



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Incorporación de escoria negra de acero y cal para mejorar la subrasante en la av. zona industrial de Pachacútec 2021.

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

AUTOR:

Guerrero Infante Marlon Erick ([ORCID: 0000-0002-8170-1727](#))

ASESOR:

Mg. Pinto Barrantes, Raúl Antonio ([ORCID: 0000-0002-9573-0182](#))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hijo, son los mejores padres.

A mis tíos y mi pareja por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida.

A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme la vida, por guiarme a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres: HENRRY GUERRERO E. y MARIBEL INFANTE S.; y, por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en mis expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco a mis docentes de la Escuela de ingeniería civil de la universidad Cesar Vallejo de Lima Norte, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi profesión, de manera especial, al doc. CANCHO SUÑIGA GERARDO ENRIQUE tutor de mi proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente, y a las personas que actualmente están a mi lado.

Índice de contenido

| | |
|--|------|
| Caratula | i |
| Dedicatoria..... | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Índice de contenido | iv |
| Índice de Tablas..... | v |
| Índice de gráficos y figuras..... | vi |
| Resumen..... | vii |
| Abstract | viii |
| I. INTRODUCCIÓN | 9 |
| II. MARCO TEÓRICO | 13 |
| III. METODOLOGÍA..... | 23 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación | 23 |
| 3.2. Variables y operacionalización | 25 |
| 3.2. Población, muestra y muestreo | 25 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 27 |
| 3.5. Procedimiento | 28 |
| 3.6. Método de análisis de datos..... | 29 |
| 3.7. Aspectos éticos | 29 |
| IV. RESULTADOS | 30 |
| V. DISCUSIÓN..... | 43 |
| VI. CONCLUSIONES | 45 |
| VII. RECOMENDACIONES..... | 47 |
| REFERENCIAS | 48 |
| ANEXOS | 51 |

Índice de Tablas

| | |
|---|----|
| TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGUN AASHTO | 20 |
| TABLA 2 CLASIFICACIÓN DE SUELO SEGÚN SUCS0..... | 21 |
| TABLA 3 CATEGORIAS DE SUBRASANTE | 22 |
| TABLA 4 Resumen de ensayos con la incorporación de escoria negra de acero. | 33 |
| TABLA 5 Resumen de ensayos con la incorporación de cal | 33 |
| TABLA 6 Limites de Atterberg Incorporando Escoria Negra de Acero | 34 |
| TABLA 7 Limites de Atterberg Incorporando de Cal | 35 |
| TABLA 8 Proctor Modificado Incorporando Escoria Negra de Acero..... | 37 |
| TABLA 9 Proctor Modificado Incorporando Cal. | 38 |
| TABLA 10 CBR Incorporando Escoria Negra de Acero. | 40 |
| TABLA 11 CBR Incorporando Cal. | 41 |

Índice de gráficos y figuras

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 Ubicación de la región Callao en el país. | 30 |
| FIGURA 2 División política del departamento del Callao. | 31 |
| FIGURA 3 Mapa de la Provincia de Ventanilla. | 31 |
| FIGURA 4 Límites de Atterberg Incorporando Escoria Negra de Acero. | 34 |
| FIGURA 5 Límites de Atterberg Incorporando Cal. | 35 |
| FIGURA 6 Comparación de los límites de Atterberg con la incorporación de ambos materiales. | 36 |
| FIGURA 7 Proctor Modificado con la Incorporación de Escoria Negra de Acero. | 37 |
| FIGURA 8 Proctor Modificado Incorporando Cal. | 38 |
| FIGURA 9 Comparación de Proctor Modificado. | 39 |
| FIGURA 10 CBR Incorporando Escoria Negra de Acero. | 40 |
| FIGURA 11 CBR Incorporando Cal. | 41 |
| FIGURA 12 Comparación de valores de CBR. | 42 |

RESUMEN

La presente tesis de investigación “Incorporación de escoria negra de acero y cal para mejorar la subrasante en la av. zona industrial de Pachacútec 2021”, tuvo como objetivo Determinar de qué manera influye la escoria negra de acero y cal en el mejoramiento mecánico de la subrasante en la. av. Zona Industrial Pachacútec 2020. Esta investigación de tipo aplicada se usó el método experimental de tipo cuasiexperimental, con un nivel explicativo y enfoque cuantitativo. Se obtuvo como resultados que el índice de plasticidad reduce en mayor proporción al incorporar la escoria negra de acero ya que mantiene su estado no plástico, en el ensayo Proctor modificado dio como resultado que con ambos materiales se mantiene la relación que entre más agregó material aumento el OCH y disminuyó la MDS, en cuanto al ensayo de CBR se obtuvo una mayor resistencia con la incorporación de 6% de cal aumento de un 8.3% a un 12.2%-, y con la escoria negra de acero con la incorporación de 8% aumento de 8.3% a 17.7% el valor de CBR. Como conclusión se llegó a demostrar que tanto la cal como la escoria negra de acero influyen positivamente en las propiedades de la subrasante, además de demostrar que existe una mejora constante de la capacidad portante al incorporar la escoria negra de acero.

Palabras clave: escoria negra de acero, cal, subrasante.

ABSTRACT

The present research thesis "Incorporation of black slag of steel and lime to improve the subgrade in av. industrial zone of Pachacútec 2021 ", aimed to determine how the black slag of steel and lime influences the mechanical improvement of the subgrade in the. av. Industrial Zone Pachacútec 2020. This applied research used the quasi-experimental experimental method, with an explanatory level and a quantitative approach. The results were obtained that the plasticity index reduces in a greater proportion when incorporating the black slag of steel since it maintains its non-plastic state, in the modified Proctor test it resulted that with both materials the relationship is maintained that the more I add material, the increase the OCH and decreased the MDS, as for the CBR test, a greater resistance was obtained with the incorporation of 6% of lime increased from 8.3% to 12.2% -, and with the black steel slag with the incorporation of 8% increased from 8.3% to 17.7% the value of CBR. As a conclusion, it was demonstrated that both lime and black steel slag positively influence the properties of the subgrade, in addition to showing that there is a constant improvement in bearing capacity when incorporating black steel slag.

Keywords: black steel slag, lime, subgrade.

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional e industrial nos lleva a hablar de cuan importante son los proyectos de infraestructura vial a nivel mundial, las ventajas competitivas y el desarrollo económico, social y cultural que este compete en los factores de un país. En proyectos anteriormente construidos en nuestro país encontramos múltiples fallas ya sean ahuellamientos y/o deformaciones o algún tipo de falla que tienen relación con la capa asfáltica o subrasantes del suelo ya sea por mala compactación o un mal proceso constructivo o debido al uso de materiales inadecuados; el principal elemento de un comportamiento bueno en el conjunto de capas de un pavimento es el suelo, el que se encarga de recibir y resistir las cargas transmitidas por el tránsito vehicular que pasa por ella, por ello el suelo debe ser óptimo para evitar daños en el pavimento; cuando no se encuentra un suelo de óptimas condiciones, se reemplaza el suelo por material extraído de canteras y de no encontrar un suelo de condiciones factible se tiene como otra alternativa la de mejorar sus propiedades del suelo mediante estabilizaciones con agentes, como, el uso de geomallas, escorias de fierro, caucho, entre otros que aportan a lograr un suelo óptimo.

En mi tesis titulada ``Incorporación de escoria negra de acero y cal para mejorar la subrasante en la av. zona industrial de Pachacútec 2020´´usaremos unos de los métodos ya estudiados e investigados anteriormente y en estas oportunidad veremos el comportamiento de la unión de la cal que es un elemento estabilizador, la escoria de acero como retribuye a la mejora de la subrasante ya que tenemos resultados de estos materiales positivos y anteriormente estudiados es países sub desarrollados como los de Alemania, Estados Unidos, Bélgica, Canadá. Entre otros países europeos como referencias de algunos de los estudios e investigaciones realizados en países sub americanos tenemos a Colombia, Venezuela, argentina. Con estos temas de investigación.

Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia; Universidad Piloto de Colombia-Colombia; Pontificia Universidad Javeriana, Colombia. Los investigadores. H. Rondón Quintana, J.C. Ruge Cárdenas, D. Patiño Sánchez,

H. Vacca Gamez, F. Reyes Lizcano, W. Fernández Gómez de dichas universidades también se enfocaron en el material de la escoria de acero para la mejora de la subrasante.`` El grupo de estudio identificó como posibles usos de escoria negra de acero (BFS en sus siglas en inglés)para sustituir material granular natural (MGN) en proyectos viales, la conformación de capas granulares de afirmados, subbase, base, y como agregados pétreos para la fabricación de mezclas asfálticas. Por lo anterior, en el presente estudio se ejecutó una fase experimental para evaluar estos posibles usos. Para tal fin, los ensayos típicos que se realizan sobre las fracciones gruesas y finas de MGN para caracterizarlas fueron ejecutados sobre la BFS. ``

Miguel. A PÉREZ JORRÍN, Santander, Una planta levantada por SIEC en los terrenos de GSW recicla las escorias de fundición, la trata, las tritura y las convierte en árido siderúrgico para asfalto en carreteras y para pavimento de grandes superficies. Y los dos usos mejoran en precio y calidad a los productos y sistemas que sustituyen.

En la capital del Perú lima, se encuentran muchas industrias en ella hay un sector muy grande en la provincia constitucional del callao en la cual transita un alto porcentaje de vehículos pesados. Debido a ello tenemos uno de los principales problemas en las vías en las cuales transitan dichos vehículos, deteriorando rápidamente las pistas pavimentadas y dando una mala imagen a las calles del callao. Las vías actualmente en la av. Zona industrial ventanilla Pachacútec se encuentran en muy malas condiciones presentando hundimientos huella duras y grietas. los problemas radican con un mal comportamiento mecánico del suelo o mal trabajo constructivo. para ello trabajamos en mejorar el tipo de suelo en el que se construirá la vía pavimentada y pueda resistir las cargas de los vehículos para ello implementaremos el estabilizador ya conocido como el cal y también usaremos la escoria negra de acero que son de bajo costos y lo encontramos en el Perú fácilmente y colaboramos evitando la contaminación ambiental de parte de la escoria negra de acero.

Exponiendo la problemática del proyecto de investigación, la cual nos conlleva a una formulación del problema general: ¿Cómo mejora el comportamiento mecánico a nivel de subrasante con la incorporación de escoria negra de acero y cal en la av. Zona

Industrial Pachacútec 2020? y los problemas específicos son: ¿De qué manera influye el porcentaje óptimo de escoria de acero y cal en la resistencia de la subrasante en la av. Zona Industrial Pachacútec 2020?, ¿Cómo beneficia en la plasticidad de la subrasante la incorporación de escoria negra de acero y cal en la av. zona industrial Pachacútec 2020?, ¿Cómo beneficia en la compactación de la subrasante la incorporación de escoria negra de acero y cal en la av. zona industrial Pachacútec 2020? y ¿Cómo beneficia en la resistencia de la subrasante la incorporación de escoria negra de acero y cal en la av. zona industrial Pachacútec 2020?

