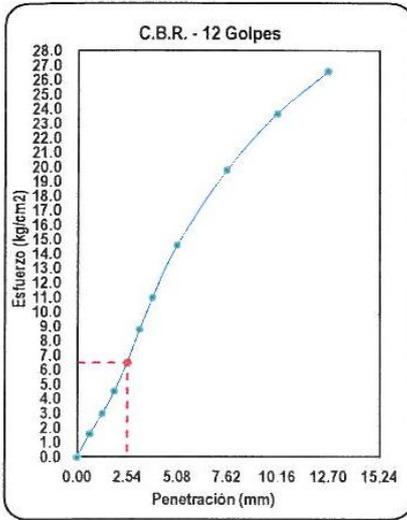
**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

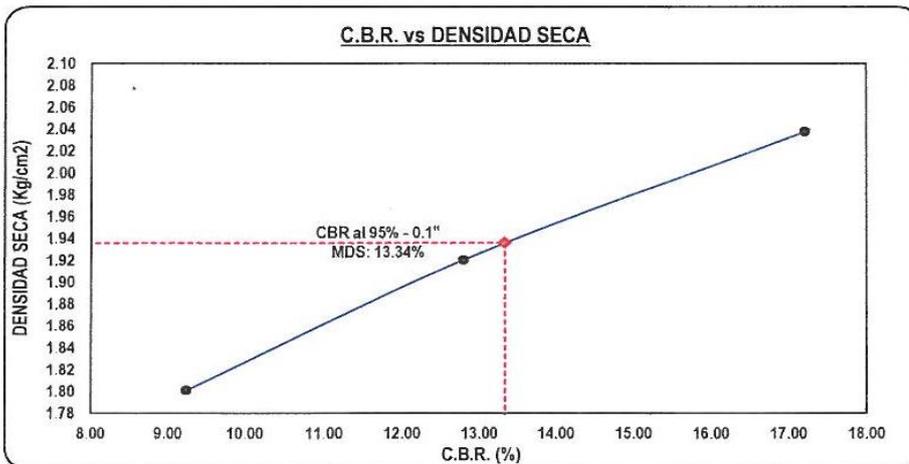
**MUESTRA :** Material propio + 3% de escoria de acero (Muestra N°3)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022



N° de Golpes	Penetración	
	0.1"	0.2"
	2.54 mm	5.08 mm
12 Golpes	6.50	-
26 Golpes	9.00	-
55 Golpes	12.10	-

N° de Golpes	Curva (CBR vs Densidad Seca)		Densidad Seca (g/cc)
	0.1"	0.2"	
	2.54 mm (%)	5.08 mm (%)	
12 Golpes	9.24	-	1.801
26 Golpes	12.80	-	1.920
55 Golpes	17.21	-	2.038



RESULTADOS	
Densidad Máxima (g/cc):	2.038
D. Máxima 95% (g/cc):	1.936
Humedad óptima (%):	8.340
C.B.R. (100 %) - 0.1":	17.21
C.B.R. (95 %) - 0.1":	13.34

**Observaciones**

- El material fue proporcionado por el solicitante.



ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)

PROYECTO : Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

SOLICITANTE : Br Irving Anthony Perez Villanueva

ESTUDIO : Material de fundación

UBICACIÓN : Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

MUESTRA : Material propio + 6% de escoria de acero (Muestra N°3)

FECHA : 15 de Enero de 2022

DATOS

PISTON

Diametro (cm)	4.60	Alto (cm)	17.50
Area (cm <sup>2</sup> )	16.62		

PROCTOR

Densidad Máxima (g/cc)	2.059
Humedad Optima (g/cc)	8.280

MOLDE

	Diametro (cm)	Alto (cm)	Vol.(cm)
-			
Molde I	15.20	11.60	2104.92
Molde II	15.20	11.60	2104.92
Molde III	15.30	11.60	2132.70

COMPACTACIÓN

Características	N° de Molde		
	I 12	II 26	III 55
W. Molde (g)	8210	8170	8260
W. Molde + Suelo Humedo (g)	12286	12565	13035
W. Suelo Humedo (g)	4076	4395	4775
W. Tara (g)	131.99	131.36	130.12
W. Tara + Suelo Humedo	683.41	649.66	652.78
W. Tara + Suelo Seco (g)	640.03	608.75	610.84
W. Suelo Humedo (g)	551.42	518.30	522.66
W. Suelo Seco (g)	508.04	477.39	480.72
W. Agua (g)	43.38	40.91	41.94
C. Humedad - Inicial (%)	8.280	8.280	8.280
C. Humedad - Final (%)	8.539	8.570	8.724
Densidad Humeda (g/cc)	1.936	2.088	2.239
Densidad Seca (g/cc)	1.784	1.923	2.059

PENETRACIÓN

Penetración Tiempo - mm	N° de Golpes 12			N° de Golpes 26			N° de Golpes 55		
	Lectura Dial	Corrección		Lectura Dial	Corrección		Lectura Dial	Corrección	
		Kg	Kg/cm <sup>2</sup>		Kg	Kg/cm <sup>2</sup>		Kg	Kg/cm <sup>2</sup>
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.63 mm	20.00	41.0	2.47	22.00	63.1	3.80	23.00	82.0	4.93
1 min - 1.27 mm	48.00	79.6	4.79	50.00	122.4	7.37	52.00	159.0	9.57
1 min 30 seg - 1.90 mm	76.00	118.6	7.14	76.00	182.5	10.98	96.00	237.0	14.26
2 min - 2.54 mm	96.00	149.8	9.01	99.00	230.5	13.87	122.00	299.3	18.01
2 min 30 seg - 3.17 mm	118.00	183.5	11.04	119.00	282.3	16.99	147.00	366.6	22.06
3 min - 3.81 mm	144.00	210.8	12.68	147.00	324.2	19.51	174.00	421.1	25.34
4 min - 5.08 mm	194.00	263.6	15.86	201.00	405.6	24.40	211.00	526.7	31.69
6 min - 7.62 mm	300.00	353.3	21.26	306.00	543.5	32.70	294.00	705.8	42.47
8 min - 10.16 mm	399.00	438.1	26.36	389.00	674.1	40.56	397.00	875.4	52.67
10 min - 12.70 mm	496.00	501.6	30.18	492.00	771.7	46.43	494.00	1015.4	61.10

EXPANSIÓN

Tiempo de ensayo		N° de Golpes 12		N° de Golpes 26		N° de Golpes 55		
Fecha	Hora	Tiempo (hr)	Lec. Dial	Exp. (%)	Lec. Dial	Exp. (%)	Lec. Dial	Exp. (%)
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)**

