



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Influencia de escoria de acero en la estabilización de la  
subrasante de la Avenida Camino Real – Ancash – 2023**

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

**AUTORES:**

Becerra Becerra, Janella Kattiuska ([orcid.org/0000-0003-2539-0941](https://orcid.org/0000-0003-2539-0941))

Cruz Diaz, Ruben Alexander ([orcid.org/0000-0001-7202-283X](https://orcid.org/0000-0001-7202-283X))

**ASESORA:**

Mgr. Ing. Alvarez Asto, Luz Esther ([orcid.org/0000-0001-6491-6569](https://orcid.org/0000-0001-6491-6569))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE - PERÚ

2023

## DEDICATORIA

Este proyecto le dedicó a Dios y a mi familia porque son los únicos que siempre me acompañaron a lo largo de mi trayectoria personal y profesional, me alentaron en cada paso y me guiaron.

**Becerra Becerra, Janella Kattiuska**

Dedico esta tesis, en primer lugar, a Dios y a mi familia. Agradezco a mi familia por brindarme la oportunidad y el apoyo necesario para llegar a este punto en mi recorrido profesional. Este logro es el fruto de su colaboración y respaldo a lo largo de mi vida. A todos ustedes, mi sincero agradecimiento por ser parte esencial de este camino

**Cruz Diaz, Ruben Alexander**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a mi asesora por la paciencia y dedicación que nos ha brindado para poder realizar un buen proyecto, pero sobre todo a Dios porque él supo brindarnos a personas sabias que nos guiaron en el camino y nos dieron la fortaleza de seguir esforzándonos para realizar una buena investigación y que a futuro sea de gran ayuda al país.

**Becerra Becerra, Janella Kattiuska**

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a Dios, cuya guía constante iluminó cada paso de este proceso. Agradezco a mi asesora por su paciencia, dedicación y valiosos aportes que fueron fundamentales para el desarrollo de esta tesis. También, extendemos nuestro reconocimiento a Sider Peru por su colaboración, que enriqueció significativamente nuestro trabajo.

**Cruz Diaz, Ruben Alexander**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, ALVAREZ ASTO LUZ ESTHER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real – Ancash – 2023", cuyos autores son CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER, BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

CHIMBOTE, 02 de Diciembre del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
ALVAREZ ASTO LUZ ESTHER <b>DNI:</b> 32968961 <b>ORCID:</b> 0000-0001-6491-6569	Firmado electrónicamente por: LEALVAREZA el 02- 12-2023 12:19:38

Código documento Trilce: TRI - 0677754



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA, CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real – Ancash – 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER <b>DNI:</b> 74414240 <b>ORCID:</b> 0000-0001-7202-283X	Firmado electrónicamente por: RCRUZDI99 el 06-12-2023 16:34:43
BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA <b>DNI:</b> 75278685 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2539-0941	Firmado electrónicamente por: JKBECERRAB el 06-12-2023 16:38:41

Código documento Trilce: INV - 1506409

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
RESUMEN .....	xi
ABSTRAC.....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO. ....	4
III. METODOLOGÍA .....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	10
3.2. Variables y operacionalización .....	11
3.3. Población, muestra y muestreo .....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	13
3.5. Procedimientos .....	15
3.6. Método de análisis de datos.....	58
3.7. Aspectos éticos .....	58
IV. RESULTADOS .....	61
V. DISCUSIÓN.....	79
VI. CONCLUSIONES .....	84
VII. RECOMENDACIONES .....	86
REFERENCIAS .....	79
ANEXOS	

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 01: Se toma la muestra y se cuartea tal como se aprecia, en 4 partes. .....	17
FIGURA N° 02: Pesamos las 4 taras en donde se colocarán las muestras. ....	18
FIGURA N° 03: Peso de las muestras. ....	18
FIGURA N° 04: Secamos las 4 muestras de suelo natural por 24 horas en el horno como se ve en la figura. ....	19
FIGURA N° 05: Se observa el peso de la muestra en la balanza. ....	19
FIGURA N° 06: En esta figura se observa la malla la muestra lista para ser lavada. ....	20
FIGURA N°08: Peso de la muestra luego del tamizado corresponde a 495.1gramos. ....	21
FIGURA N°09: Realizamos el proceso de tamizado con las mallas correspondientes tal como se aprecia en la figura. ....	21
FIGURA N°10: Procedemos a pesar las muestras retenidas en la malla número 4 usada para agregado fino. ....	22
FIGURA N°12: Pesamos la muestra retenida en la malla número 20 usada para agregado fino. ....	23
FIGURA N°13: Pesamos la muestra retenida en la malla número 40 usada para agregado fino. ....	23
FIGURA N°14: Pesamos la muestra retenida en la malla número 60 usada para agregado fino. ....	24
FIGURA N°15: Pesamos la muestra retenida en la malla número 140 usada para agregado fino. ....	24
FIGURA N°16: Pesamos la muestra retenida en la malla número 200 usada para agregado fino. ....	25
FIGURA N°17: Realizamos lo que se describe en el procedimiento, es decir el proceso de tamizado por las mallas indicadas. ....	26
FIGURA N°18: Podemos observar las muestras retenidas en los 3 recipientes.	26
FIGURA N°21: Peso retenido en la malla 3/8.....	28
FIGURA N°23: Bandejas metálicas que pesan 2.4 kg cada una. ....	28
FIGURA N°22: Porcentajes de agua convertidos en mililitros. ....	29
FIGURA N°24: Pesamos 120 ml de agua, teniendo en cuenta que antes de pesar cualquier muestra debemos tarar en 0. ....	29
FIGURA N°25: Pesamos 210 ml de agua, teniendo en cuenta que antes de pesar cualquier muestra debemos tarar en 0. ....	30
FIGURA N°26: Pesamos 300 ml de agua, teniendo en cuenta que antes de pesar cualquier muestra debemos tarar en 0. ....	30

FIGURA N°27: Pesamos 390 ml de agua, teniendo en cuenta que antes de pesar cualquier muestra debemos tarar en 0. ....	31
FIGURA N°28: Mezclamos las muestras con los respectivos porcentajes de agua y dividamos la bandeja en 5 capas. ....	31
FIGURA N°29: Pisón.....	32
FIGURA N°31: Se pesa el suelo compactado de cada ensayo de Proctor – Molde 1.....	33
FIGURA N°30: Quitamos el collarín del molde y enrasamos.....	33
FIGURA N°32: Se pesa el suelo compactado de cada ensayo de Proctor – Molde 2.....	34
FIGURA N°33: Se pesa el suelo compactado de cada ensayo de Proctor – Molde 3.....	35
FIGURA N°34: Se pesa el suelo compactado de cada ensayo de Proctor – Molde 4.....	35
FIGURA N°35: Muestras puestas en el horno. ....	36
FIGURA N°36: Se puede observar la muestra representativa del Molde 1.....	36
FIGURA N°37: Se puede observar la muestra representativa del Molde 2.....	37
FIGURA N°38: Se puede observar la muestra representativa del Molde 3.....	37
FIGURA N°39: Se puede observar la muestra representativa del Molde 4.....	38
FIGURA N°40: Se mete al horno por 24 horas.....	38
FIGURA N°41: Luego de las 24 horas en el horno, se pesa las muestras secas	39
FIGURA N°42: 15% de escoria de acero es decir 3450 gramos. ....	39
FIGURA N°43: 20% de escoria de acero es decir 3600 gramos. ....	40
FIGURA N°44: 25% de escoria de acero es decir 3600 gramos. ....	40
FIGURA N°45: Se observa la escoria .....	40
FIGURA N°46: Mezclamos las muestras con los porcentajes del 15% 20% y 25% escoria de acero. ....	41
FIGURA N°47: Porcentaje de agua en mililitros para el 15% de escoria de acero. ....	41
FIGURA N°48: Porcentaje de agua en mililitros para el 20% de escoria de acero. ....	41
FIGURA N°49: Porcentaje de agua en mililitros para el 25% de escoria de acero. ....	42
FIGURA N°50: Los 138 ml, 144 ml y 150 ml de agua para el 15% 20% y 25 de adición de escoria. ....	43
FIGURA N°51: Los 241.5 ml, 252 ml y 262.5 ml de agua para el 15% 20% y 25 de adición de escoria. ....	44



FIGURA N°52: Los 448.5 ml, 468ml y 487.5 ml de agua para el 15% 20% y 25 de adición de escoria. ....	44
FOTO N°53: Muestra 1 del 15% 20% y 25% con los 138 ml, 144 ml y 150 ml de agua.....	45
FIGURA N°54: bandeja 2 del 15%, 20% y 25% con los 241.5 ml, 252 ml y 262.5 ml de agua .....	45
FIGURA N°55: bandeja 3 del 15%, 20% y 25% con 345 ml, 360 ml y 375 ml de agua.....	46
FIGURA N°56: bandeja 4 del 15%, 20% y 25% con 448.5 ml, 468ml y 487.5 ml de agua.....	46
FOTO N°57: Pisón es la herramienta q se utilizará para realizar los golpes a cada muestra por capa. ....	47
FIGURA N°58: Quitamos el collarín del molde y enrasamos tal como se aprecia. ....	47
FIGURA N°59: Se pesa el suelo compactado de cada ensayo de Proctor modificado. ....	48
FIGURA N°60: Se observa el peso de la muestra representativa. ....	48
FIGURA N°61: Secamos las muestras representativas de cada ensayo de Proctor Modificado. ....	49
FIGURA N°62: Muestra separada en 03 bandejas. ....	49
FIGURA N°63: Se divide la muestra en 5 capas .....	50
FIGURA N°64: Armado de molde para CBR .....	50
FIGURA N°65: Pesado de agua a integrar en la muestra. ....	52
FIGURA N°66: Se compacta con el pisón. ....	52
FIGURA N°67: Muestra en proceso de secado en horno. ....	53
FIGURA N°68: Muestra secada al aire libre. ....	54
FIGURA N°69: Pesado de escoria de acero .....	54
FIGURA N°70: Se divide la muestra en 5 capas. ....	55
FIGURA N°71: Se compacta con el pisón. ....	55
FIGURA N°72: Desarmado de molde.....	56
FIGURA N°73: Muestra sumergida en agua. ....	56
FIGURA N°74: Colocación de vástagos.....	57
FIGURA N°75: Muestra lista para compactar. ....	58
Figura 76: Resultados del análisis granulométrico de la muestra Patrón de las 03 calicatas.....	61
Tabla 77: Resultados de la Clasificación de Suelos y Limites de Atterberg.....	61

## **RESUMEN**

Este estudio tuvo como objetivo principal determinar las propiedades mecánicas y físicas del suelo de la Avenida Camino Real y evaluar la influencia de la adición de escoria de acero como material estabilizante. La metodología que se empleó fue un diseño experimental, con tres grupos de prueba que recibieron adiciones de escoria en diferentes proporciones (15%, 20%, 25%). Se realizaron ensayos de mecánica de suelos según normativas peruanas para evaluar propiedades como CBR, límites de consistencia y granulometría. Los resultados indicaron que la subrasante fue de naturaleza arenosa, clasificada como A-3 excelente a bueno. Se encontró que al adicionar el 25% de escoria de acero tiene el mejor comportamiento el cual incrementó el 100% del CBR en estado natural, confirmando la viabilidad de esta técnica de estabilización. Se concluyó que la escoria de acero tiene un impacto positivo en la subrasante, mostrando un potencial significativo para mejorar la resistencia del suelo a cargas y deformaciones. Estas conclusiones respaldaron la aplicación práctica de la escoria de acero como material estabilizante en proyectos de pavimentación, abriendo perspectivas para su implementación en la Avenida Camino Real y otras áreas similares.

Palabras clave: Estabilización, escoria de acero, subrasante.

## **ABSTRACT**

The main objective of this study was to determine the mechanical and physical properties of the soil on Avenida Camino Real and evaluate the influence of the addition of steel slag as a stabilizing material. The methodology used was an experimental design, with three test groups that received slag additions in different proportions (15%, 20%, 25%). Soil mechanics tests were carried out according to Peruvian regulations to evaluate properties such as CBR, consistency limits and granulometry. The results indicated that the subgrade was sandy in nature, classified as A-3 excellent to good. It was found that adding 25% of steel slag has the best behavior which increased 100% of the CBR in its natural state, confirming the viability of this stabilization technique. It was concluded that steel slag has a positive impact on the subgrade, showing significant potential to improve soil resistance to loads and deformations. These conclusions supported the practical application of steel slag as a stabilizing material in paving projects, opening perspectives for its implementation on Camino Real Avenue and other similar areas.

Keywords: Stabilization, steel slag, subgrade.

## I. INTRODUCCIÓN

En el país, nos damos cuenta que los suelos desafiantes ha sido un verdadero reto, llevando a la implementación de nuevas técnicas de estabilización para lograr una mejora de capacidad de carga y estabilidad volumétrica, así como para mitigar asentamientos. En el reporte del MEF de 2019 subrayó la relevancia de que los suelos exhiban un comportamiento favorable frente a esfuerzos de deformación, asegurando una vida útil prolongada. A nivel mundial, ha surgido un interés creciente en el uso de diversos materiales para mejorar el estado del suelo y tener una influencia positiva en el medio ambiente. En el caso peruano, con suelos perjudiciales, se buscó consolidarlos para reestablecer su consistencia ante diversas capacidades y garantizar la permanencia de las construcciones, conforme indicó el MEF. En Chimbote, donde se ubica un complejo industrial de Sider Perú, la escoria de acero producida en el protocolo de elaboración de acero se consideró apropiada para la construcción de vías, respaldada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú. La investigación se centró en la Avenida Camino Real en Ancash, proponiendo un procedimiento experimental que involucró la adición de escoria de siderurgica en diferentes proporciones al suelo de la subrasante (15%, 20% y 25%), con el objetivo de evaluar el comportamiento del suelo modificado en comparación con el suelo no alterado y determinar la cantidad óptima de escoria de acero para mejorar sus propiedades y resistencia.

A raíz de lo mencionado, este análisis propuso la siguiente enunciación para el problema principal: ¿Cuál es el impacto de la adición de escoria de acero en la estabilización de la subrasante en la Avenida Camino Real - Ancash - 2023? Asimismo, se señalan los inconvenientes particulares siguientes:

1) ¿Cómo son las propiedades mecánicas y físicas del suelo de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023?; 2) ¿Cómo son las propiedades físicas de la escoria de acero de arco eléctrico de Sider Perú para ser usado como material estabilizante de la subrasante de la Avenida Camino Real?; 3) ¿Cuál será el resultado de la comparación de las propiedades del material físicas y mecánicas al adicionar el 15%, 20% y 25% la escoria?; 4) ¿Cuál será el porcentaje de adición de escoria de acero entre 15%, 20% y 25% que tendrá mejor comportamiento en la subrasante de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023?

La base de esta tesis se apoyó en la observación de las condiciones no óptimas del pavimento de la Avenida Camino Real, con la intención de mejorar la calidad y durabilidad de la infraestructura vial. Se buscó este mejoramiento a través de la estabilización de la subrasante, al introducir escoria de acero con la posibilidad de generar una colisión favorable en la consistencia, durabilidad y volumen de peso de la carretera. La fundamentación teórica aborda la investigación sobre el producto del aumento de la escoria siderúrgica en la estabilización de la subrasante, con la meta de aportar a la erudición científica y técnico en el ámbito de la construcción de pavimentos.

Desde un punto de vista pragmático, se sostiene que la aplicación exitosa de escoria siderúrgica para mejorar y equilibrar la subrasante podría ser aplicada en la edificación y sostenimiento de la Avenida Camino Real en Ancash. La ventaja potencial incluyó una mayor consistencia a la deformidad, una disminución en la capacidad de peso y una prolongación de la vida útil del pavimento. Desde una perspectiva social, la justificación se basa en la premisa de que la situación de las vías y las condiciones de la construcción de pavimentos que influyeron abiertamente en la vida de los habitantes. Dado que la Avenida Camino Real es crucial en Ancash, arreglar las vías puede representar una mejora sustancial en el bienestar, amparo y eficacia del transportamiento para los pobladores y turistas. Además, desde un punto de vista ambiental, se respalda la investigación al considerar que la inclusión de productos derivados fabriles como la escoria de acero en la elaboración de carreteras puede generar rentabilidades medioambientales notables al reducir la necesidad de extraer otros recursos naturales y fomentar prácticas más sostenibles en la industria del acero.

Para hacer frente a cada desafío propuesto, se formula el siguiente **objetivo general**: Determinar la influencia de la adición de escoria de acero en la subrasante de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023. Asimismo, se definen los siguientes objetivos específicos:

- 1) Determinar las propiedades mecánicas y físicas del suelo de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023
- 2) Determinar las propiedades físicas de la escoria de acero de Sider Perú para ser usado como material estabilizante de la subrasante de la Avenida Camino Real;
- 3) Realizar una evaluación comparativa de las propiedades

mecánicas de la subrasante al adicionar la escoria de acero y sin adición de la Avenida Camino Real - Ancash – 2023; 4) Determinar la influencia del óptimo porcentaje de adición de escoria de acero que tendrá mejor comportamiento en la subrasante de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023

La **hipótesis general** planteó que la adición de escoria de acero a nivel de la subrasante de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023, reduce el espesor del paquete estructural del pavimento. Además, se planteó las siguientes **hipótesis específicas**: 1) Las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de la Avenida Camino Real no son las adecuadas; 2) Las propiedades físicas y mecánicas de la escoria de acero son favorables en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023; 3) Se identificaron mejoras significativas en términos de resistencia y características específicas en la evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante que incorpora la adición de escoria de acero; 4) El porcentaje óptimo de adición de escoria de acero es de 15% en la estabilización de suelos de la subrasante de la Avenida Camino Real - Ancash – 2023

## II. MARCO TEÓRICO.

A nivel internacional se publicó en la Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación un estudio de Ospina, Chaves y Jiménez (2020). Su objetivo principal fue analizar las propiedades de la escoria siderúrgica cuándo se mezcla con arcilla para acordar la parte óptima de mezcla y estimar las propiedades procedentes. La investigación se basó en métodos cuantitativos y experimentales. La información recopilada de diferentes proporciones de escoria de acero (0%, 25%, 50% y 75%) mostraron valores de humedad correspondientes de 21,21%, 22,30%, 15,60% y 11,70%, respectivamente. Asimismo, la consistencia seca máxima observada fue de 0,159 kg/m<sup>3</sup>, 0,164 kg/m<sup>3</sup>, 0,168 kg/m<sup>3</sup> y 0,155 kg/m<sup>3</sup> mientras que el CBR (California Support Index) fue de 7,97%, 9,13%, 18,57% y 30,20%. Estos resultados mostraron un avance progresivo en los resultados de la estimación. Se determinó que la adición de escoria de siderúrgica tuvo un efecto positivo sobre el material viscoso, ya que la adición del 75% redujo la plasticidad al 0% y aumentó el CBR en un 30,20%. Se pudo observar que la adición de escoria es fructuosa para renovar las particularidades físicas y mecánicas de la base de pista de arcilla, lo que demuestra la mejora del desempeño y calidad en el desarrollo constructivo.

Rondón (2018) realizó una investigación en un artículo científico publicado en "Revista Constructora Ingeniería, Colombia" para investigar el posible uso de BFS para reemplazar MGN en obras de infraestructura vial. Se centró en el uso en capas granulares (como capas base, subrasantes y pavimentos) y en la realización de mezclas asfálticas por medio de un punto de vista experimental. Como resultado, la resistencia en la prueba de la máquina de Los Ángeles alcanzó el 49%, de arena fue del 62%, no se mostró plasticidad, el índice de prolongación fue del 10,52% y el índice de aplanamiento fue del 5,52%. En conclusión, debido a su contenido de cuarzo (sílice), el BFS estudiado tiene alta resistencia eléctrica y significativa resistencia al desgaste, lo que le confiere propiedades y propiedades beneficiosas para el suelo.

En un estudio realizado por Leiva, Montenegro y Ponce (2017) en la UCSC, el objetivo principal fue determinar las propiedades mecánicas y físicas de la arcilla con o sin aditivos de escoria blanca de la industria siderúrgica agregada. Se utilizaron y estudiaron experimentalmente dos dosis diferentes correspondientes al

7% y 12% del peso seco. Los resultados mostraron que el índice de plasticidad de la arcilla sin aditivo de escoria es de 31%, mientras que el índice de plasticidad de las mezclas con 5% y 10% de aditivos es de 23% y 20%, correspondientemente. Para el óptimo contenido de humedad, los valores para cada muestra fueron 16%, 19% y 19%, correlativamente. En cuanto al CBR, se observó que el suelo natural obtuvo un valor de 7%, por el contrario, la mezcla con un 7% de incremento de escoria se logró un 10% de CBR y la combina con un 10% de CBR adquirió un 10% y un 15%. De este producto se pudo concluir que la dosis insuperable de escoria siderúrgica es del 10%, debido a que tiene excelentes propiedades mecánicas y físicas, aun cuando las dos dosis aumentaron las propiedades mecánicas del CBR, la adición de un 10% de mezcla mostró una resistencia superior.

La tesis realizada en la Universidad Técnica de Hidalgo Ambato (2016), tuvo como objetivo principal definir el proceso de estabilización del subsuelo utilizando enzimas orgánicas y cemento de suelo. El método utilizado fue experimental y los resultados obtenidos incluyeron la identificación de un suelo del municipio de Puyo clasificado como arcilloso altamente plástico CH según la tabla SUCS. Los valores del Índice de Apoyo de California (CBR) para las dos muestras del estudio fueron 3,81% y 2,05%. Sin embargo, el uso de enzimas como estabilizadores del suelo mejoró el CBR al 9,2%. En conclusión, se puede decir que el sistema de estabilización in situ mediante enzimas orgánicas tiene importantes ventajas en la mejora del subsuelo.

En un estudio realizado por Jurado y Clavijo en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (2016), el meta principal fue mejorar las particularidades físicas y mecánicas del suelo durante los talleres y garajes de PLMQ. A fin de lograrlo, utilizaron un enfoque experimental que implicó agregar diferentes números de cemento tipo MH al suelo.

El producto obtenido del espécimen significativo del terreno excavado indicó que el piso estuvo constituido por arena franco de poca plasticidad clasificado como ML-CL y ML según la distribución SUCS y materiales de grano refinado clasificados como A-4.



Al asociar a las muestras se logró un incremento de hasta 16.73% utilizando una dosis de cemento tipo MH del 15% respecto al suelo natural.

Además, el módulo de elasticidad de la mezcla cemento-suelo es un 70% mayor que el del suelo natural utilizando un 15% de cemento tipo MH. Por lo tanto, se finalizó que la utilización y manejo de cemento específico (tipo MH) puede compactar y estabilizar mejor los especímenes del piso en el área estudiada y señalada, y la dosis excelente de concreto está en el promedio del 6% al 15%.

En cuanto a los **antecedentes nacionales**:

Un estudio de Figueroa y Mamani (2019) de la Universidad de Ciencias Aplicadas del Perú tuvo como objetivo proponer un diseño positivo con escoria negra como material alternativo en la planta siderúrgica de Arequipa. Los métodos utilizados fueron experimentales. El producto de los ensayos mostró una consistencia seca máxima de 1924 g/cm<sup>3</sup> e índice de humedad óptimo de 9,2%. El grado de compresión con la adición de escoria oscura fue superior al 85%, con lo que se supera el límite mínimo fijado por el MTC y se logró un incremento del 87.09%. Según MTC E 132, el valor CBR de la muestra de escoria debe ser al menos 40%, el valor CBR de la muestra de escoria oscila entre 49,3% y 51,1% con un valor promedio de 50,03%. Por deducción, se ordenó agregar la escoria negra puede mejorar significativamente las propiedades del suelo.

Un estudio realizado por Quezada (2017) de la Universidad de Piura tuvo como finalidad relacionar el empleo de caparazones de pato triturados y caparazones de abanico como afianzador mecánico para reestablecer las particularidades de la arcilla. Con el propósito de lograr este objetivo, utilizamos métodos experimentales. El éxito destapó que la medida fragmentada de las conchas tiene un efecto significativo en la conducta del suelo estabilizado. El límite de aumento de la fuerza al corte se observó cuando las cáscaras se molieron muy finamente. Se encontró que el rango de sustitución produjo un cambio significativo en el CBR (Índice de consistencia a la Compactación) de la arcilla en el rango de tamaño de partícula de 2 a 0,075 mm. Para las conchas de abanico, la arcilla CBR mejoraron con una adición del 40%, mientras que para las conchas de pato esta variación se originó con una incorporación del 60%. En resumen, se puede decir que el empleo de

carcasa generalmente tiene un efecto positivo en la evolución de la solidez de la base de la carretera. Sin embargo, a medida que aumentaba la tasa de adición, aumenta la consistencia seca del piso, disminuye el índice de humedad óptimo para la compresión, disminuye la absorbencia de agua capilar y la plasticidad. Como resultado, se registró para la arcilla un aumento en los valores de CBR y una disminución en la sensibilidad a la presencia de agua.

En su investigación, Salas (2017) empleó cemento Portland ASTM P y un aditivo llamado Terrasil para estabilizar el suelo de la carretera. A pesar de que la adición del 4% de cemento se ajustaba a las recomendaciones del MTC, se observó que la inclusión de Terrasil produjo resultados más favorables en la estabilización del suelo. Ambos métodos lograron mejorar la particularidad del suelo. En otro estudio, Angulo Reyes (2016) examinó el uso de aditivos PROES en la consolidación de suelos en rutas de aplicación de AA. La dosis insuperable de PROES fue de 0,30 l/m<sup>3</sup>, con un contenido de cemento del 2%, y el CBR fue del 43,2% y 102%, respectivamente. La utilización de PROES aumentó la consistencia del piso o suelo y homogeneizó sus propiedades mecánicas y físicas. Tanto los aditivos Terrasil como PROES manifestaron ser eficaces a fin de estabilizar suelos y mejorar tanto la fuerza como las propiedades mecánicas del terreno. En una investigación de Bonifacio y Sánchez (2018), se comparó la estabilidad de caminos no pavimentados utilizando diversos agregados como cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento, tanto desde el punto de vista técnico como financiero. La adición de muriato de calcio y dicloruro de magnesio no resultó positiva, con valores de CBR del 2% y 4%, correlativamente. La consolidación con cemento reveló un CBR del 8% al 9% por metro cúbico de cemento. Aunque el cemento fue la opción más costosa, con un precio de 49,90 soles, se consideró la mejor alternativa.

Crespo (2017) destaca que el suelo, compuesto por suelo mineral, materiales orgánicos, agua y aire, es esencial para el crecimiento de las plantas y tiene un impacto significativo en el clima, la provisión de nutrientes y las actividades humanas. Leiva et al. (2017) respaldan la importancia del suelo como componente crucial en la superficie terrestre.

Rivera (2020) enfatiza que el suelo es esencial como elemento de soporte en estructuras, influyendo directamente en su estabilidad y seguridad al recibir y

transferir cargas. En resumen, el suelo desempeña roles fundamentales tanto en la naturaleza como en la construcción humana, siendo vital para el crecimiento de plantas y la estabilidad de estructuras.

Para la tesis se tomó en consideración las siguientes bases teóricas:

**Escoria siderúrgica:** Es un material complementario que se produce en la producción de acero durante el proceso de fundición (en nuestro caso, en un horno eléctrico industrial). Consiste en capas de impurezas y residuos separados del metal fundido durante el proceso de refinado. (H. Knee et al., 2018, 17. lpp.) 83)

**Suelo:** El suelo es la capa superior de la corteza terrestre formada por fragmentos inorgánicos, materia orgánica, líquido y aire. (MTC, 2016).

**Capa Base:** Es el manto natural de suelo en el cimiento de una estructura o piso. Es un recubrimiento de la tierra compactada y nivelada que causa apoyo y solidez al edificio. (MEF, 2019)

**Subrasante:** Es la capa natural de suelo debajo de la parte inferior de un cimiento o suelo. Es una cobertura de tierra compactada y nivelada que produce apoyo y solidez al edificio. (MEF, 2019)

**Alto horno:** Es el equipo industrial más grande que se utiliza para reducir el mineral de hierro y producir arrabio, que se utilizará como base para la producción de arrabio o acero. (Alegosa, 2019)

**Análisis del tamaño de partículas:** este es un método que utiliza mediciones a fin de examinar y ordenar la asignación de partículas en un suelo o agregado. Esto se hace separando las partículas según su tamaño y luego clasificando las partes resultantes. (NTP 339.128)

**Contenido de humedad:** determinado comparando la carga húmeda del material con la masa seca luego del secado. (ASTM 02216-71)

**CBR:** Ensayo de laboratorio utilizado en ingeniería civil para analizar la capacidad portante de una subrasante o base granular. Esta prueba evalúa la resistencia de un suelo comparando su resistencia a la penetración con su resistencia a un material de referencia. (ASTM D1883)

Método AASHTO: Constituye un conjunto de procedimientos y directrices utilizado en América del Norte para el diseño y evaluación de carreteras, puentes y otras componentes de la infraestructura de transporte.

Copa Casa Grande: La copa Casa Grande es una herramienta importante en ingeniería geotécnica para probar los límites arcilla-líquido. Consiste en un vaso metálico lleno de una mezcla de tierra y agua. El proceso implica golpear el balde y hacer que la mezcla fluya hacia un conducto estandarizado. El límite líquido determinado en esta prueba es el contenido de humedad del suelo cuando el canal está cerrado por una longitud específica después de 25 recorridos estandarizados. (NTP 339.129)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

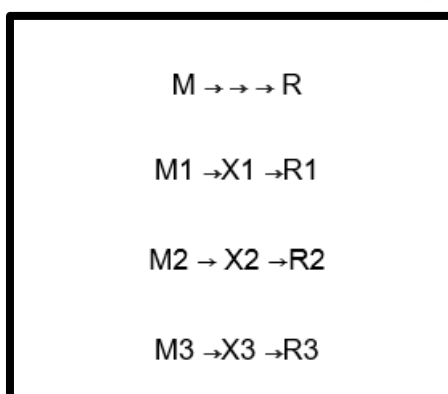
##### 3.1.1. Tipo de investigación:

Lawrence Nueman (2019) indicó, que cuando la investigación se adentró en desafíos prácticos y mejora la calidad de vida mediante la aplicación de información y habilidades teóricas y científicas se le conoce como investigación aplicada. Considerando este concepto se acentuó que esta investigación fue de tipo aplicada, ya que se intentó mejorar la condición de la subrasante al adicionar la escoria de acero.

##### 3.1.2. Diseño de investigación

Esta investigación fue catalogada como un estudio de diseño preexperimental, porque incluye la manipulación deliberada de variables para probar la hipótesis propuesta y fijar la relación existente de causa-efecto en la conducta de dichas variables (Borja, 2018), es por ello que se adicionó diferentes porcentajes de escoria de acero (15%, 20% y 25%) a la capa de la subrasante natural de la Avenida Camino Real para ver su comportamiento. El diseño preexperimental se presentó en el siguiente esquema:

Figura N° 01 Esquema de diseño de investigación preexperimental



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 02: Significado de las abreviaturas del esquema

M: Grupo control
M1: Grupo experimental con adición de escoria 15%
M2: Grupo experimental con adición de escoria 20%
M3: Grupo experimental con adición de escoria 25%
R: Observación de la variable sin alterarla
R <sub>i</sub> (i=1,2,3): Observación de propiedades en grupo experimental
X <sub>i</sub> (i=1,2,3): Agregado de escoria de acero en grupo

Fuente: Elaboración propia

### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable independiente:** Adición de escoria de acero.

**Definición Conceptual:**

La adición de escoria se refiere; al procedimiento de incorporar escoria de acero, que viene a ser residuos de los desechos de la producción metalúrgica para modificar las propiedades de la subrasante. (Rondón, 2018)

**Definición operacional:**

En el proceso de estabilización a nivel de la subrasante, se añadió escoria de acero en diferentes proporciones (15%, 20%, 25% en peso) a cada muestra. Luego se realizaron ensayos de CBR para evaluar su mejora.

**Indicadores:**

Los indicadores para la investigación fueron tomados en cuenta en base a las dimensiones (dosificación de escoria y propiedades) siendo estos: la granulometría, el desgaste, el CBR, el contenido de humedad y los porcentajes de adición

**Escala de medición:**

Se han considerado como escala de medición; de intervalo y de razón.

**Variable dependiente:** Estabilización de la subrasante.

**Definición Conceptual:**

Esta variable se refiere a la alteración de las propiedades de la subrasante mediante procesos que permitan disminuir los vacíos y modificar la granulometría. (Acurio, 2016)

**Definición operacional:**

Se agregó la escoria de acero en porcentajes del 15% 20% y 25% a la subrasante y ver la modificación en sus propiedades mediante los ensayos de CBR y Proctor modificado, con la finalidad mejorar la resistencia al corte y bajar la plasticidad de este. Esto incluyó la adición de escoria de acero del alto horno.

**Indicadores:**

Los indicadores considerados en esta investigación fueron: granulometría, la humedad, CBR, límites de Atterberg, clasificación de suelos y por último densidad seca máxima.

**Escala de medición:**

La escala fue de intervalo.

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

#### **3.3.1. Población:**

Hernández y Fernández (2019), mencionaron que la población es un grupo de elementos con características similares con las cuales se realizaron el estudio de la investigación. Teniendo como base lo indicado líneas arriba; la población que se consideró fue la subrasante de la Avenida Camino Real (3km).

**Criterio de inclusión:**

Se ha considerado el estado de la vía, el tránsito pesado y el rol que cumple.

**Criterio de exclusión:**

Vías recientemente rehabilitadas o nuevas.

### **3.3.2. Muestra**

Balestrini (2018), mencionó que la muestra es una parte representativa de la población. Considerando lo del autor en esta investigación las muestras utilizadas fueron la subrasante de la Avenida Camino Real con adición de escoria de acero con el 15% 20% y 25%.

### **3.3.3. Muestreo**

Para nuestra investigación se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a que elegimos la muestra de nuestro interés a criterio con la intención de comprobar los resultados obtenidos.

En el Manual de carreteras indica hacer un número de calicatas por kilómetro dependiendo de su IMDA. Esto implica un enfoque sistemático, ya que estamos siguiendo un patrón específico y uniforme al recolectar nuestras muestras a intervalos regulares (en este caso, cada kilómetro). Por lo que también nos indica que en casos de estudio se puede realizar 01 calicata por cada 2km y en nuestro caso se realizó 03 calicatas a lo largo de la Av. Camino Real.

### **3.3.4. Análisis de Unidad**

Se consideró como unidad de análisis la subrasante de la Avenida Camino Real.

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

Las **técnicas** que se ha considerado son:

**Observación:** Se realizó la observación para registrar información del objeto de estudio y su posteriormente analizar el estado en el que se encuentra el pavimento.


### **Pruebas estandarizadas:**

Para las técnicas empleadas se han tenido en cuenta los siguientes instrumentos:

**Ficha de observación:** Se elaboró una ficha de observación para poder identificar el estado en el que encontramos la Avenida Camino Real.



Figura N° 03: Ficha que se utilizó para la observación del estado del pavimento

 <b>FICHA DE OBSERVACIÓN</b>				
TESIS: "Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real – Ancash – 2023"				
I. Los siguientes ítems nos permitirán obtener un diagnóstico de la situación actual en que se encuentra la Avenida Camino Real				
Tablas	ÍTEMS	EXISTE		PORCENTAJE
		SI	NO	
<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>				
	La Avenida Camino Real presenta desgaste.	<b>X</b>		100.00%
	La Avenida Camino Real presenta pérdida de agregado.		<b>X</b>	0.00%
	La Avenida Camino Real presenta descascaramiento.	<b>X</b>		100.00%
	La Avenida Camino Real presenta baches.	<b>X</b>		100.00%
	La Avenida Camino Real presenta ondulación.		<b>X</b>	0.00%
	La Avenida Camino Real origina dificultades en el tránsito por aspectos ambientales y climatológicos.		<b>X</b>	0.00%
<b>FALLAS ESTRUCTURALES</b>				
	La Avenida Camino Real presenta agrietamiento.		<b>X</b>	0.00%
	La Avenida Camino Real presenta grietas de reflexión.		<b>X</b>	0.00%
	La Avenida Camino Real presenta exudación.	<b>X</b>		100.00%
	La Avenida Camino Real presenta distorsión.	<b>X</b>		100.00%

Fuente: Elaboración propia

### **Validez y confiabilidad:**

Para garantizar la validez y confiabilidad de esta investigación, nos hemos respaldado en la Norma Técnica Peruana y el Manual Técnico del Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú, la cual especifica los parámetros y procedimientos para realizar dichos ensayos.

Nuestro ensayo de mecánica de suelos se respalda bajo el Manual Ensayo de Materiales aprobado por la Resolución Directoral RD N° 18-2016-MTC/14 (03.06.2016) asimismo nos alineamos a la Norma Técnica Peruana CE. 010 PAVIMENTOS URBANOS en la cual nos indica que ensayos nos correspondió elaborar y requisitos mínimos en cuanto al CBR.

FIGURA N°04: Ensayos estandarizados y adaptados a la norma peruana

ENSAYOS	NORMAS
Granulometría	MTC E 204, NTP 400.012.
Ensayo de Peso específico y Absorción Agregado Fino	MTC E 205, NTP 400.022
Ensayo de Peso específico y Absorción Agregado Grueso	MTC E 206, NTP 400.021.
Ensayo de Limite liquido	MTC E 110, NTP 339.129.
Ensayo de Limite plástico e índice de plasticidad	MTC E 111 – NTP 339.129.
Ensayo de Abrasión los Ángeles	MTC E 207 – NTP 400.019
CBR	MTC E 132 - NTP 339.145
PROCTOR MODIFICADO	MTC E 1207 – NTP 339.141
Clasificación de suelos	NTP 339.134

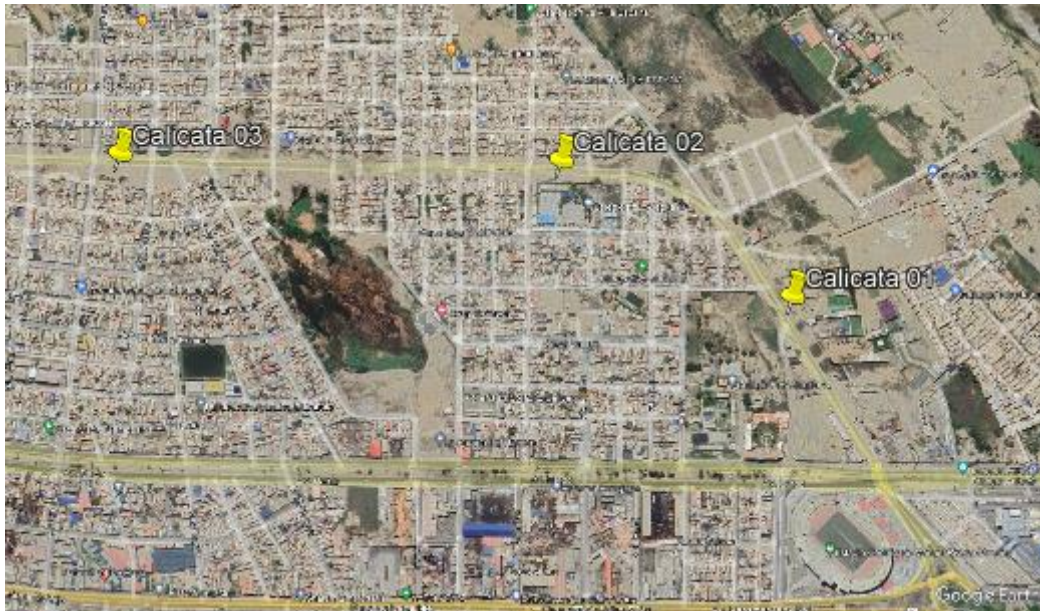
Fuente: Elaboración propia tomando la base de datos del MTC

### 3.5. Procedimientos

**3.5.1 Exploración visual:** Se concretó una visita al área de estudio para poder identificar características notables del terreno, como su topografía, vegetación y estado del pavimento.

**3.5.2 Recopilación de datos preliminares:** En la segunda visita se realizó el estudio de tráfico para así poder clasificar que tipo de carretera es la avenida en la cual se realizó el estudio.

FIGURA N°04: Plano de calicatas



Fuente: Elaboración propia

**3.5.3. Calicata:** En la tercera visita se realizó las calicatas para posteriormente ser entregada al laboratorio para sus respectivos ensayos y su perfil estratigráfico.

FIGURA N°05: Formato De Registro De Las 3 Calicatas

REGISTRO DE EXCAVACIÓN					
SOLICITA	DCCERRA DCCERRA JANFILA KATTIUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER				
TESIS	INFLUENCIA DE ESCORIA DE ACERO EN LA ESTABILIZACIÓN A NIVEL DE LA SUBIRASANTE DE LA AVENIDA CAMINO REAL – ANCASH – 2023				
LUGAR	CHIMBOTE - PROV. DEL SANTA - ANCASH	NIVEL FREÁTICO (m.)	No presenta		
FECHA	28/06/2023	MÉTODO DE EXCAVACIÓN	Cielo abierto		
CALICATA	C - 1	TAMANO DE EXCAVACIÓN	1.00 x 1.00 x 1.50		
MUESTRA		PROFUNDIDAD		CARACTERÍSTICAS	
Símbolo	Grafico	En Mts.	Muestra	Densidad	
SM		0.30	M - 1		De -0.00 a -0.30 m Arenas limosas, mezclas de arena y limo, de color beige claro, no presenta plasticidad, sin gravas de grano y textura fina a media, de compactidad compacto y en estado ligeramente húmedo, presenta algunas raíces de gras americano con un porcentaje mínimo de material de relleno como papel y plástico.
SP		1.50	M - 2		De -0.30 a -1.50 m Arena mal graduada con limos de color beige claro, no presenta plasticidad, sin gravas de grano y textura fina a media, de compactidad semi compacto y en estado ligeramente húmedo a húmedo.

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.4. Ensayo de humedad

#### Procedimiento

Después de llevar la muestra al laboratorio, se procedió a tarar los moldes (Figura N° 07) donde colocamos las muestras para luego secarlas por 24 horas, una vez pasado el tiempo procedemos a pesar la muestra seca sin lavar para realizar el ensayo de humedad con los datos obtenidos es decir los pesos, pero solo haremos el ensayo con una sola muestra ya que todas serán lavadas por el tamiz 200 (Figura N° 11) hasta que el agua sea transparente y por último secamos las muestras nuevamente por 24 horas en el horno. (Figura N° 09)

FIGURA N° 06: Se toma la muestra y se cuartea tal como se aprecia, en 4 partes.

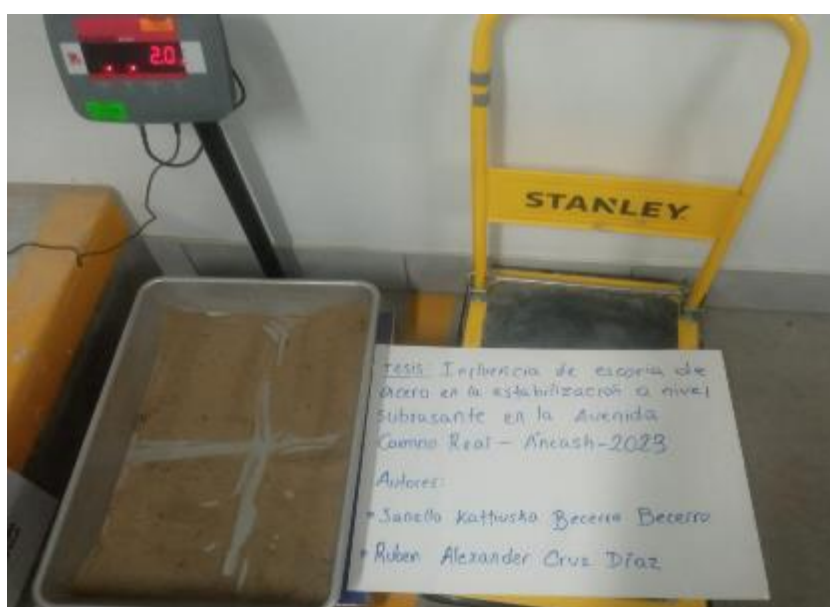
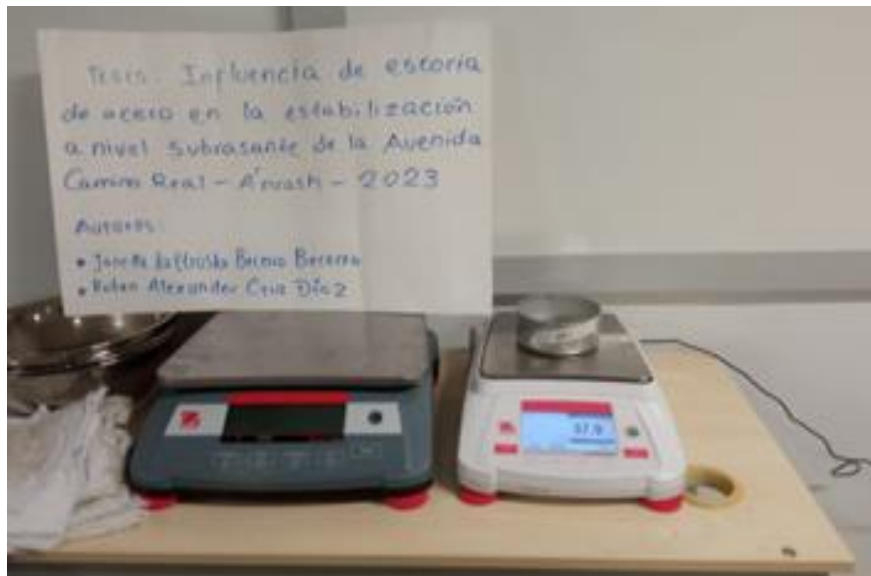


FIGURA N° 07: Pesamos las 4 taras en donde se colocarán las muestras.