Una vía de circulación pavimentada es de mucha importancia para el desarrollo de un país, ya que facilitamos el transporte, ingreso económico y turístico del país, dando facilidades a los accesos de los pueblos más alejados, por ello la **justificación social** se considera a los diversos estudios de envergadura al realizarse la construcción de vías un de las más importantes estudios es el de los suelos cada cierta distancia con diferentes tipos de ensayos, una vez ejecutada la obra vial se tiene que hacer ciertos mantenimientos cada cierto tiempo.

La, en el mejoramiento de suelo tenemos que tener en cuenta las propiedades físicas que tiene el suelo y como poder ayudar en el mejoramiento ya sea de la plasticidad, resistencia o en la compactación del dicho suelo, ya que al realizar esto podemos optimizar la durabilidad de la vía que se va a construir. Evitando los deslizamientos o asentamientos que son las fallas mas comunes en el suelo de una vía pavimentada. Por ello que la **justificación práctica** hoy en día es que es muy común usar como estabilizadores las cenizas volantes, cal, geomallas, escorias, polímeros entre otro. esto llega a mejorar las propiedades del suelo obteniendo buenos resultados en los suelos y así adquiriendo buenas vías pavimentadas.

En esta investigación se dará a conocer el uso de la escoria negra de acero y cal como aditivo estabilizador por lo que su **justificación teórica** es determinar cómo influye en sus comportamientos mecánicos del suelo. Y luego realizaremos los estudios mas importantes con la escoria y cal en el suelo viendo si estos dos materiales complementan en el aumento o disminución de sus propiedades del suelo.

En la investigación se tratará de detallar los cálculos para un fácil entendimiento, por lo que la **justificación metodológica** es analizar y detallar lo desarrollado en este proyecto para que otros investigadores o personas que están viendo temas similares puedan usar como fuente de información y aprendizaje.

El presente trabajo tuvo como objetivo general, Determinar de qué manera influye la escoria negra de acero y cal en el mejoramiento mecánico de la subrasante en la. av. Zona Industrial Pachacútec 2020. Y como objetivos específicos: Determinar el mejoramiento de la subrasante con la influencia del porcentaje optimo de escoria de acero y cal en la av. zona industrial Pachacútec 2020, Determinar la plasticidad de la subrasante con la influencia de la dosificación de escoria de acero y cal en la av. zona industrial Pachacútec 2020, Determinar la compactación de la subrasante con la influencia de la dosificación de escoria de acero y cal en la av. zona industrial Pachacútec 2020 y Determinar la resistencia de la subrasante con la influencia de la dosificación de escoria de acero y cal en la av. zona industrial Pachacútec 2020.

Así mismo se tuvo como Hipótesis general que, La escoria negra de acero y cal influyen de manera positiva en el mejoramiento de la subrasante en la av. zona industrial de Pachacútec 2020. Y como Hipótesis específicas: El porcentaje óptimo de escoria negra de acero y cal influye en el mejoramiento de la subrasante en la av. Zona industrial Pachacútec 2020, La dosificación de escoria negra de acero y cal influyen en la plasticidad de la subrasante en la av. Zona industrial Pachacútec 2020, La dosificación de escoria negra de acero y cal influyen en la compactación de la subrasante en la av. Zona industrial Pachacútec 2020 y La dosificación de escoria negra de acero y cal influye en la resistencia de la subrasante en la av. Zona industrial Pachacútec 2020.

II. MARCO TEÓRICO

En el siguiente proyecto de investigación se está tomando en consideración diversos trabajos anteriormente investigados y ejecutados que servirán para las siguientes comparaciones ya sea antecedentes nacionales, internacionales que también encontramos en artículos.

FIGUEROA, ILICH, MAMANI, CARLOS (2019) en la tesis titulada ***“Diseño de carreteras afirmadas en base a escorias negras, provenientes de la planta de aceros Arequipa de Pisco, para zonas rurales”*** para optar el título profesional de ingeniero civil en la universidad peruana de ciencias aplicadas. Tenía como **objetivo de investigación** proponer uno de los diseños de afirmado en base a escorias negras como material sustituto, provenientes de la planta de aceros Arequipa que se encuentra en la ciudad de pisco, comprobando que se encuentre dentro de los requerimientos de la norma E0.50 del R.N.E y manuales del MTC. De acuerdo a los resultados de la investigación las EAFS (escorias negras; afirmados; residuos de acero.) son clasificadas como material tipo grava arenosa bien gradada tipo GW (grava bien gradada), con un porcentaje de finos mínimo, sin límites de consistencia, alta resistencia a la penetración, CBR entre 5.5% a 12.0%, El mínimo porcentaje de la escoria negra pasa por el tamiz N.º 200, cuyo promedio menor al 4% debido aquellas características el material no tiene una buena compactación. La máxima densidad seca que determinaron mediante los ensayos fue 2.17 gr/cm³, con una humedad óptima de 4.6% para una energía de compactación equivalente a su Proctor Modificado, presenta una buena resistencia el material según los datos del laboratorio. Los valores de CBR calculados al 95% alcanzaron un valor de 80.5% para una penetración de 2''. El suelo no disminuiría su resistencia, ya que las EAFS ante fenómenos de saturación no presentan problemas de expansión. El agregado grueso tiene un peso específico muy variable que como resultado da 2.67 gr/cm³ este material serio calificado como duro. La gravedad específica del agregado fino por otro le da un promedio de 3.24 muy por encima del promedio para cualquier tipo de suelo, Las EAFS presentan un equivalente de arena promedio que llega a un valor de 57.6%. **Se concluye que** “no existe riesgo de reducción de resistencia del suelo o ataques al concreto y al acero, ya que los ensayos de sales totales,

cloruros, sulfatos, salinidad y PH han dado valores muy por debajo de máximos permisible para uso como materiales en obras. El material no llega a presentar límites de consistencia, limite líquido ni limite plástico, esta característica es una deficiencia para la compactación”.

FIGUEROA y Mamani (2017) en su tesis titulada **“Diseño de carreteras afirmadas en base a escorias negras, provenientes de la planta de aceros Arequipa de Pisco para zonas rurales”** para optar el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, tuvo como **objetivo de investigación** hacer una propuesta de diseño de pavimento con las escorias negras de acero como material sustituto en el afirmado de base, **resultados** se tuvo como capa de afirmado para vías no pavimentadas un espesor según AASHTO de 10.16 cm. y para Dakota del Sur de 11.15 cm, siendo 15 cm el mínimo requerimiento de los manuales de carreteras del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Pezo (2016) en su tesis titulada **“Aplicación de cal en subrasante para el diseño de pavimento rígido, en Jirón La Unión, Juan Guerra-San Martín, 2016”** tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Cesar Vallejo, cuyo objetivo fue determinar el efecto de la aplicación de cal en la subrasante natural para el diseño de pavimento rígido en el jirón La Unión de Juan Guerra-San Martín, 2016; este estudio fue de tipo experimental, para obtener resultados se realizó un levantamiento topográfico para disponer una acabada representación espacial del área geográfica, se ejecutaron 7 calicatas distribuidas una por cuadra, empleando cal entre el 1,2,3,4,5% del peso de la muestra, para establecer el óptimo porcentaje de utilización de la cal; concluyendo que aumentar el porcentaje de cal reduce el Limite Líquido y aumenta el Limite Plástico, por lo que reduce el Índice de Plasticidad; el CBR del suelo natural presenta una baja resistencia y al adicionar porcentajes de cal este presenta aumento, obteniendo un óptimo CBR al 100% de 45.61% al adicionar 5% de cal y un Índice de Plasticidad de 7.68%.

Ospina-García, M. A., Chaves-Pabón, S. B., & Jiménez-Sicachá, L. M. (2020) en un artículo titulado **“Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero”** el cual fue publicado por Revista de Investigación Desarrollo e Innovación el **objetivo del artículo** es evaluar el comportamiento de mezclas de suelo arcilloso mediante la adición de escoria de acero, se realiza la comparación de criterios de calidad de la sub rasante vial. La mezcla de la escoria de acería para ver el comportamiento con arcilla caolinita, se estableció una matriz dosificada de aumento considerables, los porcentajes de: 25, 50 y 75%, a través del tamiz N°4. Los resultados llegaron a dar positivo y un buen funcionamiento en suelos cohesivos, la plasticidad se redujo al 0%, y aumentando el valor del California Bearing Ratio, CBR, en un 378.92%. **Se concluye** que la escoria de acero, es un excelente complemento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante de arcilla caolinita. la dosificación más recomendada es de un 25%, debido a que hay una mínima baja en la comprensión no fue tan alta como en las otras dosificaciones, pero sí aumenta el índice CBR y la densidad.

Castillo (2017) en su tesis titulada **“Estabilización de suelos arcillosos de Macas con valores de CBR menores al 5% y Límites Líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como Subrasantes en Carreteras”** para optar el grado de Máster en Ingeniería en Viabilidad y Transportes en la Universidad de Cuenca, su objetivo fue estabilizar con el uso de la cal viva los suelos arcillosos encontrados en el Km 3+000 del paso lateral de Macas con valores de CBR menores al 5% y límites líquidos mayores al 100%, para utilizarlo como Subrasantes estabilizadas en sitio en carretera de pavimento flexible; para la obtención de resultados tomaron las muestras de la 200kg de muestra aproximadamente de la sub rasante de ese kilómetro, para realizar los diferentes ensayos, se adiciono a la mezcla del suelo porcentajes como 10%, 20%, 30% y 40% de cal en relación al peso del suelo seco, las conclusiones fueron que al adicionar la cal viva se observó la disminución del 3.12% de humedad en cada porcentaje de cal añadido, también con 20% de cal obtuvieron reducción en el límite líquido de 169% a 153.9%, así mismo con un 10% de cal se mostró un aumento significativo en el índice de plasticidad de 118.1% a 143.8%, a su vez el CBR presenta aumento de aproximadamente un 15.8% por cada porcentaje

de cal, finalmente manifiesta que se podría realizar una estabilización inmediata de estos suelos con un óptimo porcentaje de cal de un 16% respecto al suelo seco.

Teorías relacionadas al tema, a continuación, se enfocará la información relacionada a las variables independientes y dependientes, así como de las dimensiones de cada una, por lo que se habla de:

La cal, producto obtenido de la calcinación de las rocas calizas, rocas compuestas por óxido de calcio, este material se usó desde mucho antes en el rubro de construcción; dentro de su principal uso, “la cal se puede usar para tratar los suelos con el fin de mejorar su trabajabilidad y sus características de carga en una serie de situaciones” ¹. Este material debido a los componentes químicos que posee, es usado en la construcción principalmente en suelos para estabilizar y mejorar las propiedades del material. Se identifican dos grandes grupos de cal, por un lado, las cales aéreas y por otro las cales hidráulicas.

Cales aéreas, al estar expuestas al aire estas se fortalecen, usadas en su mayoría para estabilizar suelos; dentro de estas tenemos la cal hidratada y la cal vía. Y las cales hidráulicas, estas cales tiene como principales propiedades o características, el endurecimiento más rápido y un fraguado acelerado al estar en contacto con el agua.

Las propiedades convierte un suelo altamente plástico y con poca capacidad de resistencia a uno más rígido, mayor resistencia y sencillo de compactar.² Una de las principales características y/o propiedades de la cal es disminuir el índice de plasticidad, la densidad y la expansión eleva el PH del suelo.