PROYECTO : Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

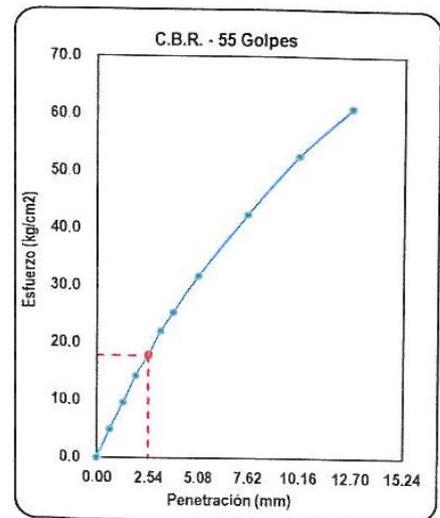
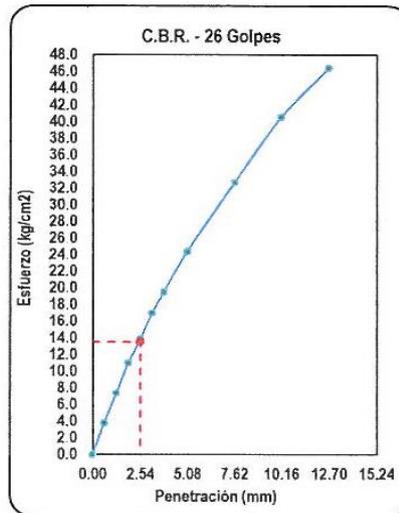
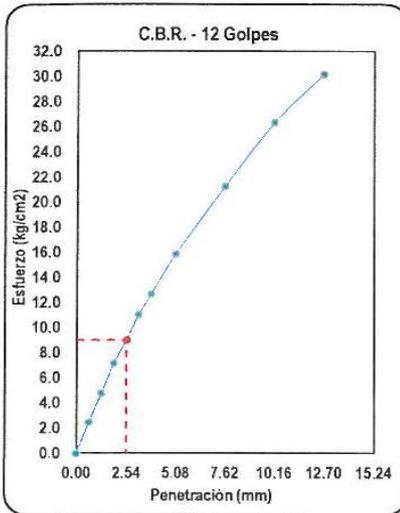
SOLICITANTE : Br. Irving Anthony Perez Villanueva

ESTUDIO : Material de fundación

UBICACIÓN : Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

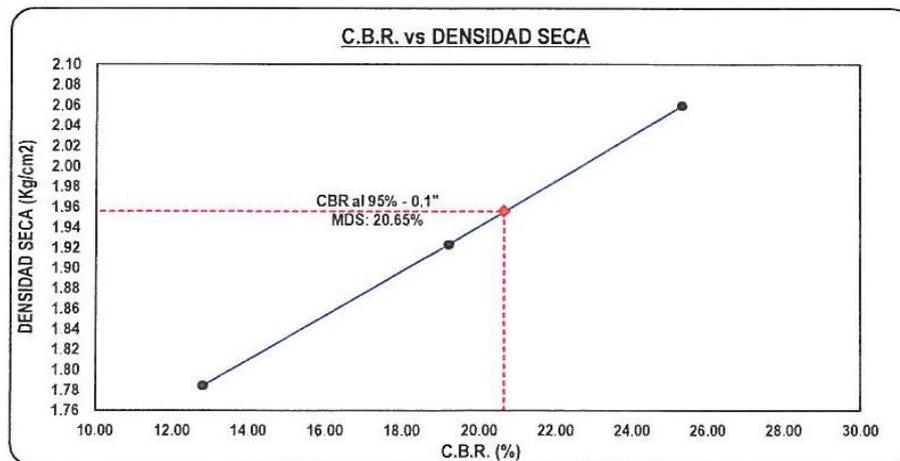
MUESTRA : Material propio + 6% de escoria de acero (Muestra N°3)

FECHA : 15 de Enero de 2022



N° de Golpes	Penetración	
	0.1"	0.2"
	2.54 mm	5.08 mm
12 Golpes	9.00	-
26 Golpes	13.50	-
55 Golpes	17.80	-

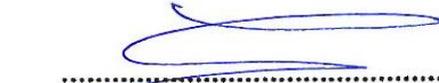
N° de Golpes	Curva (CBR vs Densidad Seca)		
	0.1"	0.2"	Densidad Seca (g/cc)
	2.54 mm (%)	5.08 mm (%)	
12 Golpes	12.80	-	1.784
26 Golpes	19.20	-	1.923
55 Golpes	25.32	-	2.059



RESULTADOS	
Densidad Máxima (g/cc):	2.059
D. Máxima 95% (g/cc):	1.956
Humedad optima (%):	8.280
C.B.R. (100 %) - 0.1":	25.32
C.B.R. (95 %) - 0.1":	20.65

**Observaciones**

- El material fue proporcionado por el solicitante.

  
Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

  
Julio Cesar Canlon Gutiérrez  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 200012

**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS**

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escona de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** Material propio + 12% de escoria de acero (Muestra N°3)

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

**DATOS**

PISTON			
Diametro (cm)	4.60	Alto (cm)	17.50
Area (cm <sup>2</sup> )	16.62		
PROCTOR			
Densidad Máxima (g/cc)		2.150	
Humedad Optima (g/cc)		8.000	
MOLDE			
	Diametro (cm)	Alto (cm)	Vol.(cm)
Molde I	15.20	11.60	2104.92
Molde II	15.20	11.60	2104.92
Molde III	15.30	11.60	2132.70

**COMPACTACIÓN**

Características	N° de Molde		
	I	II	III
	12	26	55
W. Molde (g)	8210	8170	8260
W. Molde + Suelo Humedo (g)	12452	12739	13220
W. Suelo Humedo (g)	4242	4569	4960
W. Tara (g)	15.75	14.88	15.37
W. Tara + Suelo Humedo	566.97	567.18	553.69
W. Tara + Suelo Seco (g)	525.82	525.78	513.14
W. Suelo Humedo (g)	551.22	552.30	538.32
W. Suelo Seco (g)	510.07	510.90	497.77
W. Agua (g)	41.15	41.40	40.55
C. Humedad - Inicial (%)	8.000	8.000	8.000
C. Humedad - Final (%)	8.068	8.103	8.146
Densidad Humeda (g/cc)	2.015	2.171	2.326
Densidad Seca (g/cc)	1.865	2.008	2.150