Pesamos las 4 muestras de suelo natural (Figura N° 08) descontando el peso de la tara o en todo caso tarándolo en 0.

FIGURA N° 08: Peso de las muestras.

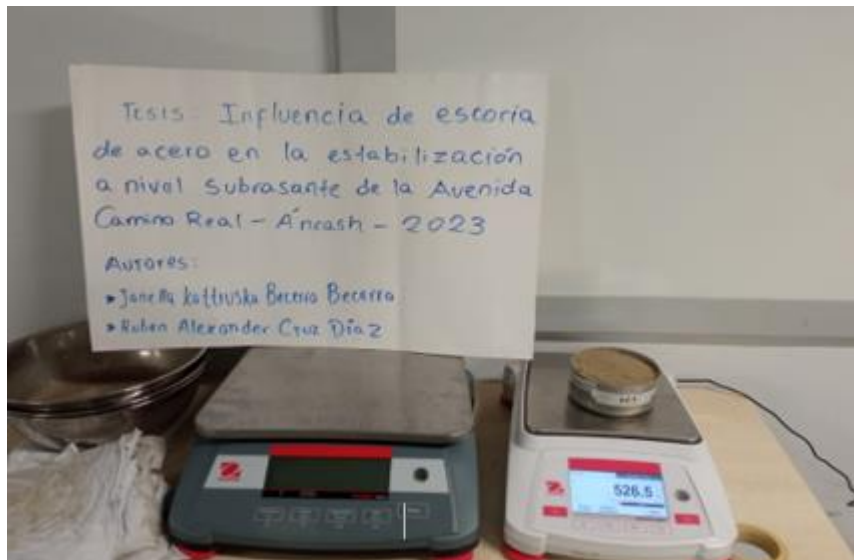
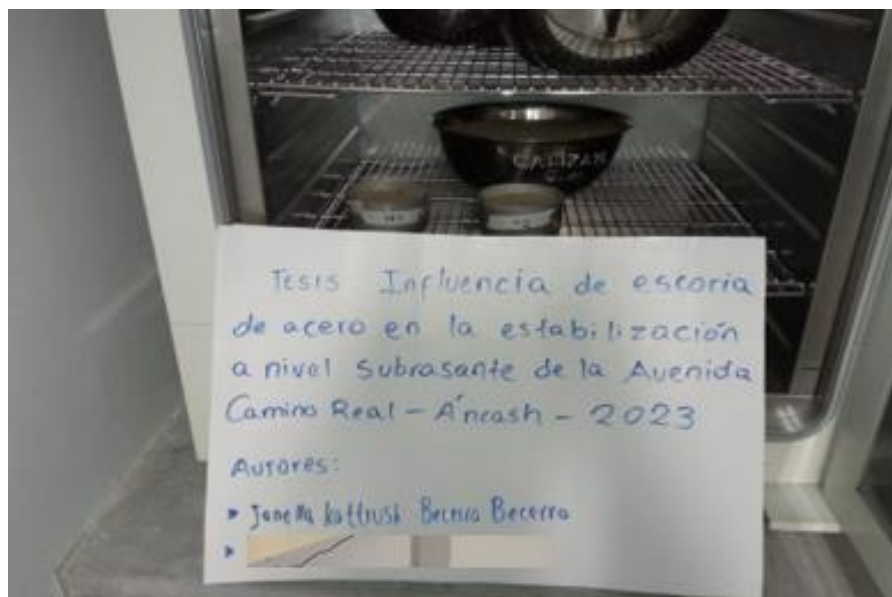
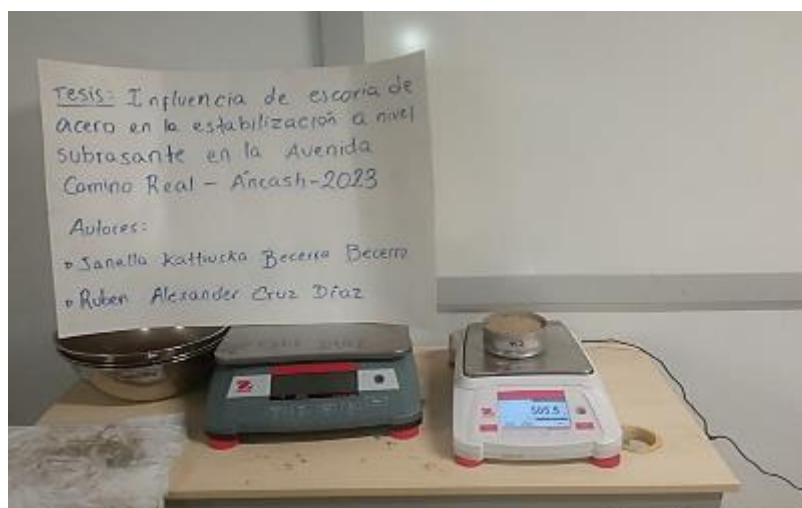


FIGURA N° 09: Secamos las 4 muestras de suelo natural por 24 horas en el horno como se ve en la figura.



Pesamos las 4 muestras naturales seca sin lavar (Figura N° 10), teniendo en cuenta cada una de las taras rotuladas con su respectivo número.

FIGURA N° 10: Se observa el peso de la muestra en la balanza.



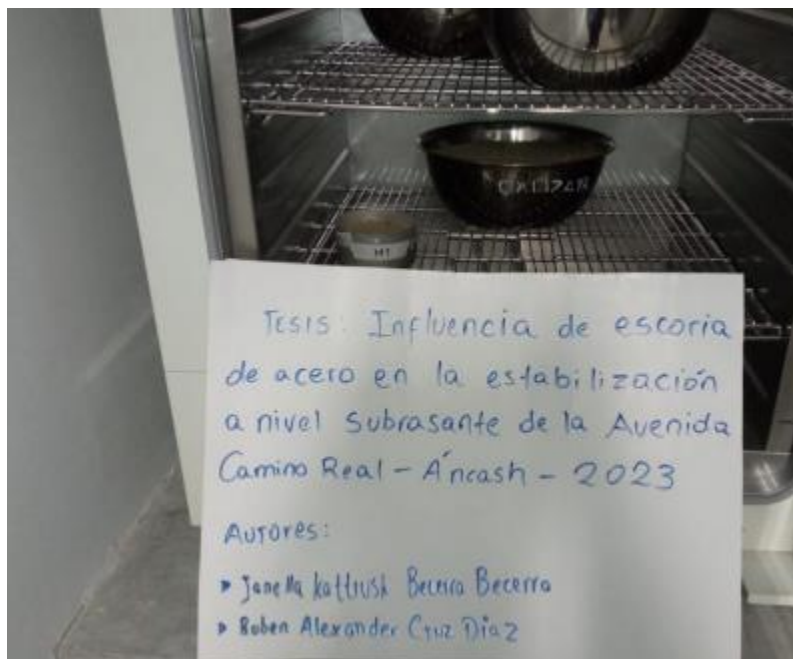
Sacamos del horno la muestra seca (Figura N° 11) que será lavada por la malla número 200 hasta que el agua sea transparente.

FIGURA N° 11: En esta figura se observa la malla la muestra lista para ser lavada.



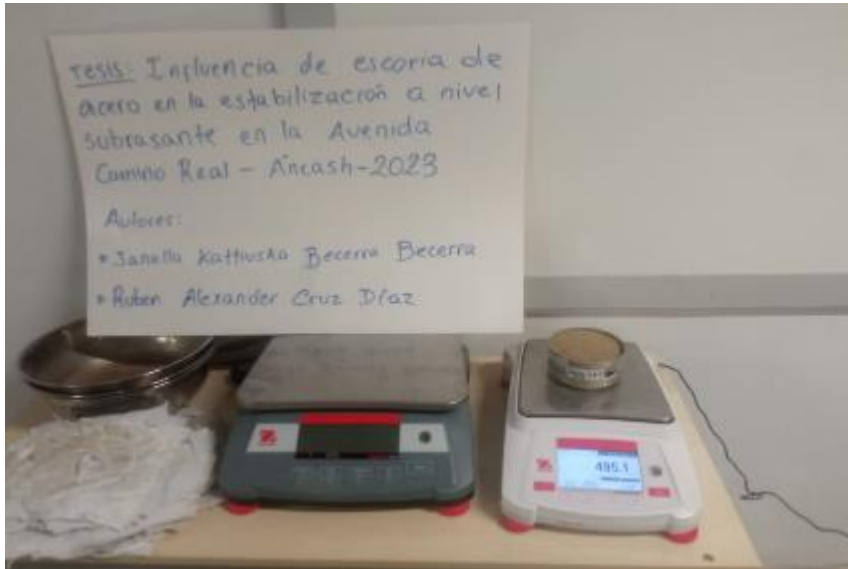
Después de haber lavado la muestra por la malla número 200 (Figura N° 11) secamos nuevamente en el horno por 24 horas (Figura N°12).

FIGURA N°12: En la figura podemos observar que las muestras se encuentran en el horno.



Pesamos la muestra lavada y seca luego de sacarla del horno (Figura N° 11) (Figura N°12). para realizar el tamizado la cual debe pesar mínimo 300 gramos para agregados finos según la Norma.

FIGURA N°13: Peso de la muestra luego del tamizado corresponde a 495.1gramos.



### 3.5.5. Granulometría

#### Procedimiento:

En este ensayo realizamos el tamizado de las muestras por las mallas N°4, N°10, N°20, N°40, N°60, N°140 y N°200 (Figura N°14) luego de esto pesamos las muestras retenidas en cada una de las mallas y por último procesar los resultados y nos arroje la curva granulométrica.

FIGURA N°14: Realizamos el proceso de tamizado con las mallas correspondientes tal como se aprecia en la figura.





A continuación, en la (Figura N°15, 16, 17, 18, 20 y 21) se muestra el peso retenido de las muestras que se obtuvo después del tamizado.

FIGURA N°15: Procedemos a pesar las muestras retenidas en la malla número 4 usada para agregado fino.

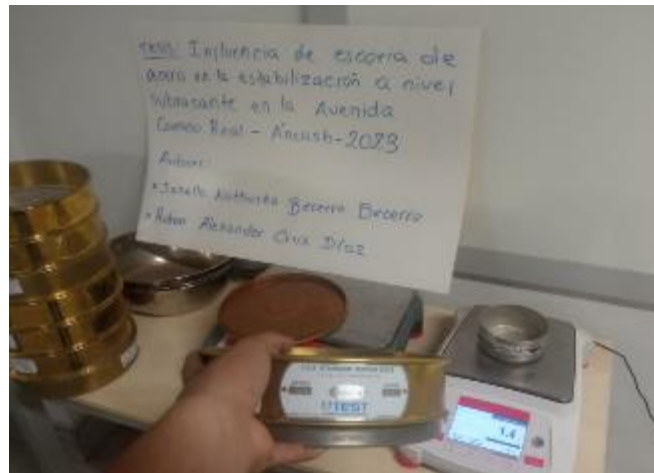


FIGURA N°16: Procedemos a pesar la muestra retenida en la malla número 10 usada para agregado fino.

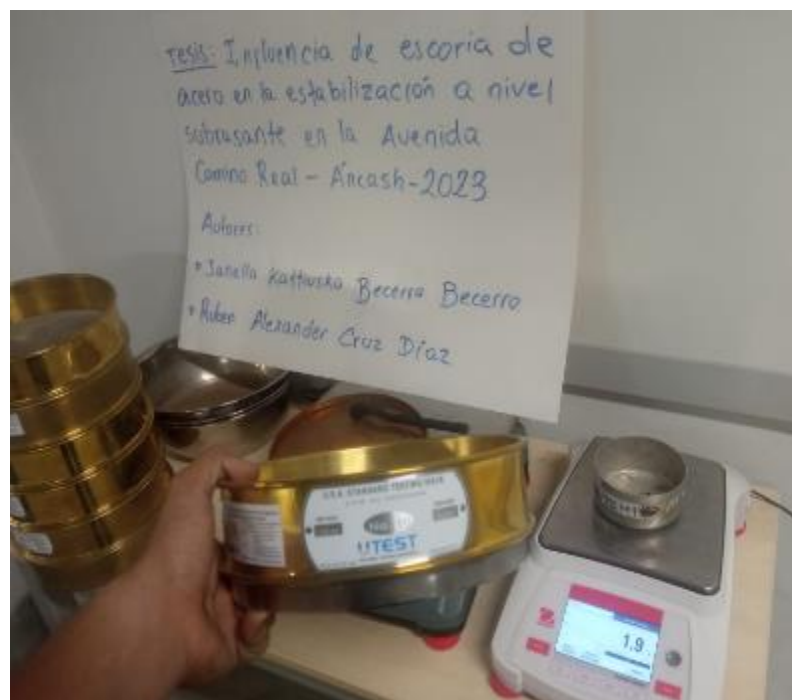


FIGURA N°17: Pesamos la muestra retenida en la malla número 20 usada para agregado fino.

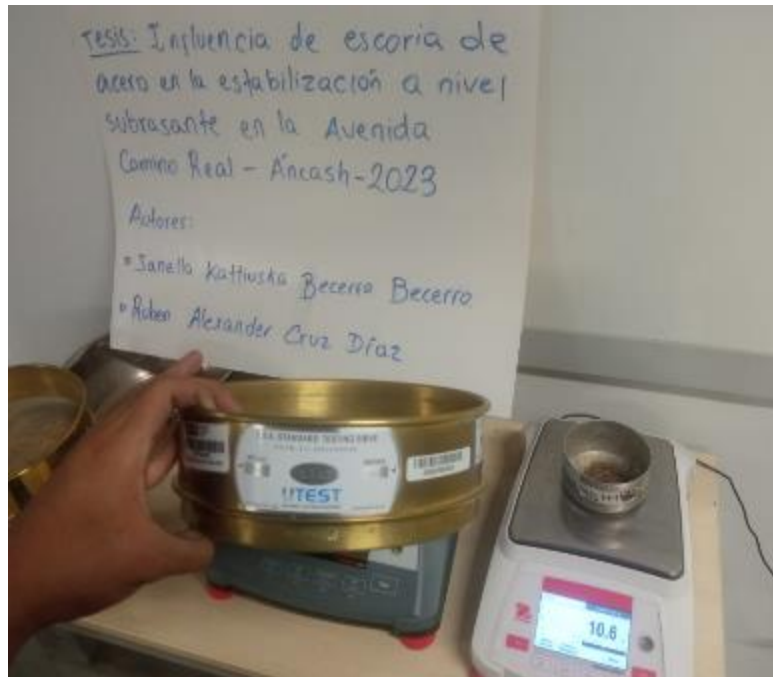


FIGURA N°18: Pesamos la muestra retenida en la malla número 40 usada para agregado fino.

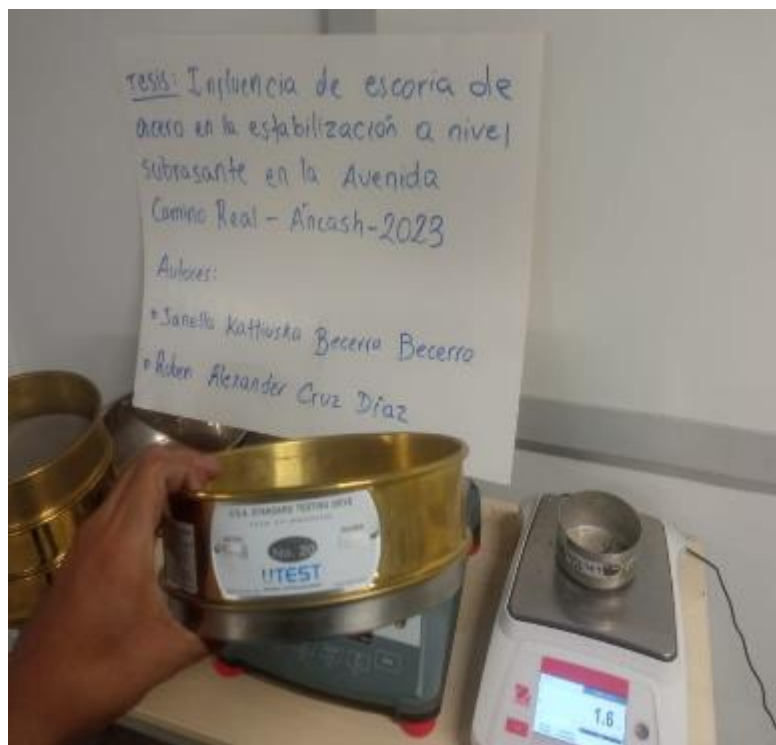


FIGURA N°19: Pesamos la muestra retenida en la malla número 60 usada para agregado fino.

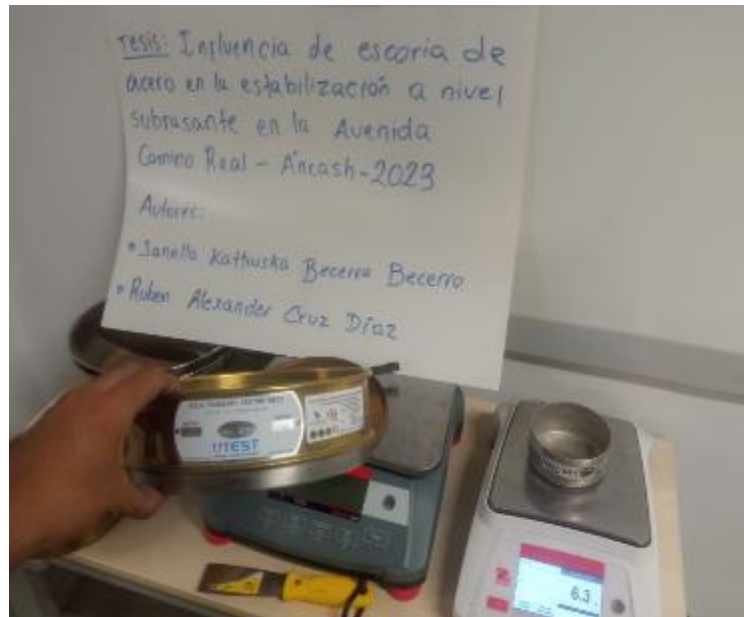


FIGURA N°20: Pesamos la muestra retenida en la malla número 140 usada para agregado fino.

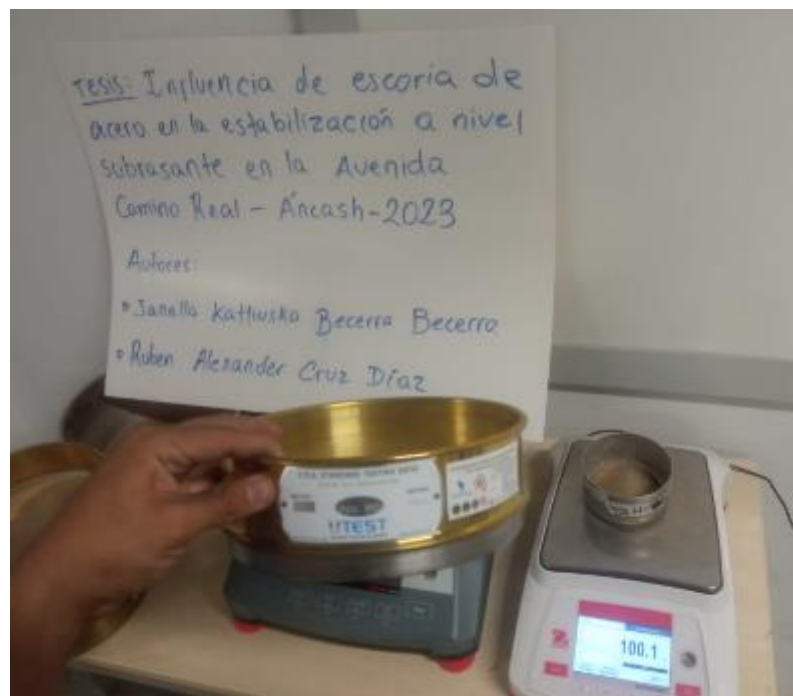
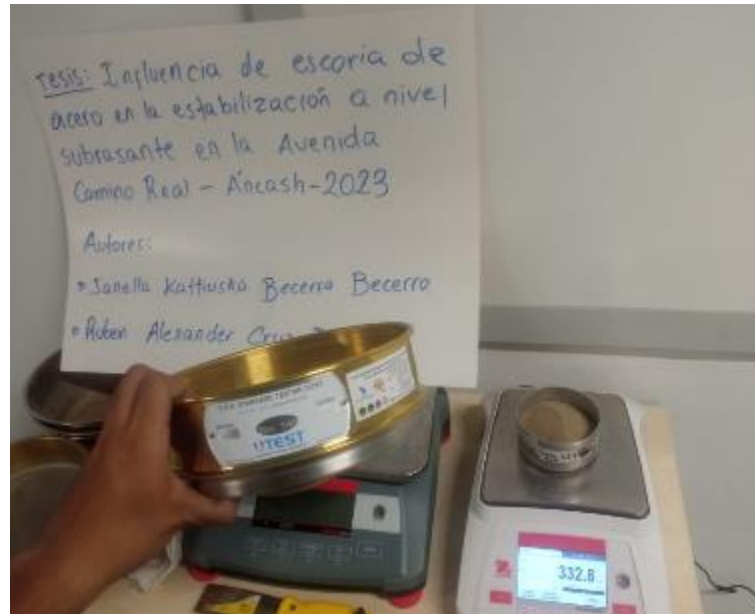


FIGURA N°21: Pesamos la muestra retenida en la malla número 200 usada para agregado fino.



### 3.5.6. Ensayo de Proctor modificado con la muestra natural

#### Procedimiento:

Procedimos a dejar secando la muestra al aire libre 1 día antes, de 12 kilos (4 muestras de 3 kg) pero secamos 15 kilos porque en el tamizado se pierde material, es decir siempre agregamos un porcentaje por el desperdicio. Tamizamos los 15 kg con las mallas “ $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{3}{8}$  y 4 más bandeja” para hallar el método de compactación (A, B o C) según los pesos retenidos en estas. Tamizamos 7 veces (Figura N°23) pues solo se puede tamizar 2 kg máximo sino rebalsa la torre y se pierde muestra.

Los pesos retenidos de cada tamiz los vertemos en 3 recipientes metálico-rotulados para pesarlos después, el proceso de pasado con la balanza es poner primero el recipiente y luego tarar, para que quede en cero y luego pesar o de lo contrario anotar el peso del recipiente y restarlo después.

FIGURA N°22: Realizamos lo que se describe en el procedimiento, es decir el proceso de tamizado por las mallas indicadas.



FIGURA N°23: Podemos observar las muestras retenidas en los 3 recipientes.



Luego de haber colocado las muestras retenidas en los recipientes, procedemos a pesar cada una de las muestras, teniendo en cuenta siempre que se debe tarar en 0, a continuación, les mostramos el proceso:

FIGURA N°24: Peso retenido en la malla 4.

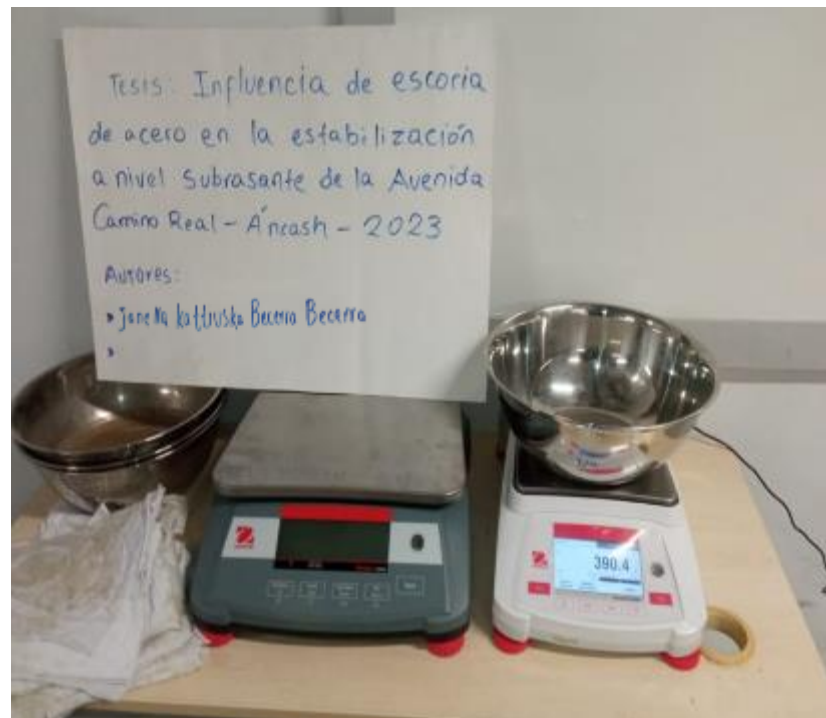


FIGURA N°25: Peso retenido en la malla ¾.

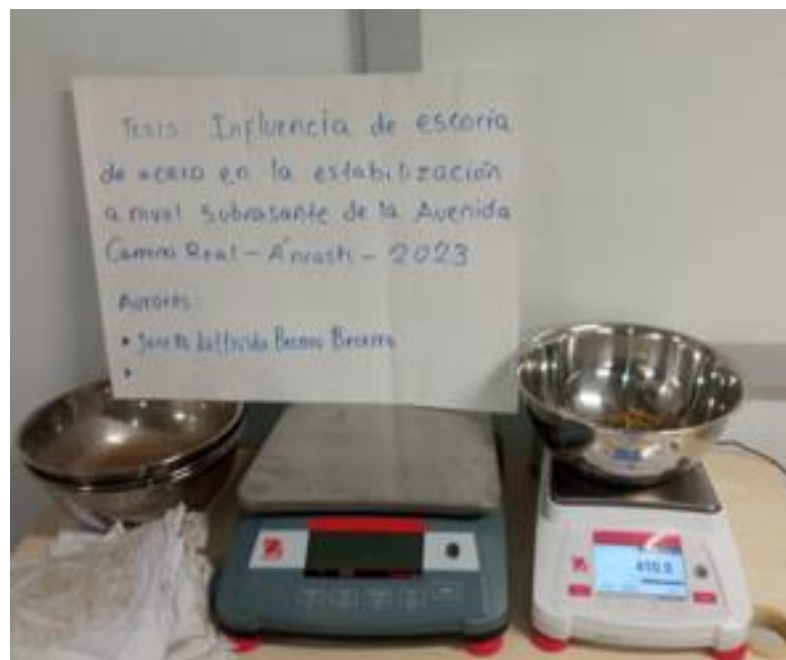


FIGURA N°26: Peso retenido en la malla 3/8



Después del tamizado realizado para los 15 kg, seleccionamos 12 kilos, los cuales se repartirán en las 4 bandejas metálicas que pesan 2.4 kg, luego se tara en cero y se vierten los 3 kg a cada una, rotulando cada una de ellas.

FIGURA N°27: Bandejas metálicas que pesan 2.4 kg cada una.



Agregamos los porcentajes de agua en mililitros según norma para agregados dinos arena, de 4,7,10 y 13 % respecto al peso, para que luego se proceda a mezclar la muestra junto a los porcentajes de agua.

FIGURA N°28: Porcentajes de agua convertidos en mililitros.

SUELO ARENOSO	PORCENTAJE DE AGUA AÑADIDO	4%	7%	10%	13%
	MILILITROS DE AGUA AÑADIDO	120	210	300	390
	MUESTRAS	M1	M2	M3	M4
Método Compactación	Formulas usadas	"A"	Número de Golpes		25

FIGURA N°29: Pesamos 120 ml de agua, teniendo en cuenta que antes de pesar cualquier muestra debemos tarar en 0.

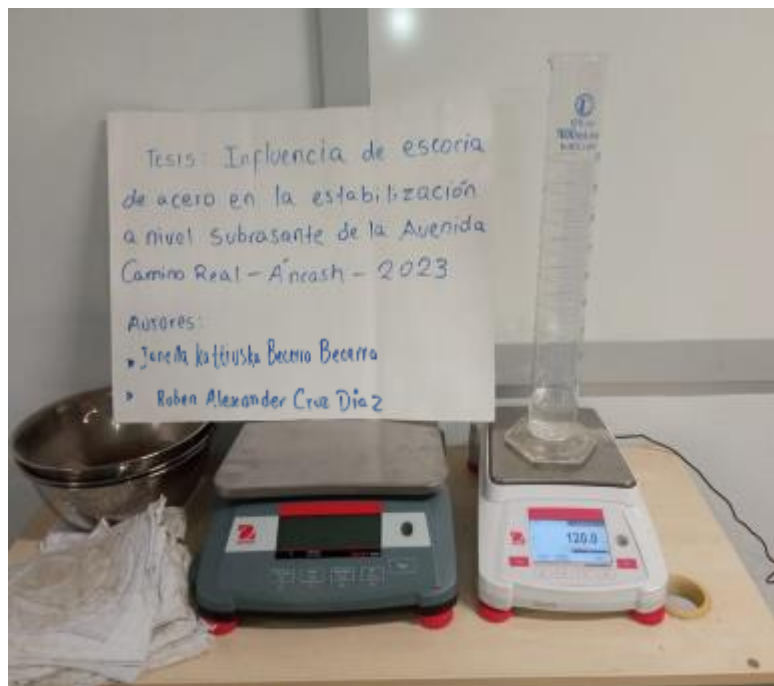




FIGURA N°30: Pesamos 210 ml de agua, teniendo en cuenta que antes de pesar cualquier muestra debemos tarar en 0.

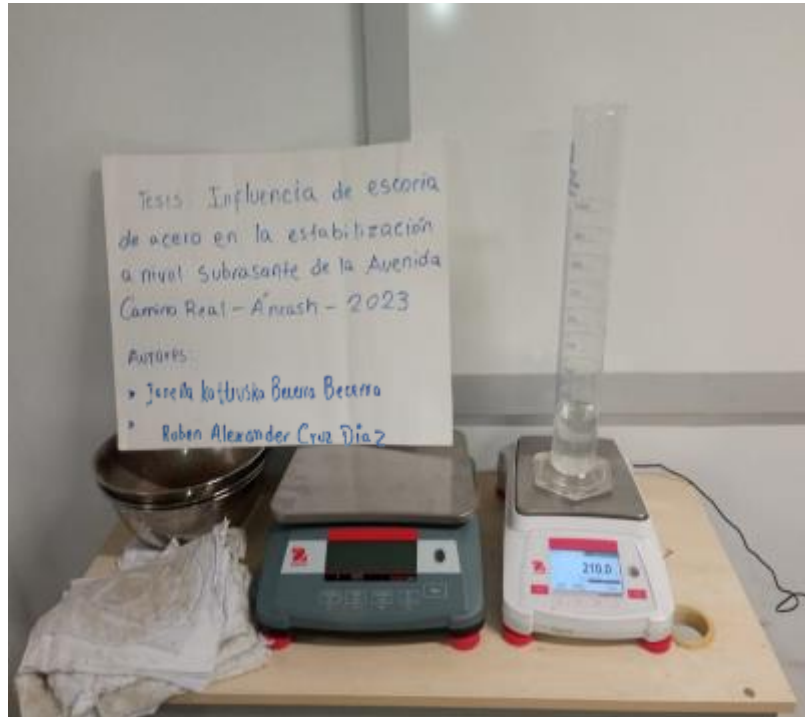


FIGURA N°31: Pesamos 300 ml de agua, teniendo en cuenta que antes de pesar cualquier muestra debemos tarar en 0.

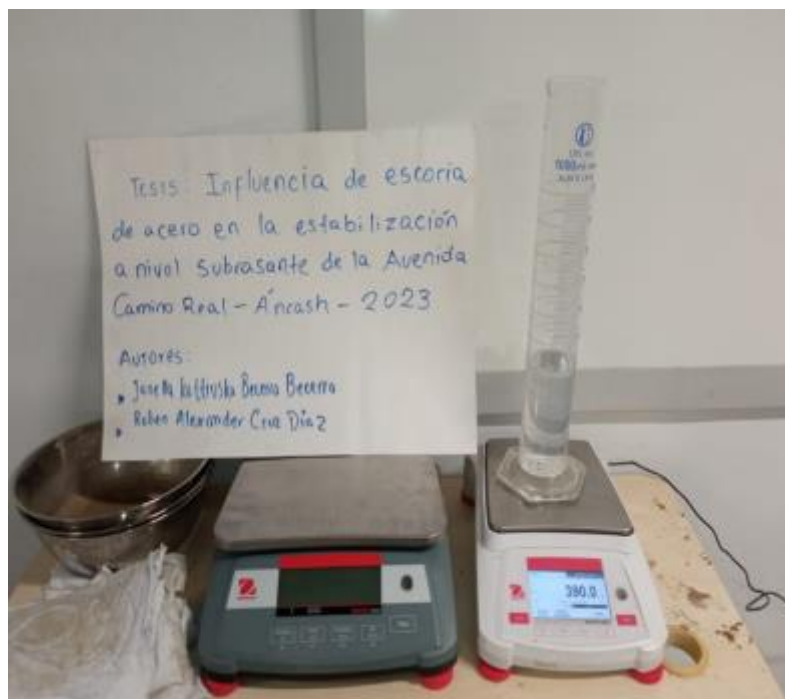


FIGURA N°32: Pesamos 390 ml de agua, teniendo en cuenta que antes de pesar cualquier muestra debemos tarar en 0.

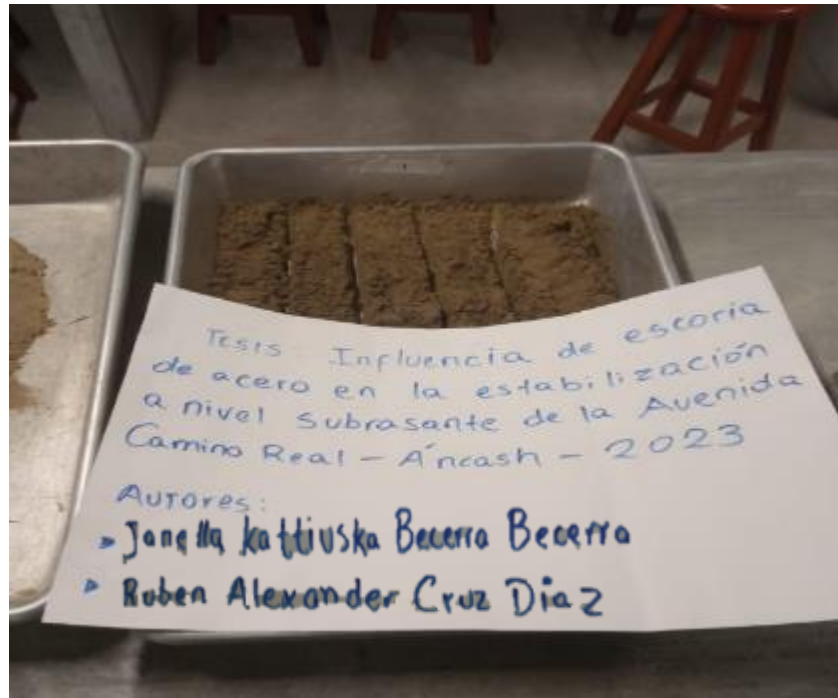
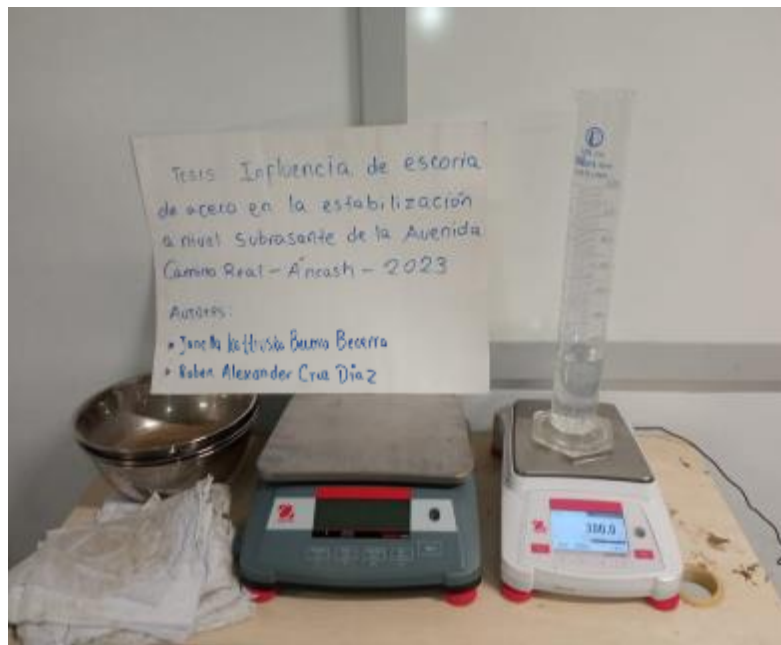


FIGURA N°33: Mezclamos las muestras con los respectivos porcentajes de agua y dividamos la bandeja en 5 capas.



Se procedió a la compactación con el pisón más grande que es para Proctor modificado, ósea para pavimentación. Se realiza 4 ensayo de Proctor.

Es decir que en la muestra 1 se compacta 25 veces por cada capa y como hay 5 capas, entonces se compacta 125 veces en 1 bandeja y se repite en las 3 bandejas restantes.

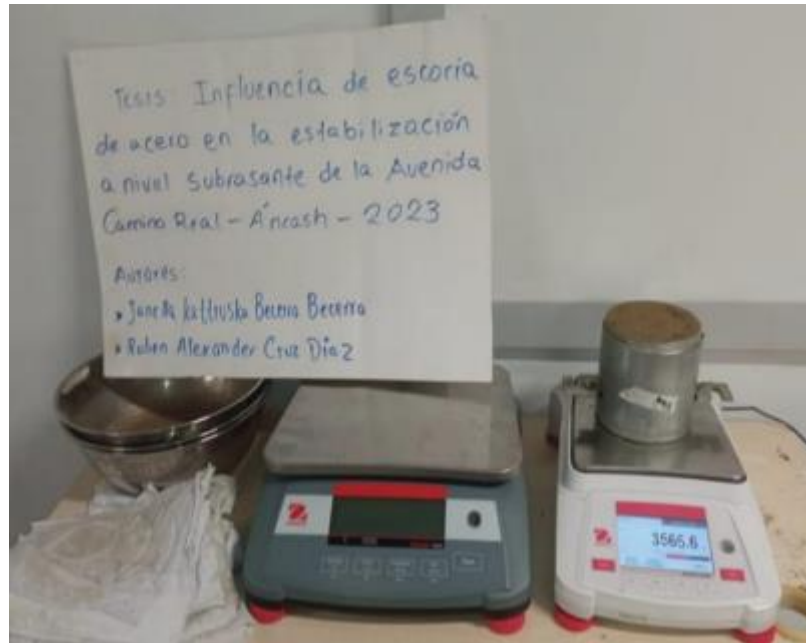
FIGURA N°34: Pisón.



Cabe destacar que el proceso en orden es:

- a. Primero se pesó el molde del método correspondiente en esta tesis el A, pero sin la base ni collarín., solo donde ira la muestra compactada.
- b. Se agregó agua y trabajamos la muestra 1 de la bandeja 1 con los 120 ml y mezclamos homogéneamente

FIGURA N°35: Se pesa el suelo compactado de cada ensayo de Proctor –  
Molde 1



c. Luego dividimos en 5 capas y compactamos, no se debe agregar todos los porcentajes de agua a cada bandeja de una vez, porque se secarán las otras muestras, a menos que sea simultáneamente con 4 personas, entonces se va trabajando 1 bandeja a la vez, es decir Proctor a la vez para pasar al siguiente.

d. Luego de compactar retiramos el collarín y enrasamos.

FIGURA N°36: Quitamos el collarín del molde y enrasamos



e. Pesamos el suelo compactado sin base ni collarín

f. Luego pasamos a la bandeja 2 con 210 ml

g. Luego bandeja 3 con 300 ml

FIGURA N°37: Se pesa el suelo compactado de cada ensayo de Proctor – Molde 2.

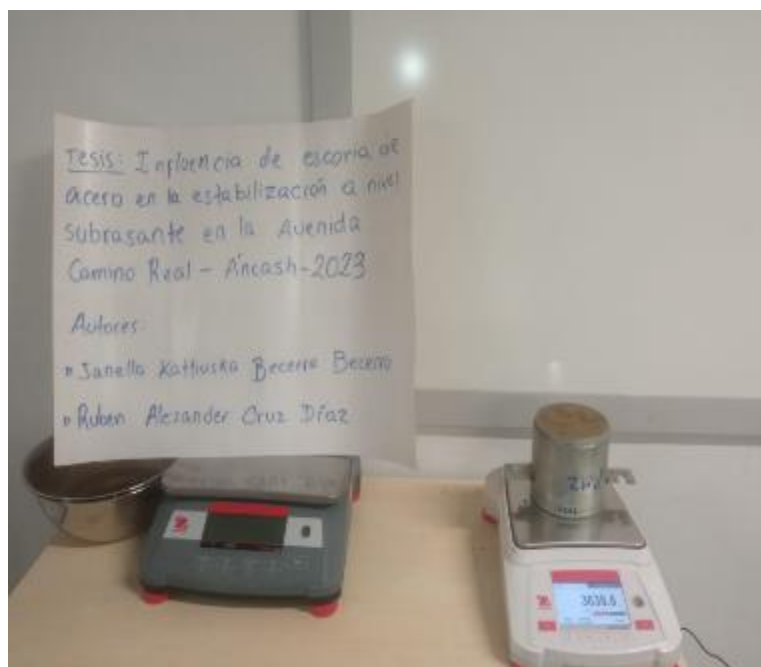
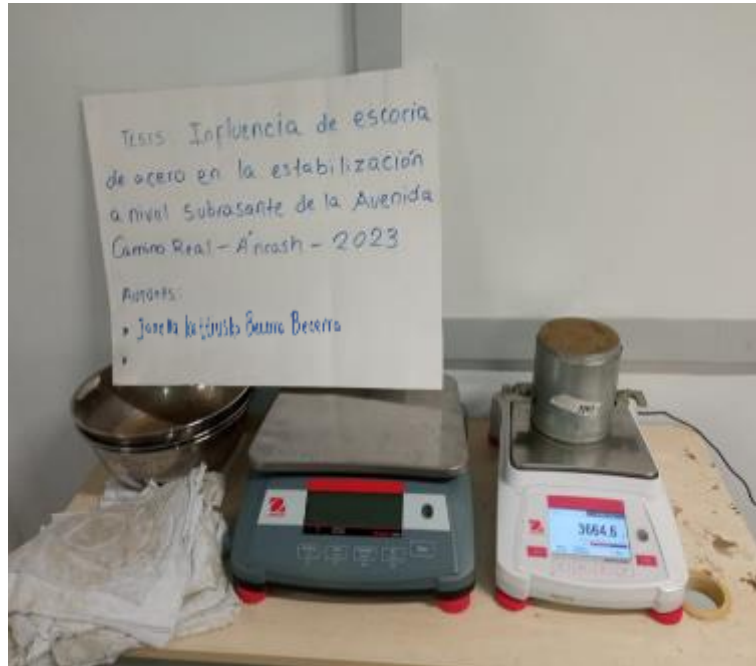
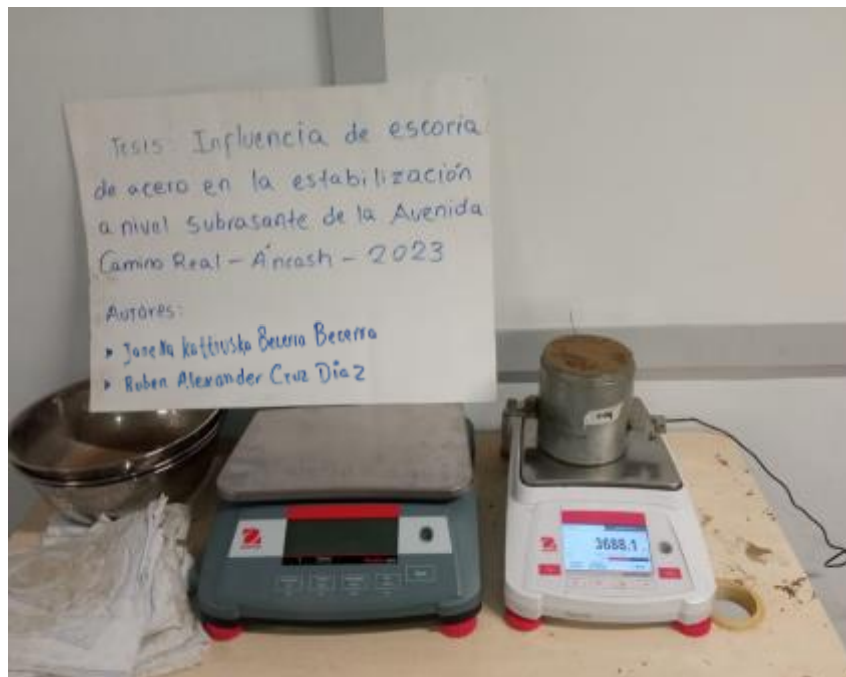


FIGURA N°38: Se pesó el suelo compactado de cada ensayo de Proctor –  
Molde 3



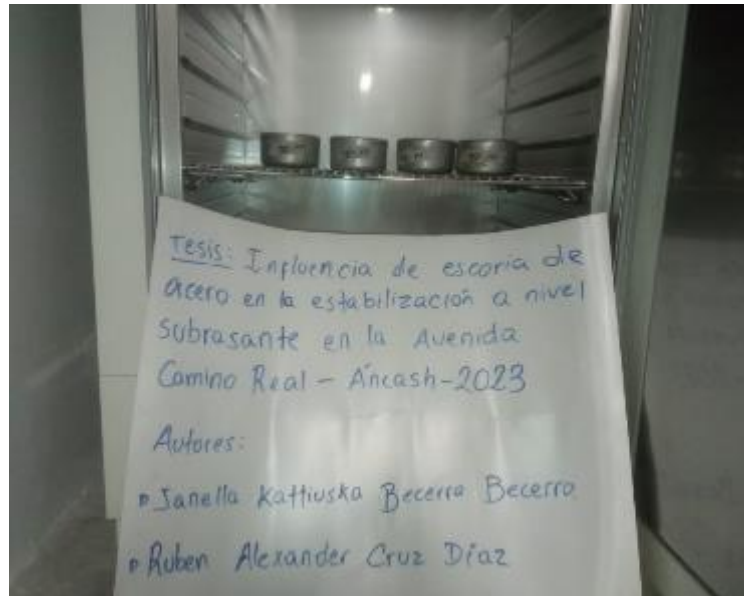
h. Por último la bandeja 4 con 390 ml.