Estabilización de suelos con incorporación de cal, la composición química de la cal proporciona propiedades beneficiosas al suelo con el que este en contacto, la estabilización de suelo con cal disminuye significativamente el índice de plasticidad, le aporta mayor trabajabilidad y aporta mayor capacidad de soporte al suelo.³

¹ (NATIONAL Lime Association)

² (CALCINOR)

³ (GALVAN Ruiz, y otros, 2011 pág. 95)

Ventajas de la cal, su bajo costo y fácil manejo hace de este un material de fácil acceso y sus propiedades aportantes son de una gran mejora en el uso con el que esté involucrada. Y por otro lado tenemos como **desventajas de la cal**, el comportamiento de este material con suelos arcillosos de manera más favorable en suelos arcillosos es una principal ventaja en cuanto a los suelos arenosos, así como de al encontrarse con materia orgánica retrasa los efectos o propiedades que aporta.

La escoria, es un subproducto de la industria de acero principalmente formado por calcio, hierro y silicato de magnesio, en el cual se obtiene por las reacciones químicas que tienen lugar en los procesos de formación de los metales.

Puesto que la escoria es un residuo de la producción del acero también se puede reutilizar en la agricultura para tratamiento de suelos sulfato-ácidos.

La generación de residuos siderúrgicos como la escoria negra ha obtenido un gran impacto ambiental negativo ya que desconocían su reutilización como agregado para la elaboración de mezcla asfáltica en el pavimento.

Una escoria de acero de horno eléctrico puede ser utilizada como reemplazo de arena en hormigón, en el cual se puede determinar que no existe un riesgo al impacto ambiental. Podemos verificar muchos materiales derivados de la refinación de metales que no han obtenido una utilidad.

La principal limitación para el uso de la escoria de acería en la construcción civil es la expansión volumétrica que presenta el material, por ello se comprobó las características, propiedades y desempeño como agregado granular.

En la actualidad la escoria negra de acero se utiliza en la fabricación del cemento, como agregados en la fabricación de hormigón, como material de base y sub base en los pavimentos, en la estabilización de sub rasante, en la carpeta asfáltica formando parte del ligante bituminoso; como en el ámbito de la agricultura también se ha encontrado aplicación, por ejemplo el tratamiento de aguas residuales.

Utilizando este subproducto en construcción de infraestructura vial se evita explotar nuevas canteras, manteniendo el paisaje de la zona; no requiere procesar los agregados se reduce el consumo de energía y se reducen las emisiones de CO₂ al ambiente, su empleo también reduce los costos de construcción sin perder calidad y prolongar la vida útil.

Adicionalmente promueve el reciclaje de un residuo que ocupa espacios importantes, reduciendo la exploración de canteras con todo el impacto negativo que significa a nuestro medio ambiente.

Su alto y permanente valor de coeficiente de roce, proporciona mayor agarre entre el pavimento y los neumáticos de los vehículos, es decir menor posibilidad de patinaje. Se determina que la escoria negra solo puede utilizarse en sustitución de árido fino y grueso después de la trituración.

Suelos, el suelo es producto del desprendimiento de una variedad de rocas existentes en la naturaleza, convirtiéndolas en pequeñas partículas a través de procedimientos químicos y/o mecánicos.⁴

Clasificación del suelo, dentro de las principales componentes de clasificación del suelo esta las dimensiones las partículas de este, según algunas organizaciones se clasifican:

Sistema AASHTO, este es un sistema que clasifica el suelo en siete grupos, todos basados en la granulometría del suelo previamente determinados en el laboratorio, además se toma en cuenta el ensayo de límites de Atterberg; y cálculo de un índice de grupo que se calcula con la siguiente fórmula propuesta por Braja M. Das:

$IG = (F - 35)(0.2 + 0.005(L.L - 0.40)) + 0.01 (F - 15)(I.P - 10)$, dónde:

⁴(MINISTERIO de vivienda, construcción y saneamiento)

F= Porcentaje que pasa por el tamiz ASTM N°200, L.L = Límite Líquido y IP = Índice de Plasticidad.⁵

TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGUN AASHTO

| Clasificación General | | Materiales granulares 35% o menos pasan la malla 200 | | | | | | | Materiales limosos y arcillosos más del 35% pasa la malla No 200 | | | | |
|--|------------|--|--------|--------|---------------------------------|--------|-------------------------|----------------|--|--------|-------------------|--------|--------|
| Grupos | | A-1 | | A-3 | A-2 | | | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 | | |
| | | A-1-a | a-1-b | A-3 | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6 | A-2-7 | A-4 | A-5 | A-6 | A-7-5 | A-7-6 |
| Análisis por mallas. | 10 | 50 Max | | 51 Min | | | | | | | | | |
| % que pasa la malla | 40 | 30 Max | 50 Max | 10 Max | | 35 Max | 35 Max | 35 Max | 35 Max | 35 Max | 36 Min | 36 Min | 36 Min |
| No | 200 | 15Max | 25 Max | 10 Max | 35 Max | 35 Max | 35 Max | 35 Max | 36 Min | 36 Min | 36 Min | 36 Min | 36 Min |
| Característica de la fracción que pasa la malla 40 | LL | | | 40 Max | 41 Min | 40 Max | 41 Min | 40 Max | 41 Min | 40 Max | 41 Min | 40 Max | 41 Min |
| | LP | 6 Max | 6 Max | NP | 10 Max | 10Max | 11 Min | 11 Min | 10 Max | 10 Max | 11 Min | 11 Min | 11 Min |
| Índice de grupo | | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 Max | 8 Max | 4 Max | 8 Max | 12 Max | 16 Max | 20 Max | 20 Max |
| Tipo usual de materiales constituyentes | | Piedra Grava Arena | | Arena | Arena limosa o arcillosa, arena | | | Suelos limosos | | | Suelos arcillosos | | |
| Comportamiento general como subbase | | EXELENTE A BUENO | | | | | ACEPTABLE A MALO | | | | | | |

Fuente: Geomecánica Terzaghi

Sistema SUCS, sistema desarrollado por Casagrande en 1948 para poder clasificar de manera breve en los proyectos durante periodos de guerra, el cual divide en dos grupos, por un lado, los gruesos y por otro los finos la principal diferencia entre estos es el porcentaje que pase por la malla N°200.

⁵ (DAS , 2013 pág. 81)

TABLA 2 CLASIFICACIÓN DE SUELO SEGÚN SUCSO

| DIVISIONES PRINCIPALES | | Símbolos del grupo | NOMBRES TÍPICOS | IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO | |
|--|---|---|--|---|--|
| SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200 | GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm) | Gravas limpias (sin o con pocos finos) | GW Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos. | Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5% -> GW, GP, SW, SP. >12% -> GM, GC, SM, SC. 5 al 12% -> casos límite que requieren usar doble símbolo. | $C_u = D_{60}/D_{10} > 4$ $C_g = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3 |
| | | | GP Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos. | | No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW. |
| | | Gravas con finos (apreciable cantidad de finos) | GM Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo. | | Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo. |
| | GC Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla. | | Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$. | | |
| | ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm) | Arenas limpias (pocos o sin finos) | SW Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos. | | $C_u = D_{60}/D_{10} > 6$ $C_g = (D_{30})^2 / D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3 |
| | | | SP Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos. | | Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW. |
| | | Arenas con finos (apreciable cantidad de finos) | SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo. | | Límites de Atterberg debajo de la línea A o $IP < 4$. Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble. |
| | | | SC Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla. | | Límites de Atterberg sobre la línea A con $IP > 7$. |
| | SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200 | Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50 | ML Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad. | | |
| | | | CL Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas. | | |
| OL Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad. | | | | | |
| Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50 | | MH Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos. | | | |
| | | CH Arcillas inorgánicas de plasticidad alta. | | | |
| | | OH Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos. | | | |
| Suelos muy orgánicos | | PT Turba y otros suelos de alto contenido orgánico. | | | |

Fuente: Gonzales Boada

Sub Rasante, se define como la superficie donde colocaran las capas del pavimento; esta debe contener suelos adecuados capaces de soportar cargas

de tránsito para la que es diseñada, estas cargas son impartidas a través de las capas que conforman el pavimento, las cuales deben ser estable resistente y en óptimas condiciones.⁶

TABLA 3 CATEGORIAS DE SUBRASANTE

| CATEGORIAS DE LA SUBRASANTE | CBR |
|-----------------------------|--------------------------|
| So: Subrasante Inadecuada | CBR < 3% |
| S1: Subrasante Pobre | De CBR ≥ 3% A CBR < 6% |
| S2: Subrasante Regular | De CBR ≥ 6% A CBR < 10% |
| S3: Subrasante Buena | De CBR ≥ 10% A CBR < 20% |
| S4: Subrasante Muy Buena | De CBR ≥ 20% A CBR < 30% |
| S5: Subrasante Excelente | De CBR ≥ 30% |

Fuente: Ministerio de transportes y carreteras (2013)

⁶ (MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones, 2014 pág. 20)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Diseño de investigación

Este proyecto de investigación va ser experimental, porque se hará el mejoramiento de la subrasante de la av. zona industrial de Pachacútec, con el objetivo de mejorar las propiedades del suelo.

Se denomina experimental, debido a que en los experimentos manipulan las variables independientes, para ver qué efectos produce en las variables dependientes, en situación controlada.⁷

Además esta investigación será cuasi experimental, debido a que existen dos o más grupos y no son escogidos al azar; se denomina cuasi experimental cuando se manipula al menos una variable, pero se diferencia de las otros grupos especialmente de las experimentales puras, en la seguridad de la determinación inicial de los grupos.⁸

Este proyecto de investigación será cuasi experimental ya que la muestra no es escogida al azar si no el mismo investigador, en este caso mi persona determinará la muestra, para obtener los resultados.

Tipo de investigación

Este proyecto de investigación será de tipo aplicada ya que se busca determinar de qué manera influye la dosificación de escoria negra de acero y cal, en la plasticidad, compactación y la resistencia en la subrasante de la av. zona industrial de Pachacútec.

Se define por investigación aplicada, a aquella que ante una realidad concreta busca modificar, actuar y hacer de manera inmediata.⁹

⁷ (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 129)

⁸ (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 129)

⁹ (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 151)

Esta investigación va ser aplicativa, ya que se tomarán en cuenta investigación realizadas y comprobadas.

Nivel de investigación

El nivel de investigación de este proyecto será explicativo causal ya que existe la relación causa y efecto entre ambas variables, puesto que tendremos que determinar de qué manera mejora la subrasante al agregarle escoria negra de acero y cal.

Se denomina explicativa causal cuyo, objetivo es conocer profundamente ciertos grupos o fenómenos y establecer la relación de causa-efecto.¹⁰

Esta investigación va ser explicativo causal, debido a que se explicará cómo influyen las variables independientes en la variable dependiente.

Enfoque de la investigación

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo porque parte de una hipótesis para obtener resultados, además se expresan cantidades.

Se denomina investigación de enfoque cuantitativo a aquella que tiene la prioridad de determinar, medir, estimar cantidades o también la magnitud que implica los problemas de investigación.¹¹

Esta investigación tendrá un enfoque cuantitativo, ya que los resultados se obtendrán en laboratorios y serán numéricos y contables.