**PENETRACIÓN**

Penetración	N° de Golpes 12			N° de Golpes 26			N° de Golpes 55		
	Lectura	Corrección		Lectura	Corrección		Lectura	Corrección	
Tiempo - mm	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>
0 seg - 0.00 mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
30 seg - 0.63 mm	20.00	46.7	2.81	25.00	61.5	3.70	26.00	82.0	4.93
1 min - 1.27 mm	49.00	107.2	6.45	53.00	141.1	8.49	55.00	188.1	11.32
1 min 30 seg - 1.90 mm	94.00	174.7	10.51	78.00	229.9	13.83	98.00	306.5	18.44
2 min - 2.54 mm	120.00	246.5	14.83	101.00	324.3	19.51	124.00	432.4	26.02
2 min 30 seg - 3.17 mm	144.00	326.4	19.64	122.00	429.5	25.85	150.00	572.7	34.46
3 min - 3.81 mm	171.00	413.5	24.88	150.00	544.1	32.74	177.00	725.5	43.65
4 min - 5.08 mm	209.00	600.8	36.15	203.00	790.5	47.57	213.00	1054.0	63.42
6 min - 7.62 mm	292.00	942.7	56.72	308.00	1240.4	74.63	296.00	1653.8	99.51
8 min - 10.16 mm	394.00	1189.4	71.57	392.00	1565.0	94.17	400.00	2086.7	125.56
10 min - 12.70 mm	491.00	1396.7	84.04	495.00	1837.8	110.58	497.00	2450.4	147.45

**EXPANSIÓN**

Tiempo de ensayo		N° de Golpes 12			N° de Golpes 26		N° de Golpes 55	
Fecha	Hora	Tiempo (hr)	Lec. Dial	Exp. (%)	Lec. Dial	Exp. (%)	Lec. Dial	Exp. (%)
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-



INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS

ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R)

PROYECTO : Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

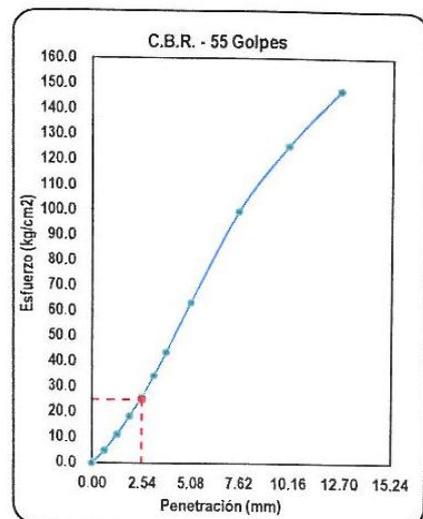
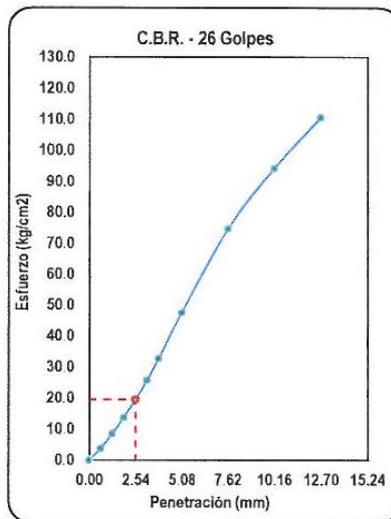
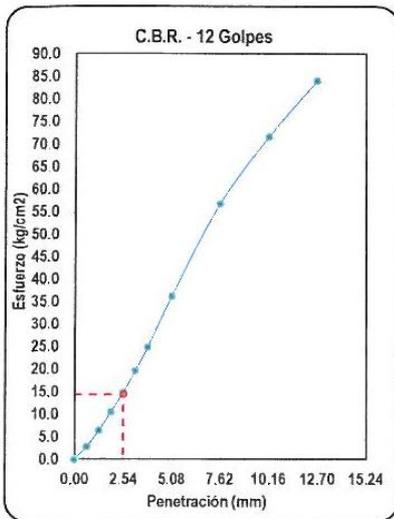
SOLICITANTE : Br. Irving Anthony Perez Villanueva

ESTUDIO : Material de fundación

UBICACIÓN : Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

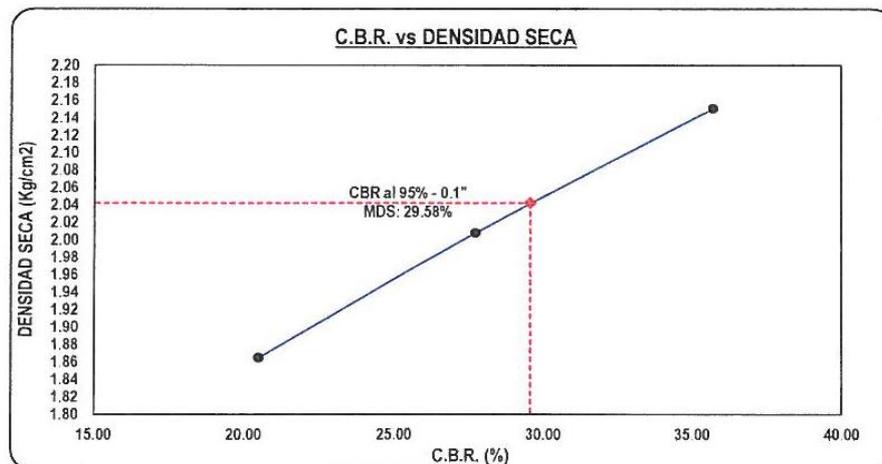
MUESTRA : Material propio + 12% de escoria de acero (Muestra N°3)

FECHA : 15 de Enero de 2022



N° de Golpes	Penetración	
	0.1"	0.2"
	2.54 mm	5.08 mm
12 Golpes	14.40	-
26 Golpes	19.50	-
55 Golpes	25.10	-

N° de Golpes	Curva (CBR vs Densidad Seca)		
	0.1"	0.2"	Densidad Seca
	2.54 mm (%)	5.08 mm (%)	(g/cc)
12 Golpes	20.48	-	1.865
26 Golpes	27.73	-	2.008
55 Golpes	35.70	-	2.150



RESULTADOS	
Densidad Maxima (g/cc):	2.150
D. Maxima 95% (g/cc):	2.043
Humedad optima (%):	8.000
C.B.R. (100 %) - 0.1":	35.70
C.B.R. (95 %) - 0.1":	29.58

Observaciones

- El material fue proporcionado por el solicitante.