FIGURA N°39: Se pesó el suelo compactado de cada ensayo de Proctor –  
Molde 4.



i. Finalmente se sacan muestra representativa y se lleva al horno.

FIGURA N°40: Muestras puestas en el horno.



Procedemos a retirar una muestra representativa de la parte media de cada muestra del ensayo de Proctor porque es la parte más compactada, para que por último se coloque en el horno nuevamente.

FIGURA N°41: Se pudo observar la muestra representativa del Molde 1.

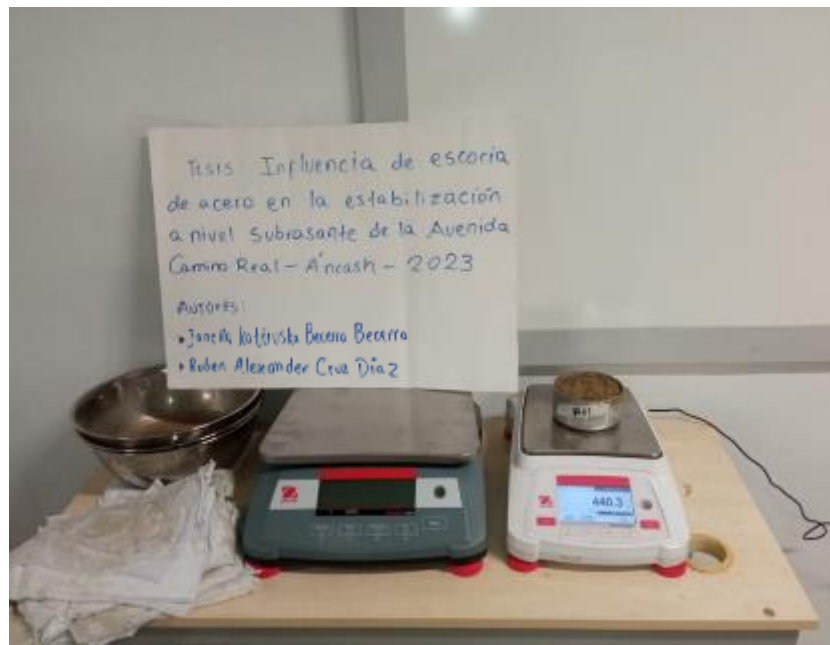


FIGURA N°42: Se pudo observar la muestra representativa del Molde 2.

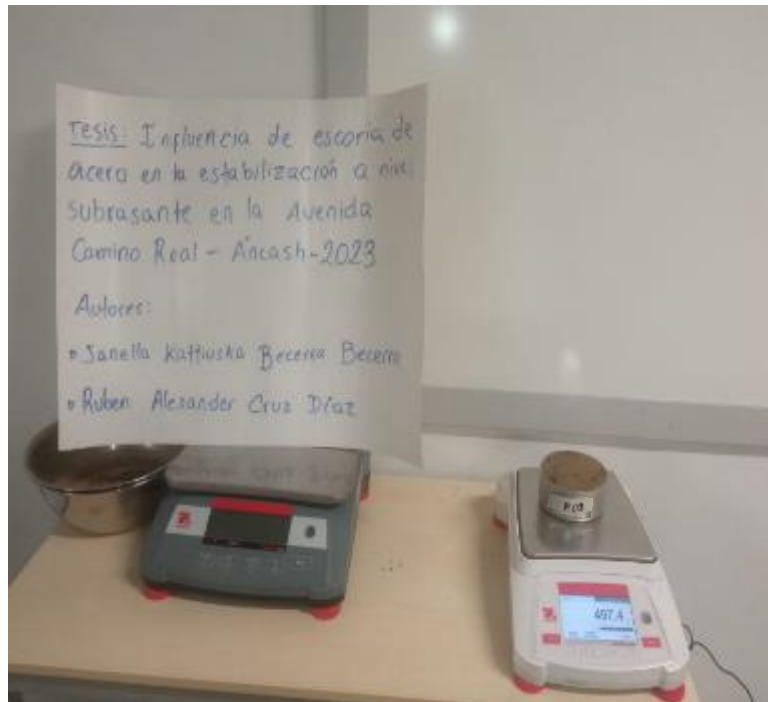


FIGURA N°43: Se pudo observar la muestra representativa del Molde 3.

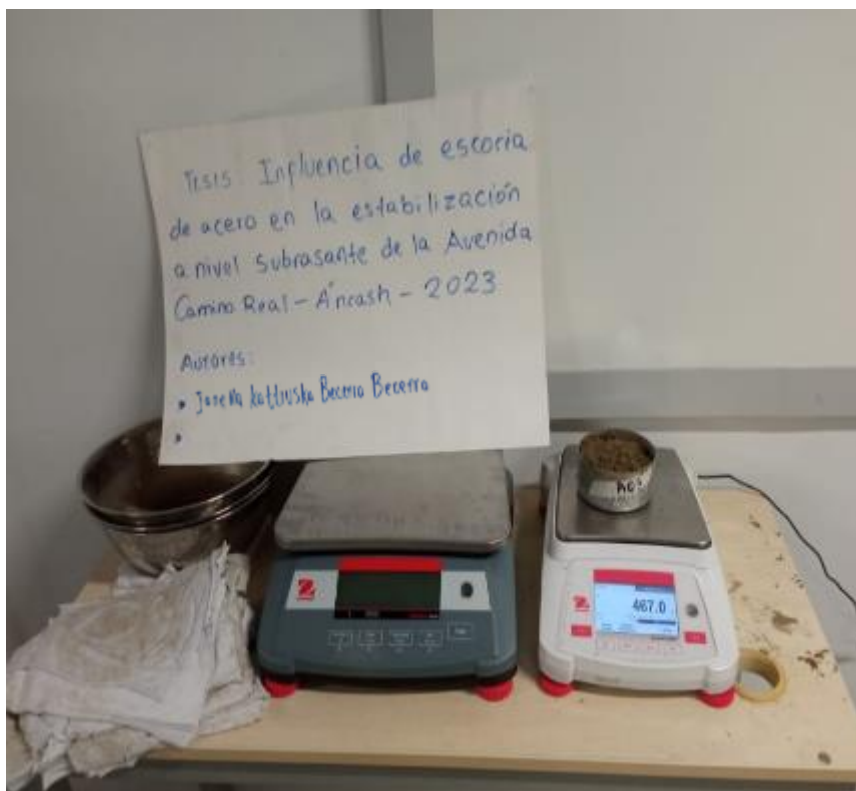




FIGURA N°44: Se pudo observar la muestra representativa del Molde 4.

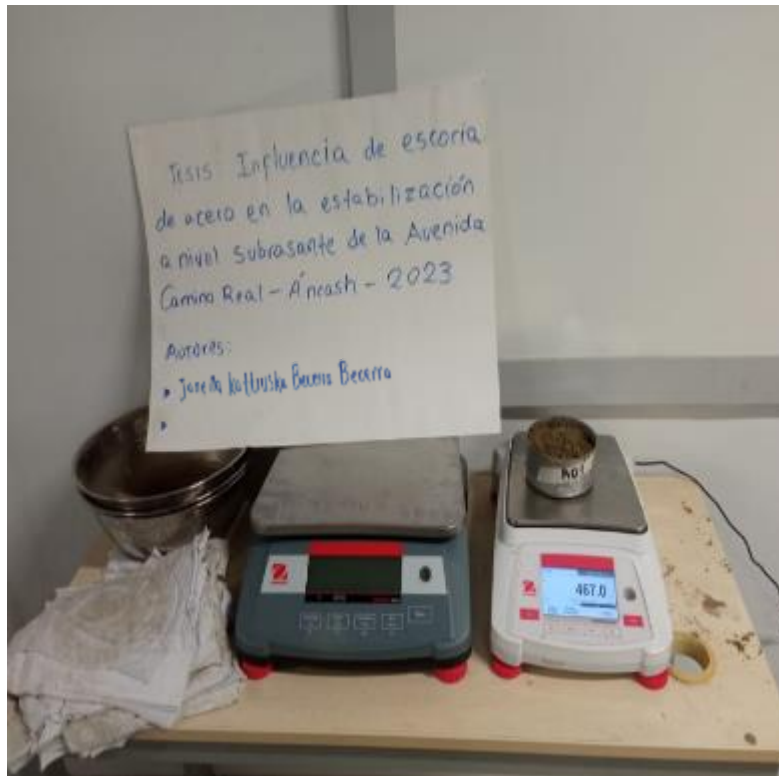


FIGURA N°45: Se mete al horno por 24 horas.

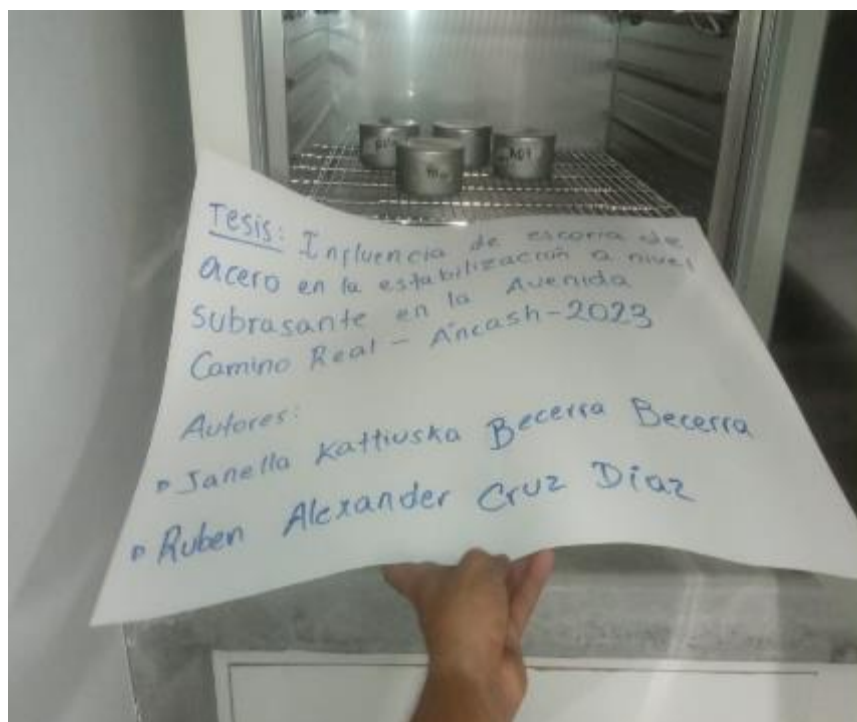
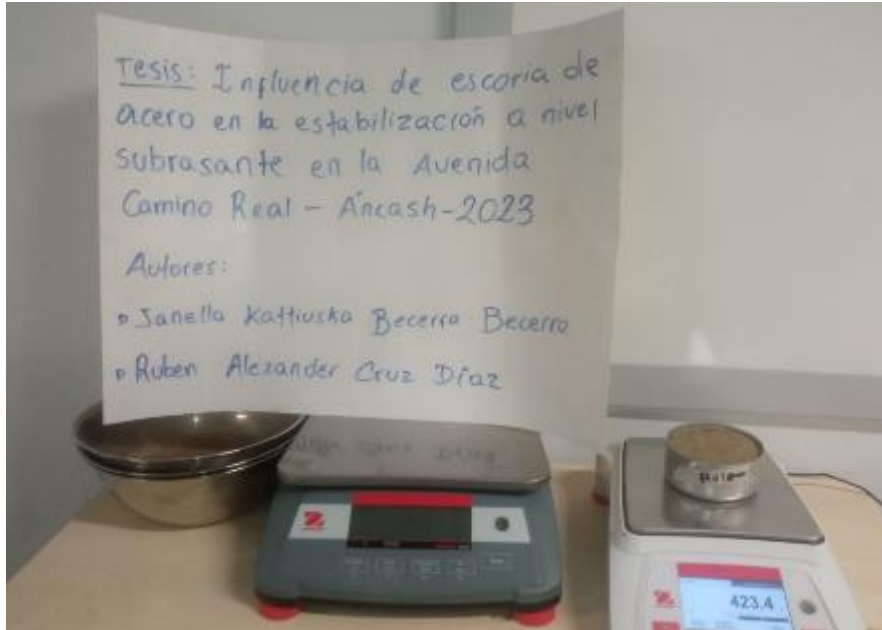


FIGURA N°46: Luego de las 24 horas en el horno, se pesa las muestras secas



### 3.5.7. Ensayo de Proctor modificado con la adición del 15%, 20% y 25% de escoria de acero

#### Procedimiento:

- Se seleccionó 12 kilos, los cuales se repartirán en las 4 bandejas metálicas que pesan 2.4 kg, luego se tara en cero y se vierten los 3 kg a cada una, rotulando cada una de ellas, siempre teniendo en cuenta que este procedimiento se repetirá 3 veces porque adicionaremos el porcentaje de escoria.
- Adicionamos el 15% de escoria a cada bandeja

FIGURA N°47: 15% de escoria de acero es decir 3450 gramos.

SUELO ARENOSO
$3000 + 15\% (3000) = 3000 + 450$
3450

- Adicionamos el 20% de escoria a cada bandeja

FIGURA N°48: 20% de escoria de acero es decir 3600 gramos.

SUELO ARENOSO
$3000 + 20\% (3000) = 3000 + 600$
3600

- Adicionamos el 25% de escoria a cada bandeja

FIGURA N°49: 25% de escoria de acero es decir 3750 gramos.

SUELO ARENOSO
$3000 + 25\% (3000) = 3000 + 750$
3750

Procedemos a colocar la escoria en cada una bandeja con los pesos indicados líneas arriba.

FIGURA N°50: Se observa la escoria



Después de colocar la escoria en las bandejas, procedemos a colocar a su vez la muestra del suelo, para que pueda ser mezclado entre sí.

FIGURA N°51: Mezclamos las muestras con los porcentajes del 15% 20% y 25% escoria de acero.



- Agregar los porcentajes de agua en mililitros según norma para agregados dinos arena, de 4,7,10 y 13 % respecto al peso, es decir:

FIGURA N°52: Porcentaje de agua en mililitros para el 15% de escoria de acero.

SUELO ARENOSO	PORCENTAJE DE AGUA AÑADIDO	4%	7%	10%	13%
$3000 + 15\% (3000) = 3000 + 450$	MILIMETROS DE AGUA AÑADIDO	138	241.5	345	448.5
3450	MUESTRAS	M1	M2	M3	M4
Método Compactación:	FORMULAS USADAS	"A"	Número de Golpes		25

FIGURA N°53: Porcentaje de agua en mililitros para el 20% de escoria de acero.

SUELO ARENOSO	PORCENTAJE DE AGUA AÑADIDO	4%	7%	10%	13%
$3000 + 20\% (3000) = 3000 + 600$	MILIMETROS DE AGUA AÑADIDO	144	252	360	468
3600	MUESTRAS	M1	M2	M3	M4

Método Compactación:	FORMULAS USADAS	"A"	Número de Golpes	25
----------------------	-----------------	-----	------------------	----

FIGURA N°54: Porcentaje de agua en mililitros para el 25% de escoria de acero.

SUELO ARENOSO	PORCENTAJE DE AGUA AÑADIDO	4%	7%	10%	13%
$3000 + 25\% (3000) = 3000 + 750$	MILIMETROS DE AGUA AÑADIDO	150	262.5	375	487.5
3750	MUESTRAS	M1	M2	M3	M4
Método Compactación:	FORMULAS USADAS	"A"	Número de Golpes	25	

- Mezclamos las muestras con los respectivos porcentajes de agua y dividamos la bandeja en 5 capas.
- Se procedió a la compactación con el pisón más grande que es para Proctor modificado, ósea para pavimentación. Se realiza 4 Proctor es decir que en la muestra 1 se compacta 25 veces por cada capa y como hay 5 capas, entonces se compacta 125 veces en 1 bandeja y se repite en las 3 bandejas restantes.
- Cabe destacar que el proceso en orden es:
  - a) Primero pesamos el molde del método correspondiente en esta tesis el A, pero sin la base ni collarín, solo donde ira la muestra compactada.
  - b) Agregamos agua trabajando con la muestra 1 del 15% 20% y 25% de la bandeja 1 con los 138 ml, 144 ml y 150 ml de agua para proceder a mezclar homogéneamente.
  - c) Luego dividimos en 5 capas y compactamos, no se debe agregar todos los porcentajes de agua a cada bandeja de una vez, porque se secarán las otras muestras, a menos que sea simultáneamente con 4 personas, entonces se va trabajando 1 bandeja a la vez, es decir Proctor a la vez para pasar al siguiente.
  - d) Luego de compactar retiramos el collarín y enrasamos.
  - e) Pesamos el suelo compactado sin base ni collarín

- f) Luego pasamos a la bandeja 2 del 15%, 20% y 25% con los 241.5 ml, 252 ml y 262.5 ml de agua.
- g) Luego bandeja 3 del 15%, 20% y 25% con 345 ml, 360 ml y 375 ml de agua.
- h) Por último, la bandeja 4 del 15%, 20% y 25% con 448.5 ml, 468ml y 487.5 ml de agua.
- i) Finalmente se sacan muestra representativa y se lleva al horno.

FIGURA N°55: Los 138 ml, 144 ml y 150 ml de agua para el 15% 20% y 25 de adición de escoria.

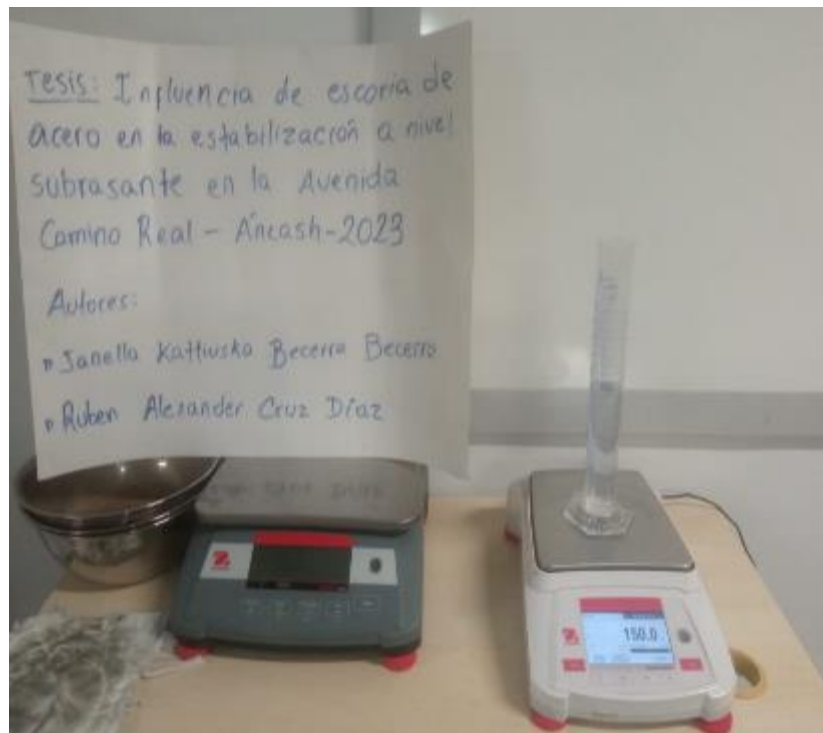


FIGURA N°56: Los 241.5 ml, 252 ml y 262.5 ml de agua para el 15% 20% y 25 de adición de escoria.



FIGURA N°57: Los 448.5 ml, 468ml y 487.5 ml de agua para el 15% 20% y 25 de adición de escoria.

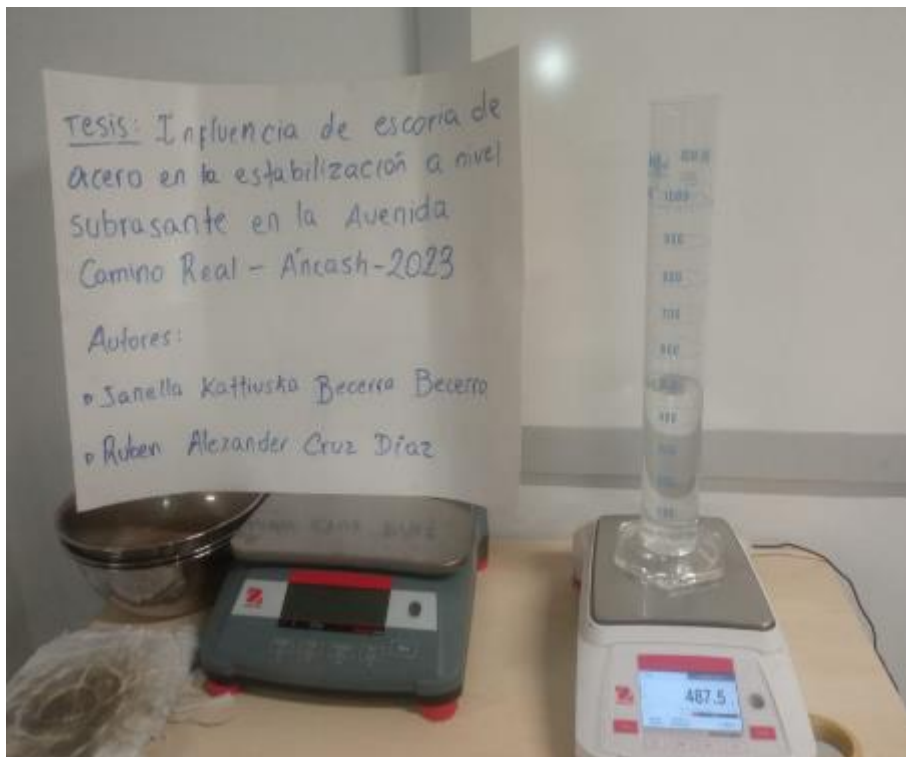


FOTO N°58: Muestra 1 del 15% 20% y 25% con los 138 ml, 144 ml y 150 ml de agua



FIGURA N°59: bandeja 2 del 15%, 20% y 25% con los 241.5 ml, 252 ml y 262.5 ml de agua

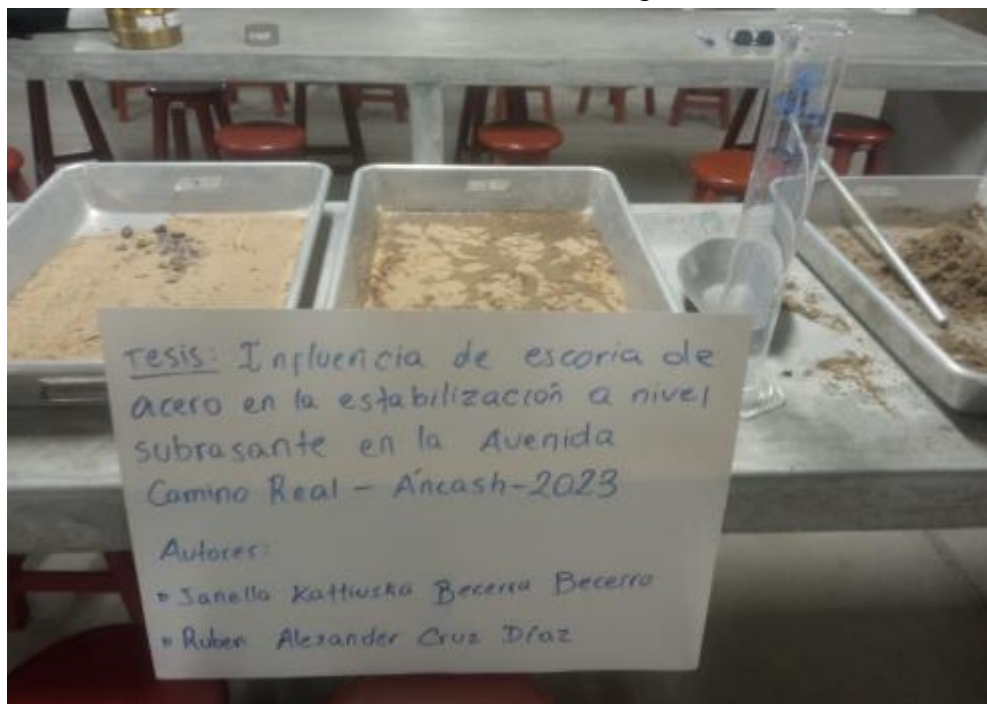




FIGURA N°60: Bandeja 3 del 15%, 20% y 25% con 345 ml, 360 ml y 375 ml de agua.



FIGURA N°61: Bandeja 4 del 15%, 20% y 25% con 448.5 ml, 468ml y 487.5 ml de agua.



FOTO N°62: Pisón es la herramienta que se utilizó para realizar los golpes a cada muestra por capa.

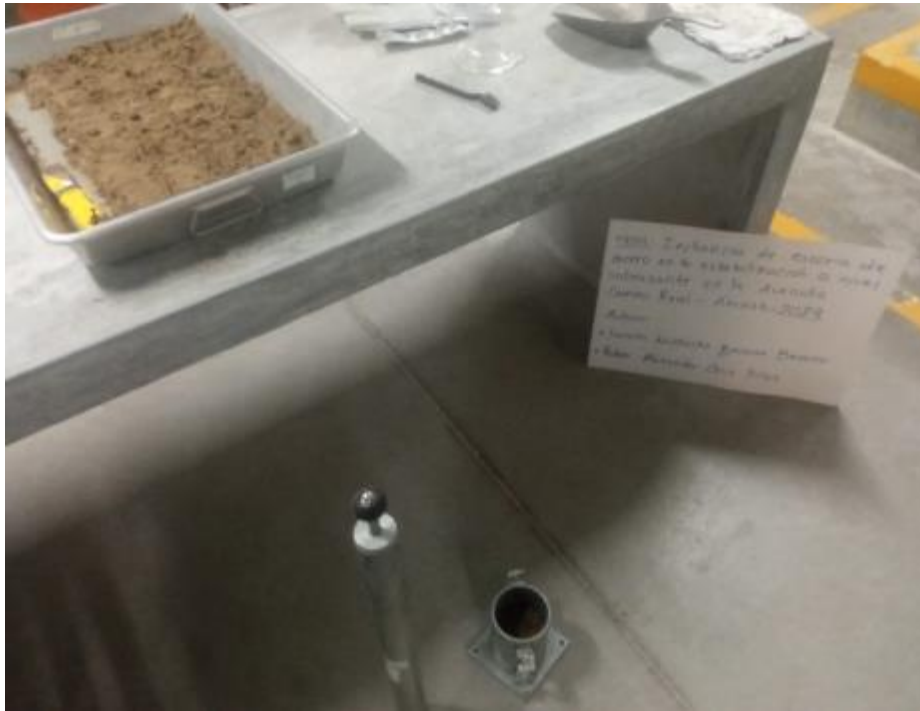


FIGURA N°63: Quitamos el collarín del molde y enrasamos tal como se aprecia.

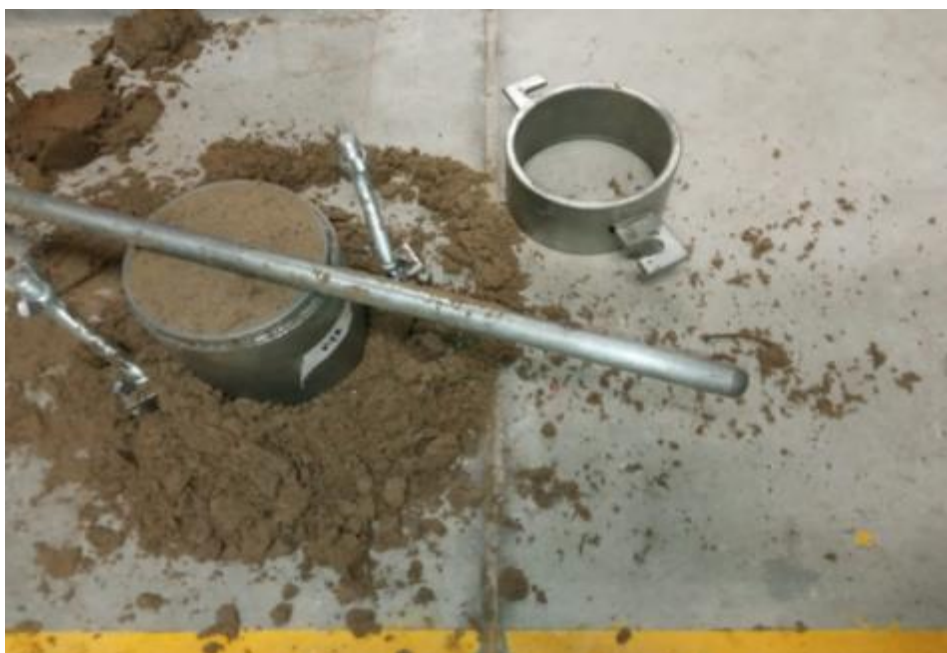
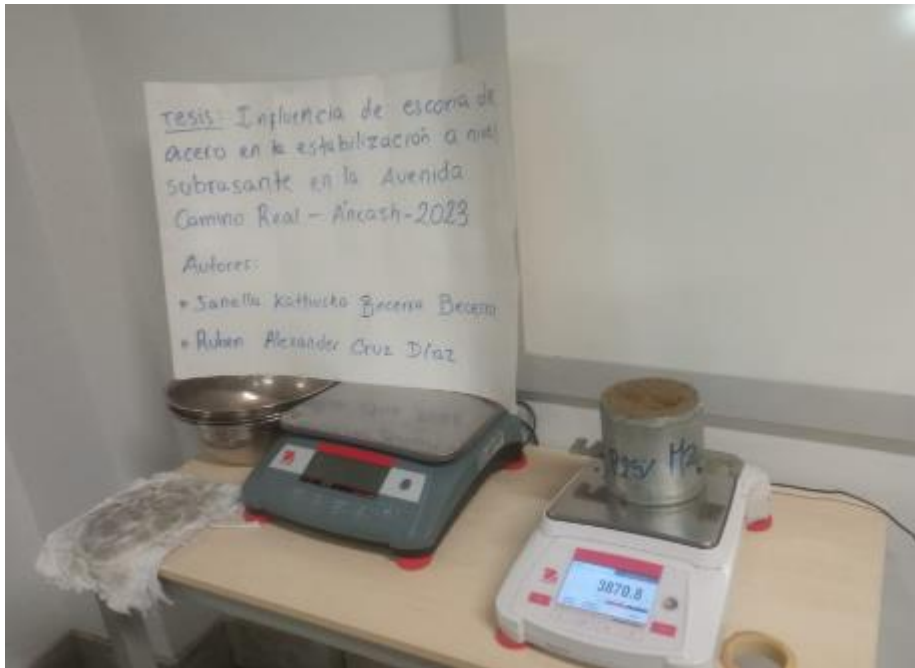


FIGURA N°64: Se pesa el suelo compactado de cada ensayo de Proctor modificado.



Se retira una muestra representativa de la parte media de cada ensayo de Proctor con la adición del 15%, 20% y 25%, pues generalmente el medio queda más compactado.

FIGURA N°65: Se observa el peso de la muestra representativa.

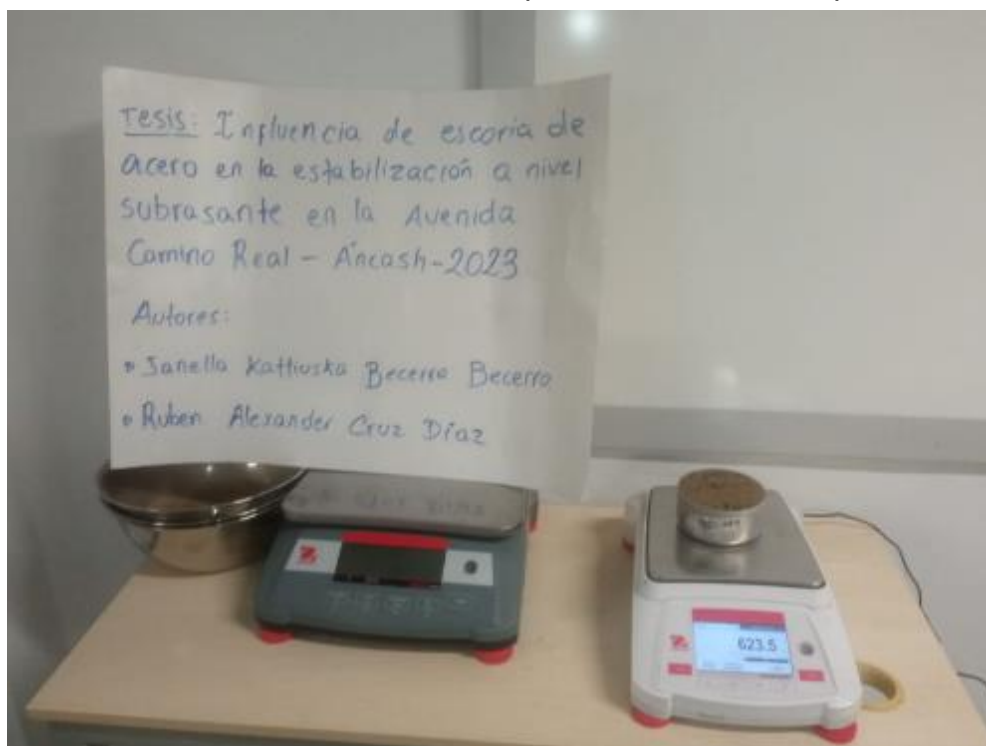
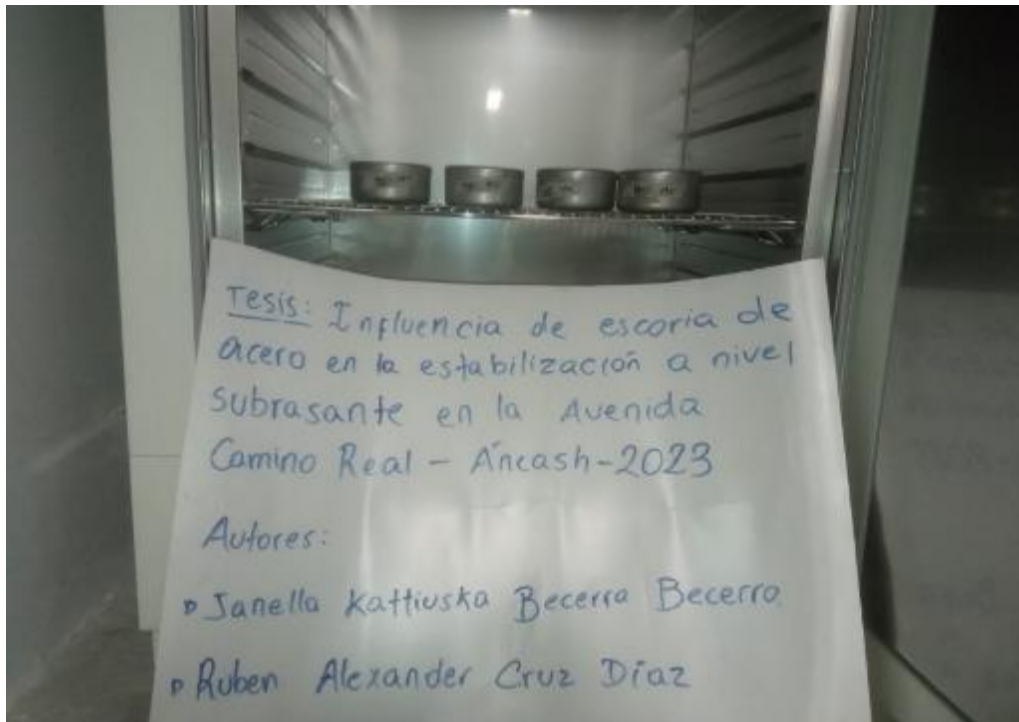


FIGURA N°66: Secamos las muestras representativas de cada ensayo de Proctor Modificado.



### 3.5.7. Ensayo de CBR de la muestra natural

#### Procedimiento:

Se preparó tres bandejas, colocando 6 kg de material en cada una y permitiéndoles secar al aire libre durante un día.

FIGURA N°67: Muestra separada en 03 bandejas.



Posteriormente se ajustó la humedad, calculando el 10.1 % de agua por cada bandeja de 6000 g, lo que equivalía a 606 ml. Agregó 606 ml de agua a cada una de las tres bandejas.

Luego se comenzó con la bandeja 1, dividiendo el material en 5 capas. Repitió este proceso para las bandejas de 26 y 12 golpes.

FIGURA N°68: Se divide la muestra en 5 capas



Se procedió al armado del molde, pesando el molde, tomando medidas y ensamblando el molde con el espaciador en la base, papel filtro, el molde y el collarín.

FIGURA N°69: Armado de molde para CBR



Se llevó a cabo la compactación, añadiendo cada capa y utilizando el pisón con 55 golpes por capa en el caso de la bandeja 1. Repitió el proceso para las bandejas de 26 y 12 golpes, ajustando el número de golpes según corresponda.

Después de las 5 capas, quitó el collarín y la base, niveló el material y pesó la muestra húmeda junto con el molde.

Para la segunda compresión, armó nuevamente el molde con papel filtro, la muestra invertida y el collarín. Agregó los vástagos y sumergió el molde en agua, colocando el dial que medía la expansión del suelo.

Se tomó lecturas iniciales y las de los días siguientes (un total de 4 días).

Pasado ese periodo, pesó la muestra extraída y dejó escurrir los 3 moldes de CBR durante unos 15 minutos.

Se llevó cada molde a la máquina de CBR, donde colocó pesas hasta que encajaron con el pisón de metal para compactar. El pisón dio lecturas mediante el dial, aproximadamente 10 a 12 lecturas por cada molde de CBR (3 moldes en total).

Extrajo una muestra representativa del centro de cada CBR.

Estas muestras se llevaron al horno y se dejaron por 24 horas.

Por último, se procedió a tomar datos de los resultados.

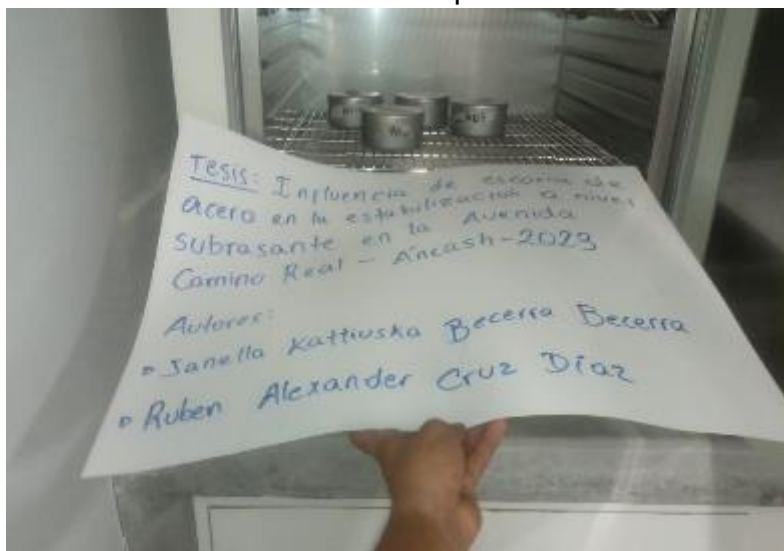
FIGURA N°70: Pesado de agua a integrar en la muestra.



FIGURA N°71: Se compacta con el pisón.



FIGURA N°72: Muestra en proceso de secado en horno.



### 3.5.8. Ensayo de CBR con la adición de escoria de acero del 15% 20% y 25%

#### Procedimiento:

El procedimiento para el CBR 15% ESCORIA se realizó de la siguiente manera: Inicialmente, se prepararon tres bandejas, cada una con 6 kg de material, permitiéndoles secar al aire libre durante un día. Posteriormente, se agregaron 900 gramos de escoria equivalente al 15% de la muestra a cada bandeja. Se ajustó la humedad, calculando el 10.8% de agua por cada bandeja de 6900 g, equivalente a 745.2 ml, y se añadió esta cantidad a cada una de las tres bandejas.



FIGURA N°73: Muestra secada al aire libre.



FIGURA N°74: Pesado de escoria de acero



Comenzando con la bandeja 1 y aplicando el mismo proceso para las bandejas de 26 y 12 golpes, se dividió el material en 5 capas. Se procedió a pesar el molde, tomar medidas y medir las dimensiones del espaciador a utilizar. Luego, se armó el molde colocando primero el espaciador en la base, seguido de un papel filtro del mismo diámetro, el molde y finalmente el collarín.

FIGURA N°75: Se divide la muestra en 5 capas.



Cada capa se compactó con el pisón, aplicando 55 golpes por capa. Después de las 5 capas, se retiró el collarín y la base, se niveló el material y se pesó la muestra húmeda junto con el molde. Posteriormente, se armó nuevamente el molde con la base, un papel filtro, la muestra invertida en contacto con el papel filtro, otro papel filtro en la parte superior y finalmente el collarín. Se añadieron los vástagos (pesas circulares con un hueco en el medio).

FIGURA N°76: Se compacta con el pisón.



FIGURA N°77: Desarmado de molde.



El siguiente paso fue sumergir el molde en agua y colocar el dial que medía la expansión del suelo. Se tomaron lecturas iniciales y las de los días siguientes (un total de 4 días). Después de los 4 días sumergida la muestra, se pesó la muestra más el molde embebido.

FIGURA N°78: Muestra sumergida en agua.



Se dejaron escurrir los 3 moldes de CBR durante unos 15 minutos, extrayéndolos uno a la vez y repitiendo el proceso dos veces más. Los moldes se llevaron a la máquina de CBR, donde se colocaron pesas hasta una cierta altura donde encajó el molde con el pisón de metal para compactar.

Una vez que tocó suelo, el pisón comenzó a dar lecturas mediante el dial, estimándose alrededor de 10 a 12 lecturas por cada molde de CBR (3 moldes de 15%). Luego, se extrajo una muestra representativa del medio de cada CBR, las cuales fueron llevadas al horno por 24 horas.

Al regresar, se tomaron datos de la muestra seca y se obtuvieron los resultados, analizando la información recopilada durante todo el proceso. Con esto, se concluyó el procedimiento para el CBR 15% ESCORIA.

FIGURA N°77: Colocación de vástagos.



FIGURA N°78: Muestra lista para compactar.



### 3.6. Método de análisis de datos

Se empleó un enfoque descriptivo para interpretar de manera detallada los datos vinculados a las propiedades mecánicas y físicas del suelo, tanto en las muestras en su estado original como en aquellas que fueron modificadas mediante la incorporación de escoria de acero. Este análisis se llevó a cabo mediante hojas de cálculo en Microsoft Office Excel, lo que permitió documentar de manera exhaustiva las características del suelo y facilitó la comparación entre las diversas muestras.