¹⁰ (VALDERRAMA Mendoza, 2002 pág. 165)

¹¹ (VALDERRAMA Mendoza, 2002 pág. 165)

3.2. Variables y operacionalización

Variable, se define así a cualquier elemento o unidad de análisis que son capaces de atribuirse características que puedan ser medidas.

Se determina variable a las características y/o cualidades que poseen determinados grupos, ya sea de personas, objetos o materia que puedan ser medidas, estas variables pueden ser identificadas en algunos casos como cuantitativas o cualitativas.¹²

En este proyecto de investigación se tomará en cuenta la relación que existe entre variables para determinar qué tipo son, las variables de esta investigación serán, la escoria negra de acero y cal, así como también la subrasante, debido a que estas tienen relación entre sí mismas se clasifican en variable dependiente y variable independiente.

Variables Independientes, como su mismo nombre lo manifiesta no depende de otra, pero lo que caracteriza a esta variable es que otras dependen de esta. En este proyecto de investigación como Variable Independiente se tendrá a la **escoria negra de acero y cal**.

Variable Dependiente, como también menciona su mismo nombre, dependen de otra variable, en especial de una independiente, es decir están condicionadas por otras para su estudio. En este proyecto de investigación se tendrá como variable dependiente a la **Subrasante**.

3.2. Población, muestra y muestreo

Población, se considera un total de algún conjunto de grupos como, por ejemplo, plantas, carreteras, suelos, pavimentos, entre otros; la población se determina a través de sus características.

¹² (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 5)

“La población es el total o conjunto de objetos o sujetos de la misma clase que también es conocido como el universo de características iguales que da inicio de los datos de una investigación. Estas unidades de análisis deben ser analizadas para así determinar un conjunto de N unidades”.¹³

En esta investigación se tomará como población a toda la sub rasante de la av. zona industrial de Pachacútec

Muestra, se considera así a la pequeña parte que es extraída de la población, tomando en consideración las características y las cantidades necesarias; para así poder ser analizada

Se denomina muestra a un fragmento de la población, esta debe ser accesible, puesto que esta es la que será analizada para posteriormente brindar resultados que permitirán la generalización de toda la población.¹⁴

En esta investigación se tomará como muestra 2km de la av. zona industrial de Pachacútec

Muestreo, se denomina así a la selección de la muestra que realiza el investigador y en el que describe el proceso para obtenerla.

El muestreo no probabilístico, son aquellas muestras llamadas también dirigidas, debido a que por lo general se selecciona por características de la misma investigación, o es intencionalmente escogida.¹⁵

Teniendo en cuenta las definiciones de muestreo, en este proyecto de investigación se optará por el muestreo no probabilístico, debido a que las representaciones de la muestra han sido elegidos por la investigadora, tomando en cuenta algunas características en cuanto al estado en la que se encuentra la carretera, en consecuencia, del comportamiento de la subrasante para la cual

¹³ (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 5)

¹⁴ (VALDERRAMA Mendoza, 2002 pág. 157)

¹⁵ (TAMAYO, 2004 pág. 91)

Unidad de análisis, se define así a todos los sujetos que tienen las mismas características que la muestra.

Se denomina unidad de análisis a los implicados en la investigación, es decir al grupo que va ser medido, participantes a los que se aplicara el instrumento de medición.¹⁶

En este proyecto de investigación se tomará como unidad de análisis al suelo extraído de las calicatas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos en esta investigación como en muchas otras en las que se emplean el método científico existen una gran variedad de técnicas e instrumentos para realizar la recopilación de los datos e informaciones del proyecto de investigaciones de campo, para estos trabajos se toman en cuenta el tipo y método de la investigación, ya que cada investigación tiene distintas técnicas e instrumentos.

Son técnicas de recolección de datos aquellas que nos permiten recopilar, deducir, obtener o inferir la información necesaria para el desarrollo de la investigación, las técnicas principalmente usadas son: observación, entrevista, encuesta, pruebas, entre otras.¹⁷

Tomando en cuenta los conceptos de técnicas e instrumentos, para este proyecto de investigación se utilizará la técnica de observación.

La técnica de la observación esta técnica radica en el uso sistemático de nuestros sentidos los cuales aportarán a captar la realidad de la muestra en estudio, para luego organizarla intelectualmente; el uso de nuestros sentidos, los

¹⁶ (NIÑO Rojas, 2011 pág. 56)

¹⁷ (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 195)

cuales son fuentes inagotables de datos adquiridos, son de suma importancia no solo para investigaciones científicas sino también en nuestra vida práctica.

Se define como técnicas de observación, aquella que permite la recolección de datos, a su vez un registro sistematizado y validado del comportamiento ante una situación fácilmente observable.¹⁸

En este proyecto de investigación es de real importancia el uso de técnicas, debido a que en el instante en el que se realizará los ensayos necesitaremos observar para identificar los cambios y variaciones a las que será expuesta nuestra muestra.

Los instrumentos de recolección de datos, en la obtención de dato los instrumentos cumplen una función muy importante, ya que estos son indispensables para la obtención de la información o datos, para luego ser procesadas, analizadas y dar un resultado.

Este proyecto de investigación hará el uso de instrumentos y/o formatos estandarizado y normatizados para los diferentes ensayos.

Validez, en un proyecto de investigación se define como la característica que debe tener todo instrumento de poder medir a la variable que se desea medir, y no a otra, es decir que este debería ser conciso y adecuado para la investigación.

Se define como validez, a la estrecha relación que debe existir entre lo que se mide con aquello que realmente se quiere medir.¹⁹

Para este proyecto de investigación los instrumentos serán validados por el juicio de expertos, para obtener mejores resultados.

3.5. Procedimiento

¹⁸ (HERNÁNDEZ Sampieri, y otros, 2014 pág. 195)

¹⁹ (PALELLA Stracuzzi, y otros, 2012 pág. 115)

3.6. Análisis de datos

Este es un proceso de suma importancia ya que es donde se va describir los estudios o procesos a los que estarán sometidos los datos previamente recolectado mediante los instrumentos y las técnicas que se utilizarán.

El análisis de datos realizado de una buena manera y con la debida interpretación, permite analizar el problema planteado y ver las respuestas que se obtiene, además de corroborar la hipótesis, para así comprobar su validación o invalidación.²⁰

Para analizar los datos de este proyecto de investigación se realizará primero los ensayos antes mencionados en el laboratorio para evaluar la variable dependiente que es la subrasante.

3.7. Aspectos éticos

“Los aspectos éticos en un proyecto de investigación son de suma importancia debido a que mediante el escrito se demuestra las normas, declaraciones que se usan en el mundo de los diversos progresos que aportan conocimiento en el día a día para los diversos avances de la sociedad, en una investigación de tipo aplicada todos en general hacen el uso de estos avances como bien es cierto el propósito de cada ser humano es en el entorno donde reside”.²¹

Es aquí donde se hace mención al esfuerzo, honestidad, responsabilidad y compromiso que se tomó en cuenta para este proyecto de investigación.

²⁰ (PALELLA Stracuzzi, y otros, 2012 pág. 115)

²¹ (PALELLA Stracuzzi, y otros, 2012 pág. 115)

IV. RESULTADOS

Descripción de la zona de estudio

Nombre de la tesis:

“INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUB RASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL –PACHACUTEC 2021”.

Acceso a la zona de trabajo:

La zona de trabajo es de libre acceso puesto que es una avenida poco concurrida alejada y cercana a las afueras de la playa.

Ubicación Política:

La zona de estudio se ubicó en la región de Callao, Provincia de Ventanilla, Distritos de Pachacutec.



FIGURA 1 Ubicación de la región Callao en el país.

Fuente: Gobierno Regional del Callao

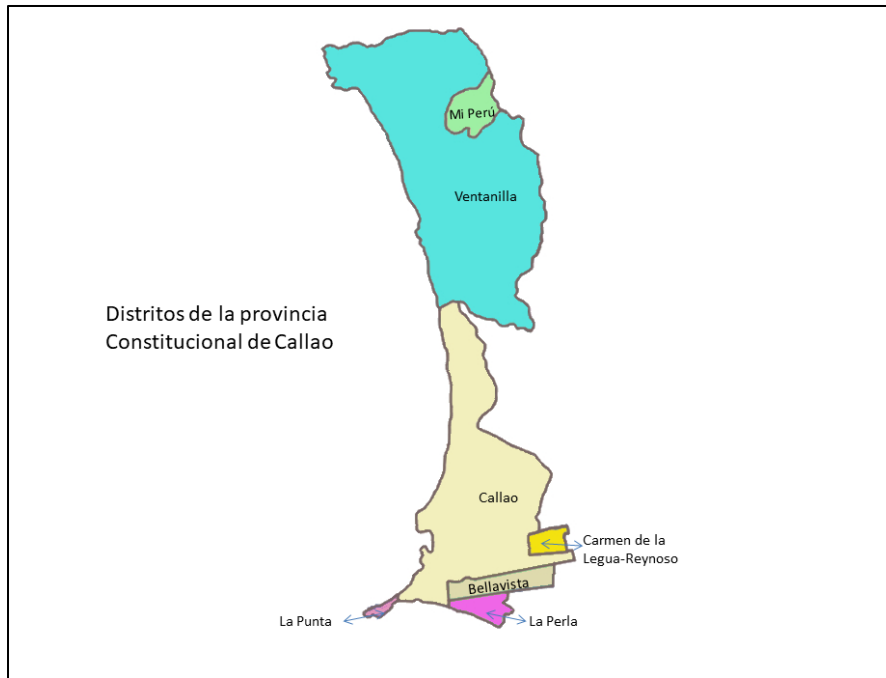


FIGURA 2 División política del departamento del Callao.

Fuente: Gobierno Regional Callao

Ubicación del Proyecto:

Provincia de Ventanilla

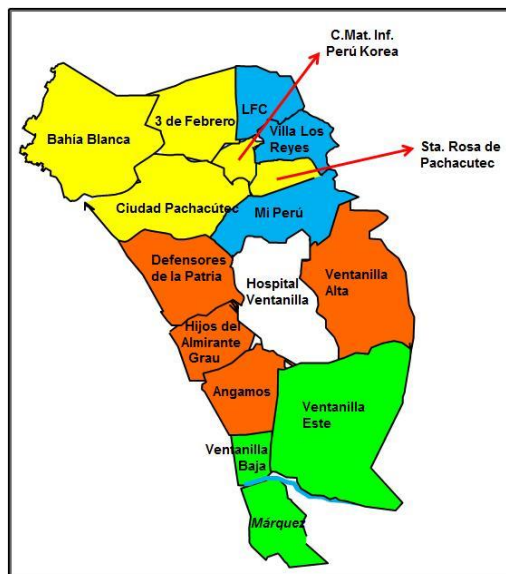


FIGURA 3 Mapa de la Provincia de Ventanilla.

Fuente: Gobierno Regional Callao

La zona de estudio se decidió teniendo en consideración la contribución al progreso de ventanilla, y a la mayor accesibilidad a las zonas de las playas.

En esta vía se pudo identificar que una de las causas principales del mal estado de esta vía es el suelo débil, por lo que se planteó en esta tesis el mejoramiento de la subrasante con materiales como la cal y escoria de acero, con la expectativa de que estas puedan mejorar la capacidad portante del suelo o subrasante.