Gonzalo Chávez Nuñez Del Prado  
LABORATORISTA  
Mecánica de Suelos, Pavimento y Concreto

Julio Cesar Carrion Gutierrez  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 235012

**INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS**

**MODULO DE RESILENCIA**

**PROYECTO :** Estabilización de subrasantes blandas con escoria de acero en caminos vecinales, carretera ingreso urbanización el algarrobal, Ilo, Moquegua 2021

**SOLICITANTE :** Br. Irving Anthony Perez Villanueva

**ESTUDIO :** Material de fundación

**UBICACIÓN :** Pampa Inalambrica - Ilo - Moquegua

**MUESTRA :** -

**FECHA :** 15 de Enero de 2022

Item	Muestras	CBR (%) al 95% de MDS	CBR (%) al 100% de MDS	MR al 95% del CBR (PSI)	MR al 100% del CBR (PSI)
1	Terreno Natural (Muestra 1)	9.77	12.76	10988.12	13035.73
2	Terreno Natural (Muestra 2)	11.78	14.93	12385.80	14414.15
3	Terreno Natural (Muestra 3)	9.80	12.52	11009.70	12878.27
4	Terreno Natural + 3% de escoria de acero (Muestra 1)	14.55	17.78	14178.27	16119.34
5	Terreno Natural + 3% de escoria de acero (Muestra 2)	12.36	16.21	12772.70	15193.30
6	Terreno Natural + 3% de escoria de acero (Muestra 3)	13.34	17.21	13411.91	15786.67
7	Terreno Natural + 6% de escoria de acero (Muestra 1)	19.00	25.32	16818.73	20211.92
8	Terreno Natural + 6% de escoria de acero (Muestra 2)	19.20	28.45	16931.82	21777.28
9	Terreno Natural + 6% de escoria de acero (Muestra 3)	20.65	25.32	17739.43	20211.92
10	Terreno Natural + 12% de escoria de acero (Muestra 1)	27.50	33.14	21309.04	24011.35
11	Terreno Natural + 12% de escoria de acero (Muestra 2)	29.15	33.57	22118.70	24210.28
12	Terreno Natural + 12% de escoria de acero (Muestra 3)	29.58	35.70	22326.97	25182.48

  
**Julio Cesar Carrion Guiderez**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 205012

## Anexo 7: Certificado de calibración del equipo

### INFORME DE MANTENIMIENTO IM - 01817 - 2021

Proforma : 1528A Fecha de emisión : 2021-04-10 Página : 1 de 1

1. **SOLICITANTE : INGESERVICIOS S.A.C.**  
**DIRECCIÓN :** Av. Collpa Mza. -- Lote. 08 Sec. Pago Olanique Tacna - Tacna - Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa
2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : PRENSA CBR**  
Marca : TAMIEQUIPOS  
Modelo : TCP-645  
N° de Serie : 775  
Intervalo de Indicación : 5000 kgf  
Resolución : 0,1 kgf  
Procedencia : Colombia  
Ubicación : LABORATORIO DE ENSAYOS ESPECIALES
3. **FECHA Y LUGAR DE REVISIÓN TÉCNICA.**  
La revisión se realizó el día 07 de Abril del 2021 en las instalaciones de INGESERVICIOS S.A.C..
4. **MOTIVO DE LA INTERVENCIÓN**  
El cliente requiere servicio de mantenimiento preventivo.
5. **INTERVENCIÓN TÉCNICA.**  
Se realizó prueba de funcionamiento.  
Se realizó limpieza externa.  
Se midió el voltaje de entrada del equipo.
6. **CONCLUSIONES.**  
Queda listo y operativo para su calibración.



**Christian Gahona Lume**  
Técnico Mantenimiento

Fin del Documento



**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

**TC - 01829 - 2021**

PROFORMA : 1528A Fecha de emisión : 2021-04-09

SOLICITANTE : **INGESERVICIOS S.A.C.**

Dirección : AV. COLLPA MZA. -- LOTE. 08 SEC. PAGO OLANIQUE TACNA - TACNA - CORONEL GREGORIO ALBARRACÍN LANCHIPA

**INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA**

Tipo : ELECTRÓNICA  
Marca : OHAUS  
Modelo : PAJ3102  
N° de Serie : B4062762  
Capacidad Máxima : 3100 g  
Resolución : 0,01 g  
División de Verificación : 0,01 g  
Clase de Exactitud : I  
Capacidad Mínima : 1 g  
Procedencia : CHINA  
N° de Parte : No Indica  
Identificación : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO  
Variación de  $\Delta T$  Local : 3 °C  
Fecha de Calibración : 2021-04-07

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

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

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

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de INGESERVICIOS S.A.C.

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

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

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

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

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



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





**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**TC - 01824 - 2021**

Proforma : 1528A

Fecha de emisión : 2021-04-09

**SOLICITANTE : INGESERVICIOS S.A.C.**

Dirección : Av. Collpa Mza. -- Lote. 08 Sec. Pago Olanique Tacna -Tacna - Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa

**EQUIPO** : HORNO  
 Marca : A & A INSTRUMENTS  
 Modelo : STHX-2A  
 N° de Serie : 14434  
 Procedencia : No Indica  
 Identificación : No Indica  
**TIPO DE INDICADOR** : DIGITAL  
 Alcance : 0 °C a 300 °C  
 Resolución : 0,1 °C  
**TIPO DE CONTROLADOR** : DIGITAL  
 Alcance : 0 °C a 300 °C  
 Resolución : 0,1 °C  
 Fecha de Calibración : 2021-04-07

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

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

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

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

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

**LUGAR DE CALIBRACIÓN**

Instalaciones de INGESERVICIOS S.A.C.

**MÉTODO DE CALIBRACIÓN**

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

**CONDICIONES DE CALIBRACIÓN**

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura	29,2 °C	19,4 °C
Humedad Relativa	42,7 %	42,7 %
Voltaje	220 V	220 V