### 3.7. Aspectos éticos

Los responsables de esta investigación se comprometieron a llevar a cabo su labor de manera transparente, respetando los principios y valores que los distinguen como individuos y profesionales éticos. En este contexto, consideraron esencial hacer mención de los artículos más relevantes del Código de Ética de Ingenieros del Perú y del Código de Ética para la Investigación de la UCV. Estos códigos éticos sirvieron como una guía clara para adoptar un comportamiento responsable y ético tanto en la práctica de la ingeniería como en el ámbito de la investigación. Al hacer referencia y

aplicar estos códigos, los investigadores aseguraron la adhesión a los más altos estándares éticos en su trabajo, fomentando la integridad, la honestidad y el respeto hacia todas las partes involucradas en el proceso de investigación.

### **Código de Ética de Ingenieros del Perú**

Basándose en el Artículo 18, se especifica que cada ingeniero tiene el deber de cumplir con las leyes, normativas y regulaciones actuales pertinentes a su área profesional. Esto se realiza con la finalidad de asegurar que las actividades se lleven a cabo de manera íntegra y ética.

### **Código de ética para la investigación de la Universidad Cesar Vallejo**

Los autores de esta tesis se comprometieron a llevar a cabo su investigación de manera transparente, garantizando los la ética y valores que los caracterizan como ciudadanos y profesionales. En este contexto, consideraron fundamental hacer referencia a los artículos más destacados del Código de Ética de Ingenieros del Perú y del Código de Ética para la Investigación de la UCV. Estos códigos éticos actuaron como una guía clara para adoptar un comportamiento responsable y ético, tanto en la práctica de la ingeniería como en el ámbito de la investigación. Al referenciar y aplicar estos códigos, los autores también garantizaron la adhesión a los más elevados estándares éticos en su labor, promoviendo la integridad, la honestidad y el respeto hacia todas las partes involucradas en el proceso de investigación.

La elaboración de la presente investigación se realizó cumpliendo el Artículo 9° sobre la Responsabilidad, en la cual se asegura que nuestra investigación ha cumplido estrictamente los requisitos tanto éticos como legales que se nos exige.

Los derechos de autor fueron respetados y se siguieron las directrices establecidas en el artículo 16 de la Resolución de Consejo Universitario N° 0126-2017/UCV. En consecuencia, se garantizó la ausencia de plagio, asegurando que la investigación en cuestión fuese original y desarrollada en un contexto específico.

Asimismo, se citó las fuentes de consulta para la elaboración de nuestra tesis, garantizando así el Artículo 15° de la política antiplagio.

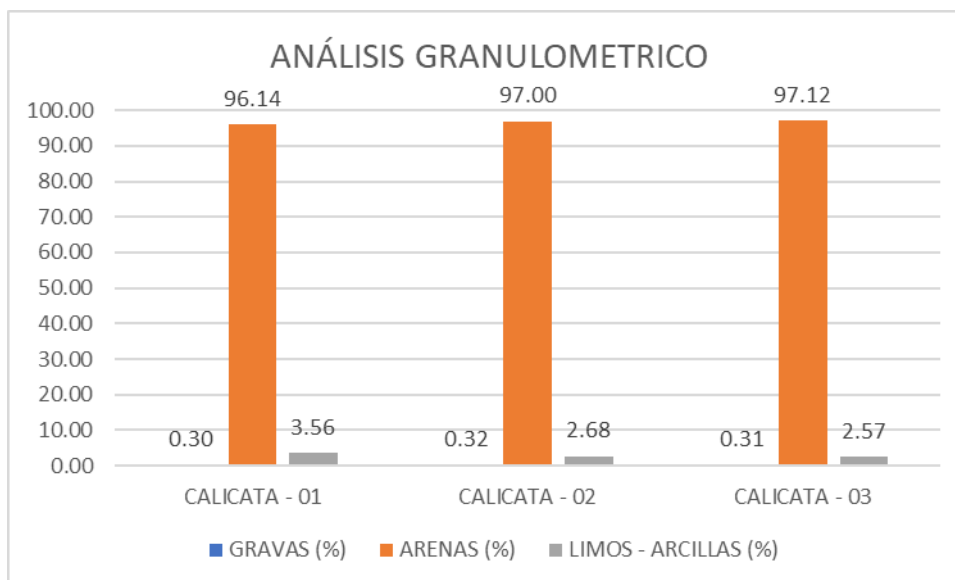
Y por último se cumplirá con el Artículo 14° que nos indica que se debe publicar y difundir los resultados de nuestra investigación una vez ya sea concluida, para lo cual se ha brindado el consentimiento por escrito para la publicación de la presente tesis.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Propiedades Físicas y Mecánicas de la Subrasante

#### 4.1.1. Propiedades Físicas

FIGURA N°79: Resultados del análisis granulométrico de la muestra Patrón de las 03 calicatas.



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Con el análisis granulométrico que arrojó los ensayos en laboratorio, se demostró que el suelo de la subrasante predomina la arena, teniendo un promedio de 96.75 % de arenas, 0.31 % de gravas y un 2.93 % de Limos – Arcillas.

FIGURA N° 80: Resultados de la Clasificación de Suelos y Limites de Atterberg

DESCRIPCIÓN	CALICATA - 01	CALICATA - 02	CALICATA - 03
HUMEDAD	3.97 - 3.63	3.55 - 3.95	3.04 - 2.32
CONTENIDO DE HUMEDAD	3.80	3.75	2.68
HUMEDAD MINIMA	-	-	2.68
HUMEDAD MAXIMA	3.80	-	-
HUMEDAD PROMEDIO	3.24		

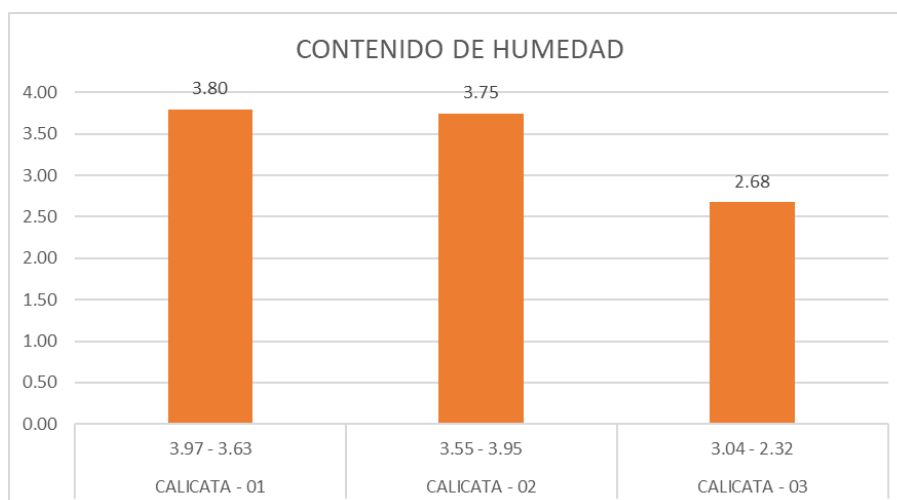
Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Debido a que es un suelo arenoso, según nuestros ensayos no presentaron Límite Líquido, ni Limite Plástico, por lo tanto, tampoco presentó Índice de Plasticidad.



Por lo que este estudio fue realizado con fines de pavimentación y se consideró la clasificación AASHTO el cual nos indicó que es un suelo Tipo A-3, excelente a bueno como subgrado

FIGURA N°81: Resultados del Contenido de Humedad Promedio de las Muestras Patrón



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Tal como se aprecia en la Grafica N° 81, se realizó 01 ensayos de contenido de humedad a dos muestras de suelo sin alterar por cada calicata excavada, lo cual nos dio dos resultados para poder promediar y obtener los resultados que en la Calicata 01 se obtuvo un Contenido de Humedad promedio de 3.80%, en la Calicata 02 un promedio de 3.75% y para la Calicata 03 se obtuvo un promedio de 2.68%

En el análisis del contenido de humedad de la subrasante, se observó que las muestras presentan variaciones significativas en sus niveles de agua en relación con el peso seco del suelo. Los resultados muestran que, en la subrasante sin adición de escoria, los niveles de humedad son consistentemente más altos en comparación con las muestras estabilizadas con un 15% de escoria de acero. Un contenido de humedad elevado en la subrasante sin estabilización puede ser beneficioso para la compactación, pero también plantea riesgos de inestabilidad y dificultades en la construcción debido a asentamientos y problemas de estabilidad. Por otro lado, al incorporar un 15% de escoria de acero, se observa una reducción en los niveles de humedad, lo que indica una mejora en la

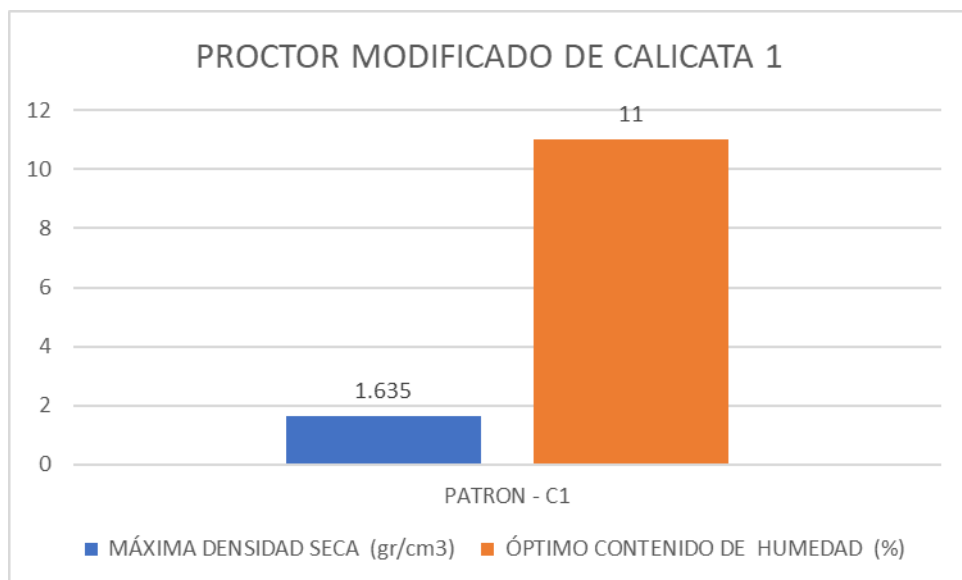
estabilidad y sugiere condiciones más propicias para la construcción y la compactación eficiente del suelo.

La interpretación de estos resultados implica que, mediante la adición de escoria de acero en un 15%, se logra un equilibrio adecuado en el contenido de humedad, ofreciendo una subrasante más estable y fácil de trabajar durante la construcción. Esta reducción del contenido de humedad podría tener implicaciones positivas en términos de compactación y estabilidad, contribuyendo así a un proceso constructivo más eficiente y a condiciones favorables para la implementación de capas adicionales, como la base granular y la carpeta asfáltica, con beneficios potenciales tanto técnicos como económicos.

#### 4.1.2. Propiedades Mecánicas de la muestra patrón

##### CALICATA 1

FIGURA N°82: Resultados del Proctor Modificado de la muestra patrón en la Calicata 01



Fuente: Elaboración propia.

##### Interpretación:

Los resultados del ensayo Proctor de la muestra patrón de la Calicata 1 revelan información valiosa sobre las propiedades del suelo en su condición original. La máxima densidad seca (M.D.S.) obtenida fue de 1.635 gr/cm<sup>3</sup>,

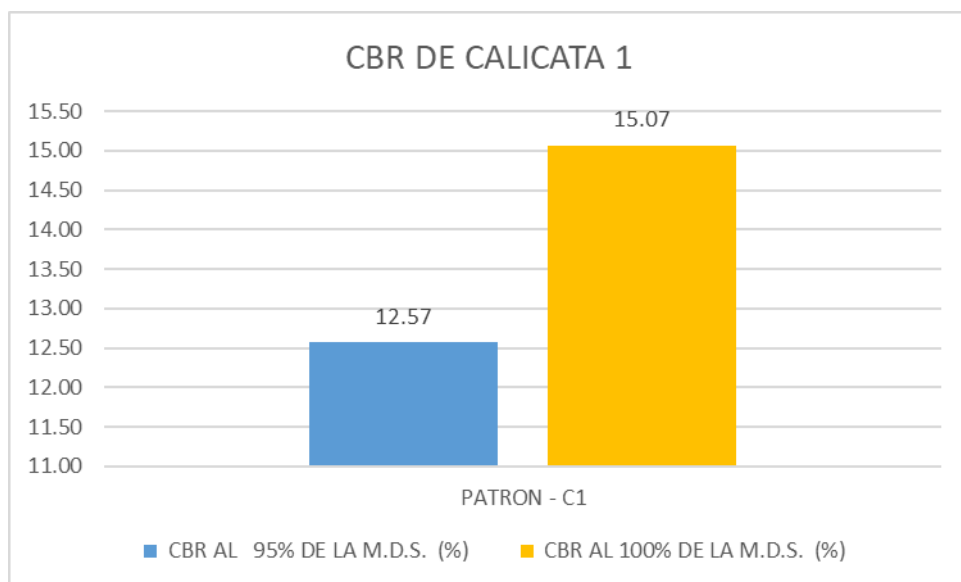
y el contenido óptimo de humedad se registró en un 11%. Estos datos son fundamentales para comprender la compactación y la humedad óptima del suelo antes de cualquier adición de escoria de acero.

La M.D.S. indica la densidad máxima que puede alcanzar el suelo bajo condiciones específicas de compactación. En este caso, la M.D.S. de 1.635 gr/cm<sup>3</sup> proporciona una referencia inicial para evaluar cómo las adiciones de escoria afectarán la compactación y, por ende, la resistencia del suelo.

El contenido óptimo de humedad del 11% indica la cantidad específica de agua necesaria para lograr la M.D.S. óptima durante el proceso de compactación. Este dato es crucial para garantizar que la mezcla suelo-escoria alcance su máxima densidad.

En resumen, la muestra patrón de la Calicata 1 presenta una densidad máxima seca de 1.635 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido óptimo de humedad del 11%, proporcionando una base para evaluar los efectos de la adición de escoria en la compactación y resistencia del suelo.

FIGURA N°83: Resultados del CBR de la muestra patrón en la Calicata 01



Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación:

Los resultados del ensayo CBR (Índice de Soporte California) en la muestra patrón de la Calicata 1 son fundamentales para entender la capacidad de carga y la resistencia del suelo en su estado original. El CBR al 100% de la M.D.S. arrojó un valor del 15.07%, indicando la capacidad del suelo para soportar cargas y deformaciones.

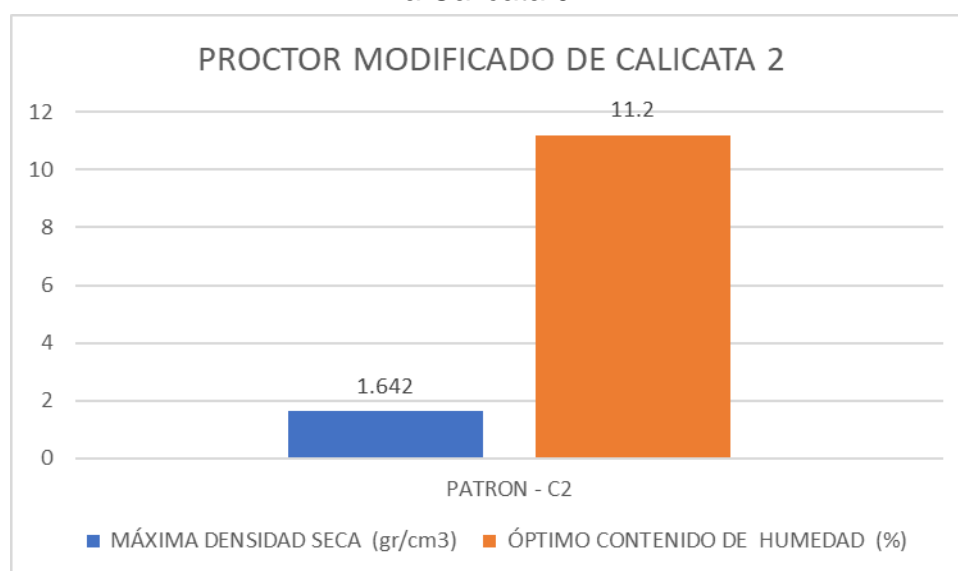
Este valor del CBR es significativo para evaluar la idoneidad del suelo como subrasante antes de cualquier modificación. Indica que el suelo en su estado natural tiene una capacidad de soporte razonable, clasificándolo como una subrasante buena según los estándares del Instituto de Construcción y Gerencia.

El CBR al 95% de la M.D.S. proporcionó un valor de 12.57%, lo cual también es relevante para comprender la capacidad de carga a niveles de compactación ligeramente inferiores.

En resumen, los resultados del CBR en la muestra patrón de la Calicata 1 indican que el suelo original presenta una capacidad de soporte adecuada antes de cualquier mejora o adición de escoria de acero.

### CALICATA 2

FIGURA N°84: Resultados del Proctor Modificado de la muestra patrón en la Calicata 02.



Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación:

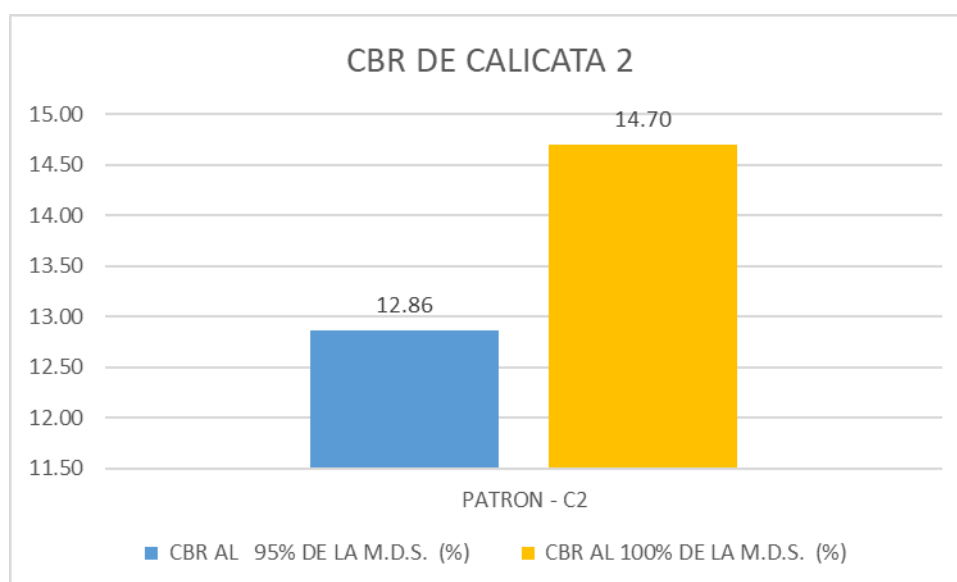
Los resultados del ensayo Proctor en la muestra patrón de la Calicata 2 proporcionan información crucial sobre las propiedades de compactación del suelo en su estado original. La máxima densidad seca (M.D.S.) obtenida fue de 1.642 gr/cm<sup>3</sup>, y el contenido óptimo de humedad se registró en un 11.2%.

La M.D.S. de 1.642 gr/cm<sup>3</sup> refleja la máxima densidad que puede alcanzar el suelo bajo condiciones específicas de compactación. Este valor es esencial para comprender la capacidad de carga y resistencia del suelo antes de cualquier adición de escoria de acero.

El contenido óptimo de humedad del 11.2% indica la cantidad específica de agua necesaria para lograr la M.D.S. óptima durante el proceso de compactación. Este dato es fundamental para asegurar que la mezcla suelo-escoria alcance su máxima densidad y resistencia.

En resumen, la muestra patrón de la Calicata 2 presenta una M.D.S. de 1.642 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido óptimo de humedad del 11.2%, proporcionando una base para evaluar los efectos de la adición de escoria en la compactación y resistencia del suelo.

FIGURA N°85: Resultados del CBR de la muestra patrón en la Calicata 02.



Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación:

En el ensayo CBR (Índice de Soporte California) de la muestra patrón de la Calicata 2, los resultados son cruciales para entender la capacidad de carga y resistencia del suelo en su estado original. El CBR al 100% de la M.D.S. reveló un valor del 14.70%, indicando una mejora en la capacidad de soporte en comparación con la muestra patrón de la Calicata 1.

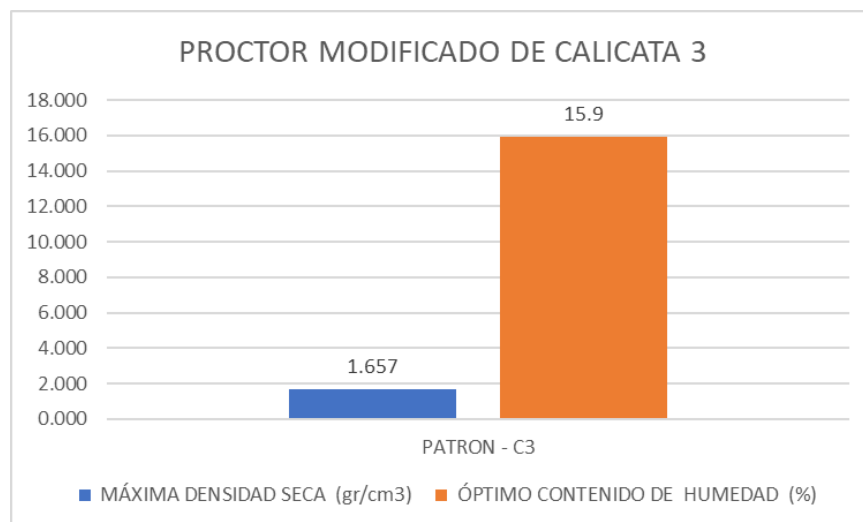
Este valor más alto sugiere que el suelo en la Calicata 2 presenta una capacidad de carga superior antes de cualquier modificación. Clasificándolo como una subrasante de buena a muy buena calidad según los estándares del Instituto de Construcción y Gerencia.

El CBR al 95% de la M.D.S. proporcionó un valor de 12.86%, lo cual también es relevante para comprender la capacidad de carga a niveles de compactación ligeramente inferiores.

En resumen, los resultados del CBR en la muestra patrón de la Calicata 2 indican una mejora en la resistencia del suelo en comparación con la Calicata 1, proporcionando información valiosa para evaluar el impacto de la adición de escoria de acero en la resistencia del suelo.

### CALICATA 3

FIGURA N°86: Resultados del Proctor Modificado de la muestra patrón en la Calicata 03.



Fuente: Elaboración propia.

### Interpretación:

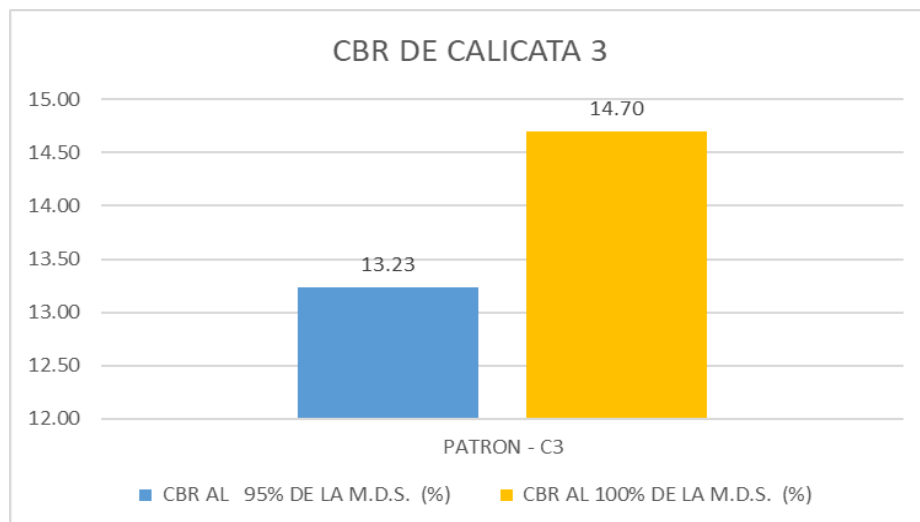
Los resultados del ensayo Proctor en la muestra patrón de la Calicata 3 proporcionan información crucial sobre las propiedades de compactación del suelo en su estado original. La máxima densidad seca (M.D.S.) obtenida fue de 1.6565 gr/cm<sup>3</sup>, y el contenido óptimo de humedad se registró en un 15.9%.

La M.D.S. de 1.6565 gr/cm<sup>3</sup> refleja la máxima densidad que puede alcanzar el suelo bajo condiciones específicas de compactación. Este valor es esencial para comprender la capacidad de carga y resistencia del suelo antes de cualquier adición de escoria de acero.

El contenido óptimo de humedad del 15.9% indica la cantidad específica de agua necesaria para lograr la M.D.S. óptima durante el proceso de compactación. Este dato es fundamental para asegurar que la mezcla suelo-escoria alcance su máxima densidad y resistencia.

En resumen, la muestra patrón de la Calicata 3 presenta una M.D.S. de 1.6565 gr/cm<sup>3</sup> y un contenido óptimo de humedad del 15.9%, proporcionando una base para evaluar los efectos de la adición de escoria en la compactación y resistencia del suelo.

FIGURA N°87: Resultados del CBR de la muestra patrón en la Calicata 03



Fuente: Elaboración propia.

### **Interpretación:**

En el ensayo CBR (Índice de Soporte California) de la muestra patrón de la Calicata 3, los resultados son cruciales para entender la capacidad de carga y resistencia del suelo en su estado original. El CBR al 100% de la M.D.S. reveló un valor del 14.7%, indicando una mejora en la capacidad de soporte en comparación con la muestra patrón de la Calicata 1.

Este valor más alto sugiere que el suelo en la Calicata 3 presenta una capacidad de carga superior antes de cualquier modificación. Clasificándolo como una subrasante de buena a muy buena calidad según los estándares del Instituto de Construcción y Gerencia.

El CBR al 95% de la M.D.S. proporcionó un valor de 13.23%, lo cual también es relevante para comprender la capacidad de carga a niveles de compactación ligeramente inferiores.

En resumen, los resultados del CBR en la muestra patrón de la Calicata 3 indican una mejora en la capacidad de soporte del suelo en comparación con la Calicata 1, proporcionando información valiosa para evaluar el impacto de la adición de escoria de acero en la resistencia del suelo.

## **4.2. Propiedades Físicas la Escoria de Acero**

### **4.2.1. Identificación Visual de la Escoria de Acero**

FIGURA N°88: Escoria de acero de Sider Perú



Fuente: Elaboración propia.

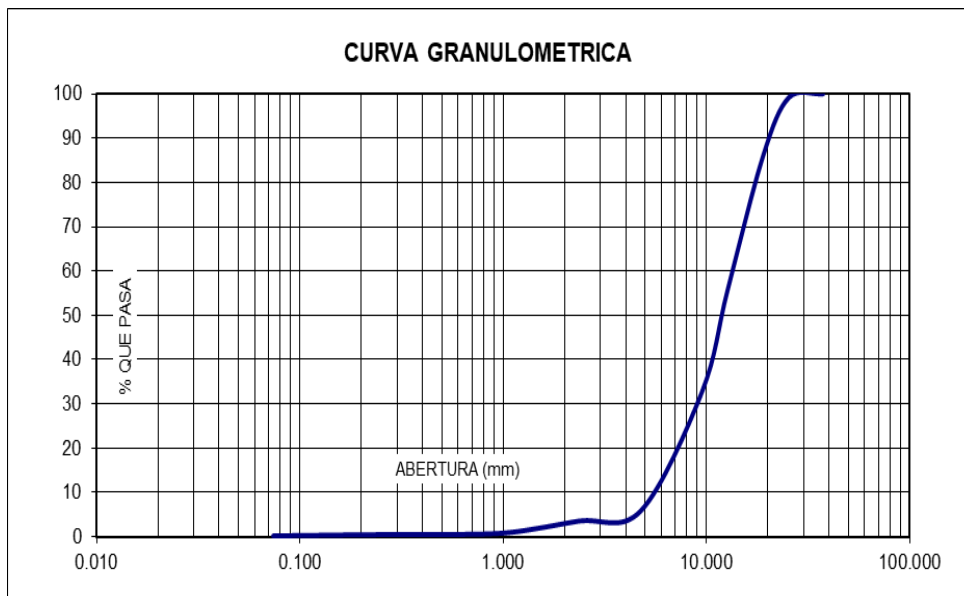


**Interpretación:** Se pudo observar que existe una homogeneidad entre las diferentes partículas de escoria, que generalmente presentan un color que va desde un gris claro, hasta un gris oscuro.

En cuanto en la textura de la escoria, se pudo observar que presenta cantos angulosos mientras que otros presentan superficie granulosa e irregular.

#### 4.2.2. Granulometría

FIGURA N°89: Escoria de acero de Sider Perú



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Según la curva granulométrica de la escoria de acero, se pudo observar que se logró tener un % retenido acumulado de 67.25% en la malla de 3/8", considerando buen material como agregado grueso en la estabilización de la subrasante.

#### 4.2.3. Color y Tamaño

FIGURA N°90: Diferentes tamaños y colores de la escoria



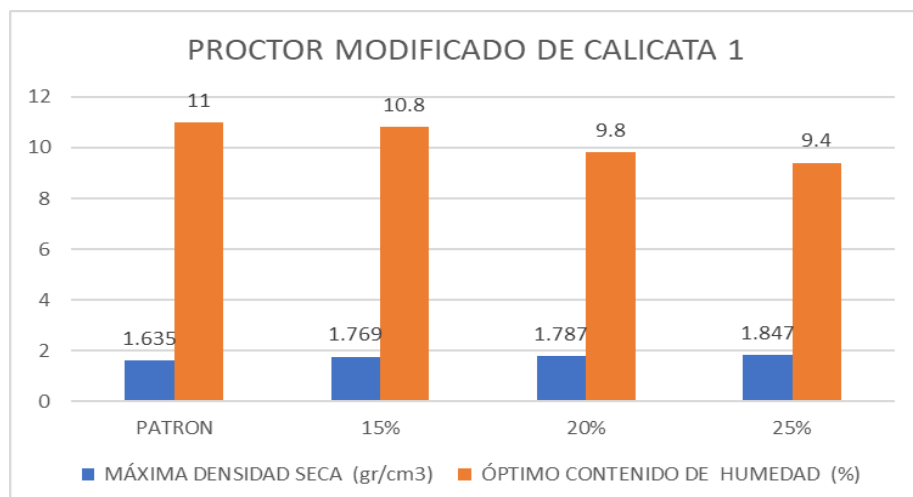
Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** En la recolección de escoria y mediante el ensayo granulométrico se pudo observar que la escoria viene en diferentes tamaños desde los 10mm hasta los 27mm de diámetro, mientras que también se apreció diferentes colores que varían de tono entre un gris claro, hasta un gris oscuro.

#### 4.3. Evaluación comparativa entre las propiedades físicas y mecánicas de la muestra patrón y las muestras con adición de escoria

##### CALICATA 01

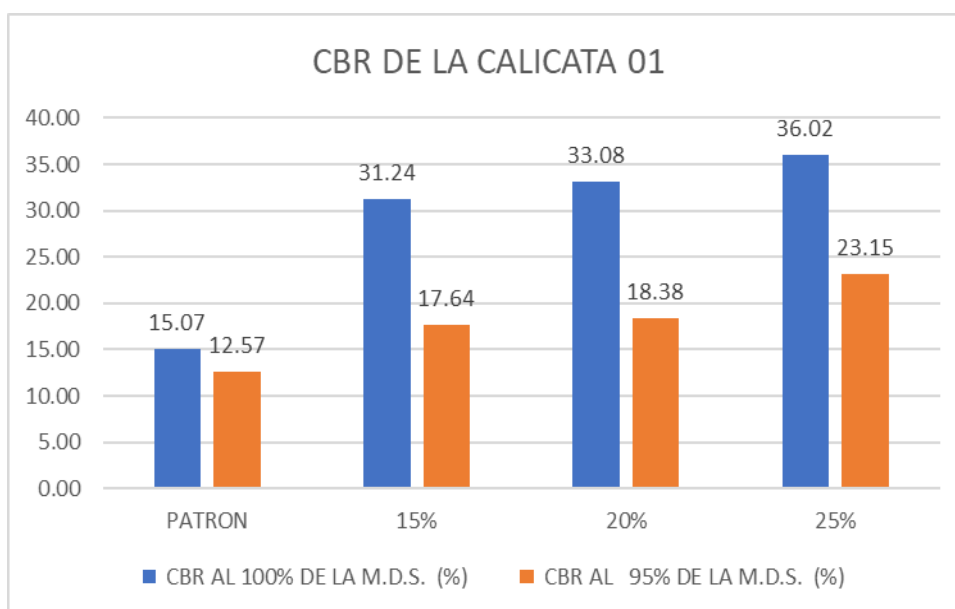
FIGURA N°91: Resultados del Proctor Modificado en la Calicata 01 con adición de escoria



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Los resultados que obtuvimos al realizar los ensayos de Proctor Modificado de las muestras de la calicata 01 con las adiciones de 15%, 20% y 25% de escoria de acero, demostraron que al adicionar esos porcentajes de escoria a la muestra patrón, la máxima densidad seca aumentó de 1.635 gr/cm<sup>3</sup> a 1.769 gr/cm<sup>3</sup>, 1.787 gr/cm<sup>3</sup> y 1.847 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente y el óptimo contenido de humedad de nuestra muestra patrón, se redujo de 11% a 10.8%, 9.8% y 9.4% respectivamente.

FIGURA N°92: Resultados del CBR en la Calicata 01



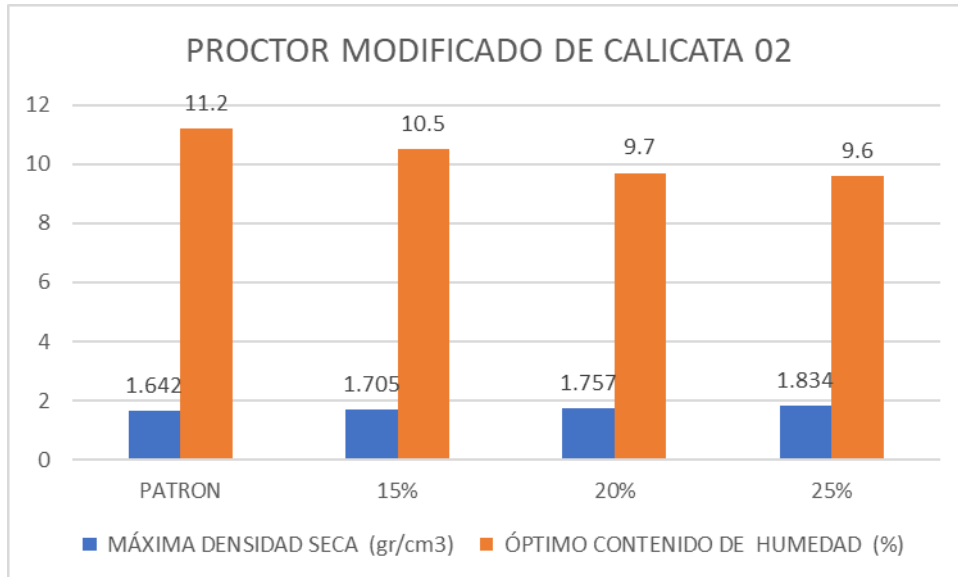
Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Al realizar el CBR al 100% de la M.D.S., se observó un aumento considerable, teniéndose un CBR de 15.07% en la muestra patrón y al adicionar la escoria en un 15%, 20% y 25% se obtuvo un CBR de 31.24%, 33.08% y 36.02% respectivamente.

Por otro lado, en el CBR al 95% de la M.D.S. de la muestra patrón se obtuvo un 12.57% y al adicionar la escoria en un 15%, 20% y 25%, se logró un CBR de 17.64%, 18.38% y 23.15%, resultados menores en comparación al CBR al 100% de la M.D.S.

## CALICATA 02

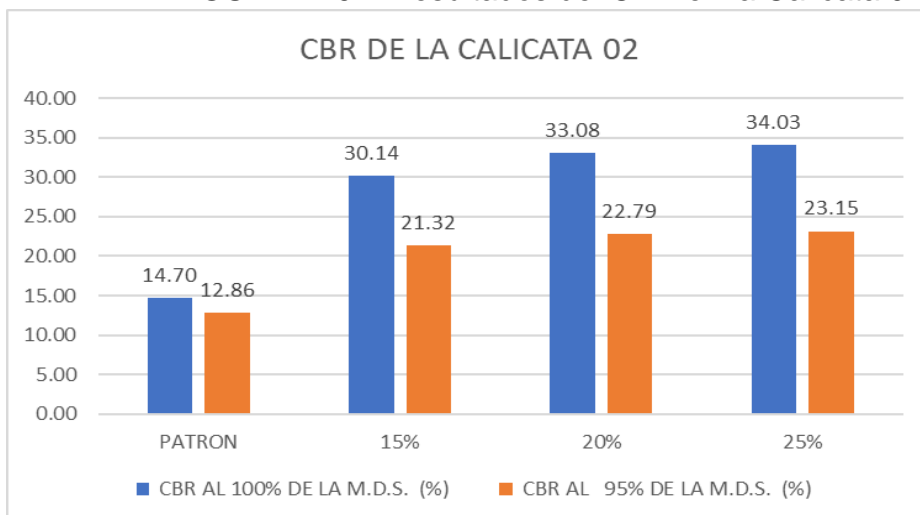
FIGURA N°93: Resultados del Proctor Modificado en la Calicata 02



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Los resultados que obtuvimos al realizar los ensayos de Proctor Modificado de las muestras de la calicata 02 con las adiciones de 15%, 20% y 25% de escoria de acero, demostraron que al adicionar esos porcentajes de escoria a la muestra patrón, la máxima densidad seca aumentó de 1.642 gr/cm<sup>3</sup> a 1.705 gr/cm<sup>3</sup>, 1.757 gr/cm<sup>3</sup> y 1.834 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente y el óptimo contenido de humedad de nuestra muestra patrón, se redujo de 11.2% a 10.5%, 9.7% y 9.6% respectivamente.

FIGURA N°94: Resultados del CBR en la Calicata 02



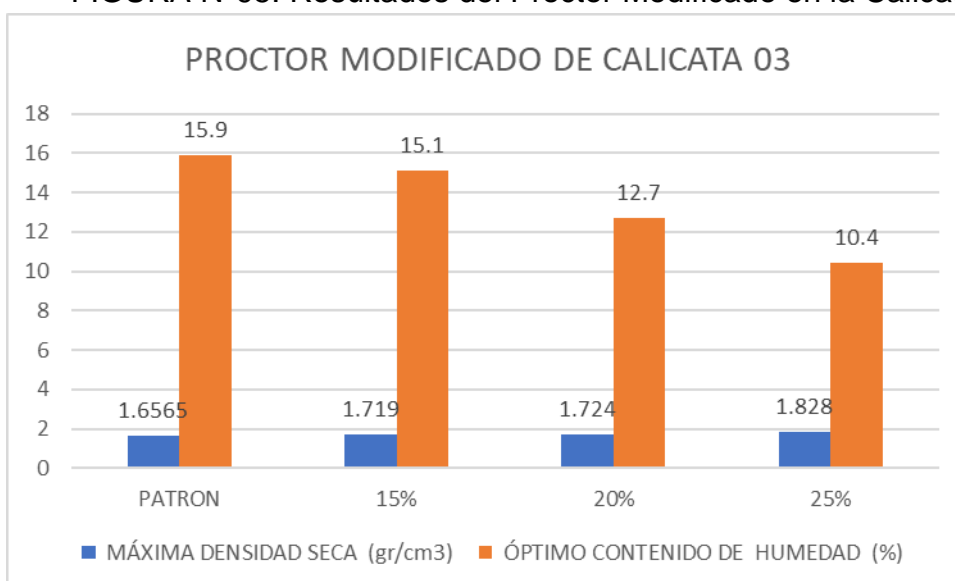
Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Al realizar el CBR al 100% de la M.D.S., se observó un aumento considerable, teniéndose un CBR de 14.70% en la muestra patrón y al adicionar la escoria en un 15%, 20% y 25% se obtuvo un CBR de 30.14%, 33.08% y 34.03% respectivamente.

Por otro lado, en el CBR al 95% de la M.D.S. de la muestra patrón se obtuvo un 12.86% y al adicionar la escoria en un 15%, 20% y 25%, se logró un CBR de 21.32%, 22.79% y 23.15%, resultados menores en comparación al CBR al 100% de la M.D.S.

### CALICATA 03

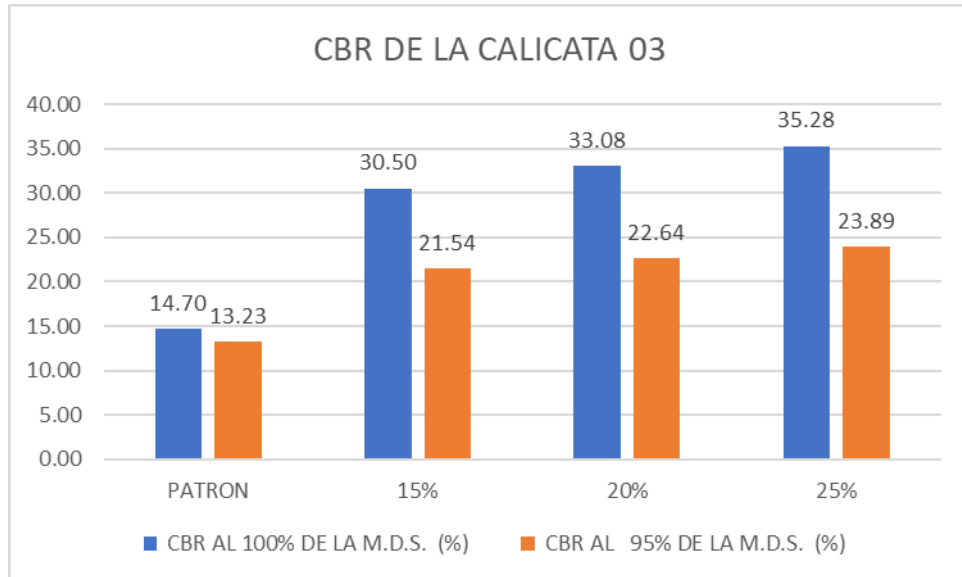
FIGURA N°95: Resultados del Proctor Modificado en la Calicata 03



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Los resultados que obtuvimos al realizar los ensayos de Proctor Modificado de las muestras de la calicata 03 con las adiciones de 15%, 20% y 25% de escoria de acero, demostraron que al adicionar esos porcentajes de escoria a la muestra patrón, la máxima densidad seca aumentó de 1.656 gr/cm<sup>3</sup> a 1.719 gr/cm<sup>3</sup>, 1.724 gr/cm<sup>3</sup> y 1.828 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente y el óptimo contenido de humedad de nuestra muestra patrón, se redujo de 15.9% a 15.1%, 12.7% y 10.4% respectivamente.

FIGURA N°96: Resultados del CBR en la Calicata 03



Fuente: Elaboración propia.

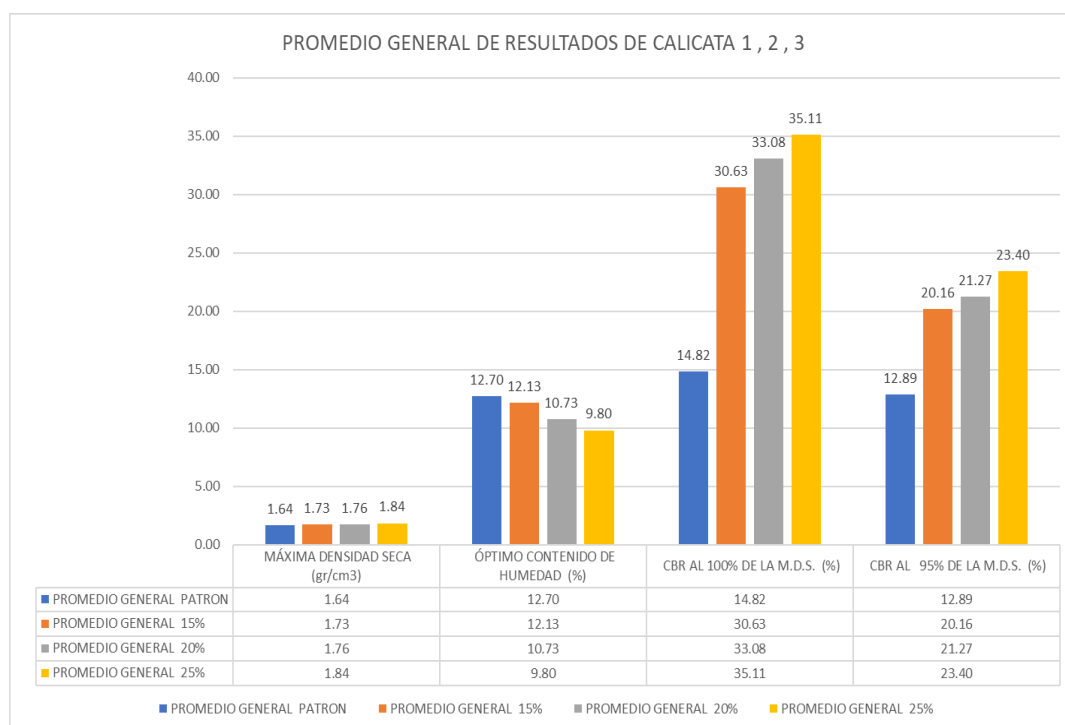
**Interpretación:** Al realizar el CBR al 100% de la M.D.S., se observó un aumento considerable, teniéndose un CBR de 14.70% en la muestra patrón y al adicionar la escoria en un 15%, 20% y 25% se obtuvo un CBR de 30.50%, 33.08% y 35.28% respectivamente.