Ubicación Geográfica

De manera geográfica la avenida Zona Industrial – ventanilla - Pachautec está en las coordenadas 6°12'09.6''S y 77°54'05.3''W, tiene alrededor de 5 km.

Procedimiento

Para poder obtener los resultados se tuvo que partir de la obtención del material (suelo), de la vía ya antes mencionada, en la que se realizaron 3 calicatas.

Después de la extracción de suelo de cada calicata, se llevó al laboratorio para la realización de los ensayos estipulados, con lo que después se pudo determinar cuál era la calicata más desfavorable, para realizar a estas las combinaciones respectivas, es decir incorporarle el 4%, 6% y 8%, de los materiales estabilizantes que son la cal y la ceniza volante.

A continuación, se presentan los resultados de los ensayos de laboratorio, practicados a la muestra de suelo de la calicata N°2, quien al ser evaluada con las demás muestra, fue la que menor capacidad portante presenta, y es a la que evaluaremos su comportamiento.

RESULTADO RESPECTO AL OBJETIVO GENERAL

Determinar cómo influye la escoria negra de acero y cal en el mejoramiento del comportamiento mecánico de la sub rasante en la Av. Zona Industrial de Pachacutec 2021.

Con los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio, se pudo comprobar que la capacidad de soporte (CBR) incrementa porcentualmente. Por otro lado, el índice de plasticidad se muestra como no plástico; cumpliendo con los requisitos mínimos que debería presentar el CBR de una Sub rasante adecuada.

A continuación, se muestra los valores del Índice de Plasticidad, Proctor modificado y CBR, tanto del suelo natural como de las combinaciones.

TABLA 4 Resumen de ensayos con la incorporación de escoria negra de acero.

| MUESTRA | % DE ADICIÓN | I.P (%) | COMPACTACIÓN | | CBR (%) |
|---|--------------|---------|--------------|---------|---------|
| | | | M.D.S | OCH (%) | |
| SUELO ARENOSO ARCILLOSO (SC) + ESCORIA NEGRA DE ACERO | 0 | NP | 2.066 | 7.5 | 8.3 |
| | 4 | NP | 2.08 | 10.8 | 11.3 |
| | 6 | NP | 2.053 | 11.2 | 12.5 |
| | 8 | NP | 2.05 | 11.9 | 17.7 |

Fuente: Elaboración propia

TABLA 5 Resumen de ensayos con la incorporación de cal.

| MUESTRA | % DE ADICIÓN | I.P (%) | COMPACTACIÓN | | CBR (%) |
|------------------------------------|--------------|---------|--------------|---------|---------|
| | | | M.D.S | OCH (%) | |
| SUELO ARENOSO ARCILLOSO (SC) + CAL | 0 | NP | 2.066 | 7.5 | 8.3 |
| | 4 | 10 | 2.054 | 10.1 | 9.8 |
| | 6 | NP | 2.042 | 10.5 | 12.2 |
| | 8 | NP | 2.028 | 10.8 | 10.4 |

Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS RESPECTO A LOS OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar la influencia de la dosificación de escoria negra de acero y cal en la plasticidad de la subrasante en la Av. Zona Industrial Pachacutec 2021.

Descripción: Se realizó los ensayos de Atterberg a la muestra de la calita 2, a las que se le agrego de forma independiente, 4%, 6%y 8%; para así poder visualizar el comportamiento del material con cada uno de los aditivos.

TABLA 6 *Limites de Atterberg Incorporando Escoria Negra de Acero*

| MATERIAL/MEZCLA | LIMITES DE CONSISTENCIA | | |
|----------------------------------|-------------------------|-----|-----|
| | L.L | L.P | I.P |
| Patron | 17 | NP | NP |
| S + 4% de escoria negra de acero | 17 | NP | NP |
| S + 6% de escoria negra de acero | NP | NP | NP |
| S + 8% de escoria negra de acero | NP | NP | NP |

Fuente: Elaboración propia

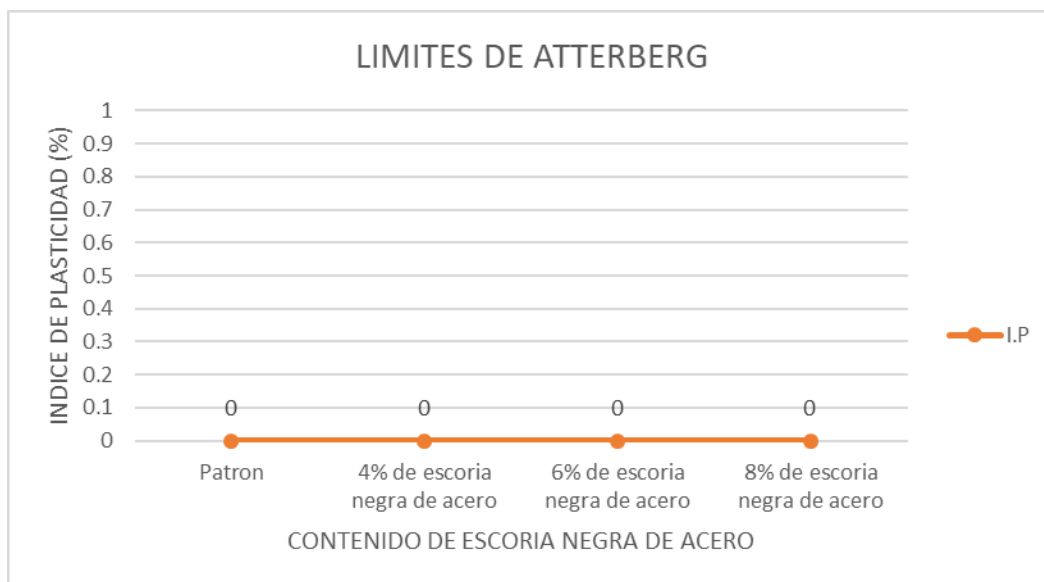


FIGURA 4 *Limites de Atterberg Incorporando Escoria Negra de Acero.*

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: En la figura 04 se evidencio, que el índice de plasticidad se mantiene como no plástico, lo que nos induce a decir aparentemente no genera reacción alguna en la plasticidad del suelo.

TABLA 7 *Limites de Atterberg Incorporando de Cal*

| MATERIAL/MEZCLA | LIMITES DE CONSISTENCIA | | |
|-----------------|-------------------------|-----|-----|
| | L.L | L.P | I.P |
| Patron | 17 | NP | NP |
| S + 4% de cal | 19 | 9 | 10 |
| S + 6% de cal | 17 | NP | NP |
| S + 8% de cal | 15 | NP | NP |

Fuente: Elaboración propia

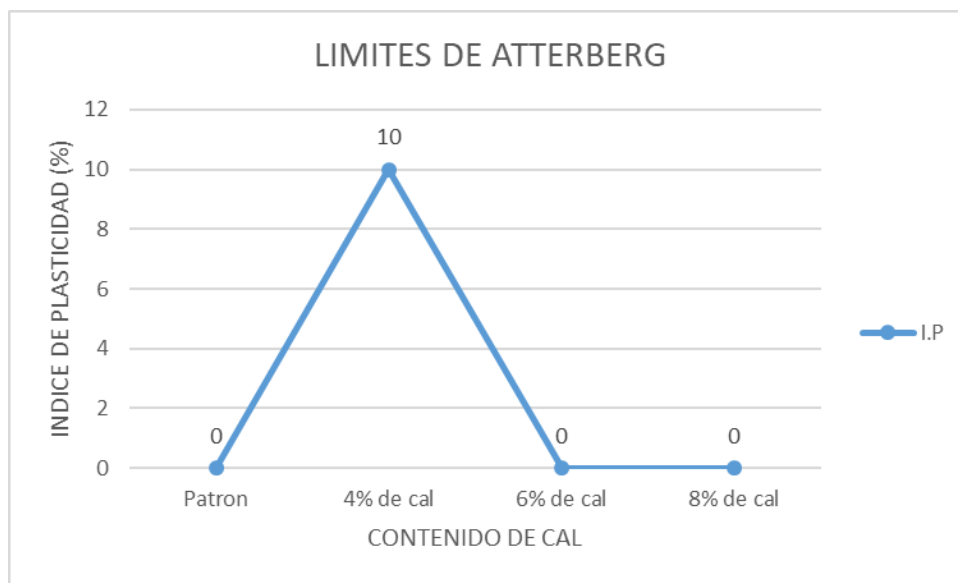


FIGURA 5 *Limites de Atterberg Incorporando Cal*

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: En la figura 5 se evidencio, un punto de reacción al contado con la cal el que hizo que de un suelo no plástico pasara a tener un 10% de índice de plasticidad, pero a medida que se seguía incorporando este se volvió a su estado inicial, lo cual nos indica que más de 4% de cal es suelo se mantiene como no plástico.

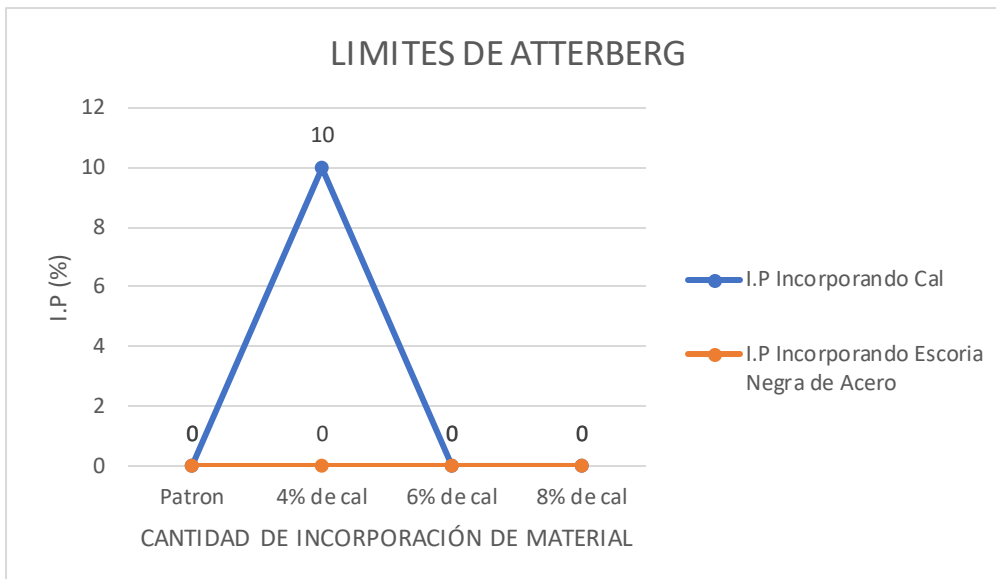


FIGURA 6 Comparación de los límites de Atterberg con la incorporación de ambos materiales.

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: En la figura 6 se evidencio, que el índice de plasticidad se mantiene como la muestra patrón, excepto con al incorporarle 4% de cal que se mostró una variación.

Determinar la influencia de la dosificación de escoria negra de acero y cal en la compactación de la subrasante en la Av. Zona Industrial Pachacutec 2021.

Descripción: De igual manera se procedió a realizar el ensayo de Proctor modificado, con la incorporación tanto de cal como de escoria.