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

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



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

TRAZABILIDAD

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

RESULTADOS DE MEDICIÓN

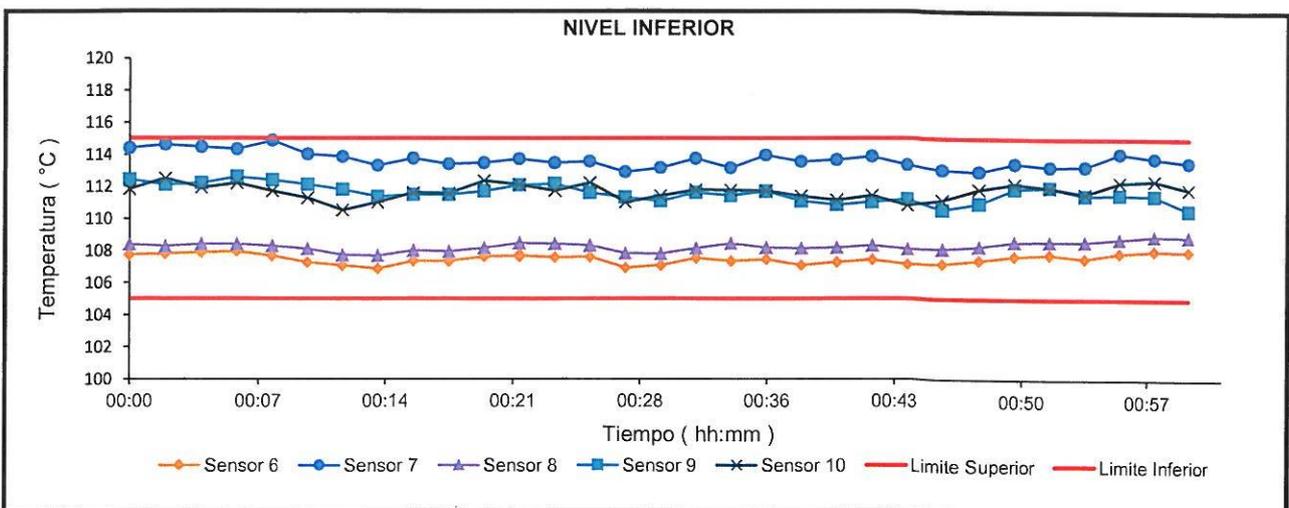
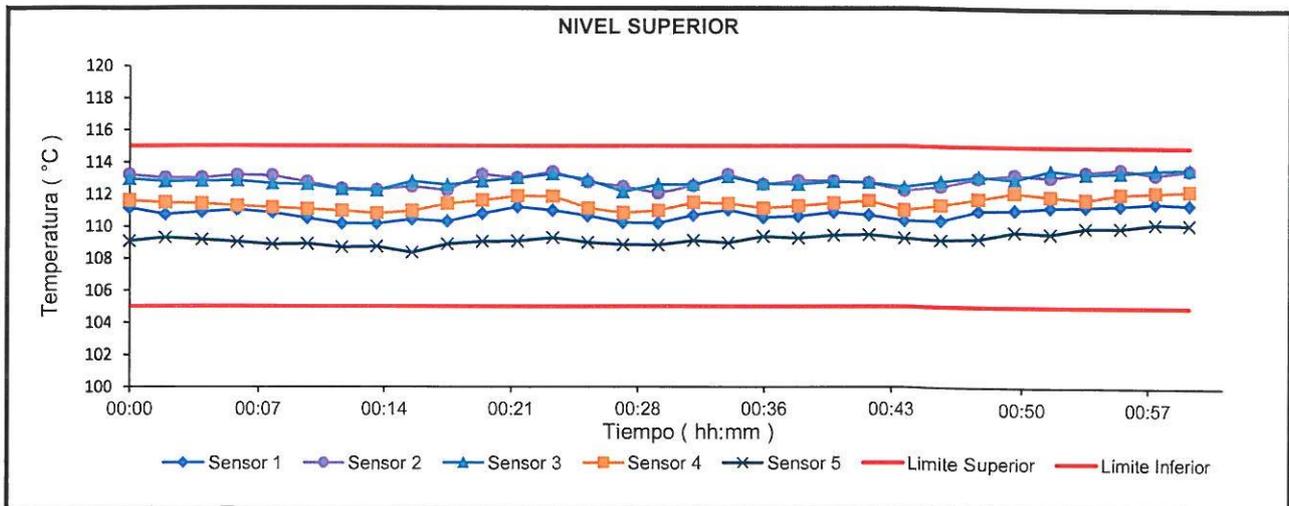
Temperatura de Trabajo	Posición del Controlador	Tiempo de Calentamiento	Tiempo de Estabilización	Porcentaje de carga	Tipo de Carga / Muestra
110 °C ± 5 °C	110	40 min	60 min	40 %	ENVASES DE ACERO

Tiempo (hh:mm)	Termómetro Horno (°C)	Temperaturas en las Posiciones de Medición (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	T <sub>max</sub> - T <sub>min</sub> (°C)
		Nivel Superior					Nivel Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110	111,1	113,2	113,0	111,6	109,1	107,7	114,4	108,4	112,4	111,9	111,3	6,6
0:02	110	110,7	113,0	112,8	111,5	109,3	107,8	114,6	108,3	112,1	112,5	111,3	6,8
0:04	110	110,9	113,0	112,8	111,4	109,2	107,9	114,4	108,4	112,2	111,9	111,2	6,6
0:06	110	111,0	113,2	112,8	111,3	109,0	107,9	114,3	108,4	112,6	112,2	111,3	6,4
0:08	110	110,8	113,2	112,6	111,2	108,9	107,7	114,8	108,3	112,4	111,7	111,2	7,2
0:10	110	110,5	112,8	112,6	111,1	108,9	107,3	114,0	108,1	112,1	111,3	110,9	6,7
0:12	110	110,2	112,3	112,3	111,0	108,7	107,1	113,8	107,7	111,8	110,5	110,5	6,8
0:14	110	110,1	112,3	112,2	110,8	108,7	106,9	113,3	107,7	111,3	111,0	110,4	6,4
0:16	110	110,4	112,5	112,8	111,0	108,4	107,4	113,7	108,0	111,5	111,6	110,7	6,4
0:18	110	110,3	112,2	112,6	111,4	108,9	107,3	113,4	107,9	111,5	111,6	110,7	6,0
0:20	110	110,8	113,2	112,8	111,6	109,0	107,6	113,5	108,2	111,7	112,3	111,1	5,8
0:22	110	111,2	113,0	113,0	111,9	109,1	107,7	113,7	108,5	112,1	112,1	111,2	6,0
0:24	110	111,0	113,4	113,2	111,9	109,3	107,6	113,5	108,4	112,2	111,7	111,2	5,9
0:26	110	110,6	112,8	112,9	111,1	109,0	107,6	113,6	108,3	111,6	112,2	111,0	5,9
0:28	110	110,2	112,5	112,1	110,8	108,8	106,9	112,9	107,8	111,3	111,0	110,4	6,0
0:30	110	110,2	112,0	112,6	111,0	108,8	107,1	113,2	107,8	111,1	111,4	110,5	6,1
0:32	110	110,7	112,5	112,6	111,5	109,1	107,5	113,7	108,1	111,6	111,8	110,9	6,2
0:34	110	111,0	113,2	113,1	111,4	109,0	107,3	113,2	108,4	111,4	111,8	111,0	5,9
0:36	110	110,5	112,6	112,6	111,1	109,4	107,4	113,9	108,2	111,7	111,7	110,9	6,5
0:38	110	110,6	112,8	112,6	111,3	109,3	107,1	113,5	108,2	111,1	111,4	110,8	6,4
0:40	110	110,9	112,8	112,8	111,4	109,4	107,3	113,7	108,2	110,9	111,2	110,8	6,4
0:42	110	110,7	112,7	112,7	111,6	109,5	107,4	113,9	108,3	111,0	111,4	110,9	6,4
0:44	110	110,3	112,2	112,4	111,0	109,3	107,2	113,3	108,1	111,2	110,8	110,6	6,2
0:46	110	110,4	112,5	112,8	111,3	109,2	107,2	113,0	108,1	110,6	111,2	110,6	5,8
0:48	110	111,0	113,0	113,1	111,7	109,3	107,4	113,0	108,3	111,0	111,8	111,0	5,7
0:50	110	111,0	113,3	113,0	112,1	109,7	107,7	113,5	108,6	111,9	112,2	111,3	5,8
0:52	110	111,2	113,1	113,5	111,9	109,6	107,8	113,3	108,6	112,0	112,0	111,3	5,7
0:54	110	111,3	113,4	113,3	111,7	109,9	107,6	113,3	108,6	111,5	111,6	111,2	5,9
0:56	110	111,4	113,6	113,4	112,1	110,0	107,9	114,1	108,8	111,5	112,3	111,5	6,2
0:58	110	111,5	113,3	113,6	112,2	110,2	108,1	113,8	109,0	111,5	112,4	111,6	5,8
1:00	110	111,4	113,6	113,6	112,3	110,2	108,0	113,5	108,9	110,6	111,9	111,4	5,6
T. PROM	110,0	110,8	112,9	112,8	111,5	109,2	107,5	113,7	108,3	111,6	111,7	111,0	6,2
T. MAX	110,0	111,5	113,6	113,6	112,3	110,2	108,1	114,8	109,0	112,6	112,5	111,6	7,2
T. MIN	110,0	110,1	112,0	112,1	110,8	108,4	106,9	112,9	107,7	110,6	110,5	110,4	5,6
DTT	0,0	1,4	1,6	1,5	1,5	1,9	1,2	2,0	1,3	2,0	2,0	1,1	1,6