Por otro lado, en el CBR al 95% de la M.D.S. de la muestra patrón se obtuvo un 13.23% y al adicionar la escoria en un 15%, 20% y 25%, se logró un CBR de 21.54%, 22.64% y 23.89%, resultados menores en comparación al CBR al 100% de la M.D.S.

#### 4.4. Optimo porcentaje de adición de escoria de acero

##### 4.4.1. Adición de 15% de escoria de acero en subrasante

FIGURA N°97: Resultados promedio de las 03 calicatas



Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** La elección de utilizar un 15% de adición de escoria de acero se fundamenta en una cuidadosa evaluación de los resultados obtenidos en la investigación. A pesar de que la adición de un 20% y un 25% de escoria de acero demuestra mejoras notables en el Índice de Soporte Californiano (CBR) y la Máxima Densidad Seca (M.D.S.), se observa una tendencia a la disminución del óptimo contenido de humedad a medida que se incrementa la cantidad de escoria, esta disminución del óptimo contenido de humedad va desde el 12.70% de la muestra patron y reduciéndose a un 12.13%, 10.73% y 9.80% respectivamente mientras se adiciona el 15%, 20% y 25% de escoria de acero.

El análisis detallado indica que al utilizar un 15% de escoria de acero, se logra una mejora significativa en el CBR al 100% de la M.D.S., alcanzando un valor del 30.63%. Esta cifra representa un aumento sustancial y positivo en la capacidad de la subrasante para resistir cargas y deformaciones. Además, la Máxima Densidad Seca (M.D.S.) también experimenta un incremento considerable, registrando un valor de 1.73 gr/cm<sup>3</sup>.

FIGURA N°98: Influencia económica de la adición de escoria en 15% a la subrasante

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO (m <sup>2</sup> )				
Descripción	Subrasante sin Escoria de Acero		Subrasante con 15% de Escoria de Acero	
	Espesor (cm)	Costo (S/)	Espesor (cm)	Costo (S/)
Carpeta Asfáltica	9	86.22	5	47.9
Base Granular	12.5	10.625	17.5	14.875
Subbase Granular	37.5	18.75	37.5	18.75
Total	59	115.595	60	81.525

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** La elección de un 15% de adición no solo se sustenta en la eficacia demostrada en los resultados, sino también en consideraciones prácticas y económicas. Al optar por un 15% de escoria, se logra obtener mejoras notables en las propiedades mecánicas del suelo sin requerir un uso excesivo de material, lo que resulta en una solución eficiente y económicamente viable. Esta decisión busca optimizar el rendimiento de la subrasante con un enfoque equilibrado entre mejoras significativas y la eficiente utilización de recursos, destacando la viabilidad técnica y económica de la adición del 15% de escoria de acero en el proceso de estabilización.

Esto se ve reflejado en ventajas económicas como en el ejercicio de la estructura de un metro cuadrado de pavimento flexible.

Comparando las dos opciones, la subrasante con adición de 15% de escoria de acero presenta una disminución en los espesores de la carpeta asfáltica, base granular y subbase granular en comparación con la subrasante sin adición. Esto resulta en un ahorro significativo en los costos de materiales. En la subrasante con escoria, el espesor de la carpeta asfáltica se reduce de 9 cm a 5 cm, lo que representa una disminución en los costos. Además, la base granular aumenta su espesor de 12.5 cm a 17.5 cm, pero a un costo menor por unidad de espesor. La subbase granular mantiene su espesor y costo.



Para calcular el porcentaje de ahorro, podemos comparar los costos totales de cada opción:

**Sin adición de escoria:**

Carpeta asfáltica: 86.22 soles

Base granular: 10.625 soles

Subbase granular: 18.75 soles

Costo total sin escoria:  $86.22 + 10.625 + 18.75 = 115.595$  soles

**Con adición de 15% de escoria:**

Carpeta asfáltica: 47.9 soles

Base granular: 14.875 soles

Subbase granular: 18.75 soles

Costo total con escoria:  $47.9 + 14.875 + 18.75 = 81.525$  soles

**Para calcular el porcentaje de ahorro:**

$\text{Ahorro \%} = (\text{Costo sin escoria} - \text{Costo con escoria} / \text{Costo sin escoria}) \times 100$

$\text{Ahorro \%} = (115.595 - 81.525 / 115.595) \times 100 \approx 29.4\%$

$\text{Ahorro \%} = (34.07 / 115.595) \times 100 \approx 29.4\%$

Por lo tanto, al adicionar un 15% de escoria, se logra un ahorro del aproximadamente 29.4% en los costos totales.

En resumen, al adicionar un 15% de escoria de acero, se logra un ahorro considerable en el costo total de materiales para la construcción de la carretera, principalmente debido a la reducción en el espesor de la carpeta asfáltica. Es importante considerar estos ahorros al evaluar la viabilidad económica de la alternativa con escoria.

## V. DISCUSIÓN

Estamos de acuerdo con el estudio realizado por Ospina, Chávez, y Jiménez ya que el producto de los ensayos aplicados a particularidades de los suelos arroja algunas similitudes y diferencias notables. Ambos estudios se centran en la incorporación de escoria siderúrgica a suelos arenosos, pero existen algunas diferencias claves en los resultados y las conclusiones.

### **Similitudes:**

Impacto positivo en las propiedades del suelo: Tanto el estudio de Ospina, Chávez, y Jiménez como los resultados de los ensayos muestran que la incorporación de escoria de acero tiene un impacto positivo en las propiedades de los suelos arcillosos. Ambos estudios observan mejoras en términos de densidad, contenido de humedad y el índice de soporte californiano (CBR).

Dosis efectiva: En ambos estudios, se observa que, a mayores dosis de escoria de acero, se obtienen mejoras más significativas en las propiedades del suelo. Esto sugiere una relación directa entre la cantidad de escoria de acero añadida y la mejora resultante en el suelo.

### **Diferencias:**

Resultados específicos: Los valores numéricos de los resultados difieren entre los dos estudios. Por ejemplo, el estudio de Ospina, Chávez, y Jiménez informa que una dosis del 75% de escoria de acero aumenta el CBR en un 30.20%, mientras que los resultados de los ensayos indican valores de CBR de 35.11% con una dosis del 25%. Estas diferencias pueden deberse a variaciones en las condiciones del suelo, las metodologías de ensayo y otros factores.

Efecto en el contenido de humedad: El estudio de Ospina, Chávez, y Jiménez no se centra específicamente en el efecto de la escoria de acero en el contenido de humedad, mientras que nuestros resultados de los ensayos mencionan cambios en el contenido de humedad con la adición de escoria. Estas diferencias podrían deberse a objetivos de investigación diferentes o a variaciones en las propiedades de los suelos de estudio.

En general, ambos estudios respaldan la idea de que la adición de escoria de acero perfecciona las propiedades de los suelos arcillosos, lo que puede ser beneficioso en proyectos de construcción. Sin embargo, las diferencias en los resultados destacan la relevancia de tomar en cuenta las condiciones

específicas del sitio y las metodologías de prueba al aplicar estos hallazgos en proyectos prácticos. Los ingenieros deben adaptar las dosis y las estrategias de adición de escoria de acero a las índoles específicas de su proyecto para lograr los mejores resultados.

Este cuadro comparativo resalta las dosificaciones de escoria de acero, los cambios en el contenido de humedad, la densidad seca máxima y los valores del índice de soporte californiano (CBR) observados en ambos estudios. Se tuvo en cuenta que el estudio de Ospina et al. proporciona resultados específicos para el 0%, 25%, 50%, y 75% de escoria de acero, mientras que nuestros resultados de los ensayos se centran en el 15%, 20%, y 25%.

Por otro lado, también aceptamos y estamos de acuerdo en su totalidad con los resultados del estudio realizado por Leiva, Montenegro y Ponce (2017) debido a que sus resultados proporcionan una visión interesante de cómo la adición de escoria de acero puede influir en las propiedades de un suelo arcilloso. A continuación, se presenta una discusión de estas dos investigaciones y sus hallazgos:

Estudio de Leiva, Montenegro y Ponce (2017):

En este estudio, el objetivo principal fue determinar las propiedades mecánicas y físicas de un suelo arcilloso sin adición y con dos dosificaciones diferentes de escoria blanca. Se observaron las siguientes conclusiones:

Índice de Plasticidad: El suelo arcilloso sin adición de escoria tenía un índice de plasticidad del 31%. La adición de escoria en dos dosificaciones (7% y 12%) resultó en una disminución significativa de la plasticidad, con valores de 23% y 20% respectivamente. Esto indica una reducción en la tendencia del suelo a la deformación plástica.

Contenido de Humedad Óptimo: Se encontraron valores de contenido de humedad óptimo de 16%, 19%, y 19% respectivamente para el suelo sin adición y las mezclas con adiciones del 7% y 12% de escoria. Estos valores reflejan la cantidad de humedad necesaria para obtener las mejores propiedades mecánicas del suelo.

CBR: El suelo natural tenía un valor de CBR del 7%. La adición de escoria resultó en mejoras en la resistencia del suelo, con valores de CBR del 10% para la mezcla con un 7% de escoria y del 15% para la mezcla con un 12% de escoria. Estos resultados indican una clara mejora en la capacidad de carga del suelo con la incorporación de escoria de acero.

### **Resultados:**

En nuestros resultados, al adicionar 15%, 20%, y 25% de escoria de acero a la muestra patrón, se observó un incremento en la Máxima Densidad Seca, un aumento en el índice de humedad óptimo con un 15% de escoria, y un incremento en el CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca.

### **Discusión Comparativa:**

Ambos estudios demuestran que añadir la escoria siderúrgica tiene un efecto positivo en las propiedades de los suelos arcillosos y arenosos. En nuestro estudio, al igual que en el estudio de Leiva, Montenegro y Ponce, se observa una mejora en la densidad y en el CBR con la adición de escoria. Sin embargo, las dosificaciones y las magnitudes de mejora pueden variar entre los dos estudios debido a las diferencias en las condiciones del suelo, las metodologías de ensayo y otros factores.

En general, tanto nuestro estudio como el estudio anterior respaldan la idea de que la incorporación de escoria de acero es beneficiosa para mejorar las propiedades mecánicas y físicas de los suelos arcillosos. La dosificación óptima de escoria puede variar según las condiciones del suelo, por lo que es importante adaptar la cantidad de escoria a las necesidades específicas de cada proyecto.

Este cuadro compara los cambios observados en el índice de plasticidad, el contenido de humedad óptimo y el CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca al adicionar diferentes cantidades de escoria de acero. Ten en cuenta que el estudio de Leiva, Montenegro y Ponce proporciona valores específicos para las dosificaciones del 7% y el 12% de escoria, mientras que tus resultados se centran en el 15%, 20%, y 25%. Ambos estudios muestran una reducción en el índice de plasticidad y una mejora en el contenido de humedad óptimo con la

adición de escoria, así como un aumento en el CBR, lo que indica una mejora en la resistencia del suelo.

Por último, realizamos el cotejo de los resultados de nuestra tesis con la investigación realizada por Figueroa y Mamani (2019) proporciona un panorama interesante sobre la influencia de las escorias en las propiedades de los suelos y afirmados.

Según el estudio realizado por Figueroa y Mamani se centró en brindar un bosquejo de afirmado trabajando con escorias oscuras como producto sustituto. Los resultados clave de su investigación son:

Densidad Seca Máxima: Se obtuvo una densidad seca máxima de  $1.924 \text{ g/cm}^3$  al utilizar escorias negras en el afirmado.

Contenido de Humedad Óptimo: Se encontró que el contenido de humedad óptimo para obtener las mejores propiedades del suelo fue del 9.2% al adicionar escorias negras.

Nivel de Compactación: Al agregar escorias negras, se logró un nivel de compactación superior al 85%, lo cual supera el límite mínimo requerido por las normativas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) en Perú, alcanzando un valor del 87.09%.

CBR: Los valores de CBR para las muestras de escoria oscilaron entre el 49.3% y el 51.1%, con un promedio de 50.03%. Esto indica una resistencia considerable del suelo mejorada por la incorporación de escorias negras.

Mientras que nuestros resultados se centraron en la adición de escoria siderúrgica a un pavimento arcilloso, lo que también influyó en diversas propiedades del suelo, como la densidad, el contenido de humedad y el CBR.

### **Análisis y Discusión Comparativa:**

Tipo de Escoria: Una diferencia fundamental entre los dos estudios es el tipo de escoria utilizada. Figueroa y Mamani emplearon escorias negras, mientras que en nuestra investigación se utilizó escoria de acero. Ambos tipos de escoria

pueden tener composiciones diferentes y, por lo tanto, efectos distintos en las propiedades del suelo.

**Densidad Seca Máxima:** Nuestros ensayos demostraron una densidad seca máxima de 1.84 gr/cm<sup>3</sup> al utilizar escorias de acero en la subrasante. Sin embargo, es evidente que ambos estudios lograron un aumento en la densidad del suelo, lo que indica una mejora en la compactación.

**Contenido de Humedad Óptimo:** Tanto tu estudio como el de Figueroa y Mamani observaron un aumento en el contenido de humedad óptimo con la adición de escorias. Esto sugiere que las escorias pueden actuar como agentes de mejora en términos de compactación y resistencia.

**Nivel de Compactación:** En ambos estudios, se alcanzaron niveles de compactación superiores a los requisitos mínimos establecidos por las normativas locales. Esto indica que la adición de escorias tiene un efecto positivo en la capacidad de compactación del suelo.

**CBR:** Ambos estudios demostraron un aumento en el CBR, lo que significa una mejora en la resistencia del suelo. Los valores de CBR en tu estudio alcanzaron hasta el 35.11%, mientras que en el estudio de Figueroa y Mamani oscilaron entre el 49.3% y el 51.1%. Esto sugiere que las escorias negras pueden haber tenido un efecto aún más significativo en la mejora del CBR en comparación con las escorias de acero.

En resumen, estamos de acuerdo con los estudios ya que respaldan la idea de que la adición de escorias mejora las propiedades de los suelos, pero hay diferencias debido al tipo de escoria utilizada y las condiciones específicas del suelo. La investigación de Figueroa y Mamani destaca una mejora notable en el CBR y una alta densidad seca máxima con la adición de escorias negras. Cabe recalcar que es crucial saber que los resultados posiblemente varíen según la composición de la escoria, las condiciones del suelo y las normativas locales.

## VI. CONCLUSIONES

1. Se determinó que, en cuanto a los resultados obtenidos, las propiedades físicas de nuestra subrasante es un suelo arenoso, con clasificación SUCS de SP y una clasificación AASHTO de A-3 excelente a bueno como subgrado, mientras que, por parte de sus propiedades mecánicas, nos indica que al poseer un CBR entre un 8% al 17%, el Instituto de Construcción y Gerencia lo clasifica como una subrasante buena.
2. La escoria de acero exhibe homogeneidad en sus partículas, con colores que varían entre gris claro y oscuro. Su textura combina cantos angulosos con superficies granulosas e irregulares, sugiriendo una composición versátil para mejorar el suelo.  
El análisis granulométrico muestra un 67.25% retenido en la malla de 3/8", indicando que la escoria es un buen material como agregado grueso. Su variabilidad en tamaño (10 mm a 27 mm) y colores ofrece versatilidad.  
En resumen, la escoria de acero presenta cualidades adecuadas como material estabilizante, brindando una opción efectiva para mejorar la subrasante de la Avenida Camino Real.
3. Después de minuciosos análisis de las particularidades físicas y mecánicas de la subrasante al introducir la escoria de siderúrgica en la Avenida Camino Real - Ancash - 2023, se destacan mejoras significativas que respaldan la eficacia de este estabilizante. En relación con las particularidades físicas y mecánicas de la subrasante al añadir la escoria de acero en la Avenida Camino Real, se evidencia claramente una mejora significativa. Los ensayos realizados, que incluyeron dosificación óptima de escoria de acero en el terreno natural, contenido índice de humedad, CBR, alta consistencia seca y ensayos de Proctor, revelaron mejoras notables en las particularidades de la subrasante con la adición de este producto estabilizante corroborando así que, al adicionar escoria de acero en la subrasante, mejora sus propiedades físicas y mecánicas.
4. Según el producto obtenido en la investigación, se alcanzó determinar de manera concluyente que la adición de escoria de acero a la subrasante de la Avenida Camino Real en porcentajes del 15%, 20% y 25% influyó

significativamente en sus particularidades físicas y mecánicas. Al analizar la dosificación óptima de escoria de acero en el terreno natural, se observó que el 15% de adición logró mejorar de manera eficiente las propiedades del suelo, demostrando un equilibrio óptimo entre mejoras mecánicas y un uso eficiente de la escoria.

En términos de contenido óptimo de humedad, se identificó que la adición del 15% de escoria proporcionó una reducción adecuada en comparación con los porcentajes superiores, lo que sugiere una mejor compactación. Además, los ensayos de Proctor y CBR en la muestra patrón y las muestras con adición de escoria indicaron que el 15% logró el mejor rendimiento, evidenciando una mayor densidad seca y resistencia al esfuerzo cortante. Por otro lado, al incrementar la adición al 20% y 25%, no se observaron mejoras significativas y, en algunos casos, se evidenció una disminución en las propiedades estudiadas.

En conclusión, basándonos en los resultados obtenidos, la adición del 15% de escoria de acero se presenta como la opción más efectiva y eficiente para regenerar las particularidades de la subrasante en la Avenida Camino Real, ya que logra un equilibrio entre mejoras mecánicas y una utilización prudente de la escoria.



## VII. RECOMENDACIONES

1. Recomendamos a los futuros investigadores que tomen en cuenta el efecto positivo de la escoria de siderúrgica en las particularidades maquinistas de la subrasante, se recomienda realizar investigaciones adicionales para evaluar cómo diferentes porcentajes de adición de escoria (20%, 25%, etc.) podrían impactar aún más en la capacidad de soporte y resistencia al esfuerzo cortante del suelo.
2. Se recomienda a los futuros tesisistas llevar a cabo experimentos adicionales, como ensayos de carga repetida y análisis triaxiales, para confirmar la capacidad de la subrasante ante condiciones de carga más complejas y evaluar su comportamiento a largo plazo.
3. Recomendamos a toda autoridad nacional ambiental que considere a futuro la aplicación de escoria de acero como estabilizante, y a su vez realizar un análisis ambiental y de sostenibilidad. Evaluar el impacto ambiental de la extracción y procesamiento de la escoria, así como la viabilidad a largo plazo de esta técnica en términos de sostenibilidad, sería valioso para futuros proyectos de infraestructura.
4. Recomendamos a la CAPECO realizar un análisis de costos y beneficios a largo plazo de la implementación de la escoria de acero en términos de mantenimiento, durabilidad y eficiencia. Esto proporcionaría una perspectiva más completa sobre la viabilidad económica y los beneficios a largo plazo de la técnica propuesta.
5. Recomendamos a los futuros investigadores que consideren a futuro la extensión de la investigación a otros tipos de suelo comúnmente encontrados en la región para evaluar la aplicabilidad de la técnica en diferentes contextos geotécnicos y climáticos.

## REFERENCIAS

1. MINISTERIO DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES (Perú). MTC EG-2016: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción. Lima, 2013.
2. SIDER Perú, Perú. Febrero de 2021. Disponible en [https://www.siderperu.com.pe/sites/pe\\_gerdau/files/PDF/Memoria%20Anual%20-SIDERPERU%202020.pdf](https://www.siderperu.com.pe/sites/pe_gerdau/files/PDF/Memoria%20Anual%20-SIDERPERU%202020.pdf)
3. Worldsteel, 2021. Producción mundial de acero. DISPONIBLE EN: <https://bizrepublic.com/produccion-mundial-de-acero-crecio-un-37-en-2021-a-pesar-de-caida-en-china-segun-datos-de-worldsteel/>
4. Ospina, M., Chaves, S., & Jimenez, L. (2020). Mejoramiento de subrasantes de tipo arcillosos mediante la adición de escoria de acero. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 11(1).
  - a. DISPONIBLE EN: <https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n1.2020.11692>
5. Rondón, H., Ruge, J., Patiño, D., Vacca, H., Reyes, F., & Fernández, W. (2018). Caracterización de una escoria de alto horno para proyectos. Revista ingeniería de construcción, 33(1).
  - a. DISPONIBLE EN: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000100083>
6. Leiva, D., Montenegro, J., & Ponce, R. (2017). Caracterización de un suelo arcilloso y su mezcla con escoria blanca proveniente de la siderurgia integral. Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile. OBTENIDO EN: <http://repositoriodigital.ucsc.cl/bitstream/handle/25022009/1418/Leiva%20Vidal%2C%20Daniel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
7. Hidalgo, D. (2016). Análisis comparativo de los procesos de estabilización de suelo con enzimas orgánicas y suelo – cemento aplicado a suelos de subrasante. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
8. OBTENIDO EN: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/24610/1/Tesis%201090%20-%20Hidalgo%20Benavides%20Deivys%20Ismael.pdf>

9. Jurado, C., & Clavijo, D. (2016). Estabilización de suelos con cemento tipo MH para mejorar las características físicas y mecánicas del material de subsuelo de la zona de talleres y cocheras de la PLMQ, Sector Quitumbe. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
10. Figueroa, I., & Mamani, C. (2019). Diseño de carreteras afirmadas en base a escorias negras, provenientes de la planta de aceros Arequipa de Pisco, para zonas rurales. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
11. ALEGSA, Leandro. (2014) Definición de Alto Horno - Revista de Alto Horno DISPONIBLE EN: [https://www.definiciones-de.com/Definicion/de/alto\\_horno.php](https://www.definiciones-de.com/Definicion/de/alto_horno.php)
12. Quezada, S. (2017). Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación. Universidad de Piura. OBTENIDO EN: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3207/ICI\\_242.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3207/ICI_242.pdf)
13. Salas, M. (2017). Estabilización de suelos con adición de cemento y aditivo terrasil para el mejoramiento de la base del km 11+000 al km 9+000 de la carretera Puno – Tiquillaca – Mañazo. Universidad Andina “Nestor Cáceres Velasquez”. Juliaca: UANCV.
14. Angulo Reyes (2016). Pavimentos: Materiales, Construcción y Diseño. Bogotá-Colombia: Macro.
15. Bonifacio, W., & Sánchez, J. (2015). Estabilización química en carreteras no pavimentadas usando cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento en la región Lambayeque. Pimentel: Universidad Señor de Sipán. OBTENIDO EN: <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/3947/TEsisBONIFACIO-SANCHEZ-FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
16. Ospina, M., Chaves, S., & Jimenez, L. (2020). Mejoramiento de subrasantes de tipo arcillosos mediante la adición de escoria de acero. Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 11(1). DISPONIBLE EN: <https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n1.2020.11692>

17. Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). Manual de Ensayo de Materiales. Obtenido de MTC: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf)
18. Norma Técnica Peruana (NTP 339.128). (2014). Suelos. método de ensayo para el análisis granulométrico. Diario Oficial el Peruano, pág. 23.
19. Norma Técnica Peruana (NTP 339.134). (24 de octubre de 2014). Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS). Diario Oficial El Peruano, pág. 28.
20. Norma Técnica Peruana 339.129 (Comité Técnico Permanente de Geotecnia 26 de Enero de 2000).
21. Crespo, C. (2017). Mecánica de suelos y cimentaciones (6ta ed.). México: Limusa.
22. Rivera, J., Aguirre, A., Mejía, R., Orobio, A. (2020). Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente (revisión). Informador Técnico. doi:10.23850/22565035.2530
23. Neuman, WL (2019) Métodos de investigación social: enfoques cualitativos y cuantitativos. 7ª edición: Pearson Education, Chandler
24. Borja, M. (2018). Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo.
25. Acurio J. R. (2019). Suelo a través de dos procedimientos: la densificación y la modificación de sus características granulométricas. PUC
26. Balestrini (2018), Definición de muestra, clasificándola: infinita y finita. p68. Columbia
27. COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ. DISPOSICIONES GENERALES [en línea]. 2022, 4 [consultado el 8 de junio de 2023]. Disponible en: <http://cdlima.org.pe/wp-content/uploads/2019/05/CÓDIGO-DE-ÉTICA-REVISIÓN-2018.pdf>

28. Valarino (2019), PCI, respaldado por la norma ASTM D6433. pg.88. Informador Técnico
29. Hernández, Fernández (2019), Definición de población al conjunto total de criterios establecidos. Metodología de la investigación científica
30. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO. Resolución de Consejo Universitario N° 0126/2017-UCV [en línea]. 2017, 16 [consultado el 10 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.ucv.edu.pe/wp-content/uploads/2020/09/CÓDIGO-DE-ÉTICA-1.pdf>

**ANEXOS**

## **ANEXO 1: Operacionalización de la variable independiente.**

VARIABLES DE ESTUDIO	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
VARIABLE INDEPENDIENTE LA ADICION DE ESCORIA DE ACERO	Según (H. Rondón, y otros, 2018, pág. 83) la escoria de acero es un material que se forma cuando el mineral de hierro, coque y un fundente (ya sea de piedra caliza o dolomita) se funden juntos en un alto horno	En el proceso de estabilización de la subrasante, se añadirá escoria de acero en diferentes proporciones (15%, 20%, 25% en peso) a cada muestra. Luego, se realizarán ensayos de CBR para evaluar su mejora. La escoria de acero se puede medir y cuantificar de diferentes maneras, dependiendo del propósito y la aplicación específica. Algunos métodos que emplearemos para medir la escoria de acero incluyen: el peso, el volumen, análisis granulométrico.	Dosificación de escoria de acero.	Porcentaje de mezclado al 15%	Razón
				Porcentaje de mezclado al 20%	
				Porcentaje de mezclado al 25%	
			Propiedades físicas y mecánicas de la escoria de acero.	Densidad Máxima (gr/cm <sup>3</sup> ).	Razón
				Humedad Optima (%).	Intervalo
				Desgaste	Razón
				Análisis Granulométrico	Razón
				CBR (%)	Intervalo



## **Anexo 2: Operacionalización de la variable dependiente.**

<b>VARIABLES DE ESTUDIO</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
VARIABLE DEPENDIENTE ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE	Según (Acurio J. R., 2016, pág. 142). La estabilización Consiste en mejorar las propiedades del suelo por densificación y por mejora de sus características granulométricas, mediante la mezcla con otro material	Consiste en mejorar las propiedades de suelo por densificación, además se mejora las características granulométricas, mediante la mezcla con otro material como la escoria de acero.	Propiedades físicas del suelo	Análisis Granulométrico	Intervalo
				Sistema de Clasificación de Suelos	Nominal
				Contenido de Humedad (%)	Intervalo
				CBR	Intervalo
			Propiedades mecánicas del suelo	Límites de Consistencia.	Intervalo
				Máxima densidad seca (kg/cm <sup>3</sup> )	Razón
				Contenido de humedad óptimo (%)	Intervalo
				Ensayo de CBR (%)	Intervalo

## **Anexo 3: Matriz de consistencia**

TITULO	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS
Influencia de la adición de escoria de acero en la estabilización de la subrasante del pavimento de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023	¿Cuál es la influencia de la adición de escoria de acero en la estabilización de la subrasante en la Avenida Camino Real - Ancash - 2023?	Determinar la influencia de la adición de escoria de acero en la subrasante de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023	La influencia en la adición de escoria de acero en la subrasante reduce el tamaño del paquete estructural del pavimento de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023
	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	Objetivo específico	Hipótesis específicas
	¿Cómo son las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023?	Determinar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023	Las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de la Avenida Camino Real no son las adecuadas
	¿Cómo son las propiedades físicas y mecánicas de la escoria de acero de la Sider Perú para ser usado como material estabilizante de la subrasante de la Avenida Camino Real?	Determinar las propiedades físicas de la escoria de acero de la Sider Perú en la subrasante de la Avenida Camino Real	Las propiedades físicas y mecánicas de la escoria de acero son favorables en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023

	<p>¿Cuál será el resultado de la comparación de las propiedades mecánicas de la subrasante al adicionar el 15%, 20% y 25% de escoria?</p>	<p>Realizar una evaluación comparativa de las propiedades mecánicas de la subrasante al adicionar la escoria de acero y sin adición de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023</p>	<p>Se identificaron mejoras significativas en términos de resistencia y características específicas en la evaluación comparativa de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante que incorpora el 15% escoria de acero</p>
	<p>¿Cuál será el óptimo porcentaje de adición de escoria de acero que tendrá mejor comportamiento en la subrasante de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023?</p>	<p>Determinar la influencia del óptimo porcentaje de adición de escoria de acero que tendrá mejor comportamiento en la subrasante de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023</p>	<p>El porcentaje óptimo de adición de escoria de acero es de 15% en la estabilización de suelos de la subrasante de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023</p>

## **Anexo 4: Ensayos de Mecánica de Suelos**



**INGENIERÍA GEOTÉCNICA - LABORATORIO Y CONSTRUCCIÓN  
INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EN OBRAS CIVILES**

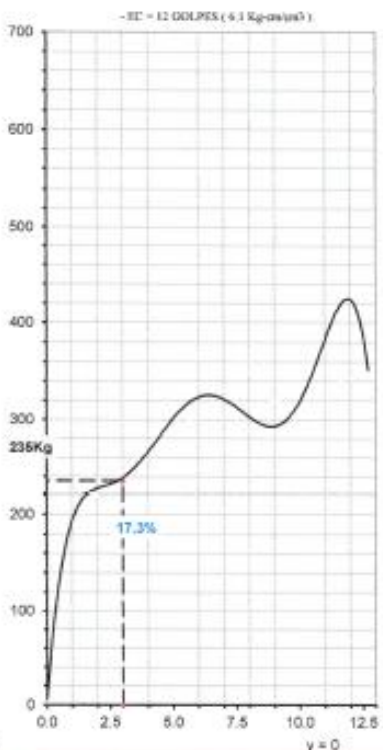
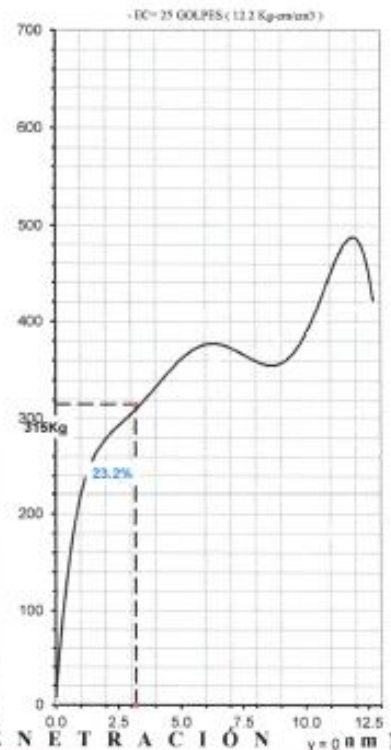
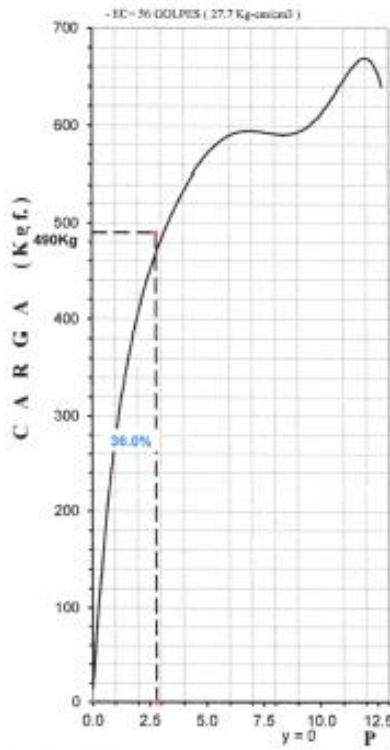
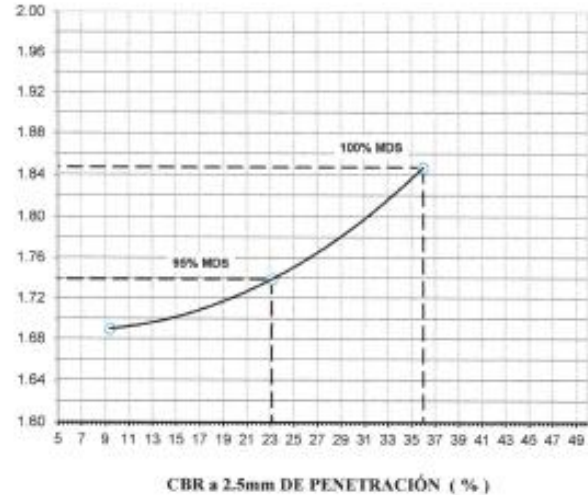
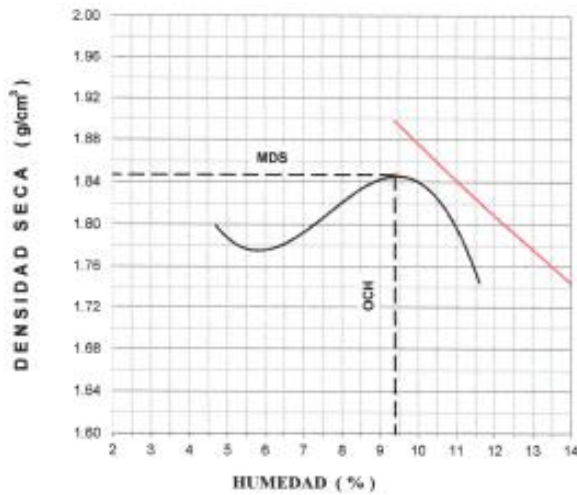
RELACION DE SOPORTE - CBR						
NORMA ASTM D- 1883						
EXPERIMENTAL - 25%						
SOLICITA	BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER					
TESIS	Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023					
MATERIAL	SUELO NATURAL					
<b>Características</b>						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	26	12			
Energia Compactacion [kg-cm]/cm <sup>3</sup>	27.7	12.2	6.1			
<b>Densidad Seca [CBR]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	9,200.9	8,882.6	8,779.0			
02 - Peso del molde (g)	4,796.0	4,730.0	4,730.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,404.9	4,152.6	4,049.0			
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,180.0	2,190.0	2,190.0			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	2.021	1.896	1.849			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	521.5	456.2	636.2			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	491.0	430.2	594.2			
09 - Peso del agua (g)	30.5	26.0	42.0			
10 - Peso del tarro (g)	166.0	143.0	149.0			
11 - Peso suelo seco (g)	325.0	287.2	445.2			
12 - Contenido de humedad (%)	9.4	9.1	9.4			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.847	1.739	1.690			
<b>Saturación</b>						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01			0.12	0.18		0.16
Dia 02			0.12	0.23		0.28
Dia 03			0.12	0.25		0.35
Dia 04			0.12	0.25		0.35
Expansión, %			0.00	0.06		0.15
<b>Absorcion</b>						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,404.9	4,152.6	4,049.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,227.6	8,936.3	8,842.5			
03 - Peso del molde (g)	4,796.0	4,730.0	4,730.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	4,431.6	4,206.3	4,112.5			
05 - Peso del agua absorbida (g)	26.7	53.7	63.5			
06 - Peso del suelo seco (g)	4,027.0	3,807.9	3,699.9			
07 - Absorción de agua (%)	0.7	1.4	1.7			
<b>Penetración</b>	<b>34.60 %</b>	<b>21.70 %</b>	<b>17.10 %</b>			
<b>Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 60 + 121</b>						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	2.000	241.4	1.200	193.2	0.890	174.4
1.3	2.900	295.6	1.700	223.3	1.230	194.8
1.9	3.930	357.6	2.400	265.4	1.650	220.0
2.5	5.800	470.2	2.900	295.4	1.850	232.0
3.2	6.330	502.1	3.250	316.5	2.100	247.0
3.8	6.900	536.4	3.550	334.5	2.450	268.0
5.08	7.200	554.4	3.850	352.6	2.890	294.4
7.6	7.920	597.8	4.100	367.6	3.200	313.0
10.16	8.200	614.6	4.560	395.3	3.420	326.2
12.7	8.620	639.9	5.000	421.8	3.850	352.0
Carga [%]	470.16 kgf. [34.6%]		295.435 kgf. [21.7%]		232 kgf. [17.1%]	

MESA INGENIEROS S.A.C.			
Técnico de Laboratorio	D:	Responsable QA/QC	D:
Nombre:	M:	Nombre:	M:
Firma:	A:	Firma:	A:
		ING. GEOLOGO DNI: 47475480 CIP: 201884	
		Responsable QA	D:
		Nombre:	M:
		Firma:	A:
		MESA INGENIEROS S.A.C. REPRESENTANTE LEGAL	

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ] - EXPERIMENTAL 25 %

SOLICITA	: BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER
TESIS	: Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real - Ancash - 2020
MATERIAL	: TERRENO NATURAL
CALIGATA	: CALIGATA #1
FECHA	:

MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.847
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.4
CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	36.0
CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	23.2
EMBEBIDO	: 4DIAS
EXPANSIÓN	: S/E
ABSORCIÓN	: 0.7 %
HUMEDAD DE PENETRACIÓN	: 10.1 %



MESA INGENIEROS S.A.C.

Técnico de Laboratorio  
Nombre: *[Signature]*  
Firma: *[Signature]*

Responsable QA/QC  
Nombre: *[Signature]*  
Firma: *[Signature]*  
ING. GEOLOGO  
DNI: 47475480  
CIP: 201534

Responsable QA  
Nombre: *[Signature]*  
Firma: *[Signature]*  
Marianelly Saavedra Palomino  
REPRESENTANTE LEGAL





**PROCTOR MODIFICADO**  
**NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115 - EXPERIMENTAL 20%**

SOLICITA BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA  
CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER

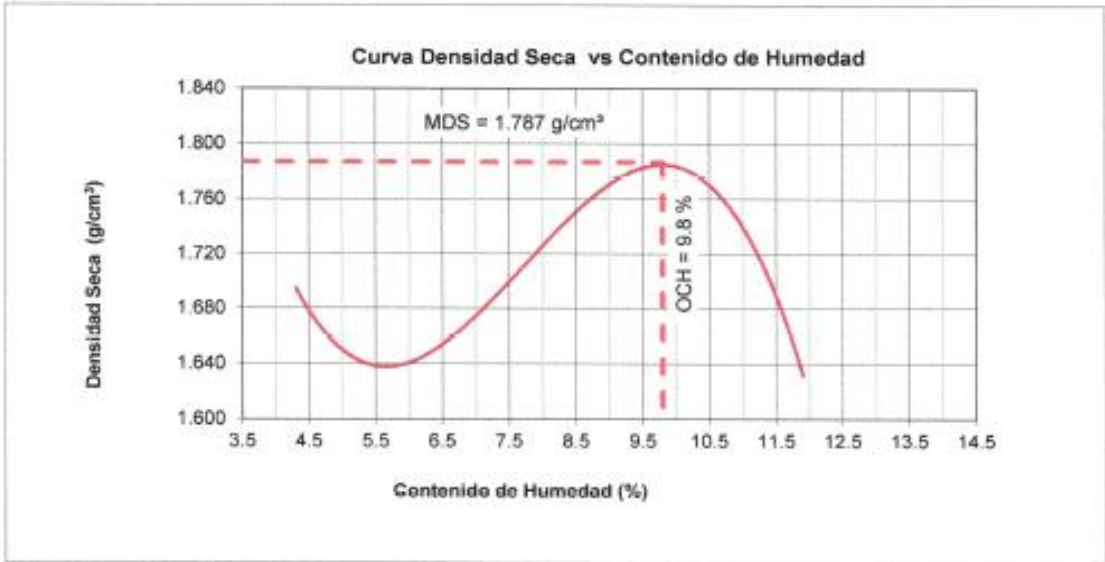
TESIS Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real  
- Ancash - 2023

MATERIAL M1 - CALICATA 1

FECHA

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm <sup>3</sup>			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3692.6	3755.4	3850.8	3747.0
02 - Peso del Molde (g)	2023.3	2023.3	2023.3	2023.3
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1669.3	1732.1	1827.5	1723.7
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	944.0	944.0	944.0	944.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.768	1.835	1.936	1.826
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	540.6	526.0	536.0	559.2
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	520.0	491.6	494.4	503.7
09 - Peso del agua (g)	20.6	34.4	41.6	55.5
10 - Peso del tarro (g)	36.2	36.8	35.9	36.7
11 - Peso suelo seco (g)	483.8	454.8	458.5	467.0
12 - Contenido de Humedad (%)	4.3	7.6	9.1	11.9
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.695	1.705	1.774	1.632

Contenido Optimo Humedad **9.8 %** Densidad Seca Maxima, **1.787 g/cm<sup>3</sup>**



<b>MESA INGENIEROS S.A.C.</b>				
	Técnico de	D:	Responsable	D:
	Nombre:	M:	Nombre: <b>ELBERT ROMERO SERRAQUE</b>	M:
	Firma:	A:	Firma: <b>ING. GEOLOGO DNI: 47475480 CIP: 201884</b>	A:
		<b>Responsable QA</b>		
		Nombre: <b>MESA INGENIEROS S.A.C.</b>		
		Firma: <b>Mariamelly Sandoval Palomino</b>		M:
		REPRESENTANTE LEGAL		A:



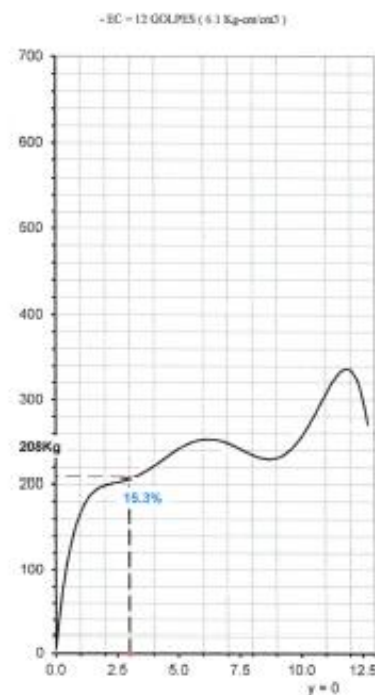
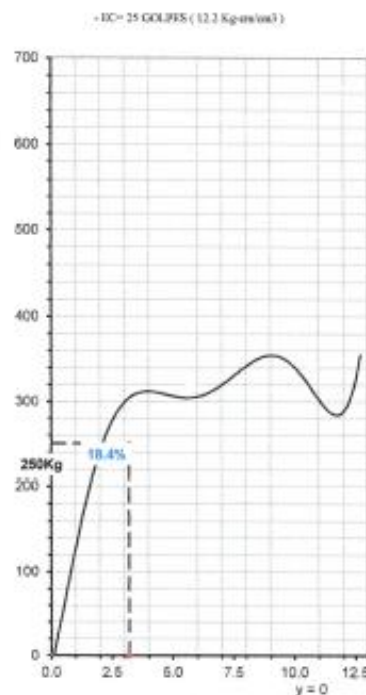
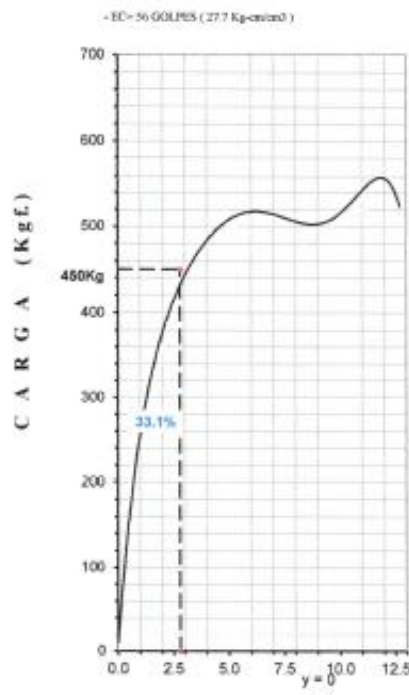
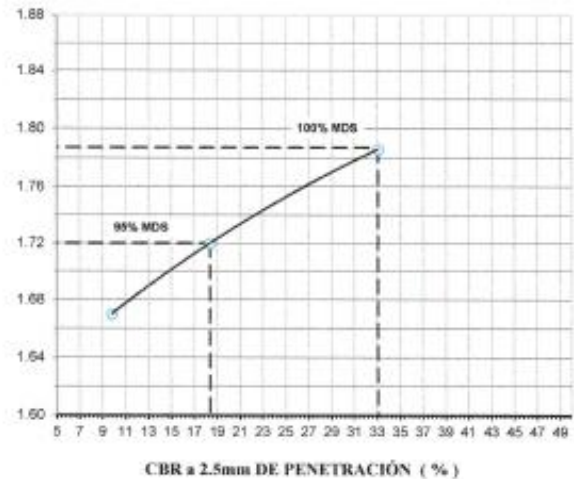
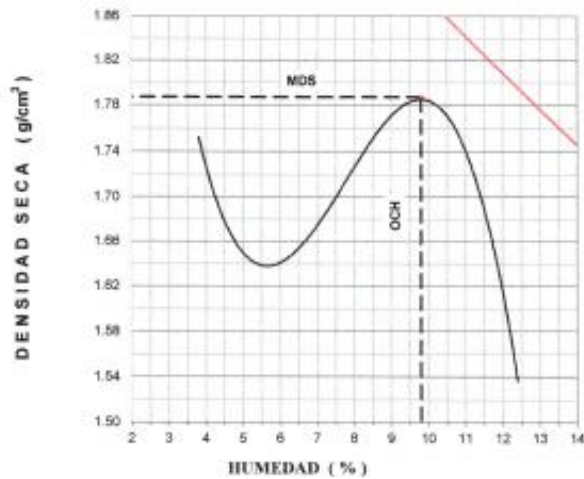
**INGENIERÍA GEOTÉCNICA - LABORATORIO Y CONSTRUCCIÓN**  
**INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EN OBRAS CIVILES**