TABLA 8 Proctor Modificado Incorporando Escoria Negra de Acero.

| MATERIAL/MEZCLA | PROCTOR MODIFICADO | |
|----------------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| | Optimo Contenido de Humedad % (OCH) | Máxima Densidad Seca (MDS) |
| S | 7.5 | 2.066 |
| S + 4% de escoria negra de acero | 10.8 | 2.08 |
| S + 6% de escoria negra de acero | 11.2 | 2.053 |
| S + 8% de escoria negra de acero | 11.9 | 2.05 |

Fuente: Elaboración propia

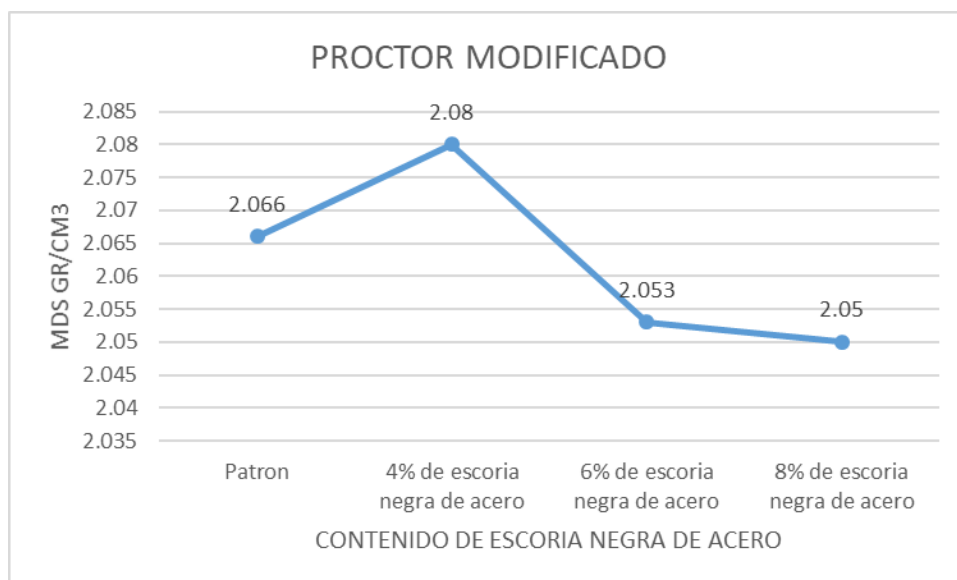


FIGURA 7 Proctor Modificado con la Incorporación de Escoria Negra de Acero.

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: En la figura 7 se evidencio, la disminución de la Máxima Densidad Seca al incorporar los porcentajes de escoria hay variaciones y en cuanto al Optimo Contenido Humedad, en el que se muestra un aumento constante.

TABLA 9 Proctor Modificado Incorporando Cal.

| MATERIAL/MEZCLA | PROCTOR MODIFICADO | |
|-----------------|-------------------------------------|----------------------------|
| | Optimo Contenido de Humedad % (OCH) | Máxima Densidad Seca (MDS) |
| S | 7.5 | 2.066 |
| S + 4% de cal | 10.1 | 2.054 |
| S + 6% de cal | 10.5 | 2.042 |
| S + 8% de cal | 10.8 | 2.028 |

Fuente: Elaboración propia

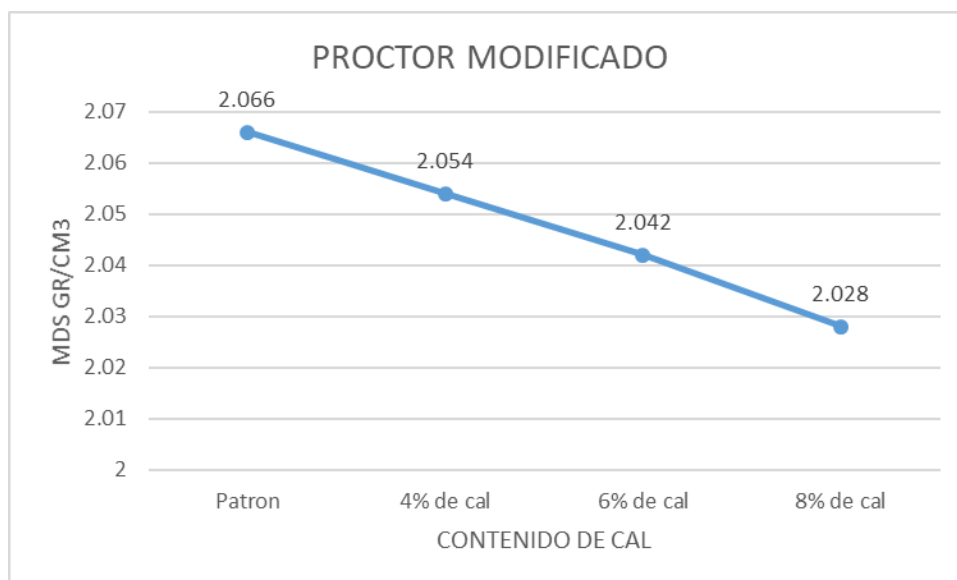


FIGURA 8 Proctor Modificado Incorporando Cal.

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: En la figura 8 se evidencio, la disminución de la Máxima Densidad Seca al incorporar los porcentajes de escoria hay disminuciones y en cuanto al Optimo Contenido Humedad, en el que se muestra un aumento constante.

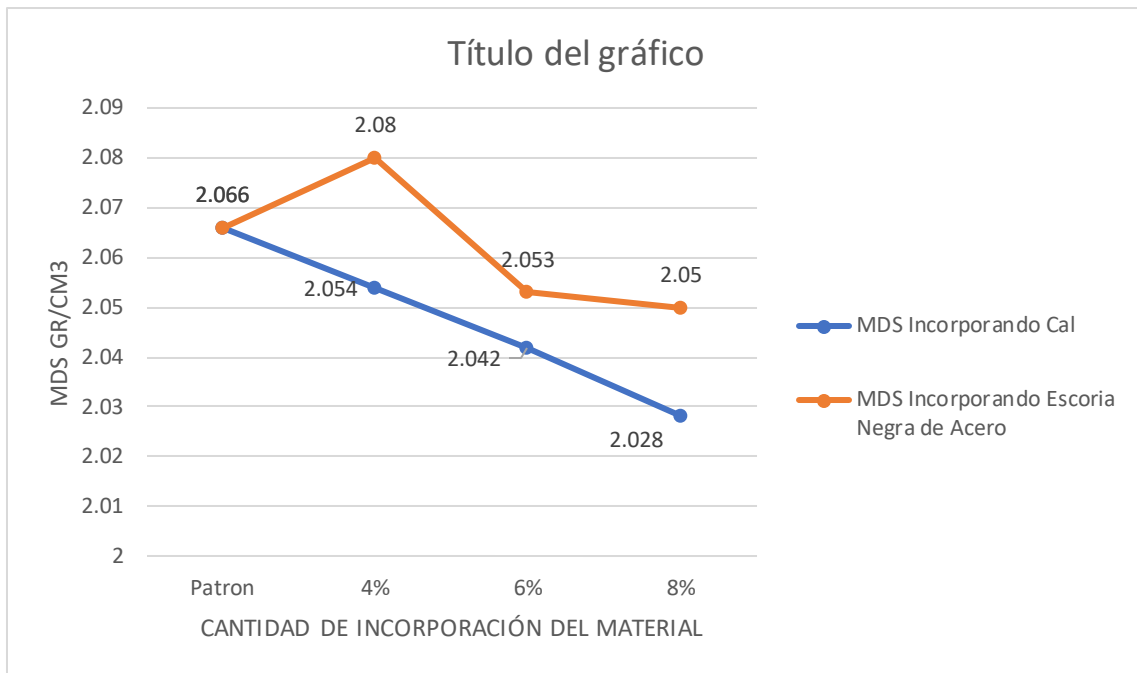


FIGURA 9 Comparación de Proctor Modificado.

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: En la figura 9 se evidencio, que la máxima densidad seca al incorporar cal disminuye de forma constante en cambio al incorporar escoria hay variaciones y en cuanto al optimo contenido de humedad en ambos casos aumentan.

Determinar la influencia de la dosificación de escoria negra de acero y cal en la resistencia de la subrasante en la Av. Zona Industrial Pachacutec 2021.

TABLA 10 CBR Incorporando Escoria Negra de Acero.

| MATERIAL/MEZCLA | Símbolo | CBR al 100% de la MDS (%) |
|-----------------|----------------------------------|---------------------------|
| Suelo | S | 8.3 |
| Mezcla N° 1 | S + 4% de escoria negra de acero | 11.3 |
| Mezcla N° 2 | S + 6% de escoria negra de acero | 12.5 |
| Mezcla N° 3 | S + 8% de escoria negra de acero | 17.7 |

Fuente: Elaboración propia

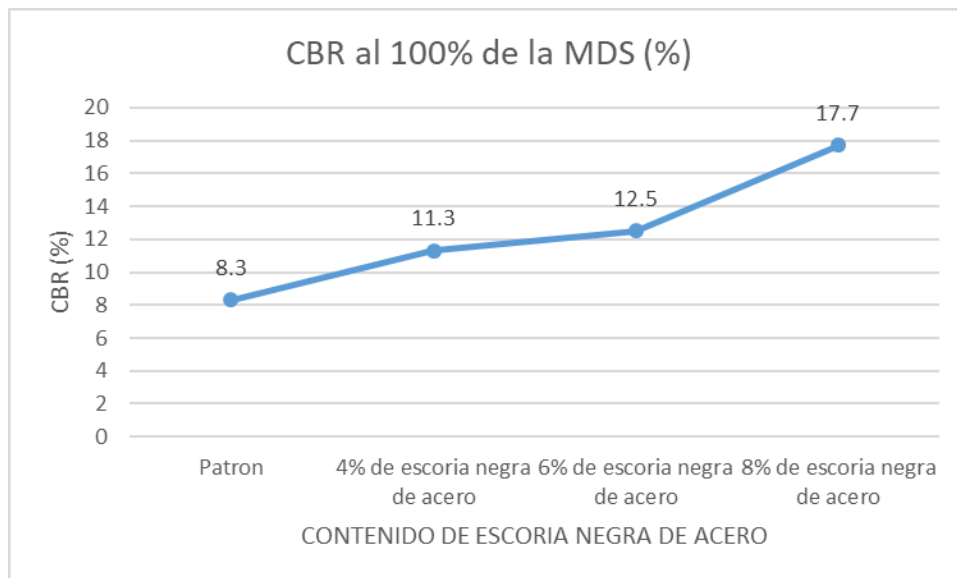


FIGURA 10 CBR Incorporando Escoria Negra de Acero.

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: En la figura 10 se evidenció, el incremento del CBR es constante a medidas de incorporación de escoria. Observando el mayor aumento al incorporar un 8% del material.