RESULTADOS DE MEDICIÓN

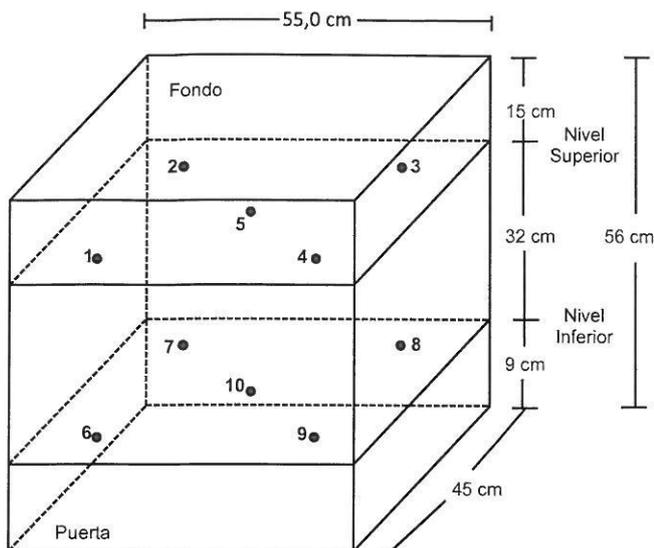
Parámetro	Valor ( °C )	Incertidumbre Expandida ( °C )
Máxima Temperatura Medida	114,8	0,5
Mínima Temperatura Medida	106,9	0,5
Desviación Temperatura en el Tiempo	2,0	0,1
Desviación Temperatura en el Espacio	6,2	0,2
Estabilidad Medida ( ± )	1,02	0,04
Uniformidad Medida	7,2	0,3

GRAFICO DE TEMPERATURA DE LOS SENSORES



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

**DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES**



**FOTOGRAFÍA DEL MEDIO ISOTERMO**



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 41 cm por encima de la base.

Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 9 cm por encima de la base.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 6 cm de las paredes laterales y a 6 cm del frente y fondo del equipo.

**OBSERVACIONES**

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

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

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

Tmax: Temperatura máxima.

Tmin: Temperatura mínima.

DTT: Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio de Medio Isothermo: 0,1 °C

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

La Estabilidad es considerada igual a  $\pm \frac{1}{2}$  máx. DTT.

**INCERTIDUMBRE**

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

FIN DEL DOCUMENTO

**INFORME DE MANTENIMIENTO**  
**IM - 01824 - 2021**

Proforma : 1528A Fecha de emisión : 2021-04-10 Página : 1 de 1

1. **SOLICITANTE** : INGESERVICIOS S.A.C  
**DIRECCIÓN** : Av. Collpa Mza. -- Lote. 08 Sec. Pago Olanique Tacna - Tacna - Coronel Gregorio Albarracín Lanchipa
2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : HORNO  
Marca : A&A INSTRUMENTS  
Modelo : Sfhx-2A  
N° de Serie : 14434  
Procedencia : No Indica  
Ubicación : LABORATORIO
3. **FECHA Y LUGAR DE REVISIÓN TÉCNICA.**  
La revisión se realizó el día 07 de Abril del 2021 en las instalaciones de INGESERVICIOS S.A.C.
4. **MOTIVO DE LA INTERVENCIÓN**  
El cliente requiere servicio de mantenimiento preventivo.
5. **INTERVENCIÓN TÉCNICA.**  
Se realizó limpieza externa  
Se realizó limpieza interna  
Se realizó pruebas de funcionamiento.  
Se verificó el sistema interno de resistencias .  
Se verifico el funcionamiento en la temperatura de trabajo .  
Se realizo el correspondiente ajuste de compensación.
6. **CONCLUSIONES.**  
El equipo se encuentra en óptimo estado para su respectiva Calibración.