RELACION DE SOPORTE - CBR						
NORMA ASTM D- 1883						
EXPERIMENTAL - 20%						
SOLICITA	BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER					
TESIS	Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real – Ancash – 2023					
MATERIAL	SUELO NATURAL					
<b>Características</b>						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	26	12			
Energia Compactacion [kg-cm]/cm <sup>3</sup>	27.7	12.2	6.1			
<b>Densidad Seca [CBR]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	9,073.4	8,850.9	8,723.8			
02 - Peso del molde (g)	4,796.0	4,730.0	4,730.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,277.4	4,120.9	3,993.8			
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,180.0	2,190.0	2,190.0			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.962	1.882	1.824			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	523.0	526.3	725.6			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	491.0	495.3	682.2			
09 - Peso del agua (g)	32.0	31.0	43.4			
10 - Peso del tarro (g)	166.0	166.6	210.0			
11 - Peso suelo seco (g)	325.0	328.7	472.2			
12 - Contenido de humedad (%)	9.8	9.4	9.2			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.786	1.720	1.670			
<b>Saturación</b>						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01			0.30	0.42	0.60	0.60
Dia 02			0.30	0.52	0.80	0.80
Dia 03			0.30	0.60	0.80	0.80
Dia 04			0.30	0.60	0.80	0.80
Expansión, %			0.00	0.14	0.16	0.16
<b>Absorción</b>						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,277.4	4,120.9	3,993.8			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,114.8	8,913.0	8,793.9			
03 - Peso del molde (g)	4,796.0	4,730.0	4,730.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	4,318.8	4,183.0	4,063.9			
05 - Peso del agua absorbida (g)	41.4	62.1	70.1			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,894.0	3,765.7	3,657.6			
07 - Absorción de agua (%)	1.1	1.7	1.9			
<b>Penetración</b>	31.90 %	20.00 %	14.90 %			
<b>Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial*60.05+121</b>						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	1.600	217.3	0.800	31.3	0.450	148.0
1.3	2.600	277.5	1.360	202.6	0.840	171.4
1.9	3.700	343.7	1.950	238.0	1.150	190.0
2.5	5.200	434.0	2.520	272.2	1.360	202.6
3.2	5.580	456.9	2.810	289.6	1.570	215.2
3.8	6.000	482.2	3.150	310.0	1.710	223.6
5.08	6.270	498.5	3.260	316.6	1.900	235.0
7.6	6.500	512.3	3.480	329.8	2.020	242.2
10.16	6.600	518.3	3.600	337.0	2.350	262.0
12.7	6.700	524.3	3.900	355.0	2.500	271.0
Carga [%]	434.04 kgf. [31.9%]		272.2 kgf. [20%]		202.6 kgf. [14.9%]	

MESA INGENIEROS S.A.C.					
Técnico de Laboratorio Nombre: Firma:	D:	Responsable QA/QC	D:	Responsable QA	D:
	M:	Nombre:	M:	Nombre:	M:
	A:	Firma: ARTURO ELBERT ROMERO SERVAQUE ING. GEOLOGO DNI: 47475480 CIP: 201684	A:	Firma: MESA INGENIEROS S.A.C. Marianelly Saavedra Palomino REPRESENTANTE LEGAL	A:

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ] - EXPERIMENTAL 20 %

SOLICITA : BECERRA BECERRA JANELLA KATTELUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS : Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real - Anisash - 2023	MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.787
MATERIAL : TERRENO NATURAL	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.8
CALICATA : CALICATA #1	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	33.1
FECHA :	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	18.4
	EMBEBIDO : 4DIAS	EXPANSIÓN : 5/E
	ABSORCIÓN : 1.1 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN : 10.9 %



PENETRACIÓN (mm)

MESA INGENIEROS S.A.C.			
Técnico de Laboratorio	D:	Responsable QA/QC	D:
Nombre	M:	Nombre	M:
Firma	A:	Firma	A:
		ING. GEOLOGO DNI: 47475480 CIP: 201884	
		Responsable QA	D:
		Nombre	M:
		Firma	A:
		Marianelly Saavedra Palomino REPRESENTANTE LEGAL	

### PROCTOR MODIFICADO

#### NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115 - EXPERIMENTAL 15%

SOLICITA

BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA  
CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER

TESIS

Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real  
- Ancash - 2023

MATERIAL

M1 - CALICATA 1

FECHA

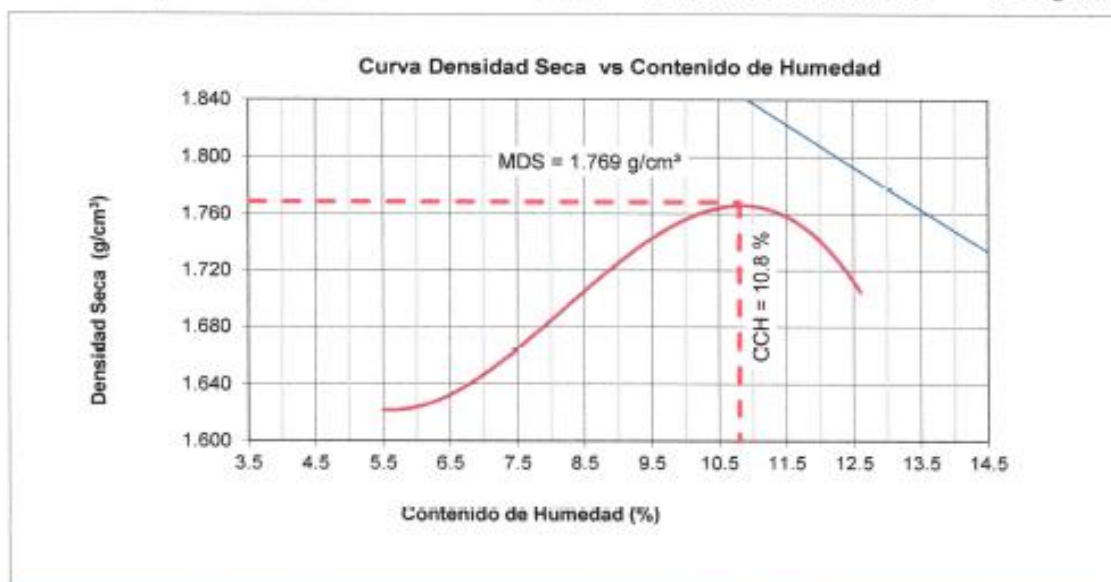
Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm <sup>3</sup>			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3638.8	3707.0	3834.7	3836.0
02 - Peso del Molde (g)	2023.3	2023.3	2023.3	2023.3
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1615.5	1683.7	1811.4	1812.7
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	944.0	944.0	944.0	944.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.711	1.784	1.919	1.920
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	517.9	542.7	543.8	575.8
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	493.0	507.9	498.9	516.0
09 - Peso del agua (g)	24.9	34.8	44.9	59.8
10 - Peso del tarro (g)	37.4	37.7	37.9	41.6
11 - Peso suelo seco (g)	455.6	470.2	461.0	474.4
12 - Contenido de Humedad (%)	5.5	7.4	9.7	12.6
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.622	1.661	1.749	1.705

Contenido Optimo Humedad

10.8 %

Densidad Seca Maxima,

1.769 g/cm<sup>3</sup>



MESA INGENIEROS S.A.C.



D:

M:

A:

Responsable

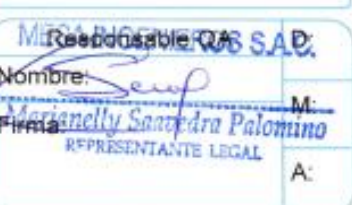
Nombre: *Arturo Elbert Romero Bernales*

Firma: ING. GEOLOGO  
DNI: 47475480  
CIP: 201884

D:

M:

A:



Responsable

Nombre: *Maricelly Saavedra Palomino*

Firma: REPRESENTANTE LEGAL

D:

M:

A:



**INGENIERÍA GEOTÉCNICA - LABORATORIO Y CONSTRUCCIÓN**  
**INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EN OBRAS CIVILES**

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR						
NORMA ASTM D- 1883						
EXPERIMENTAL - 15%						
SOLICITA	BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER					
TESIS	Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real – Ancash – 2023					
MATERIAL	SUELO NATURAL					
<b>Características</b>						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	26	12			
Energia Compactacion [kg-cm]/cm <sup>2</sup>	27.7	12.2	6.1			
<b>Densidad Seca [CBR]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	9,068.9	8,864.4	8,696.1			
02 - Peso del molde (g)	4,796.0	4,730.0	4,730.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,272.9	4,134.4	3,966.1			
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,180.0	2,190.0	2,190.0			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.960	1.888	1.811			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	526.0	600.0	526.3			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	491.0	560.2	490.8			
09 - Peso del agua (g)	35.0	39.8	35.5			
10 - Peso del tarro (g)	166.0	176.0	165.5			
11 - Peso suelo seco (g)	325.0	384.2	325.3			
12 - Contenido de humedad (%)	10.8	10.4	10.9			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.769	1.711	1.633			
<b>Saturación</b>						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01			0.10	0.20	0.20	
Dia 02			0.10	0.25	0.30	
Dia 03			0.10	0.30	0.40	
Dia 04			0.10	0.40	0.50	
Expansión, %			0.00	0.16	0.24	
<b>Absorción</b>						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,272.9	4,134.4	3,966.1			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,123.6	8,939.9	8,804.5			
03 - Peso del molde (g)	4,796.0	4,730.0	4,730.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	4,327.6	4,209.9	4,074.5			
05 - Peso del agua absorbida (g)	54.7	75.5	108.4			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,857.5	3,746.3	3,575.9			
07 - Absorción de agua (%)	1.4	2.0	3.0			
<b>Penetración</b>	29.00 %		19.00 %		14.00 %	
<b>Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial*60+121</b>						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	1.290	198.4	0.600	30.5	0.300	139.0
1.3	2.320	260.2	1.150	190.0	0.650	160.0
1.9	3.460	328.6	1.700	223.0	0.850	172.0
2.5	4.570	395.2	2.300	259.0	1.150	190.0
3.2	5.280	437.8	2.600	277.0	1.350	202.0
3.8	5.700	463.0	2.850	292.0	1.420	206.2
5.08	5.970	479.2	3.000	301.0	1.560	214.6
7.6	6.110	487.6	3.050	304.0	1.620	218.2
10.16	6.210	493.6	3.100	307.0	1.750	226.0
12.7	6.300	499.0	3.200	313.0	1.900	235.0
Carga [%]	395.2 kgf. [29%]		259 kgf. [19%]		190 kgf. [14%]	

MESA INGENIEROS S.A.C.					
Técnico de Laboratorio	D:	Responsable QA/QC	D:	Responsable QA	D:
Nombre	M:	Nombre	M:	Nombre	M:
Firma	A:	Firma	A:	Firma	A:

**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**MESA INGENIEROS S.A.C.**

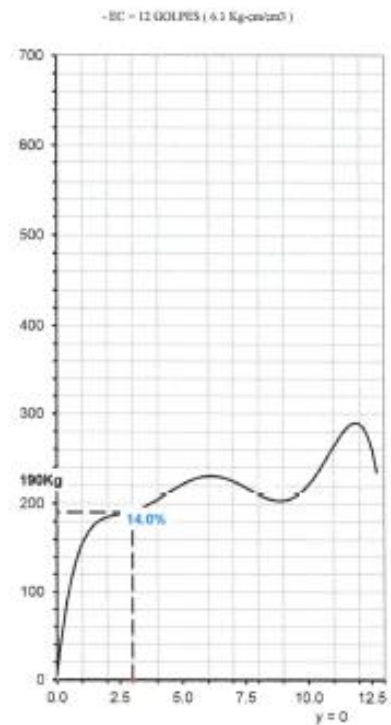
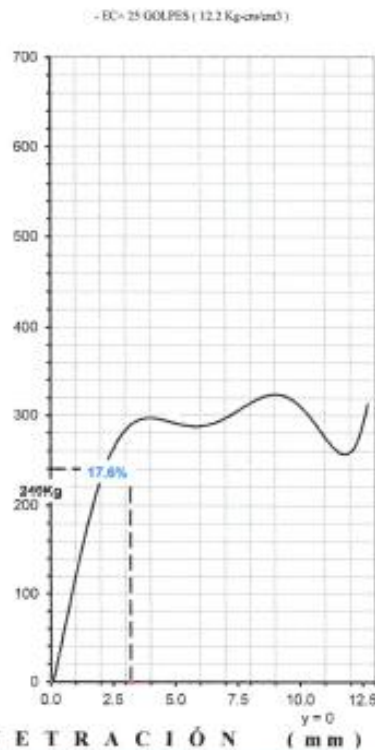
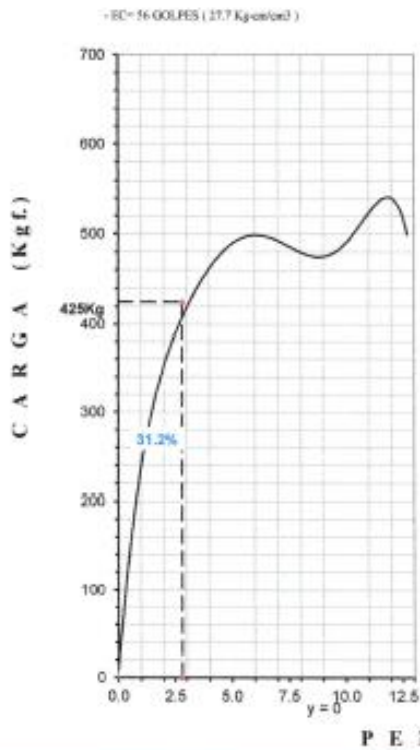
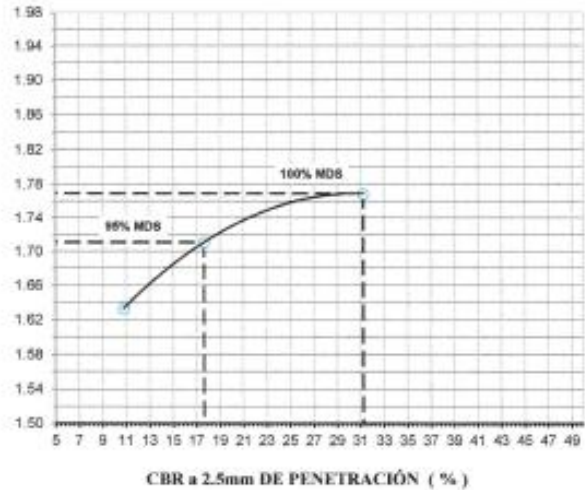
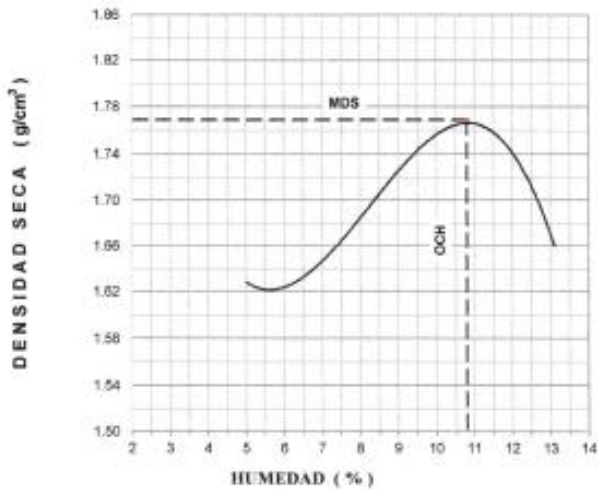
**ARTURO ELBERT ROMERO SERVAQUE**  
**ING. GEOLOGO**  
**DNI: 47475480**  
**CIP: 201984**

**MESA INGENIEROS S.A.C.**  
**Marianelly Saavedra Palomino**  
**REPRESENTANTE LEGAL**

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ] - EXPERIMENTAL 15 %

SOLICITA :	RECERRA RECERRA JANIELLA KATTIUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER
TESIS :	Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real - Ancash - 2022
MATERIAL :	TERRENO NATURAL
CALICATA :	CALICATA #1
FECHA :	

MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.769
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.8
CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	31.2
CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	17.8
ABSORCIÓN :	1.4 %
EMBEBIDO :	4DIAS
EXPANSIÓN :	3/E
HUMEDAD DE PENETRACIÓN :	12.2 %



MESA INGENIEROS S.A.C.

Técnico de Laboratorio  
Nombre:   
Firma:

Responsable QA/QC  
Nombre:   
Firma:   
ING. GEOLOGO  
DNI: 47475480  
CIP: 201834

Responsable UA  
Nombre:   
Firma:   
Marianelly Saavedra Palomino  
REPRESENTANTE LEGAL

INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EN OBRAS CIVILES

**PROCTOR MODIFICADO**

**NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115 - PATRON**

SOLICITA BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA  
 CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER

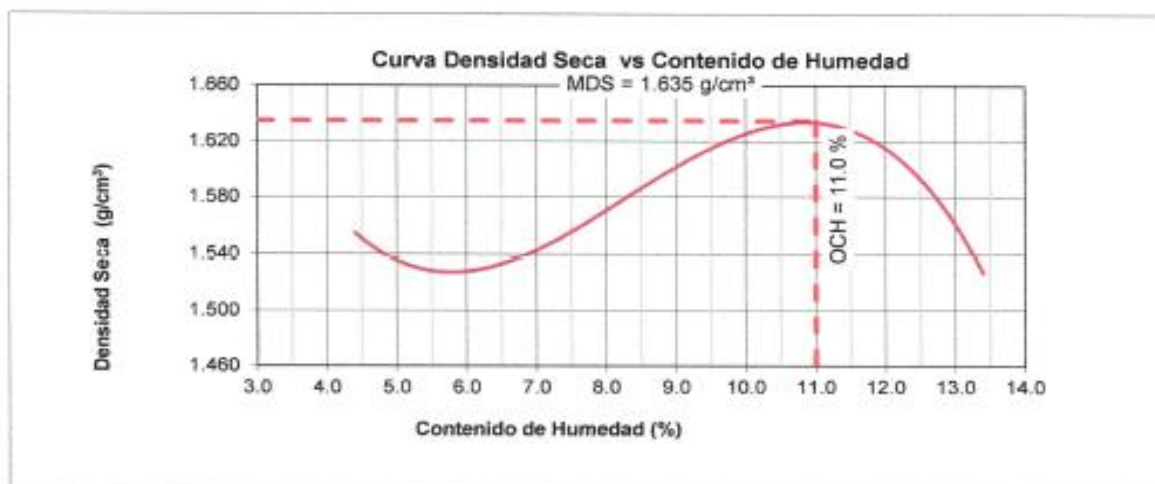
TESIS Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real  
 - Ancash - 2023

MATERIAL M1 - CALICATA 1

FECHA

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm <sup>2</sup>			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3555.6	3638.8	3684.6	3658.1
02 - Peso del Molde (g)	2023.3	2023.3	2023.3	2023.3
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1532.3	1615.5	1661.3	1634.8
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	944.0	944.0	944.0	944.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.623	1.711	1.760	1.732
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	440.3	497.4	467.0	562.2
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	423.4	462.4	425.0	502.3
09 - Peso del agua (g)	16.9	35.0	42.0	59.9
10 - Peso del tarro (g)	38.1	38.3	41.7	38.2
11 - Peso suelo seco (g)	385.3	424.1	383.3	464.1
12 - Contenido de Humedad (%)	4.4	8.3	9.3	13.4
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.555	1.580	1.610	1.527

Contenido Optimo Humedad **11.0 %** Densidad Seca Maxima, **1.635 g/cm<sup>3</sup>**



<b>MESA INGENIEROS S.A.C.</b>			
 Nombre: Firma:	D: M: A:	Responsable QA/QC Nombre: <i>Arturo Romero Serna</i> Firma: <i>Arturo Romero Serna</i> ING. GEOLOGO DNI: 47475480 CIP: 201884	D: M: A:
		Responsable QA Nombre: <b>MESA INGENIEROS S.A.C.</b> Firma: <i>Marianelly Saavedra Palomino</i> REPRESENTANTE LEGAL	D: M: A:



**INGENIERÍA GEOTÉCNICA - LABORATORIO Y CONSTRUCCIÓN**  
**INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EN OBRAS CIVILES**

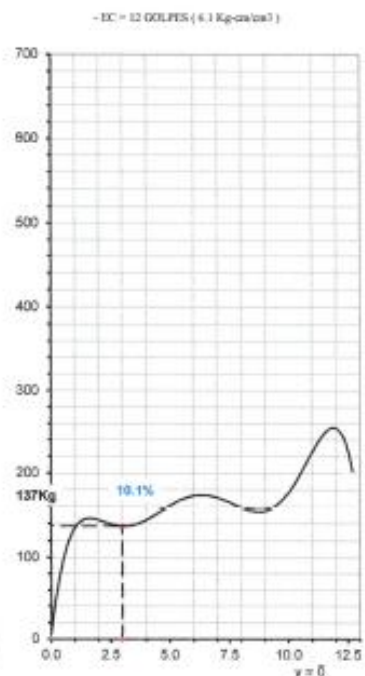
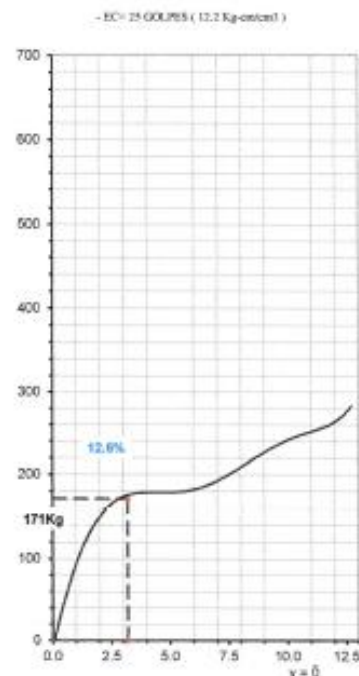
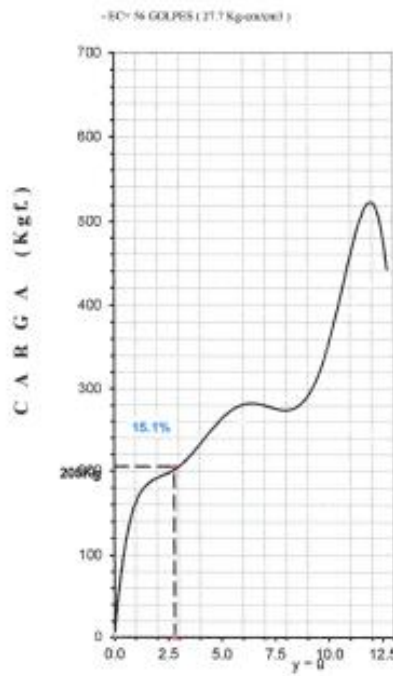
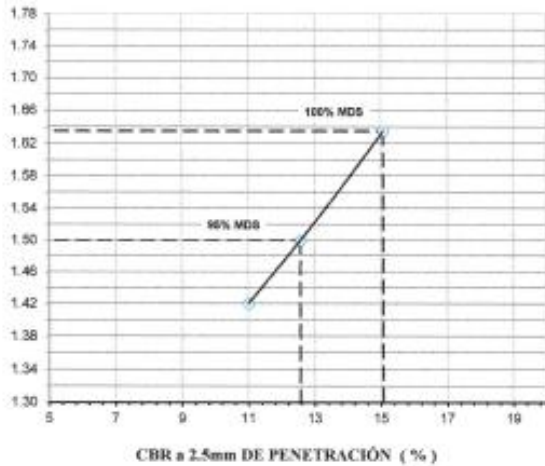
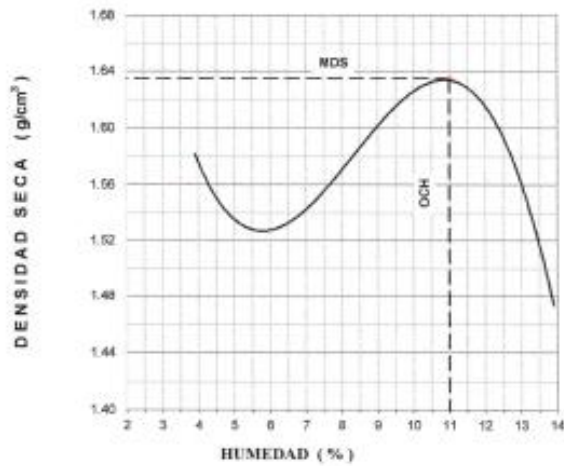
RELACION DE SOPORTE - CBR						
NORMA ASTM D- 1883						
PATRON						
SOLICITA	BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER					
TESIS	Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023					
MATERIAL	SUELO NATURAL					
<b>Características</b>						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	26	12			
Energia Compactacion [kg-cm]/cm <sup>3</sup>	27.7	12.2	6.1			
<b>Densidad Seca [CBR]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,617.1	8,369.8	8,160.1			
02 - Peso del molde (g)	4,796.0	4,730.0	4,730.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	3,821.1	3,639.8	3,430.1			
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,180.0	2,190.0	2,190.0			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.753	1.662	1.566			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	512.0	517.4	516.5			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	491.0	480.9	482.1			
09 - Peso del agua (g)	21.0	36.5	34.4			
10 - Peso del tarro (g)	166.0	143.0	149.0			
11 - Peso suelo seco (g)	325.0	337.9	333.1			
12 - Contenido de humedad (%)	6.5	10.8	10.3			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.635	1.500	1.420			
<b>Saturación</b>						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01			0.00	0.00	0.00	
Dia 02			0.20	0.45	0.80	
Dia 03			0.40	0.90	1.75	
Dia 04			0.80	1.60	2.40	
Expansión, %			0.63	1.26	1.89	
<b>Absorcion</b>						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	3,821.1	3,639.8	3,430.1			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,693.1	8,448.6	8,259.6			
03 - Peso del molde (g)	4,796.0	4,730.0	4,730.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	3,897.1	3,718.6	3,529.6			
05 - Peso del agua absorbida (g)	76.0	108.5	99.5			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,589.2	3,285.0	3,109.0			
07 - Absorción de agua (%)	2.1	3.3	3.2			
<b>Penetración</b>	14.50 %	11.80 %	10.30 %			
<b>Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial*60+121</b>						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.480	149.8	0.240	28.9	0.120	128.2
1.3	0.720	164.3	0.350	142.0	0.170	131.2
1.9	0.990	180.6	0.500	151.0	0.250	136.0
2.5	1.260	196.80	0.650	160.0	0.330	140.8
3.2	1.590	216.7	0.750	166.0	0.390	144.4
3.8	1.920	236.6	0.900	175.0	0.450	148.0
5.08	2.220	254.7	1.100	187.0	0.550	154.0
7.6	2.610	278.2	1.300	199.0	0.750	166.0
10.16	4.120	369.1	2.050	244.0	1.020	182.2
12.7	5.330	442.0	2.700	283.0	1.350	202.0
Carga [%]	196.8 kgf. [14.5%]		160 kgf. [11.8%]		140.8 kgf. [10.3%]	

MESA INGENIEROS S.A.C.			
<p>Técnico de Laboratorio</p> <p>Nombre: _____</p> <p>Firma: _____</p>	<p>D: _____</p> <p>M: _____</p> <p>A: _____</p>	<p>Responsable QA/QC</p> <p>Nombre: <i>Arturo Elbert Romero Seruque</i></p> <p>Firma: _____</p> <p>ING. GEOLOGO</p> <p>DNI: 47475480</p> <p>CIP: 201684</p>	<p>D: _____</p> <p>M: _____</p> <p>A: _____</p>
		<p>Responsable QA</p> <p>MESA INGENIEROS S.A.C.</p> <p>Nombre: _____</p> <p>Firma: <i>Maritelly Saavedra Palomino</i></p> <p>REPRESENTANTE LEGAL</p>	<p>D: _____</p> <p>M: _____</p> <p>A: _____</p>



RELACION DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ] - PATRON

SOLICITA	BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER	MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
TESIS	Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023	MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.635
MATERIAL	TERRENO NATURAL	ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.0
CALICATA	CALICATA #1	CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	15.1
	FECHA:	CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	12.6
		EMBEBIDO 4DIAS EXPANSIÓN:	0.6 %
		ABSORCIÓN:	2.1 %
		HUMEDAD DE PENETRACIÓN:	13.1 %



PENETRACIÓN (mm)

MESA INGENIEROS S.A.C.			
Tercero de Laboratorio Nombre: Firma:	D:	Responsable QA/QC Nombre: Firma: ING. GEOLOGO DNI: 47475480 CIP: 201864	D:
	M:		M:
	A:		A:
		Responsable QA MESA INGENIEROS S.A.C. Nombre: Firma: REPRESENTANTE LEGAL	



**PROCTOR MODIFICADO**  
**NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115 - EXPERIMENTAL 25%**

SOLICITA BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA  
CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER

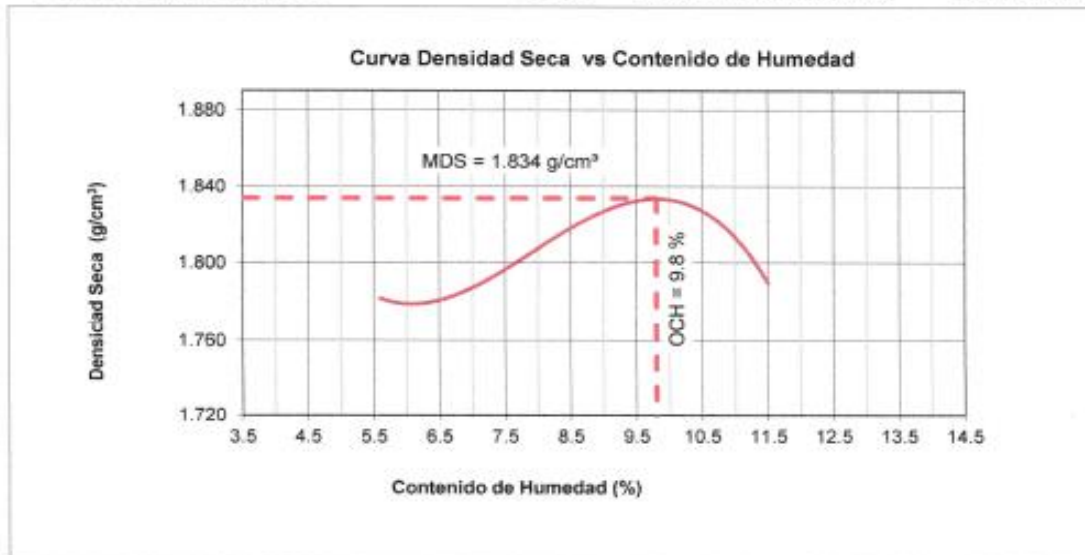
TESIS Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real  
- Ancash - 2023

MATERIAL M1 - CALICATA 2

FECHA

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm <sup>3</sup>			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3800.1	3877.5	3934.0	3907.4
02 - Peso del Molde (g)	2023.3	2023.3	2023.3	2023.3
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1776.8	1854.2	1904.0	1884.1
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	944.0	944.0	944.0	944.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.882	1.964	2.017	1.996
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	569.6	568.3	662.0	629.1
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	541.4	527.8	601.1	568.7
09 - Peso del agua (g)	28.2	40.5	60.9	60.4
10 - Peso del tarro (g)	37.4	37.7	37.9	41.6
11 - Peso suelo seco (g)	504.0	490.1	563.2	527.1
12 - Contenido de Humedad (%)	5.6	8.3	10.8	11.5
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.782	1.814	1.820	1.790

Contenido Optimo Humedad **9.8 %** Densidad Seca Maxima, **1.834 g/cm<sup>3</sup>**



MESA INGENIEROS S.A.C.		MESA INGENIEROS S.A.C.	
	Técnico de	Responsable	Responsable QA
	Nombre: <i>[Firma]</i>	Nombre: <i>[Firma]</i>	Nombre: <i>[Firma]</i>
	Firma: <i>[Firma]</i>	Firma: <i>[Firma]</i>	Firma: <i>[Firma]</i>
D:	D:	D:	
M:	M:	M:	
A:	A:	A:	

ARTURO ELBERT ROMERO SERNACHE  
ING. GEOLOGO  
DNI: 47475480  
CIP: 201884

Marianelly Saavedra Palomino  
REPRESENTANTE LEGAL



**INGENIERÍA GEOTÉCNICA - LABORATORIO Y CONSTRUCCIÓN**  
**INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EN OBRAS CIVILES**

RELACION DE SOPORTE - CBR						
NORMA ASTM D- 1883						
EXPERIMENTAL - 25% - C2						
SOLICITA	BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER					
TESIS	Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real – Ancash – 2023					
MATERIAL	SUELO NATURAL C-2					
<b>Características</b>						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	28	12			
Energia Compactacion [kg-cm]/cm <sup>3</sup>	27.7	12.2	6.1			
<b>Densidad Seca [CBR]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	9,253.0	8,930.6	8,820.2			
02 - Peso del molde (g)	4,796.0	4,730.0	4,730.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,457.0	4,152.6	4,049.0			
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,180.0	2,190.0	2,190.0			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	2.044	1.896	1.849			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	521.5	468.1	642.6			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	498.5	440.0	598.0			
09 - Peso del agua (g)	23.0	28.1	44.6			
10 - Peso del tarro (g)	166.0	143.0	149.0			
11 - Peso suelo seco (g)	332.5	287.2	445.2			
12 - Contenido de humedad (%)	6.9	9.8	10.0			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.912	1.727	1.681			
<b>Saturación</b>						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01			0.12	0.18	0.16	
Dia 02			0.12	0.23	0.28	
Dia 03			0.12	0.25	0.35	
Dia 04			0.12	0.25	0.35	
Expansión, %			0.00	0.06	0.15	
<b>Absorcion</b>						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,401.2	4,152.6	4,049.0			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,225.1	8,942.1	8,851.6			
03 - Peso del molde (g)	4,796.0	4,730.0	4,730.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	4,429.1	4,212.1	4,121.6			
05 - Peso del agua absorbida (g)	27.9	59.5	72.6			
06 - Peso del suelo seco (g)	4,168.6	3,782.5	3,680.3			
07 - Absorción de agua (%)	0.7	1.6	2.0			
<b>Penetración</b>	33.70 %		25.50 %		17.30 %	
<b>Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial*60+121</b>						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	3.200	313.6	2.050	244.3	0.900	175.0
1.3	3.800	349.8	2.550	274.4	1.300	199.0
1.9	4.800	410.0	3.250	316.5	1.700	223.0
2.5	5.600	458.1	3.750	346.6	1.900	235.0
3.2	6.800	530.4	4.475	390.2	2.150	250.0
3.8	5.000	422.0	3.750	346.6	2.500	271.0
5.08	5.388	445.4	4.041	364.1	2.694	282.6
7.6	6.700	524.3	5.025	423.3	3.350	322.0
10.16	7.200	554.4	5.400	445.8	3.600	337.0
12.7	7.720	585.7	5.790	469.3	3.860	352.6
Carga [%]	458.12 kgf. [33.7%]		346.5625 kgf. [25.5%]		235 kgf. [17.3%]	

MESA INGENIEROS S.A.C.			
Técnico de Laboratorio	D:	Responsable QA/QC	D:
Nombre:		Nombre:	
Firma:		Firma:	
	M:		M:
	A:		A:

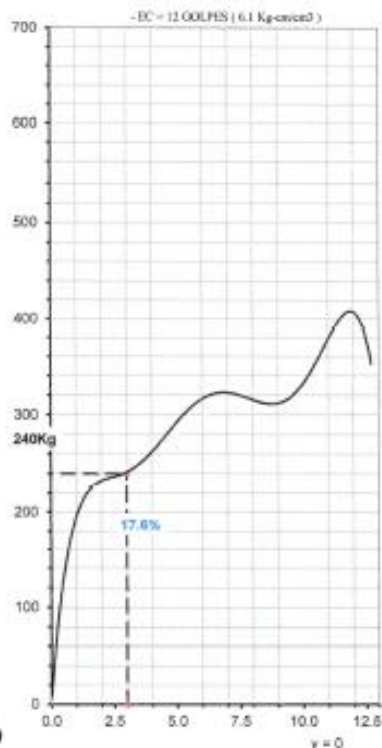
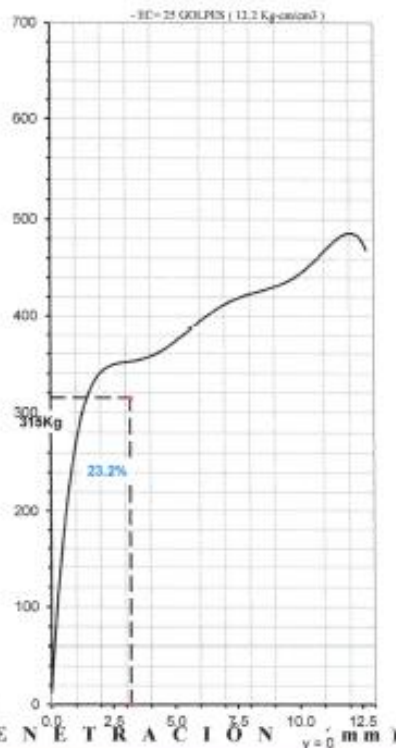
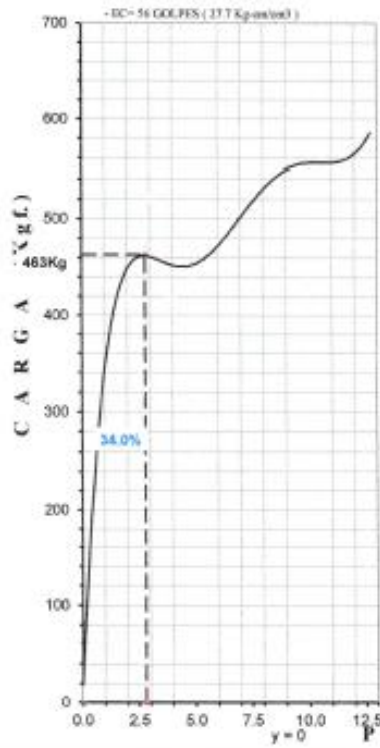
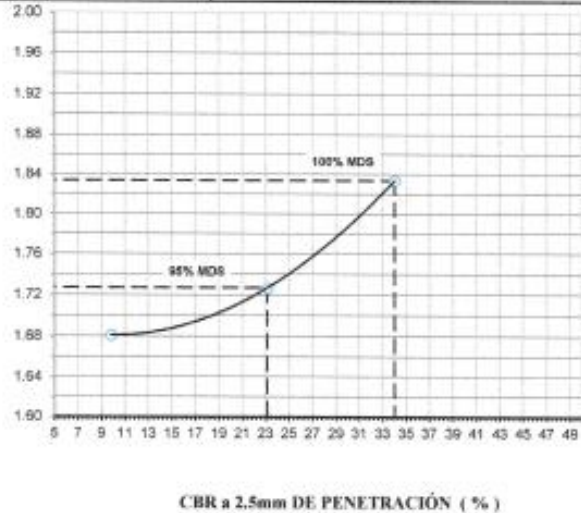
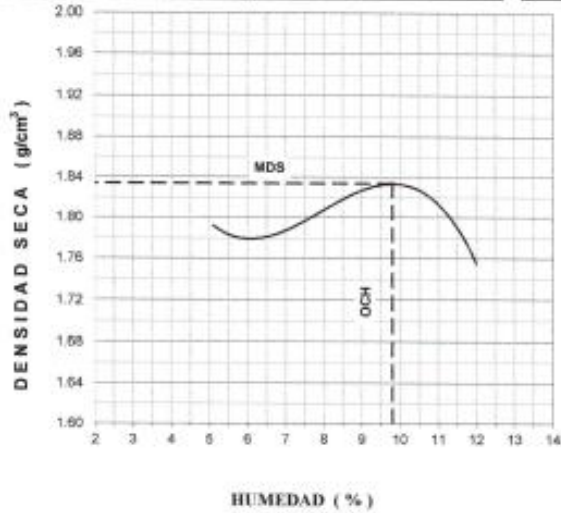
  

Responsable QA	D:
Nombre:	
Firma:	
	M:
	A:

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ] - EXPERIMENTAL 25%

SOLICITA	BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER
TESIS	Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real - Ancaeli - 2023
MATERIAL	TERRENO NATURAL
CALICATA	CALICATA #2
FECHA:	

MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	Λ
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.834
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.8
CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	34.0
CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	23.2
ABSORCIÓN:	0.7 %
EMBERIDO:	4DIAS
EXPANSIÓN:	S/E
HUMEDAD DE PENETRACIÓN:	10.5 %



MESA INGENIEROS S.A.C.