TABLA 11 CBR Incorporando Cal.

| MATERIAL/MEZCLA | Símbolo | CBR al 100% de la MDS (%) |
|-----------------|---------------|---------------------------|
| Suelo | S | 8.3 |
| Mezcla N° 1 | S + 4% de cal | 9.8 |
| Mezcla N° 2 | S + 6% de cal | 12.2 |
| Mezcla N° 3 | S + 8% de cal | 10.4 |

Fuente: Elaboración propia

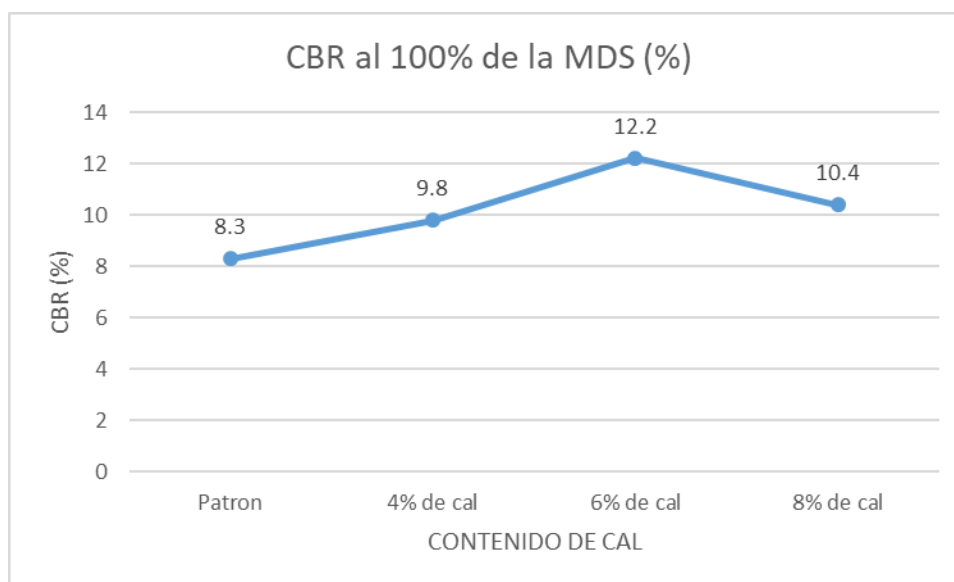


FIGURA 11 CBR Incorporando Cal.

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: En la figura 11 se evidenció, que hay un incremento del CBR al incorporar 4% y 6% pero luego este disminuye al incorporar más material, es decir que llega a un punto en el que empieza la decadencia que no favorece en cuanto a la capacidad de soporte.

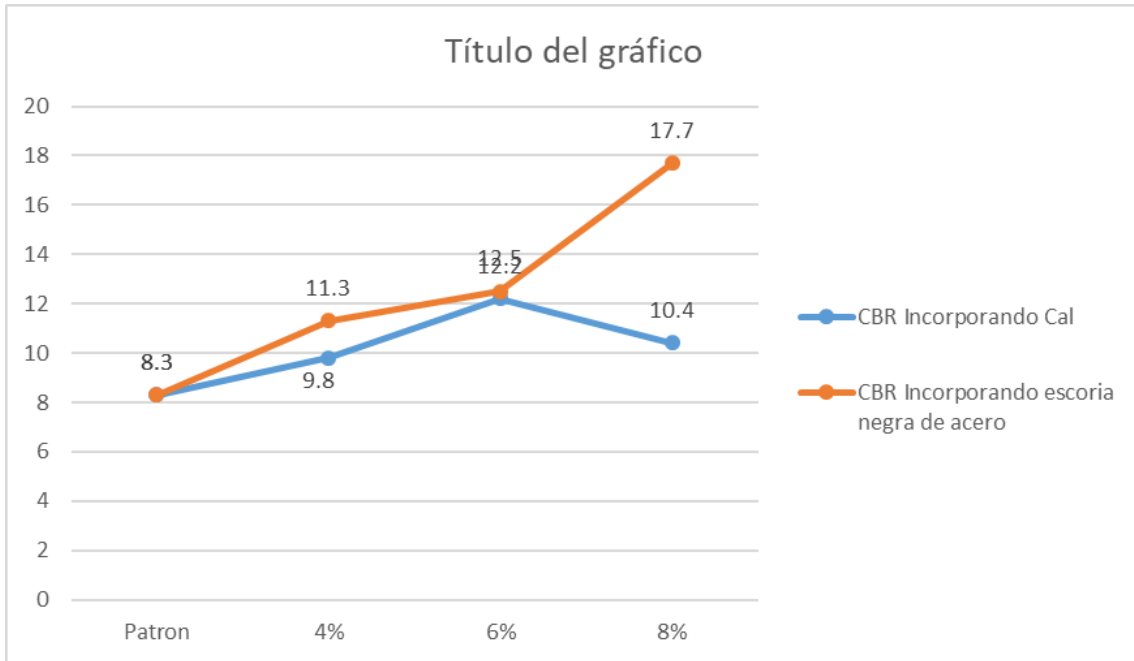


FIGURA 12 Comparación de valores de CBR.

Fuente: Elaboración propia

INTERPRETACIÓN: En la figura 12 se evidencio, ambos resultados de los valores de CBR con la incorporación de escoria negra de acero y cal.

V. DISCUSIONES

Con los ensayos ya procesados, y observando en ello los resultados, se procedió a la comparación y/o discusión con los resultados de otros autores.

En la tesis realizada por, FIGUEROA, ILICH, MAMANI, CARLOS (2019) en la que tuvieron por objetivo de investigación proponer uno de los diseños de afirmado en base a escorias negras como material sustituto, provenientes de la planta de aceros Arequipa que se encuentra en la ciudad de pisco, comprobando que se encuentre dentro de los requerimientos de la norma E0.50 del R.N.E y manuales del MTC. Tesis que muestra que los valores del CBR esperados fueron superados ya que estipulaban un CBR de 5.5% a 12.2%, pero al final alcanzo un 85%; por lo que se observa que la alternativa de solución que presenta al preparar un material afirmado a base de escoria negra de acero es una buena opción; por otro lado, en esta de esta investigación se observa que al combinar el suelo se comporta mejor con la escoria ya que el CBR se mantiene en incremento de un 8.3 % a un 17. 7 %.

Por lo que concuerdo con el autor al decir que la escoria negra aporta en la mejora de la capacidad portante de un material, pero optamos por mostrar una alternativa de solución directamente al terreno que soportara las cargas es de decir conformar una subrasante mejorada, ya que creo que es la base en toda estructura de una carretera.

En la investigación que realizó Pezo (2016) tuvo como objetivo determinar el efecto de la aplicación de cal en la subrasante natural para el diseño de pavimento rígido en el jirón La Unión de Juan Guerra-San Martín, 2016; investigación en la que se agregaron porcentajes de cal desde un 1% hasta un 5% para ver el comportamiento de la subrasante, llegando a la conclusión que la cal disminuye el índice de plasticidad del terreno pero disminuye el CBR; y en la investigación que yo realice se observó que el comportamiento de la cal con el terreno disminuye el índice de plasticidad, pero aumenta el CBR hasta llegar a un punto de quiebre que es donde el material empieza a disminuir.

Por lo que concuerdo con el autor al decir que la cal disminuye el índice del material, pero estoy en desacuerdo con el autor ya que el menciona que la cal por lo general aporta solo en plasticidad mas no el CBR; ya que en esta investigación pude observar que la cal también aporta al aumento del CBR y claro va depender de la cantidad de material que se va a incorporar

En la investigación de Ospina-García, M. A., Chaves-Pabón, S. B., & Jiménez-Sicachá, L. M. (2020) en un artículo que tuvo como objetivo del artículo es evaluar el comportamiento de mezclas de suelo arcilloso mediante la adición de escoria de acero, se realiza la comparación de criterios de calidad de la sub rasante vial. La mezcla de la escoria de acería para ver el comportamiento con arcilla caolinita, se estableció una matriz dosificada de aumento considerables, los porcentajes de: 25, 50 y 75%. Los resultados llegaron a dar positivo y un buen funcionamiento en suelos cohesivos, la plasticidad se redujo al 0%, y aumentando el valor CBR, en un 378.92%.

Con lo que concordamos con el autor antes mencionado ya que nuestros resultados también mostraron el aumento del CBR a medida de la incorporación tanto en la cal como en la escoria negra de acero.

VI. CONCLUSIONES

- 1) Con el ensayo de Limite de Atterberg, el valor obtenido del Índice de Plasticidad del suelo natural o muestra patrón es de NP, incorporándole el 4% de cal aumento a 10%, agregándole el 6% de cal el índice de plástico redujo a 0% es decir no presenta plasticidad y con un 8% de igual forma se mantuvo con índice de plasticidad 0%.

Incorporando al mismo suelo patrón un 4% de escoria negra de acero se mantuvo en 0%, agregándole el 4% de escoria negra de acero se mantiene el 0% y con la incorporación de 8% de escoria negra de acero se muestra el mismo comportamiento.

Por lo que se concluyó que hay un comportamiento uniforme al agregar la escoria de acero, ya que se mantiene como no plástico.

- 2) Con el ensayo de Proctor Modificado, se obtuvo que el óptimo contenido de humedad del suelo natural o muestra patrón es de 7.5%, incorporándole el 4% de cal aumento a un 10.1%, agregándole el 6% de cal aumento el O.C.H. a 10.5% y con un 8% de igual forma incrementa a un 10.8%.

Incorporando al mismo suelo patrón un 4% de escoria negra de acero aumento a un 10.8%, agregándole el 6% de escoria negra de acero aumento el O.C.H. a 11.2% y con un 8% de igual forma incrementa a un 11.9%.

Por lo que se concluyó que con ambos materiales se observa el incremento en el óptimo contenido de humedad.

Por otro lado, la máxima densidad seca del suelo patrón es de 2.066 gr/cm³, al incorporándole el 4% de cal disminuyó a 2.054 gr/cm³, agregándole el 6% de cal disminuyó a 2.042 gr/cm³ y con un 8% disminuyó a 2.028 gr/cm³.

Incorporando al mismo suelo patrón 4% de escoria negra de acero aumentó a 2.08 gr/cm³, agregándole el 6% de escoria negra de acero disminuyó a 2.053 gr/cm³ y con un 8% disminuyó a 2.05 gr/cm³.

Por lo que se concluyó que con la cal se observa una disminución constante, en cambio con la escoria hay un aumento y luego empieza a disminuir.

- 3) Con el ensayo de Valor de Soporte de California, se obtuvo el valor de CBR de un 8.3%, incorporándole el 4% de cal incremento a un 9.8%, agregándole el 6% de cal el CBR aumento a un 12.2% y con un 8% se observó un aumento a 10.4%, concluyendo que a partir de incorporarle más de un 6% de cal el CBR empieza a disminuir.

Incorporando al mismo suelo patrón un 4% de escoria negra de acero incremento el valor de CBR a 11.3%, agregándole el 6% de escoria negra de acero incremento a 12.5% y con la incorporación de 8% se mostró un incremento de 17.7%.

Por lo que se concluyó que con la escoria negra de acero se observó un aumento continuo del CBR.

- 4) Se concluyó que tanto cal y escoria negra de acero influyen de manera positiva en el mejoramiento de la sub rasante en la av. zona industrial de Pachacútec 2021, según los resultados obtenidos anteriormente, así mismo podemos deducir y concluir que la escoria negra de acero es una solución viable para la reutilización de este material y el aprovechamiento en la mejora de subrasante.