**Christian Gahona Lume**  
Técnico Mantenimiento

Fin del Documento



Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LT - 090 - 2021**

Página 1 de 6

1. Expediente	210308
2. Solicitante	INGESERVICIOS S.A.C.
3. Dirección	Av. Collpa Mza. LT 08 Sec. Pago Olanique, Crl. Greg. Albarracin Lanchipa - Tacna - TACNA
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	De 0 °C a 300 °C
Marca	A&A INSTRUMENTS
Modelo	STHX-3A
Número de Serie	201023
Procedencia	CHINA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	NO INDICA

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

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

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

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 300 °C	0 °C a 300 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	CONTROLADOR ELECTRÓNICO	TERMÓMETRO DIGITAL

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

**5. Fecha de Calibración 2021-05-26**

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-05-31

Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2021.06.01 13:02:45  
-05'00'



Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 090 - 2021

Página 2 de 6

### 6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

### 7. Lugar de calibración

Las instalaciones de la empresa TÉCNICAS CP S.A.C.  
Av. Santa Ana Mz H lote 2 Urb. San Diego, San Martín de Porres - Lima

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22,0 °C	22,0 °C
Humedad Relativa	70 %	70 %

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 minutos.  
El controlador se seteo en 110 °C

### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
Dirección de Metrología INACAL LT - 091 - 2019	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	LT - 0083 - 2021
Fluke Corporation C0721069		

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALBRADO**.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 090 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 6

### 11. Resultados de Medición

#### PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T <sub>prom</sub> (°C)	máx-T <sub>m</sub>
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110,0	106,7	110,9	109,8	108,8	109,4	107,7	113,4	113,3	109,7	112,2	110,2	6,6
02	110,1	106,9	111,0	110,1	108,9	109,9	107,5	113,6	113,3	109,8	112,2	110,3	6,6
04	110,0	106,7	110,6	110,0	109,0	110,0	107,5	113,3	113,1	109,6	112,2	110,2	6,5
06	109,9	106,5	110,8	109,9	108,7	109,4	107,3	113,0	112,9	109,5	112,1	110,0	6,4
08	109,9	107,2	111,0	110,0	108,8	109,8	107,5	113,2	113,2	109,6	112,3	110,3	5,9
10	110,0	106,8	110,5	109,9	108,8	109,9	107,7	113,2	113,1	109,5	112,2	110,2	6,3
12	110,0	106,7	110,8	109,7	108,5	109,7	107,6	113,4	113,5	109,7	112,3	110,2	6,7
14	109,9	106,8	110,7	109,8	108,8	109,8	107,9	113,1	113,5	109,5	112,2	110,2	6,6
16	110,0	106,8	110,9	110,0	108,9	109,8	107,5	113,5	113,4	109,7	112,3	110,3	6,6
18	109,9	107,1	110,6	109,8	109,0	109,7	107,6	113,4	113,4	109,5	112,3	110,2	6,2
20	110,0	106,5	111,0	109,9	108,9	109,8	107,7	113,5	113,0	109,9	111,9	110,2	6,9
22	110,1	106,9	110,9	109,9	108,8	109,5	107,3	113,1	113,4	109,5	112,0	110,1	6,4
24	109,9	106,7	110,6	109,6	108,6	109,8	107,4	113,0	113,1	109,4	112,0	110,0	6,3
26	110,0	106,8	110,9	110,0	108,9	109,8	107,7	113,4	113,2	109,7	112,3	110,3	6,5
28	110,3	107,0	110,8	109,9	108,9	109,9	107,7	113,3	113,3	109,8	112,4	110,3	6,2
30	109,8	106,7	110,5	109,6	108,6	109,5	107,5	113,1	113,0	109,4	112,3	110,0	6,3
32	109,9	106,7	110,9	110,1	108,8	109,5	107,7	113,5	113,4	109,7	112,4	110,3	6,7
34	110,1	106,7	110,9	110,1	109,0	110,2	108,1	113,5	113,6	109,5	112,7	110,4	6,8
36	110,3	107,2	110,9	110,3	109,1	110,3	108,0	113,6	113,7	109,9	112,4	110,5	6,4
38	110,0	106,6	110,9	110,1	108,7	109,7	107,3	113,1	113,2	109,8	112,0	110,1	6,5
40	109,8	106,2	111,1	110,0	108,8	109,0	107,6	113,3	113,3	109,5	112,3	110,1	7,0
42	110,1	107,2	111,1	110,2	108,9	109,9	107,8	114,0	113,7	109,8	112,5	110,5	6,7
44	110,1	106,7	110,9	109,9	109,0	109,8	107,7	113,5	113,4	109,7	112,4	110,3	6,7
46	109,8	106,9	110,9	109,5	108,6	109,7	107,4	113,1	113,4	109,5	112,2	110,1	6,4
48	110,0	106,8	110,6	109,9	109,0	109,7	107,7	113,5	113,5	109,7	112,2	110,3	6,6
50	110,1	106,7	110,8	110,1	108,9	109,9	107,8	113,4	113,3	109,7	112,4	110,3	6,6
52	110,2	107,0	111,0	109,9	108,9	109,9	107,7	113,2	113,5	109,8	112,2	110,3	6,4
54	110,0	106,9	110,6	109,7	108,8	109,9	107,4	112,9	113,0	109,4	111,9	110,0	6,0
56	109,8	107,0	110,4	109,5	108,7	109,5	107,3	113,1	113,1	109,3	112,1	110,0	6,0
58	109,8	106,9	110,8	109,8	108,8	109,8	107,7	113,1	113,5	109,3	112,2	110,2	6,5
60	110,1	107,3	111,0	110,0	109,2	110,1	107,7	113,9	113,8	109,7	112,4	110,5	6,5
T.PROM	110,0	106,9	110,8	109,9	108,8	109,8	107,7	113,3	113,3	109,6	112,3	110,2	
T.MAX	110,3	107,3	111,1	110,3	109,2	110,3	108,1	114,0	113,8	109,9	112,7		
T.MIN	109,8	106,2	110,4	109,5	108,5	109,0	107,3	112,9	112,9	109,3	111,9		
DTT	0,5	1,1	0,7	0,8	0,7	1,3	0,8	1,1	0,9	0,6	0,8		

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LT - 090 - 2021**

Página 4 de 6

PARÁMETRO	VALOR ( °C )	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA ( °C )
Máxima Temperatura Medida	114,0	0,26
Mínima Temperatura Medida	106,2	0,20
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,3	0,10
Desviación de Temperatura en el Espacio	6,4	0,11
Estabilidad Medida ( ± )	0,6	0,04
Uniformidad Medida	7,0	0,14

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T.prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX : Temperatura máxima.  
T.MIN : Temperatura mínima.  
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,03 °C