Técnico de Laboratorio  
Nombre:   
Firma: 

Responsable QA/QC  
Nombre:   
Firma:   
ARTURO ELBERT ROMERO SERNAQUE  
ING. GEOLOGO  
DNI: 47475480  
CIP: 201884

Responsable QA  
Nombre:   
Firma:   
MARIANELLY SAavedra PALOMINO  
REPRESENTANTE LEGAL



**PROCTOR MODIFICADO**  
**NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115 - EXPERIMENTAL 20%**

SOLICITA BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA  
CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER

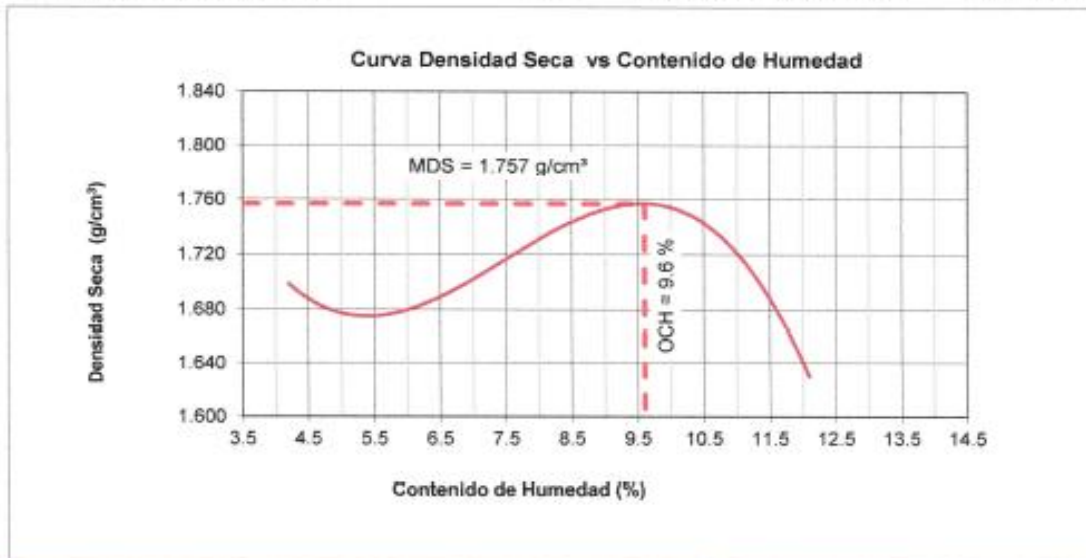
TESIS Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real  
- Ancash - 2023

MATERIAL M1 - CALICATA 2

FECHA

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm <sup>3</sup>			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3701.2	3764.0	3859.4	3755.6
02 - Peso del Molde (g)	2023.3	2023.3	2023.3	2023.3
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1677.9	1740.7	1827.5	1732.3
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	947.9	947.9	947.9	947.9
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.770	1.836	1.928	1.828
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	538.7	524.1	534.1	557.3
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	518.2	490.8	490.2	500.9
09 - Peso del agua (g)	20.4	33.2	43.9	56.4
10 - Peso del tarro (g)	36.2	36.8	35.9	36.7
11 - Peso suelo seco (g)	482.0	454.0	454.3	464.2
12 - Contenido de Humedad (%)	4.2	7.3	9.7	12.1
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.699	1.711	1.757	1.630

Contenido Optimo Humedad **9.6 %** Densidad Seca Maxima, **1.757 g/cm<sup>3</sup>**



<b>MESA INGENIEROS S.A.C.</b>			
	D:		D:
	M:	Nombre: <b>ARTURO ELBERT ROMERO SERUAGUE</b> Firma:	M:
	A:	ING. GEOLOGO DNI: 47476480 CIP: 201884	A:
		<b>Responsable QA</b>	
		Nombre: <b>MESA INGENIEROS S.A.C.</b>	
		Firma:	
		<b>Marianelly Saavedra Palomino</b> REPRESENTANTE LEGAL	



**INGENIERÍA GEOTÉCNICA - LABORATORIO Y CONSTRUCCIÓN**  
**INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EN OBRAS CIVILES**

**RELACION DE SOPORTE - CBR**

**NORMA ASTM D- 1883**

**EXPERIMENTAL - 20% - C2**

SOLICITA	BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER					
TESIS	Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real – Ancash – 2023					
MATERIAL	SUELO NATURAL - C2					
<b>Características</b>						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	26	12			
Energia Compactacion [kg-cm]/cm <sup>3</sup>	27.7	12.2	6.1			
<b>Densidad Seca [CBR]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	9.076.0	8.853.5	8.726.4			
02 - Peso del molde (g)	4.800.3	4.734.3	4.734.3			
03 - Peso suelo humedo (g)	4.275.7	4.120.9	3.993.8			
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2.180.0	2.190.0	2.190.0			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.961	1.882	1.824			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	525.7	529.0	728.3			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	493.3	497.6	684.5			
09 - Peso del agua (g)	30.9	32.7	40.2			
10 - Peso del tarro (g)	166.0	166.6	210.0			
11 - Peso suelo seco (g)	327.3	328.7	472.2			
12 - Contenido de humedad (%)	9.4	9.9	8.5			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.792	1.712	1.681			
<b>Saturación</b>						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01			0.30	0.42	0.60	
Dia 02			0.30	0.52	0.80	
Dia 03			0.30	0.60	0.80	
Dia 04			0.30	0.60	0.80	
Expansión, %			0.00	0.14	0.16	
<b>Absorción</b>						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4.275.7	4.120.9	3.993.8			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9.114.8	8.913.0	8.793.9			
03 - Peso del molde (g)	4.800.3	4.734.3	4.734.3			
04 - Peso suelo embebido (g)	4.314.5	4.178.7	4.059.6			
05 - Peso del agua absorbida (g)	38.8	57.8	65.8			
06 - Peso del suelo seco (g)	3.906.9	3.748.0	3.680.5			
07 - Absorción de agua (%)	1.0	1.5	1.8			
<b>Penetración</b>	<b>33.70 %</b>	<b>20.40 %</b>	<b>18.20 %</b>			
<b>Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 60 + 121</b>						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	1.620	218.5	0.900	31.7	0.750	166.0
1.3	2.680	282.3	1.460	208.6	1.140	189.4
1.9	3.720	344.9	1.980	239.8	1.450	208.0
2.5	5.600	458.1	2.620	278.2	1.680	220.6
3.2	5.800	470.2	2.920	296.2	1.870	233.2
3.8	6.000	482.2	3.160	310.6	2.010	241.6
5.08	6.340	502.7	3.280	316.6	2.200	253.0
7.6	6.620	519.5	3.520	332.2	2.320	260.2
10.16	6.800	530.4	3.600	337.0	2.650	280.0
12.7	6.700	524.3	3.900	355.0	2.800	289.0
Carga (%)	458.12 kgf. [33.7%]		278.2 kgf. [20.4%]		220.6 kgf. [16.2%]	

**MESA INGENIEROS S.A.C.**

Técnico de Laboratorio	D:
Nombre:	
Firma:	

Responsable QA/QC	D:
Nombre:	
Firma:	

**ARTURO ELBERT ROMERO SERRAQUE**  
 ING. GEOLOGO  
 DNI: 47475480  
 CIP: 201884

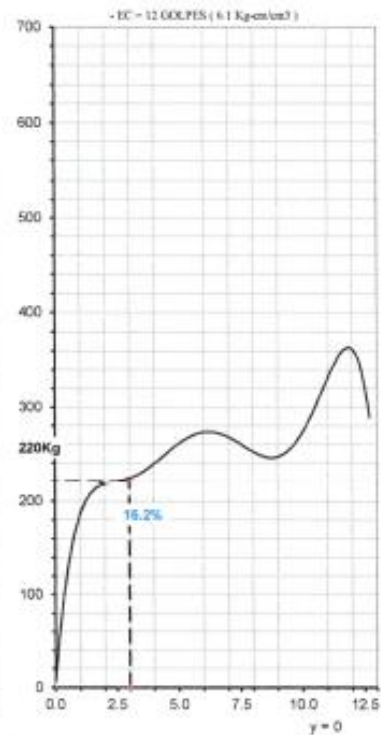
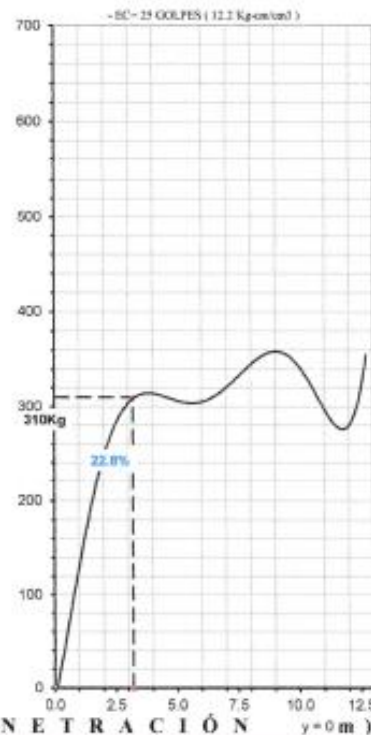
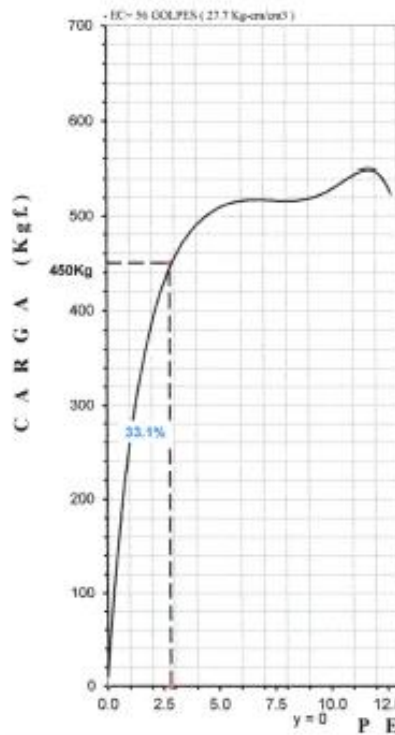
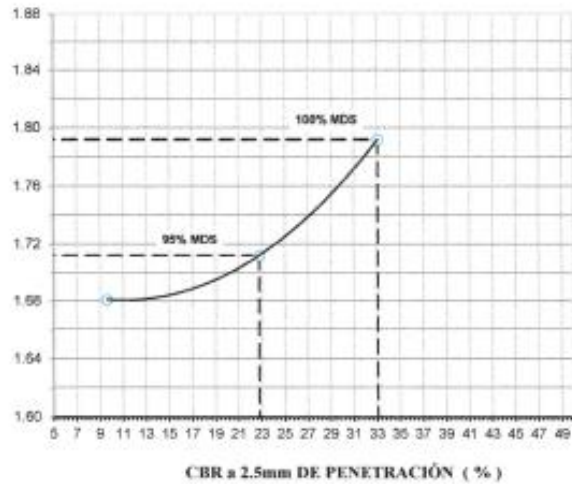
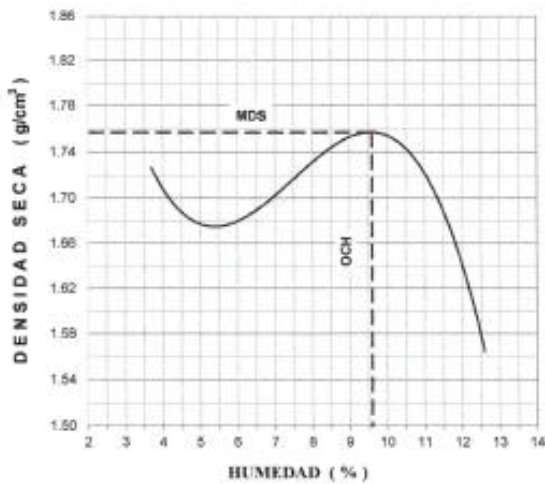
Responsable QA	D:
Nombre:	
Firma:	

**Marianelly Saavedra Palomino**  
 REPRESENTANTE LEGAL

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ] - EXPERIMENTAL 20 %

SOLICITA	BECERRA BECERRA JANELLA KATTUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER
TESIS	Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avarada Camino Real - Ancash - 2023
MATERIAL	TIENNO NATURAL
CALICATA	CALICATA #2
FECHA:	

MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.757
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	9.6
CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	33.1
CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	22.8
EMBEBIDO :	4DIAS
EXPANSIÓN :	S/E
ABSORCIÓN :	1.0 %
HUMEDAD DE PENETRACIÓN :	10.6 %



MESA INGENIEROS S.A.C.

Técnico de Laboratorio  
Nombre:   
Firma: 

D: \_\_\_\_\_  
M: \_\_\_\_\_  
A: \_\_\_\_\_

Responsable QA/QC  
Nombre:   
Firma:   
ING. GEOLOGO  
DNI: 47475480  
CIP: 201884

D: \_\_\_\_\_  
M: \_\_\_\_\_  
A: \_\_\_\_\_

Responsable QA  
Nombre:   
Firma:   
MARIANELLY SAAVEDRA PALOMINO  
REPRESENTANTE LEGAL

D: \_\_\_\_\_  
M: \_\_\_\_\_  
A: \_\_\_\_\_



**PROCTOR MODIFICADO**  
**NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115 - EXPERIMENTAL 15%**

SOLICITA BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA  
CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER

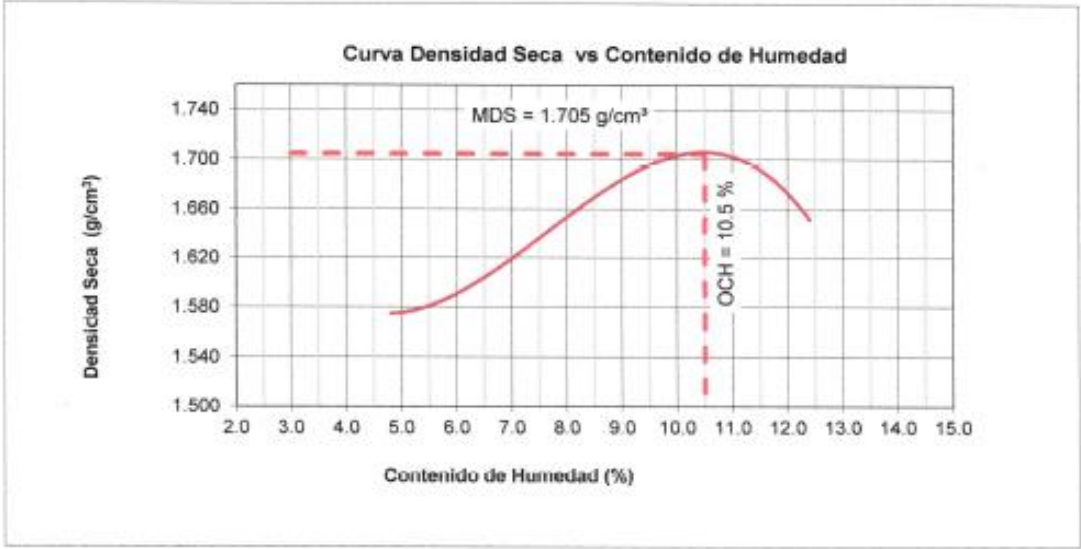
TESIS Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real  
- Ancash - 2023

MATERIAL M1 - CALICATA 2

FECHA

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm <sup>3</sup>			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3649.5	3719.5	3845.9	3847.6
02 - Peso del Molde (g)	2023.3	2023.3	2023.3	2023.3
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1626.2	1696.2	1822.6	1824.3
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	944.0	944.0	944.0	944.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.723	1.797	1.931	1.933
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	494.2	519.0	520.1	552.1
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	455.1	470.0	461.0	478.1
09 - Peso del agua (g)	39.1	49.0	59.1	74.0
10 - Peso del tarro (g)	37.4	37.7	37.9	41.6
11 - Peso suelo seco (g)	417.7	432.3	423.1	436.5
12 - Contenido de Humedad (%)	4.8	6.7	9.4	12.4
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.575	1.610	1.694	1.652

Contenido Optimo Humedad **10.5 %** Densidad Seca Maxima, **1.705 g/cm<sup>3</sup>**



<b>MESA INGENIEROS S.A.C.</b>			
	Técnico de	D:	Responsable
	Nombre:	M:	Nombre: <i>Arturo Elbert Romero Serna</i>
	Firma:	A:	Firma: <i>Arturo Elbert Romero Serna</i> ING. GEOLOGO DNI: 47475480 CIP: 201884
			Responsable QA
			Nombre: <i>Marianelly Saavedra Palomino</i>
			Firma: <i>Marianelly Saavedra Palomino</i> REPRESENTANTE LEGAL





**INGENIERÍA GEOTÉCNICA - LABORATORIO Y CONSTRUCCIÓN**  
**INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EN OBRAS CIVILES**

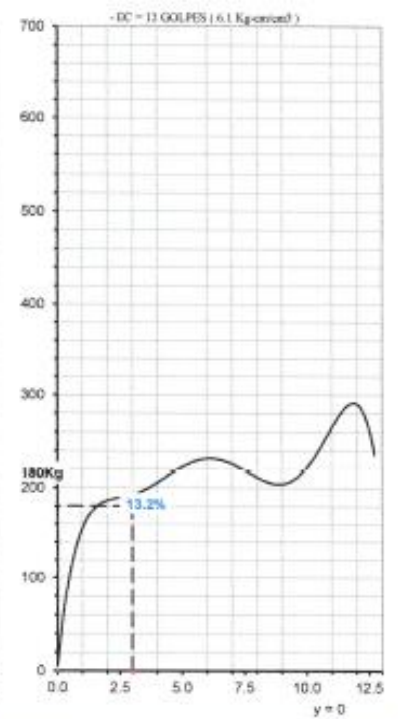
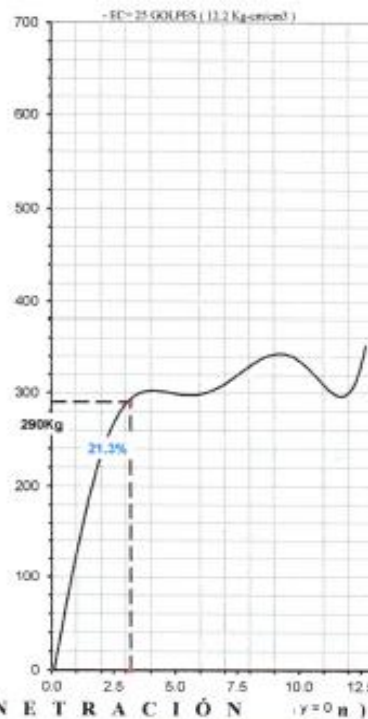
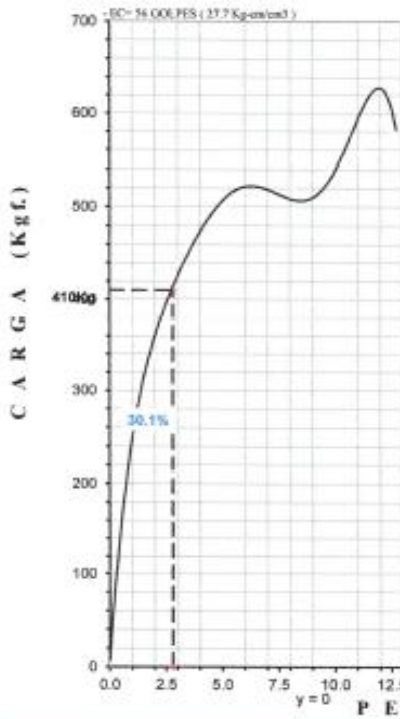
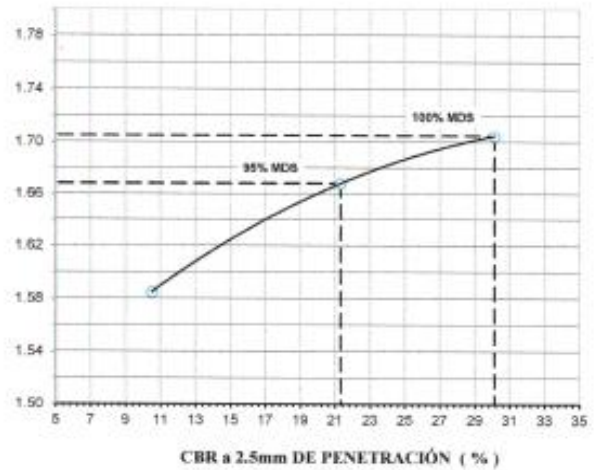
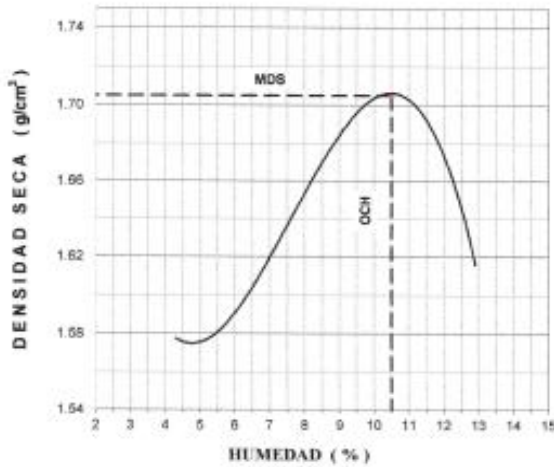
<b>RELACION DE SOPORTE - CBR</b>						
<b>NORMA ASTM D- 1883</b>						
<b>EXPERIMENTAL - 15% - C2</b>						
SOLICITA	BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER					
TESIS	Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real – Ancash – 2023					
MATERIAL	SUELO NATURAL C-2					
<b>Características</b>						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	26	12			
Energia Compactacion [kg-cm]/cm <sup>3</sup>	27.7	12.2	6.1			
<b>Densidad Seca [CBR]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	9,043.3	8,838.8	8,670.5			
02 - Peso del molde (g)	4,773.7	4,707.7	4,707.7			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,269.6	4,134.4	3,966.1			
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,180.0	2,190.0	2,190.0			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.959	1.888	1.811			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	544.3	618.3	544.6			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	498.5	567.7	498.3			
09 - Peso del agua (g)	45.8	50.6	46.3			
10 - Peso del tarro (g)	166.0	176.0	165.5			
11 - Peso suelo seco (g)	332.5	384.2	325.3			
12 - Contenido de humedad (%)	13.8	13.2	14.2			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.705	1.668	1.585			
<b>Saturación</b>						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01			0.10	0.20	0.20	
Dia 02			0.10	0.25	0.30	
Dia 03			0.10	0.30	0.40	
Dia 04			0.10	0.40	0.50	
Expansión, %			0.00	0.16	0.24	
<b>Absorción</b>						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,269.6	4,134.4	3,966.1			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,123.6	8,939.9	8,804.5			
03 - Peso del molde (g)	4,773.7	4,707.7	4,707.7			
04 - Peso suelo embebido (g)	4,349.9	4,232.2	4,096.8			
05 - Peso del agua absorvida (g)	80.3	97.8	130.7			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,752.7	3,653.3	3,471.9			
07 - Absorción de agua (%)	2.1	2.7	3.8			
<b>Penetración</b>	29.50 %	19.20 %	14.10 %			
<b>Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 60 + 121</b>						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	1.280	197.8	0.640	30.6	0.320	140.2
1.3	2.680	281.8	1.340	201.4	0.670	161.2
1.9	3.480	329.8	1.740	225.4	0.870	173.2
2.5	4.680	401.8	2.340	261.4	1.170	191.2
3.2	5.480	449.8	2.740	285.4	1.370	203.2
3.8	5.780	466.6	2.880	293.8	1.440	207.4
5.08	6.320	500.2	3.160	310.6	1.580	215.8
7.6	6.560	514.6	3.280	317.8	1.640	219.4
10.16	7.080	545.8	3.540	333.4	1.770	227.2
12.7	7.680	581.8	3.840	351.4	1.920	236.2
Carga [%]	401.8 kgf. [29.5%]		261.4 kgf. [19.2%]		191.2 kgf. [14.1%]	

MESA INGENIEROS S.A.C.			
Técnico de Laboratorio	D:	Responsable QA/QC	D:
Nombre:		Nombre:	
Firma:	M:	Firma:	M:
	A:	Firma:	A:
		Responsable QA	D:
		Nombre:	
		Firma:	M:
		Firma:	A:

RELACION DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ] - EXPERIMENTAL 15 %

SOLICITA	BECERRA RECERRA JANELLA KATTIUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER
TESIS	Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Casino Real - Ancaesh - 2023
MATERIAL	TERRENO NATURAL
CALICATA	CALICATA #2
FECHA:	

MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
MÁXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.705
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.5
CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	30.1
CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	21.3
EMBEBIDO	4 DIAS
EXPANSIÓN	S/E
ABSORCIÓN	2.1 %
HUMEDAD DE PENETRACIÓN	12.6 %



MESA INGENIEROS S.A.C.

Técnico de Laboratorio  
Nombre:   
Firma: 

D: \_\_\_\_\_  
M: \_\_\_\_\_  
A: \_\_\_\_\_

Responsable QA/QC  
Nombre:   
Firma: 

ARTURO ELBERT RONERO SERNAQUE  
ING. GEOLOGO  
DNI: 47475480  
CIP: 201894

D: \_\_\_\_\_  
M: \_\_\_\_\_  
A: \_\_\_\_\_

Responsable QA  
Nombre:   
Firma: 

Marianelly Saavedra Palomino  
REPRESENTANTE LEGAL

D: \_\_\_\_\_  
M: \_\_\_\_\_  
A: \_\_\_\_\_



## PROCTOR MODIFICADO

### NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115 - PATRON C-2

**SOLICITA** BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA  
CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER

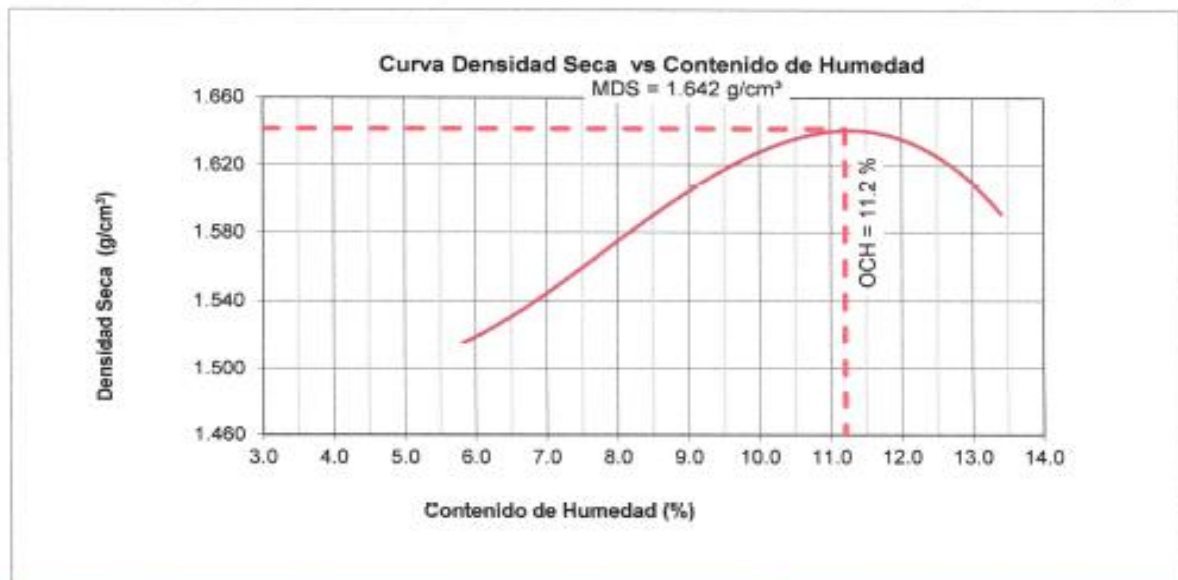
**TESIS** Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real  
- Ancash - 2023

**MATERIAL** M1 - CALICATA 2

**FECHA**

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm³			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3536.0	3629.3	3726.3	3702.9
02 - Peso del Molde (g)	2023.3	2023.3	2023.3	2023.3
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1512.7	1606.0	1703.0	1679.6
04 - Volumen del Molde (cm³)	944.0	944.0	944.0	944.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.602	1.701	1.804	1.779
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	439.5	495.8	470.2	549.6
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	417.6	461.9	419.5	504.3
09 - Peso del agua (g)	21.9	33.9	50.7	45.3
10 - Peso del tarro (g)	38.2	37.1	40.5	39.5
11 - Peso suelo seco (g)	379.4	424.8	379.0	464.8
12 - Contenido de Humedad (%)	5.8	8.0	13.4	9.7
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm³)	1.515	1.575	1.591	1.622

Contenido Optimo Humedad **11.2 %** Densidad Seca Maxima, **1.642 g/cm³**



<b>MESA INGENIEROS S.A.C.</b>			
<p><b>Técnico de</b></p> <p>Nombre: <i>[Firma]</i></p> <p>Firma: <i>[Firma]</i></p>	D: M: A:	<p><b>Responsable</b></p> <p>Nombre: <i>[Firma]</i></p> <p>Firma: <i>[Firma]</i></p> <p style="text-align: center;">ING. GEOLOGO DNI: 47475480 CIP: 201884</p>	D: M: A:
<p><b>Responsable QA</b></p> <p>Nombre: <i>[Firma]</i></p> <p>Firma: <i>[Firma]</i></p> <p style="text-align: center;">Marianelly Saavedra Palomino REPRESENTANTE LEGAL</p>	D: M: A:		



**INGENIERÍA GEOTÉCNICA - LABORATORIO Y CONSTRUCCIÓN  
INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EN OBRAS CIVILES**

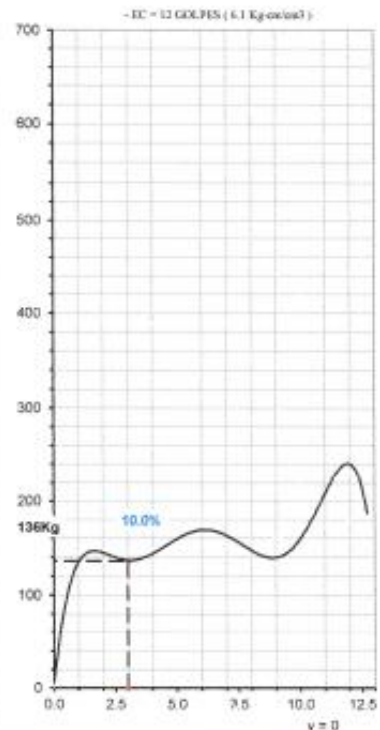
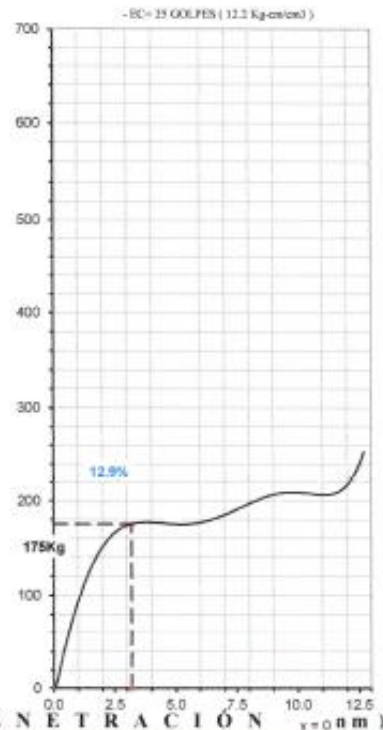
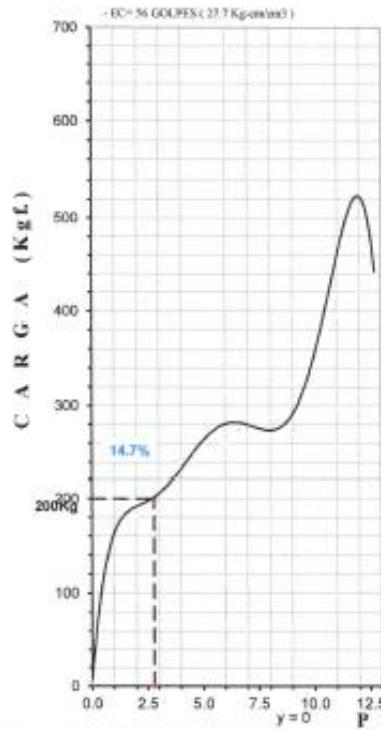
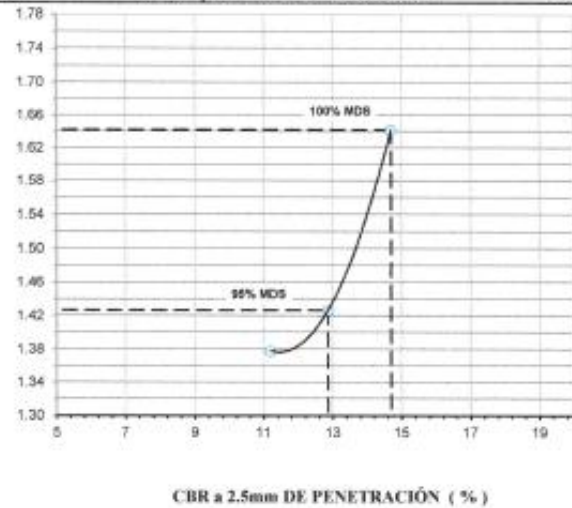
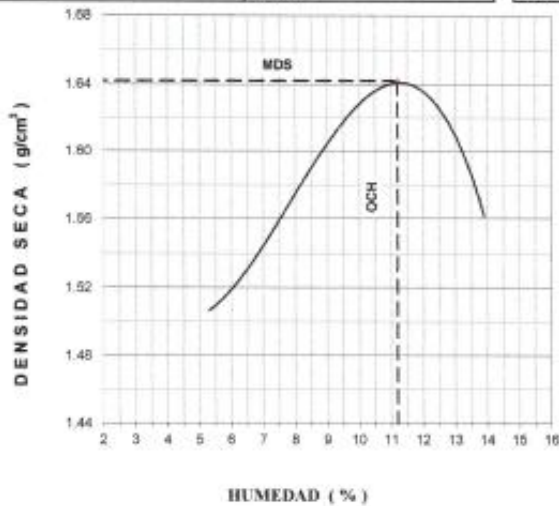
RELACIÓN DE SOPORTE - CBR						
NORMA ASTM D- 1883						
PATRON - C2						
SOLICITA	BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER					
TESIS	Influencia de esooris de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real – Ancash – 2023					
MATERIAL	CALICATA 2					
<b>Características</b>						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	26	12			
Energia Compactacion [kg-cm]/cm <sup>3</sup>	27.7	12.2	6.1			
<b>Densidad Seca [CBR]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,696.5	8,449.2	8,239.5			
02 - Peso del molde (g)	4,796.0	4,730.0	4,730.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	3,900.5	3,719.2	3,509.5			
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,180.0	2,190.0	2,190.0			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.789	1.662	1.603			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	536.0	541.8	540.9			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	484.3	485.3	486.5			
09 - Peso del agua (g)	51.7	56.5	54.4			
10 - Peso del tarro (g)	166.0	143.0	149.0			
11 - Peso suelo seco (g)	318.3	342.3	333.1			
12 - Contenido de humedad (%)	16.2	16.5	16.3			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.539	1.427	1.378			
<b>Saturación</b>						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01			0.00	0.00	0.00	
Dia 02			0.20	0.45	0.80	
Dia 03			0.40	0.90	1.75	
Dia 04			0.80	1.60	2.40	
Expansión, %			0.63	1.26	1.89	
<b>Absorción</b>						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	3,900.5	3,719.2	3,509.5			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,767.2	8,525.4	8,335.6			
03 - Peso del molde (g)	4,796.0	4,730.0	4,730.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	3,971.2	3,795.4	3,605.6			
05 - Peso del agua absorbida (g)	70.7	105.9	96.1			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,355.5	3,192.3	3,016.9			
07 - Absorción de agua (%)	2.1	3.3	3.2			
<b>Penetración</b>	14.50 %	11.50 %	10.20 %			
<b>Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 60 + 121</b>						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.490	149.8	0.245	29.0	0.123	128.4
1.3	0.730	164.3	0.365	142.9	0.183	132.0
1.9	1.000	180.6	0.500	151.0	0.250	136.0
2.5	1.190	196.8	0.595	156.7	0.298	138.9
3.2	1.600	216.7	0.800	169.0	0.400	145.0
3.8	1.820	236.6	0.910	175.6	0.455	148.3
5.08	2.020	254.7	1.010	181.6	0.505	151.3
7.6	2.300	278.2	1.150	190.0	0.575	155.5
10.16	2.950	369.1	1.475	209.5	0.738	165.3
12.7	4.400	442.0	2.200	253.0	1.100	187.0
Carga [%]	196.8 kgf. [14.5%]		156.7 kgf. [11.5%]		138.85 kgf. [10.2%]	

MESA INGENIEROS S.A.C.					
Técnico de Laboratorio	D:	Responsable QA/QC	D:	Responsable QA	D:
Nombre	M:	Nombre	M:	Nombre	M:
Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ] - PATRON C-2

SOLICITA :	BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER
TESIS :	Influencia de escoria de acero en la estabilización de la suprasiente de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023
MATERIAL :	TERRENO NATURAL
CALICATA :	CALICATA #2
FECHA :	

MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A		
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.642		
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.2		
CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	14.7		
CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	12.9		
EMBEBIDO :	4DIAS	EXPANSIÓN :	0.6 %
ABSORCIÓN :	2.1 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN :	13.3 %



MESA INGENIEROS S.A.C.

Técnico de Laboratorio  
Nombre:   
Firma:

Responsable QA/QC  
Nombre:   
Firma:

Responsable QA  
Nombre:   
Firma:

**PROCTOR MODIFICADO**  
**NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115 - EXPERIMENTAL 25%**

SOLICITA **BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA**  
**CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER**

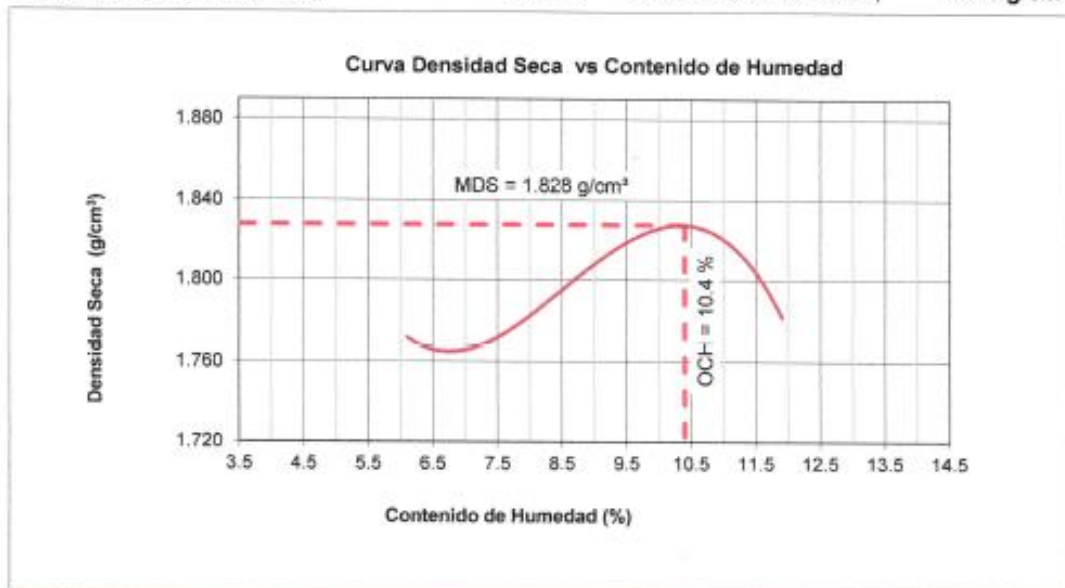
TESIS **Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real**  
**- Ancash - 2023**

MATERIAL **M1 - CALICATA 3**

FECHA

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm <sup>3</sup>			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3798.0	3875.4	3931.9	3905.3
02 - Peso del Molde (g)	2023.3	2023.3	2023.3	2023.3
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1774.7	1852.1	1904.0	1882.0
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	944.0	944.0	944.0	944.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.880	1.962	2.017	1.994
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	571.1	569.8	663.5	630.6
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	540.5	526.9	600.2	567.8
09 - Peso del agua (g)	30.6	42.9	63.3	62.8
10 - Peso del tarro (g)	37.4	37.7	37.9	41.6
11 - Peso suelo seco (g)	503.1	489.2	562.3	526.2
12 - Contenido de Humedad (%)	6.1	8.8	11.3	11.9
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.772	1.803	1.812	1.782

Contenido Optimo Humedad **10.4 %** Densidad Seca Maxima, **1.828 g/cm<sup>3</sup>**



<b>MESA INGENIEROS S.A.C.</b>			
<b>Técnico de</b> Nombre: Firma:	D:	<b>Responsable</b> Nombre: Firma: <b>ING. GEOLOGO</b> <b>DNI: 47475480</b> <b>CIP: 201804</b>	D:
	M:		M:
	A:		A:
		<b>Responsable QA</b> Nombre: <b>MESA INGENIEROS S.A.C.</b> Firma: <b>Marianelly Saavedra Palomino</b> <b>REPRESENTANTE LEGAL</b>	



**INGENIERÍA GEOTÉCNICA - LABORATORIO Y CONSTRUCCIÓN**  
**INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EN OBRAS CIVILES**

**RELACION DE SOPORTE - CBR**  
**NORMA ASTM D- 1883**  
**EXPERIMENTAL - 25% - C3**

SOLICITA: BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA  
 CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER

TESIS: Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real – Ancash – 2023

MATERIAL: SUELO NATURAL C-3

<b>Características</b>			
Numero de Molde	1	2	3
Numero de Capas	5	5	5
Numero de Golpe	56	26	12
Energia Compactacion [kg-cm]/cm <sup>3</sup>	27.7	12.2	6.1

<b>Densidad Seca [CBR]</b>			
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	9,261.3	8,938.9	8,828.5
02 - Peso del molde (g)	4,796.0	4,730.0	4,730.0
03 - Peso suelo humedo (g)	4,465.3	4,152.6	4,049.0
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,180.0	2,190.0	2,190.0
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	2.048	1.896	1.849
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	517.7	464.3	638.8
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	495.5	437.0	595.0
09 - Peso del agua (g)	22.2	27.3	43.8
10 - Peso del tarro (g)	166.0	143.0	149.0
11 - Peso suelo seco (g)	329.5	287.2	445.2
12 - Contenido de humedad (%)	6.7	9.5	9.8
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.919	1.731	1.683

<b>Saturación</b>					
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial
Dia 01			0.12	0.18	0.16
Dia 02			0.12	0.23	0.28
Dia 03			0.12	0.25	0.35
Dia 04			0.12	0.25	0.35
Expansión, %			0.00	0.08	0.15

<b>Absorción</b>			
Numero de molde	1	2	3
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,412.2	4,158.2	4,056.2
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,225.1	8,942.1	8,851.6
03 - Peso del molde (g)	4,796.0	4,730.0	4,730.0
04 - Peso suelo embebido (g)	4,429.1	4,212.1	4,121.6
05 - Peso del agua absorbida (g)	16.9	53.9	65.4
06 - Peso del suelo seco (g)	4,183.4	3,792.1	3,686.3
07 - Absorción de agua (%)	0.4	1.4	1.8

**Penetración** 35.00 %      21.50 %      17.40 %

**Factor Anillo:** Carga [kgf.] = Lectura Dial \* 60 + 121

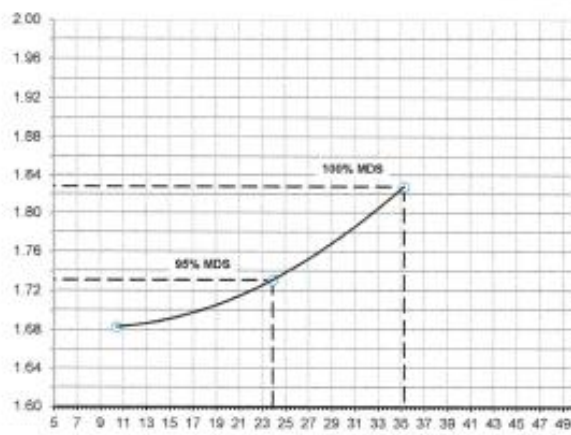
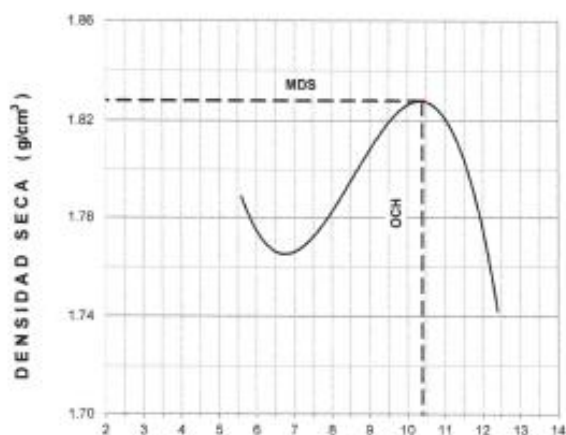
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
PEN. (mm)						
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	2.100	247.4	1.200	193.2	1.000	181.0
1.3	3.800	349.8	1.500	211.2	1.350	202.0
1.9	5.400	446.1	1.760	226.9	1.750	226.0
2.5	5.900	476.2	2.850	292.4	1.920	236.2
3.2	6.500	512.3	3.650	340.5	2.500	271.0
3.8	5.200	434.0	3.900	355.8	2.600	277.0
5.08	6.400	506.3	4.800	409.7	3.200	313.0
7.6	7.300	560.5	5.475	450.3	3.650	340.0
10.16	7.800	578.5	5.700	463.9	3.800	349.0
12.7	8.000	602.6	6.000	481.9	4.000	361.0
Carga [%]	476.18 kgf. [35%]		292.4275 kgf. [21.5%]		236.2 kgf. [17.4%]	

MESA INGENIEROS S.A.C.			
<b>Técnico de Laboratorio</b> Nombre: Firma:	D: M: A:	<b>Responsable QA/QC</b> Nombre: Firma: ING. GEOLOGO DNI: 47475480 CIP: 201884	D: M: A:
<b>Responsable QA</b> Nombre: Firma: Meryelly Saavedra Valomino REPRESENTANTE LEGAL	D: M: A:		

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ] - EXPERIMENTAL 25%

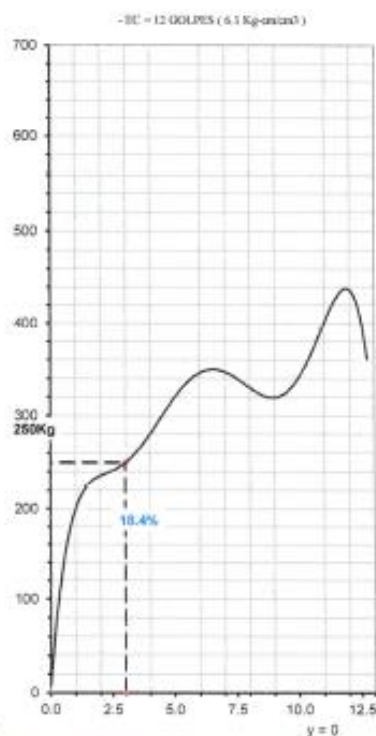
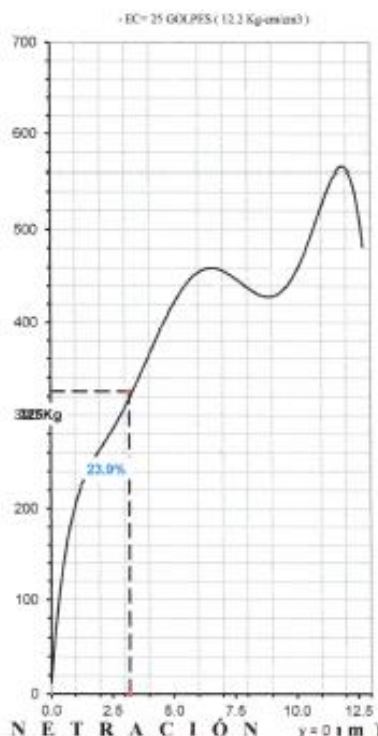
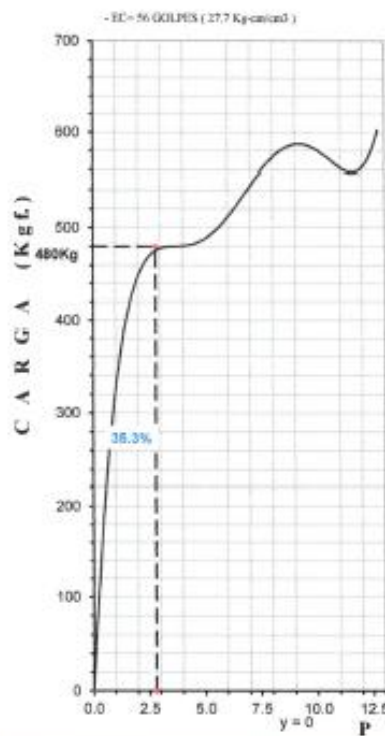
SOLICITA :	BECERRA BECERRA JANELLA KATTELUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER
TESIS :	Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023
MATERIAL :	TIERRENO NATURAL
CALICATA :	CALICATA #3
FECHA :	

MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.828
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.4
CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	35.3
CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	23.9
EMBEBIDO :	4DIAS
EXPANSIÓN :	S/E
ABSORCIÓN :	0.4 %
HUMEDAD DE PENETRACIÓN :	10.8 %



HUMEDAD (%)

CBR a 2.5mm DE PENETRACIÓN (%)



MESA INGENIEROS S.A.C.

Técnico de Laboratorio  
Nombre: *[Firma]*  
Firma: *[Firma]*

D:  
M:  
A:

Responsable QA/QC  
Nombre: *[Firma]*  
Firma: *[Firma]*  
ING. GEOLOGO  
DNI: 47475480  
CIP: 201884

D:  
M:  
A:

Responsable QA  
Nombre: *[Firma]*  
Firma: *[Firma]*  
Marianelly Saavedra Palomino  
REPRESENTANTE LEGAL

D:  
M:  
A:





## PROCTOR MODIFICADO NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115 - EXPERIMENTAL 20%

SOLICITA

BECCERRA BECCERRA JANELLA KATTIUSKA  
CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER

TESIS

Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real  
- Ancash - 2023

MATERIAL

M1 - CALICATA 3

FECHA

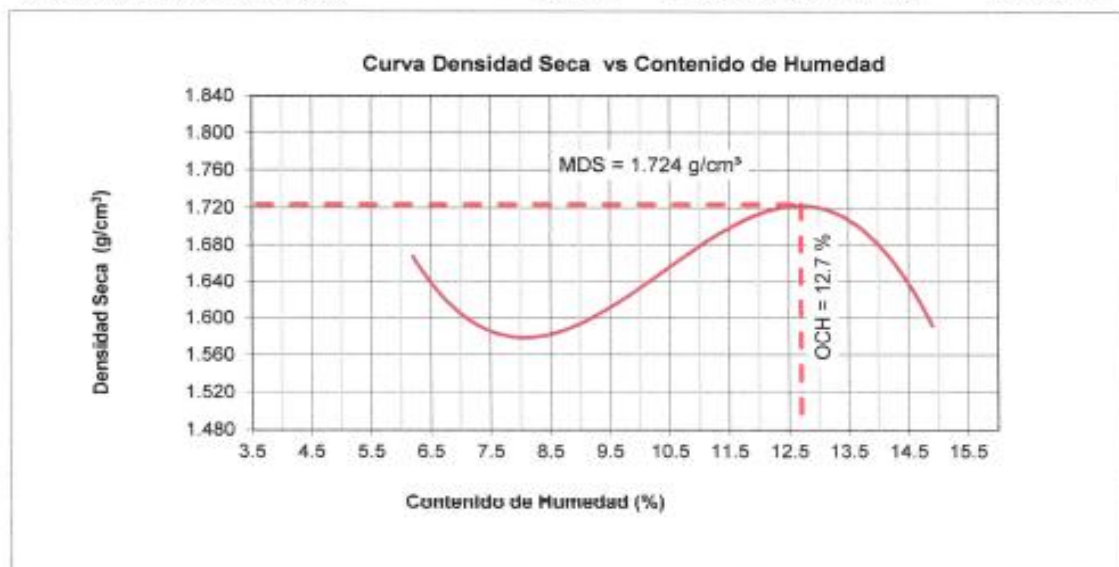
Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm <sup>3</sup>			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3703.1	3765.9	3861.3	3757.5
02 - Peso del Molde (g)	2023.3	2023.3	2023.3	2023.3
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1679.8	1742.6	1827.5	1734.2
04 - Volumen del Molde (cm <sup>3</sup> )	948.3	948.3	948.3	948.3
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.771	1.838	1.927	1.829
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	541.8	527.2	537.2	560.4
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	512.2	480.3	482.6	492.4
09 - Peso del agua (g)	29.6	46.9	54.6	68.0
10 - Peso del tarro (g)	36.2	36.8	35.9	36.7
11 - Peso suelo seco (g)	476.0	443.5	446.7	455.7
12 - Contenido de Humedad (%)	6.2	10.6	12.2	14.9
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.668	1.661	1.718	1.592

Contenido Optimo Humedad

12.7 %

Densidad Seca Maxima,

1.724 g/cm<sup>3</sup>



MESA INGENIEROS S.A.C.

Nombre: 

Firma: 

D: \_\_\_\_\_

M: \_\_\_\_\_

A: \_\_\_\_\_

Responsable

Nombre: 

Firma: 

ING. GEOLOGO

DNI: 47475490

CIP: 201604

D: \_\_\_\_\_

M: \_\_\_\_\_

A: \_\_\_\_\_

Responsable QA

Nombre: 

Firma: 

REPRESENTANTE LEGAL

D: \_\_\_\_\_

M: \_\_\_\_\_

A: \_\_\_\_\_



**INGENIERÍA GEOTÉCNICA - LABORATORIO Y CONSTRUCCIÓN  
INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EN OBRAS CIVILES**

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR						
NORMA ASTM D- 1883						
EXPERIMENTAL - 20% - C3						
SOLICITA	BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER					
TESIS	Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real – Ancash – 2023					
MATERIAL	SUELO NATURAL C-3					
<b>Características</b>						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	26	12			
Energia Compactacion [kg-cm]/cm <sup>3</sup>	27.7	12.2	6.1			
<b>Densidad Seca [CBR]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	9,076.9	8,854.4	8,727.3			
02 - Peso del molde (g)	4,802.7	4,736.7	4,736.7			
03 - Peso suelo humedo (g)	4,274.2	4,120.9	3,993.8			
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,180.0	2,190.0	2,190.0			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.961	1.882	1.824			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	525.7	529.0	728.3			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	489.8	494.1	680.6			
09 - Peso del agua (g)	31.8	33.9	52.9			
10 - Peso del tarro (g)	166.0	166.6	210.0			
11 - Peso suelo seco (g)	323.8	328.7	472.2			
12 - Contenido de humedad (%)	9.8	10.3	11.2			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.785	1.706	1.640			
<b>Saturación</b>						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01			0.30	0.42	0.60	
Dia 02			0.30	0.52	0.80	
Dia 03			0.30	0.60	0.80	
Dia 04			0.30	0.60	0.80	
Expansión, %			0.00	0.14	0.16	
<b>Absorción</b>						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4,274.2	4,120.9	3,993.8			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9,114.8	8,913.0	8,793.9			
03 - Peso del molde (g)	4,802.7	4,736.7	4,736.7			
04 - Peso suelo embebido (g)	4,312.1	4,176.3	4,057.2			
05 - Peso del agua absorbida (g)	37.9	55.4	63.4			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,892.0	3,735.6	3,591.5			
07 - Absorción de agua (%)	1.0	1.5	1.8			
<b>Penetración</b>	33.80 %		20.00 %		15.40 %	
<b>Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial * 60 + 121</b>						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	1.640	219.7	0.920	31.8	0.570	155.2
1.3	2.700	283.5	1.500	211.0	0.960	178.6
1.9	3.750	346.8	2.000	241.0	1.270	197.2
2.5	5.620	459.3	2.520	272.2	1.480	209.8
3.2	6.000	482.2	2.820	290.2	1.690	222.4
3.8	6.100	488.2	3.220	314.2	1.830	230.8
5.08	6.420	507.5	3.350	322.0	2.020	242.2
7.6	6.740	526.7	3.640	339.4	2.140	249.4
10.16	6.920	537.6	3.720	344.2	2.470	269.2
12.7	7.100	548.4	3.860	352.6	2.620	278.2
Carga [%]	459.324 kgf. [33.8%]		272.2 kgf. [20%]		209.8 kgf. [15.4%]	

MESA INGENIEROS S.A.C.			
Técnico del Laboratorio	D:	Responsable QA/QC	D:
Nombre:		Nombre:	
Firma:	M:	Firma:	M:
	A:		A:

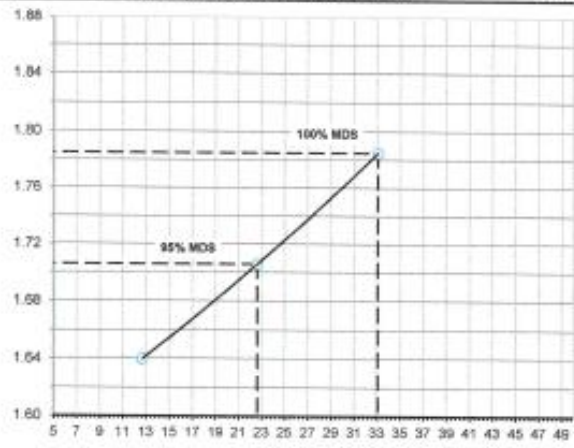
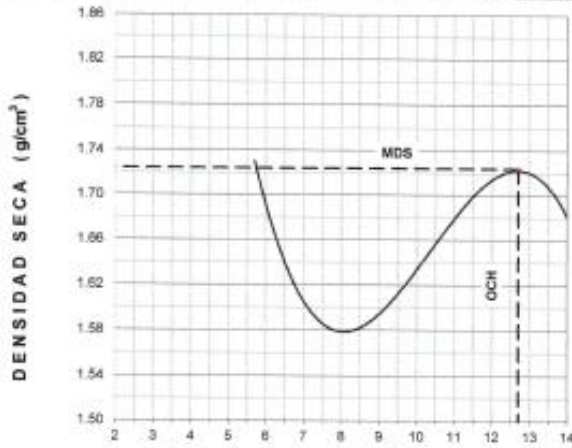
  

Responsable QA	D:
Nombre:	
Firma:	M:
	A:

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ] - EXPERIMENTAL 20%

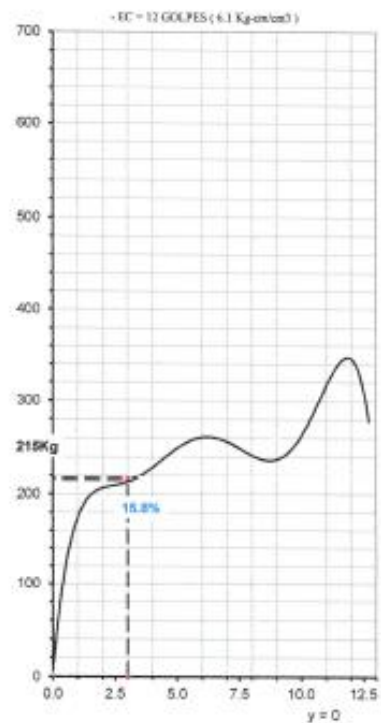
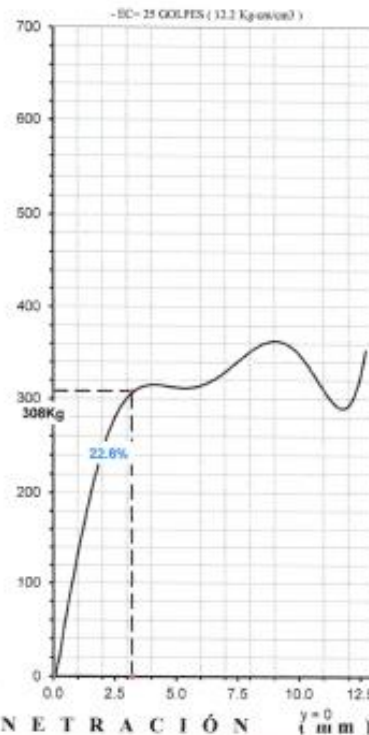
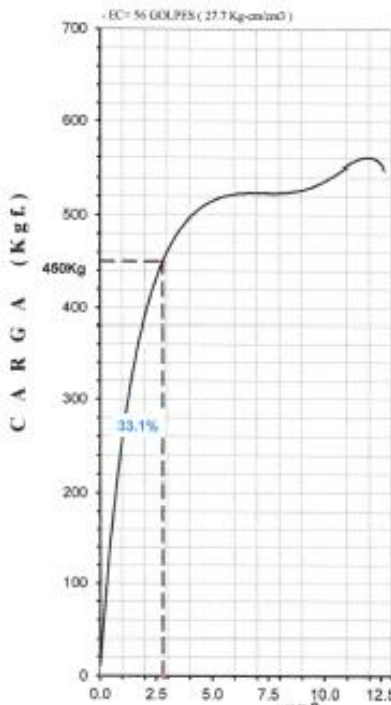
SOLICITA	BECERRA BECERRA JANELLA KATTJURKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER
TESIS	Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Casino Real - Arecañi - 2023
MATERIAL	TERRENO NATURAL
CALICATA	CALICATA #3
FECHA:	

MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.724
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.7
CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	33.1
CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	22.6
EMBEBIDO :	4DIAS
EXPANSIÓN :	S/E
ABSORCIÓN :	1.0 %
HUMEDAD DE PENETRACIÓN :	13.7 %



HUMEDAD (%)

CBR a 2.5mm DE PENETRACIÓN (%)



MESA INGENIEROS S.A.C.

Técnico de Laboratorio  
Nombre: *[Firma]*  
Firma: *[Firma]*

D: \_\_\_\_\_  
M: \_\_\_\_\_  
A: \_\_\_\_\_

Responsable QA/QC  
Nombre: *[Firma]*  
Firma: *[Firma]*  
ING. GEOLOGO  
DNI: 47475480  
CIP: 201884

D: \_\_\_\_\_  
M: \_\_\_\_\_  
A: \_\_\_\_\_

MESA INGENIEROS S.A.C.  
Responsable QA  
Nombre: *[Firma]*  
Firma: *[Firma]*  
REPRESENTANTE LEGAL

D: \_\_\_\_\_  
M: \_\_\_\_\_  
A: \_\_\_\_\_



**PROCTOR MODIFICADO**  
**NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115 - EXPERIMENTAL 15%**

**SOLICITA** BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA  
 CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER

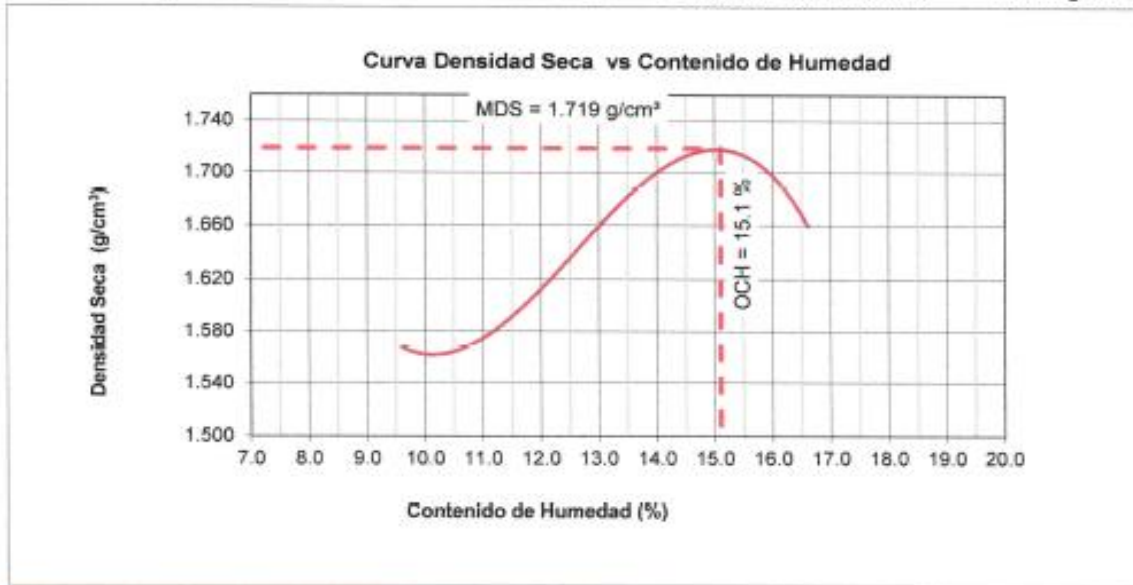
**TESIS** Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real  
 - Ancash - 2023

**MATERIAL** M1 - CALICATA 3

**FECHA**

Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm³			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3645.9	3715.9	3847.9	3850.2
02 - Peso del Molde (g)	2023.3	2023.3	2023.3	2023.3
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1622.6	1692.6	1824.6	1826.9
04 - Volumen del Molde (cm³)	944.0	944.0	944.0	944.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.719	1.793	1.933	1.935
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	494.2	519.0	520.1	552.1
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	455.1	470.0	461.0	478.1
09 - Peso del agua (g)	40.1	51.1	58.8	72.6
10 - Peso del tarro (g)	37.4	37.7	37.9	41.6
11 - Peso suelo seco (g)	417.7	432.3	423.1	436.5
12 - Contenido de Humedad (%)	9.6	11.8	13.9	16.6
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm³)	1.568	1.604	1.697	1.660

Contenido Optimo Humedad **15.1 %** Densidad Seca Maxima, **1.719 g/cm³**



<b>MESA INGENIEROS S.A.C.</b>				
	D:	<b>Responsable</b> Nombre: <i>Alberto Romero Serna</i> Firma: <i>Alberto Romero Serna</i> ING. GEOLOGO DNI: 47475490 CIP: 201684	D:	<b>Responsable QA</b> Nombre: <i>Maricely Saavedra Palomino</i> Firma: <i>Maricely Saavedra Palomino</i> INGENIERA EN CONTROL DE CALIDAD CIP: 201684
	M:		M:	
	A:		A:	



**INGENIERÍA GEOTÉCNICA - LABORATORIO Y CONSTRUCCIÓN**  
**INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EN OBRAS CIVILES**

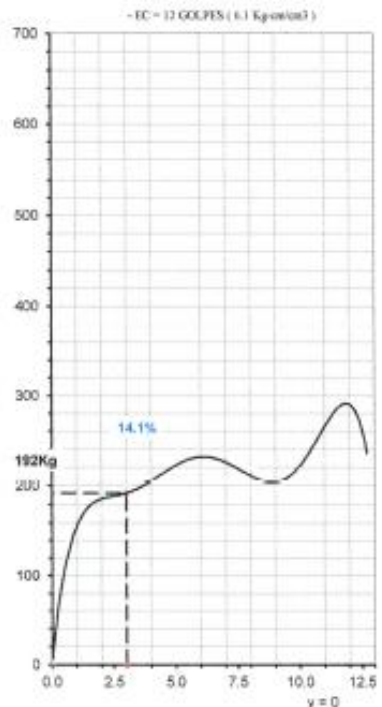
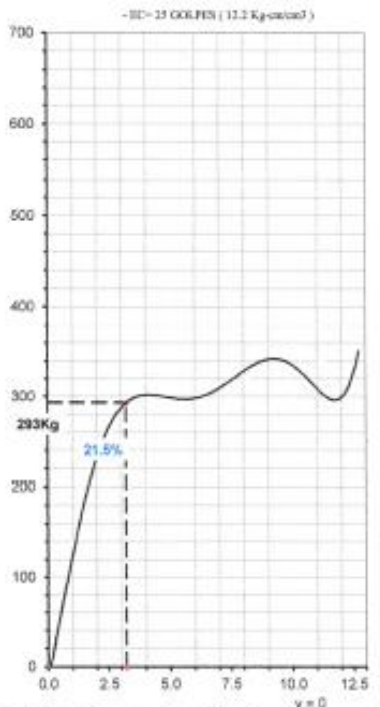
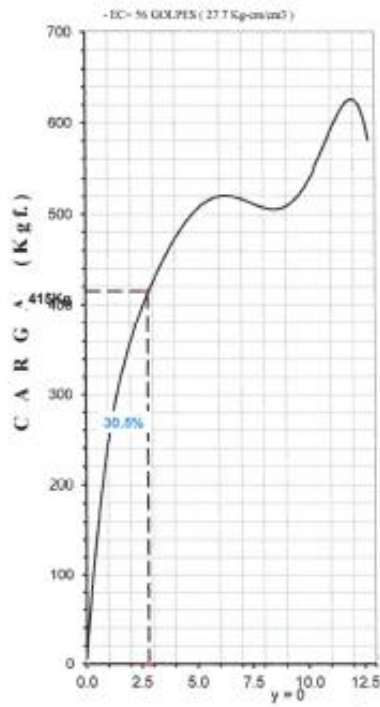
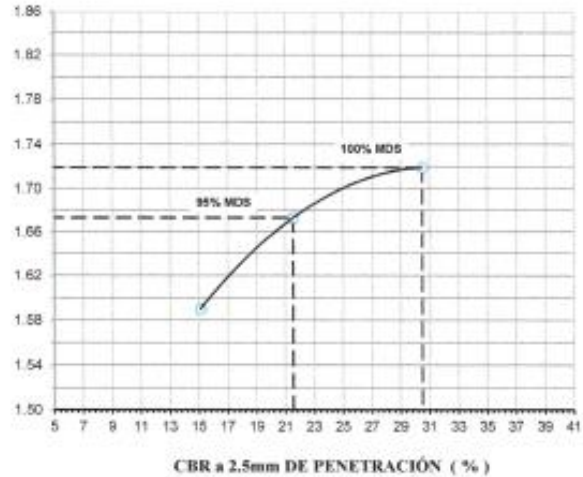
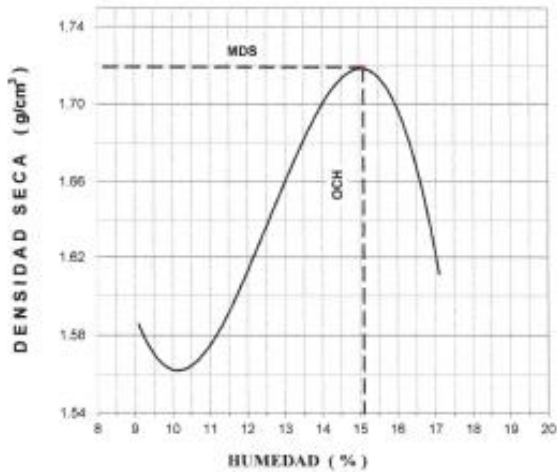
RELACIÓN DE SOPORTE - CBR						
NORMA ASTM D- 1883						
EXPERIMENTAL - 15% - C3						
SOLICITA	BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER					
TESIS	Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real – Ancash – 2023					
MATERIAL	SUELO NATURAL C-3					
<b>Características</b>						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	26	12			
Energia Compactacion [kg-cm]/cm <sup>2</sup>	27.7	12.2	6.1			
<b>Densidad Seca [CBR]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	9.050.4	8.845.9	8.677.6			
02 - Peso del molde (g)	4.781.4	4.715.4	4.715.4			
03 - Peso suelo humedo (g)	4.269.0	4.134.4	3.966.1			
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2.180.0	2.190.0	2.190.0			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.958	1.888	1.811			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	541.6	615.6	541.9			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	496.9	566.1	496.7			
09 - Peso del agua (g)	44.7	49.5	45.2			
10 - Peso del tarro (g)	166.0	176.0	165.5			
11 - Peso suelo seco (g)	330.9	384.2	325.3			
12 - Contenido de humedad (%)	13.5	12.9	13.9			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.725	1.673	1.590			
<b>Saturación</b>						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01			0.10	0.20	0.20	0.20
Dia 02			0.10	0.25	0.30	0.30
Dia 03			0.10	0.30	0.40	0.40
Dia 04			0.10	0.40	0.50	0.50
Expansión, %			0.00	0.16	0.24	0.24
<b>Absorción</b>						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	4.269.0	4.134.4	3.966.1			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	9.126.2	8.945.6	8.815.6			
03 - Peso del molde (g)	4.781.4	4.715.4	4.715.4			
04 - Peso suelo embebido (g)	4.344.8	4.230.2	4.100.2			
05 - Peso del agua absorbida (g)	75.8	95.8	134.1			
06 - Peso del suelo seco (g)	3.760.9	3.662.5	3.482.2			
07 - Absorción de agua (%)	2.0	2.6	3.9			
<b>Penetración</b>	29.40 %	19.20 %	14.00 %			
<b>Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial*60+121</b>						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	1.260	196.6	0.630	30.6	0.315	139.9
1.3	2.660	280.6	1.330	200.8	0.665	160.9
1.9	3.460	328.6	1.730	224.8	0.865	172.9
2.5	4.660	400.6	2.330	260.8	1.165	190.9
3.2	5.460	448.6	2.730	284.8	1.365	202.9
3.8	5.740	465.4	2.870	293.2	1.435	207.1
5.08	6.300	499.0	3.150	310.0	1.575	215.5
7.6	6.540	513.4	3.270	317.2	1.635	219.1
10.16	7.060	544.6	3.530	332.8	1.765	226.9
12.7	7.660	580.6	3.830	350.8	1.915	235.9
Carga [%]	400.6 kgf. [29.4%]		260.8 kgf. [19.2%]		190.9 kgf. [14%]	

MESA INGENIEROS S.A.C.			
Técnico de Laboratorio	D:	Responsable QA/QC	D:
Nombre	M:	Nombre	M:
Firma	A:	Firma	A:
		ARTURO ELBERT ROMERO SEPNUQUE ING. GEOLOGO DNI: 47475480 CIP: 201884	Marianelly Saavedra Palomino REPRESENTANTE LEGAL

RELACIÓN DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ] - EXPERIMENTAL 15%

SOLICITA	BECERRA BECERRA JANIELLA KATYUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER
TESIS	Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023
MATERIAL	TERRENO NATURAL
CALICATA	CALICATA #3
FECHA:	

MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A		
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.718		
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.1		
CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	30.5		
CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	21.5		
EMBEBIDO :	4DIAS	EXPANSIÓN :	S/E
ABSORCIÓN :	2.0 %	HUMEDAD DE PENETRACIÓN :	17.1 %



PENETRACIÓN (mm)

MESA INGENIEROS S.A.C.			
Técnico de Laboratorio	D:	Responsable QA/QC	D:
Nombre:		Nombre:	
Firma:	M:	Firma:	M:
	A:		A:
		ING. GEOLOGO DNI: 47475480 CIP: 201884	
		Responsable QA	D:
		MESA INGENIEROS S.A.C.	D:
		Nombre:	
		Firma:	M:
		Marianelly Saavedra Palomino	M:
		REPRESENTANTE LEGAL	A:

**PROCTOR MODIFICADO**  
**NORMA ASTM D- 1557/ MTC E 115 - PATRON C-3**

SOLICITA

BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA  
 CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER

TESIS

Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real  
 - Ancash - 2023

MATERIAL

M1 - CALICATA 3

FECHA

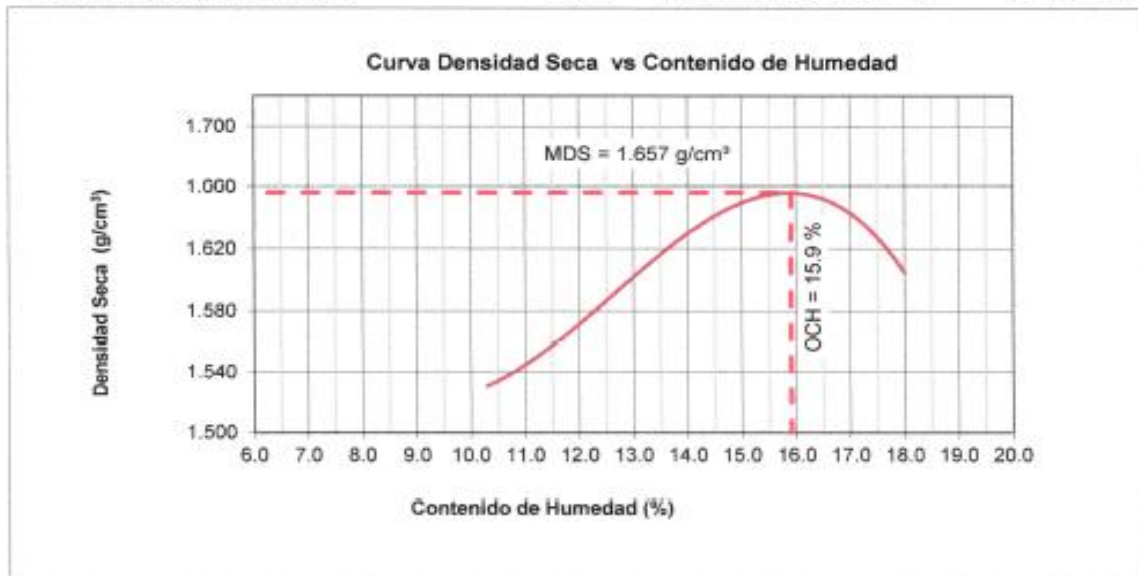
Metodo Compactación:	"A"	Número de Golpes		25
Energía de Compactación Standar	27.7 Kg.cm / cm³			
01 - Peso Suelo Humedo + Molde (g)	3551.2	3644.5	3741.5	3718.1
02 - Peso del Molde (g)	2023.3	2023.3	2023.3	2023.3
03 - Peso Suelo Humedo (g)	1527.9	1621.2	1718.2	1694.8
04 - Volumen del Molde (cm³)	944.0	944.0	944.0	944.0
05 - Densidad Suelo Humedo (g/cm³)	1.619	1.717	1.820	1.795
06 - Tarro N°	01	02	03	04
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	437.1	493.4	467.8	547.2
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	415.6	459.9	417.5	502.3
09 - Peso del agua (g)	21.5	33.5	50.3	44.9
10 - Peso del tarro (g)	39.9	38.8	42.2	41.2
11 - Peso suelo seco (g)	375.7	421.1	375.3	461.1
12 - Contenido de Humedad (%)	10.3	12.6	18.0	14.3
13 - Densidad del Suelo Seco (g/cm³)	1.531	1.590	1.605	1.637

Contenido Optimo Humedad

**15.9 %**

Densidad Seca Maxima,

**1.657 g/cm³**



<b>MESA INGENIEROS S.A.C.</b>				
	D:	 Responsable Nombre: <b>ARTURO ELBERT ROMERO SERMAQUE</b> Firma: <b>ING. GEOLOGO</b> DNI: 47475469 CIP: 201384		
	M:			M:
	A:			A:



**INGENIERÍA GEOTÉCNICA - LABORATORIO Y CONSTRUCCIÓN  
INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EN OBRAS CIVILES**

RELACION DE SOPORTE - CBR						
NORMA ASTM D- 1883						
PATRON - C3						
SOLICITA	BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER					
TESIS	Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real – Ancash – 2023					
MATERIAL	SUELO NATURAL C-3					
<b>Características</b>						
Numero de Molde	1	2	3			
Numero de Capas	5	5	5			
Numero de Golpe	56	26	12			
Energia Compactacion [kg-cm]/cm <sup>3</sup>	27.7	12.2	6.1			
<b>Densidad Seca [CBR]</b>						
01 - Peso suelo humedo + molde (g)	8,679.3	8,432.0	8,222.3			
02 - Peso del molde (g)	4,796.0	4,730.0	4,730.0			
03 - Peso suelo humedo (g)	3,883.3	3,702.0	3,492.3			
04 - Volumen de molde, cm <sup>3</sup>	2,180.0	2,190.0	2,190.0			
05 - Densidad suelo humedo (g/cm <sup>3</sup> )	1.781	1.662	1.595			
06 - Tarro N°	0.0	0.0	0.0			
07 - Peso suelo humedo + tarro (g)	529.9	535.7	534.8			
08 - Peso suelo seco + tarro (g)	500.3	501.3	502.5			
09 - Peso del agua (g)	29.6	34.4	32.3			
10 - Peso del tarro (g)	166.0	143.0	149.0			
11 - Peso suelo seco (g)	334.3	358.3	333.1			
12 - Contenido de humedad (%)	15.9	9.6	9.7			
13 - Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.537	1.516	1.454			
<b>Saturación</b>						
Embebido	Fecha	Hora	Lec. Dial	Lec. Dial	Lec. Dial	
Dia 01			0.00	0.00	0.00	
Dia 02			0.20	0.45	0.80	
Dia 03			0.40	0.90	1.75	
Dia 04			0.80	1.60	2.40	
Expansión, %			0.63	1.26	1.89	
<b>Absorcion</b>						
Numero de molde	1	2	3			
01 - Peso suelo humedo antes (g)	3,883.3	3,702.0	3,492.3			
02 - Peso suelo embebido + molde (g)	8,749.9	8,512.6	8,323.7			
03 - Peso del molde (g)	4,796.0	4,730.0	4,730.0			
04 - Peso suelo embebido (g)	3,953.9	3,782.6	3,593.7			
05 - Peso del agua absorbida (g)	70.6	80.6	101.4			
06 - Peso del suelo seco (g)	3,350.6	3,377.4	3,183.3			
07 - Absorción de agua (%)	2.1	2.4	3.2			
<b>Penetración</b>	14.50 %	11.90 %	10.40 %			
<b>Factor Anillo: Carga [kgf.] = Lectura Dial*60+121</b>						
Molde	1 [56 Golpes]		2 [25 Golpes]		3 [12 Golpes]	
PEN. (mm)	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]	Lec. Dial	Carga [Kgf.]
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0.63	0.500	149.8	0.250	29.0	0.125	128.5
1.3	0.750	164.3	0.375	143.5	0.188	132.3
1.9	1.200	180.6	0.600	157.0	0.300	139.0
2.5	1.350	196.8	0.675	161.5	0.338	141.3
3.2	1.720	216.7	0.860	172.6	0.430	146.8
3.8	1.880	236.6	0.940	177.4	0.470	149.2
5.08	2.120	254.7	1.060	184.6	0.530	152.8
7.6	2.380	278.2	1.190	192.4	0.595	156.7
10.16	3.050	369.1	1.525	212.5	0.763	166.8
12.7	4.560	442.0	2.280	257.8	1.140	189.4
Carga [%]	196.8 kgf. [14.5%]		161.5 kgf. [11.9%]		141.25 kgf. [10.4%]	

MESA INGENIEROS S.A.C.

Técnico de Laboratorio	D:
Nombre:	
Firma:	
M:	
A:	

Responsable QA/QC	D:
Nombre:	
Firma:	
M:	
A:	

ARTURO ELBERT ROMERO SERVACQUE  
ING. GEOLOGO  
DNI: 47475480  
CIP: 201884

Responsable QA	D:
Nombre:	
Firma:	
M:	
A:	

MESA INGENIEROS S.A.C.  
Marianelly Saavedra Palomino  
REPRESENTANTE LEGAL



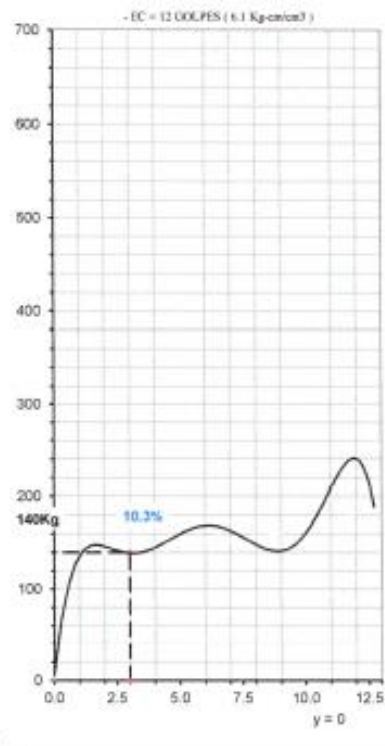
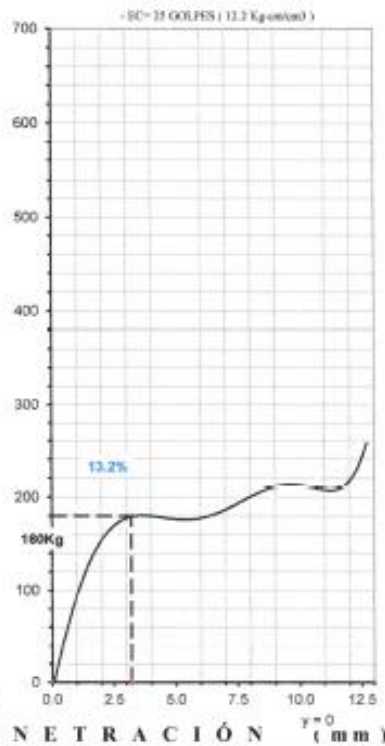
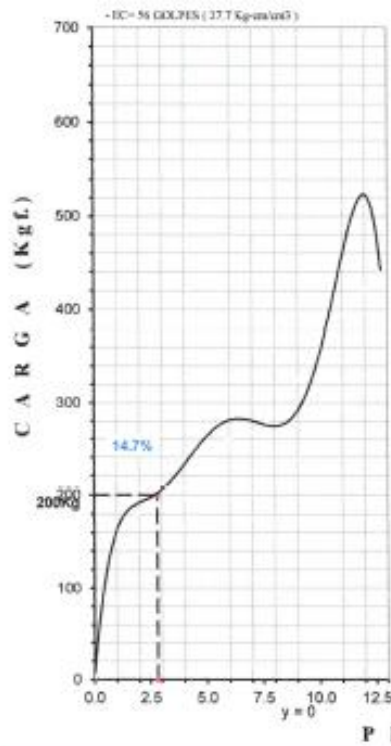
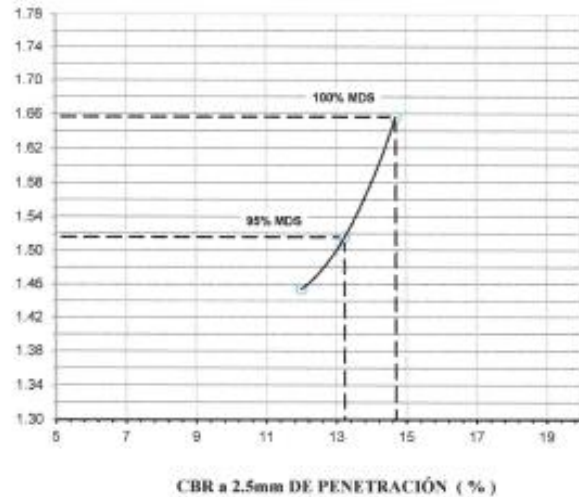
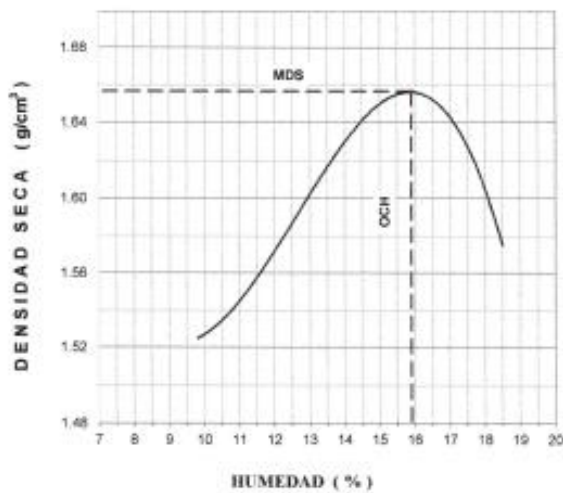


**INGENIERÍA GEOTÉCNICA - LABORATORIO Y CONSTRUCCIÓN  
INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EN OBRAS CIVILES**

**RELACION DE SOPORTE - CBR [ ASTM D-1883 ] - PATRON C-3**

SOLICITA	BICERRA BECERRA, JANELLA KATTUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER
TESIS	Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Casino Real - Arequipa - 2023
MATERIAL	TERRENO NATURAL
CALICATA	CALICATA #3
FECHA	

MÉTODO DE COMPACTACIÓN (ASTM D-1557)	A
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm <sup>3</sup> )	1.657
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	15.9
CBR AL 100% DE LA M.D.S. (%)	14.7
CBR AL 95% DE LA M.D.S. (%)	13.2
EMBEBIDO	4DIAS
EXPANSIÓN	0.6 %
ABSORCIÓN	2.1 %
HUMEDAD DE PENETRACIÓN	18.0 %



MESA INGENIEROS S.A.C.

	Técnico de Laboratorio	D:
	Nombre:	M:
	Firma:	A:

	Responsable QA/QC	D:
	Nombre: Arturo Elbert Romero Sernaque	M:
	Firma: ING. GEOLOGO DNI: 47475480 CIP: 201834	A:

	Responsable QA	D:
	Nombre: Mariamelly Sarceda Palomino	M:
	Firma: REPRESENTANTE LEGAL	A:



**INGENIERIA GEOTÉCNICA - LABORATORIO Y CONSTRUCCIÓN  
INSPECCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD DE MATERIALES EN OBRAS CIVILES  
ENSAYOS GRANULOMÉTRICOS POR TAMIZADO  
MTC E-204 - ASTM D-422**

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
ANALISIS GRANULOMETRICO ASTM D-422	
TESIS:	<i>Influencia de escoria de acero en la estabilización de la subrasante de la Avenida Camino Real - Ancash - 2023</i>
SOLICITA:	<i>BECERRA BECERRA JANELLA KATTIUSKA CRUZ DIAZ RUBEN ALEXANDER</i>
MUESTRA:	<i>ESCORIA DE ACERO</i>
UBICACIÓN:	<i>Distrito de Chimbote - Departamento de Ancash</i>
FECHA:	<i>Octubre, 2023</i>

TAMIZ		ESCORIA DE ACERO			
STANDARD N°	TAMAÑO mm.	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
1 1/2"	37.500	0	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	10.4	0.87	0.87	99.13
3/4"	19.050	154.14	12.95	13.83	86.17
1/2"	12.700	363.59	30.55	44.38	55.62
3/8"	9.525	272.13	22.87	67.25	32.75
Nº4	4.750	320.64	26.94	94.19	5.73
Nº8	2.360	27.92	2.35	96.54	3.46
Nº16	1.100	30.24	2.54	99.08	0.92
Nº30	0.600	5.87	0.49	99.57	0.43
Nº50	0.297	0.27	0.02	99.60	0.40
Nº100	0.150	1.32	0.11	99.71	0.29
Nº200	0.074	2.55	0.21	99.92	0.08
FONDO		0.93	0.08	100.00	0.00
TOTAL		1190.00	100.00	T.M.N.	3/4"



MESA INGENIEROS S.A.C.			
Técnico de Laboratorio	D:	Responsable QA/QC	D:
Nombre:	M:	Nombre:	M:
Firma:	A:	Firma:	A:
		 ARTURO ELBERT ROMERO SERNAQUE ING. GEOLOGO DNI: 47475480 CIP: 201884	 Marianelly Saavedra Palomino RESPONSABLE LEGAL

# Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Acreditación a:

## SERVICIOS DE LABORATORIOS DE SUELOS Y PAVIMENTOS S.A.C.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en: Av. Vicente Ruso Lote 1 fundo El Cerrito, distrito y provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque

Con base en la norma

**NTP-ISO/IEC 17025:2017 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración**

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-06P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número de registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 14 de febrero de 2023

Fecha de Vencimiento: 13 de febrero de 2026



**PATRICIA AGUILAR RODRIGUEZ**  
Directora (d.t.), Dirección de Acreditación - INACAL

Fecha de emisión: 27 de febrero de 2023



Cédula: NP 043-2023-INACAL/DA  
Contenido: M. 006-2023-INACAL/DA  
Registro N°: LE-203

El presente certificado tiene validez con el número de Acreditación y el data de emisión, todo que el alcance puede estar sujeto a modificaciones, reducciones, anulaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe consultarse en la página web [www.inacal.gob.pe/areas-de-trabajo/credenciacion/credenciacion](http://www.inacal.gob.pe/areas-de-trabajo/credenciacion/credenciacion), y/o a través del código QR al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL es miembro del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo entre Organizaciones de Normas de Acreditación Cooperativas (DAAC) e Internacional Accreditation Forum (IAF) del Acuerdo de Reconocimiento Múltiple con la International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC).

DA-acr-06P-02M Ver. 03