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

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

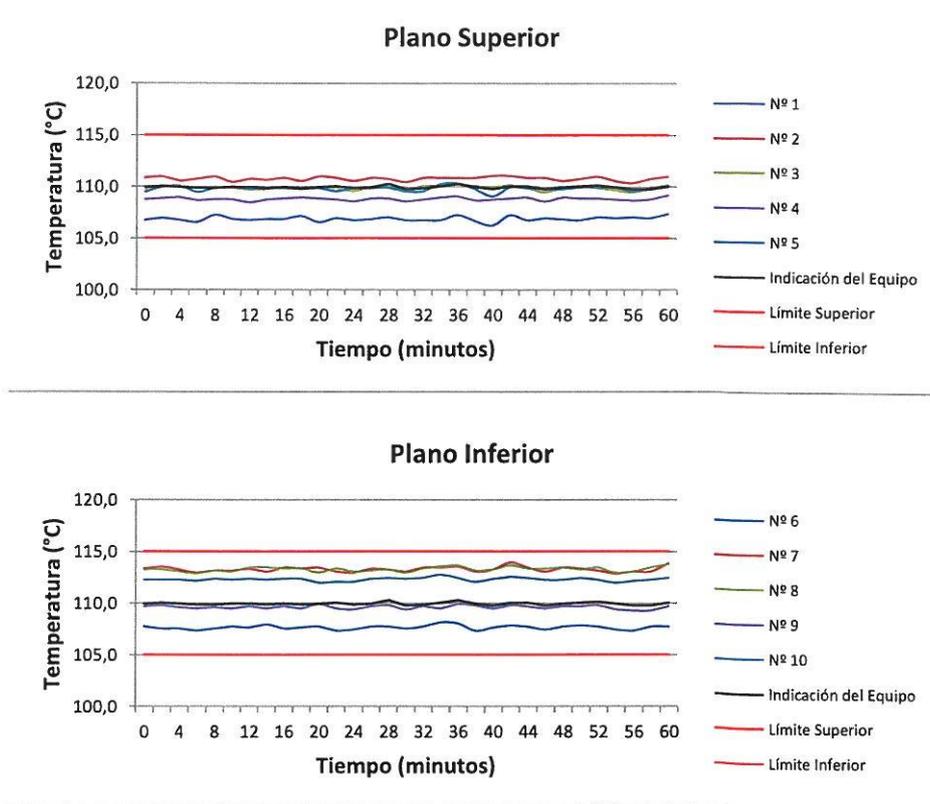
La estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  DTT.

Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 090 - 2021

Página 5 de 6

### DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$

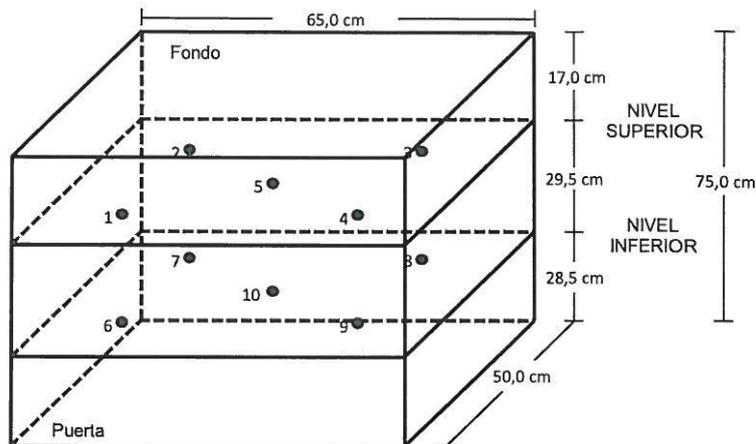


Área de Metrología  
Laboratorio de Temperatura

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LT - 090 - 2021

Página 6 de 6

### DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.

Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 10,5 cm de las paredes laterales y a 9 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

### 12. Incertidumbre

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

*Fin del documento*

ANEXO 8: Boleta de ensayos de laboratorio

<b>CHAVEZ NUÑEZ DEL PRADO SEBASTIAN BLAS</b> C.H. A. UGARTE II ETAPA MZA. K4 LOTE. 20 CRL. GREG. ALBARRACIN LANCHIPA - TACNA - TACNA			<b>FACTURA ELECTRONICA</b> <b>RUC: 10747563131</b> <b>E001-7</b>																							
Fecha de Emisión	: 26/02/2022	Forma de pago: Contado																								
Señor(es)	: IRVING ANTHONY PEREZ VILLANUEVA																									
RUC	: 10715919163																									
Establecimiento del Emisor	: C.H. A. UGARTE II ETAPA MZA. K4 LOTE. 20 TACNA-TACNA-CRL. GREG. ALBARRACIN LANCHIPA																									
Tipo de Moneda	: SOLES																									
Observación	:																									
<b>Cantidad</b>	<b>Unidad Medida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>ICBPER</b>																						
1.00	UNIDAD	LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO	3280.00	0.00																						
Valor de Venta de Operaciones Gratuitas : <input style="width: 100px;" type="text" value="S/ 0.00"/>		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="width: 80%;">Sub Total Ventas :</td><td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 3,280.00</td></tr> <tr><td>Anticipos :</td><td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Descuentos :</td><td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Valor Venta :</td><td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 3,280.00</td></tr> <tr><td>ISC :</td><td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>IGV :</td><td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 720.00</td></tr> <tr><td>ICBPER :</td><td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Otros Cargos :</td><td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Otros Tributos :</td><td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Monto de redondeo :</td><td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 0.00</td></tr> <tr><td>Importe Total :</td><td style="border: 1px solid black; text-align: right;">S/ 4,000.00</td></tr> </table>			Sub Total Ventas :	S/ 3,280.00	Anticipos :	S/ 0.00	Descuentos :	S/ 0.00	Valor Venta :	S/ 3,280.00	ISC :	S/ 0.00	IGV :	S/ 720.00	ICBPER :	S/ 0.00	Otros Cargos :	S/ 0.00	Otros Tributos :	S/ 0.00	Monto de redondeo :	S/ 0.00	Importe Total :	S/ 4,000.00
Sub Total Ventas :	S/ 3,280.00																									
Anticipos :	S/ 0.00																									
Descuentos :	S/ 0.00																									
Valor Venta :	S/ 3,280.00																									
ISC :	S/ 0.00																									
IGV :	S/ 720.00																									
ICBPER :	S/ 0.00																									
Otros Cargos :	S/ 0.00																									
Otros Tributos :	S/ 0.00																									
Monto de redondeo :	S/ 0.00																									
Importe Total :	S/ 4,000.00																									
<b>SON: CUATRO MIL 00/100 SOLES</b>																										
<i>Esta es una representación impresa de la factura electrónica, generada en el Sistema de SUNAT. Puede verificarla utilizando su clave SOL.</i>																										