VII. RECOMENDACIONES

- 1) Para la mejora de la plasticidad, características que están relacionadas con la baja capacidad mecánica. Por ello recomendamos el uso de partículas más pequeñas de escoria negra de acero, ya que vemos que con este material el índice de plasticidad de nuestro material se mantuvo como no plástico.
- 2) Para mejorar la compactación, cuya intención es disminuir la compresibilidad de los suelos e incrementar su estabilidad volumétrica, especialmente ante la absorción o pérdida de agua; el comportamiento tanto de la cal como la de la escoria negra de acero son aceptables ya que ambos materiales permiten la integración y una relación entre el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca.
- 3) La capacidad de soporte de carga, como se observó en los resultados que con el uso de escoria negra de acero y cal se observa un aumento considerablemente, por lo que se recomienda usar ambos materiales como alternativa de estabilización del suelo.
- 4) Por otro lado, se recomienda, usar materiales que permitan mitigar la contaminación ambiental y además aporten a darle solución a problemas que se encuentran generalmente en el ámbito de la ingeniería civil.

REFERENCIAS

- DAS, Braja M. 2001.** *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. 5. México D. F. : México:International Thomson Editores, 2001. pág. 594.
- DICCIONARIO interactivo multi-idioma.** *DICCIONARIO interactivo multi-idioma*. Madrid-España : Cultural S.A. pág. 1050. 978-84-8055-681-1.
- ELIZONDO Arrieta , Fabian, Navas Carro, Alejandro y Sibaja Obando, Denia. 2011.** *Efecto de la cal en la estabilización de subrasantes*. 7 de julio de 2011. Vol. 20. 1409-2441.
- Ethical issues scientific research.* **ACEVEDO, Lincey. 2012.** Medellín : s.n., 2012, pág. 18. 07172079.
- GALVAN Ruiz, Miguel y Velazques Castillo, Rodrigo Rafael. 2011.** Cal, un antiguo material como una renovada opción para la construcción. s.l. : Ingeniería Investigación y Tecnología, 2011. Vol. XII, 1, págs. 93-102. 1405-7743.
- GARCÍA Toro, Jonatan Rodrigo. 2019.** *Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín*. Universidad Católica de Colombia, Bogotá, D. C. : 2019.
- GEOLOGIAWEB.** [En línea] [Citado el: 18 de mayo de 2020.] https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=oQFZRKlix_EC&oi=fnd&pg=PA1&dq=compactaci%C3%B3n+de+suelos+DEFINICION&ots=xOnyfl36HI&sig=rZCgJmWEEKYIDvGRb36pqjXdg0#v=onepage&q=compactaci%C3%B3n%20de%20suelos%20DEFINICION&f=true.
- GONZALES Carpio, Flor Marilia. 2018.** *Análisis experimental de suelos estabilizados con ceniza volante, cemento y cal para subrasante mejorada de pavimentos en la ciudad de Puno*. Universidad Andina "Nestor Cáceres Velásquez", Puno : 2018.
- GONZALES Guerra, Angel José Francisco. 2014.** *Estabilización mecánica de suelos cohesivos a través de la utilización de cal - ceniza volante*. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala : 2014.
- GOÑAS Labajos, Olger. 2019.** *Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada*. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas , Chachapoyas : 2019.
- GOTECNO.** Compactación del Suelo: Metodo de Ensayo de compactación del suelo y sus usos. [En línea] [Citado el: 16 de mayo de 2020.]

<https://www.cotecno.cl/compactacion-del-suelo-metodos-de-ensayo-de-compactacion-del-suelo-y-sus-usos/>.

HERNÁNDEZ LARA, Josué Aristides, Mejía Ramirez, David Remberto y Zelaya Amaya, César Eduardo. 2016. *Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la universidad de el salvador.* Universidad del Salvador, San Miguel : 2016.

HERNÁNDEZ Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, María del Pilar. 2014. *Metodología de la investigación.* sexta . Mexico : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2014. pág. 600. 9781456223960.

HUANCOILLO Humpiri, Yunior José. 2017. *Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané-Chupa-Puno.* Universidad Nacional del Altiplano, Puno : 2017.

INSTITUTO Bolivarian del cemento y el hormigon. 2015. *Lineamientos generales para el diseño geométrico de las juntas.* 4 de julio de 2015.

JUÁREZ, Eulalio y RODRIGUEZ, Rico. 2005. *Mecánica de suelos tomo 1 fundamentos de la mecánica de suelos.* México : Limusa, 2005. pág. 644. 968-18-0069-9.

M.C., Alonso y M. P., de Luxan. 1995. *Aplicaciones de las cenizas volantes en el campo de la construcción. Experiencia Española.* Madrid : Instituto de Ciencias de la construcción Eduardo Torroja, 1995. pág. 116. 978-8460533191.

MAMANI Barriga, Lux Eva y Yataco Quispe, Alejandro Jesús. 2017. *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en el departamento de Ayacucho.* Universidad San Martín de Porres, Lima : 2017.

Martínez Najar, Olivia Vianney. 2014. *Estabilización de suelos con cal hidratada para uso en pavimentos rígidos en la zona oriente de la ciudad de Uruapan, Michoacán.* Universidad Nacional Autónoma de México, Michoacán : 2014.

MINISTERIO de Transporte y Comunicaciones. 2014. *Manual de Carreteras. Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Sección suelos y pavimentos.* 2014. pág. 301.

—. 2016. Manual de Ensayo de Materiales. 2016.

ASTM C593. Especificación estandar para cenizas volantes y otras puzolanas para su uso con cal para estabilizacion del suelo. s.l. : West Conshohocken.

ASTM C618-19. Especificación estándar para cenizas volantes de carbón y puzolanas naturales crudas o calcinadas para uso en concreto. s.l. : West Conshohocken.

BOWLES, Joseph E. 1981. *Manual de laborartorio de suelos en ingenieria civil.* México : McGraw-Hill, 1981. pág. 213. 968-451-046-2.

BUENO Regalado, Jesus Anthony y Torre Maza, Homaly Dayer. 2019. *Mejoramiento de la estabilidad del suelo con cenizas de carbón con fines de pavimentación.* Universidad Cesar Vallejo, Huaraz : 2019.

CALCINOR. [En línea] [Citado el: 5 de mayo de 2020.] <https://www.calcinor.com/es/actualidad/2018-01-23/cal-estabilizacion-de-suelos/>.

CAÑAR Tiviano , Edwin Santiago. 2017. *Analisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con ceniza de carbón.* Universidad Técnica de Ambato, Ecuador : 2017.

OSEDA. 2011. *Tecnicas de confiabilidad y validez de instrumento de investigación.* Perú : Eximpress S.A, 2011. pág. 140.

OSEDA, D, y otros. 2015. *Teoria y prácticas de la invetigación científica.* Perú : Soluciones gráficas SAC, 2015. pág. 80.

PALELLA Stracuzzi, Santa y Martins Pestana, Feliberto. 2012. *Metodologia de la investigación cuantitativa.* Caracas : Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, 2012. pág. 285. 9802734454.

PARRA Gomea , Manuel Gerardo. 2018. *Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante.* Universidad Catolica de Colombia, Bogota D. C : 2018.

PEZO López, Velarde. 2016. *Aplicación de cal en subrasante para el diseño de pavimento rígido, en Jirón La Unión, Juan Guerra-San Martín, 2016.* Universidad Cesar Vallejo, San Martín : 2016.

ANEXOS

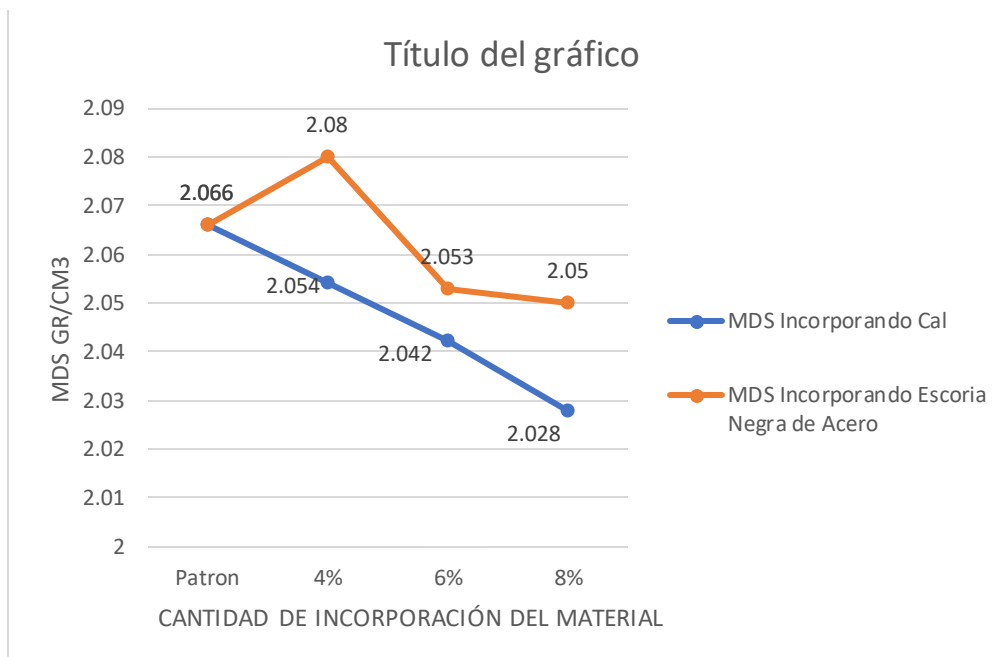
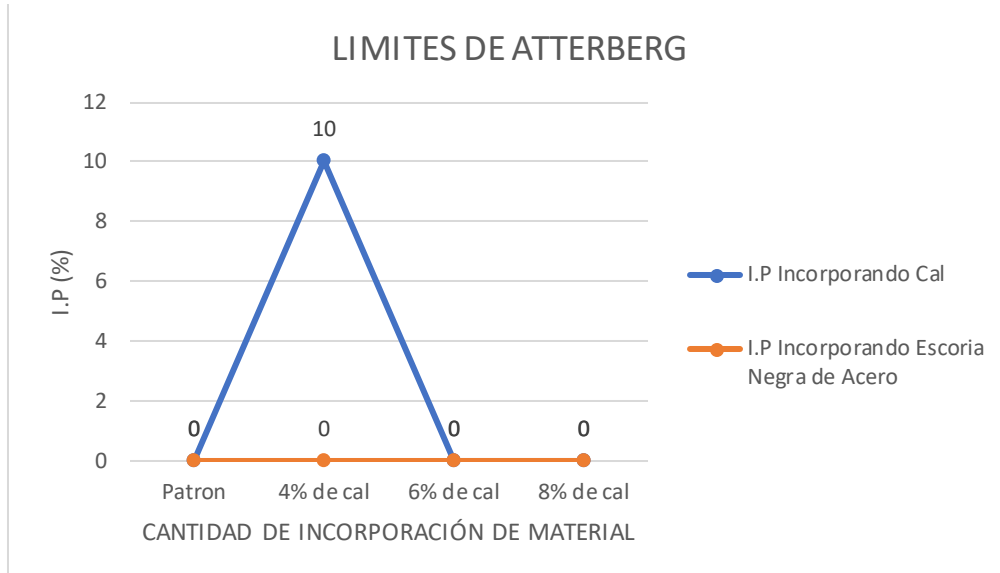
ANEXO 1 Matriz de Operacionalización de Variable y Matriz de Consistencia

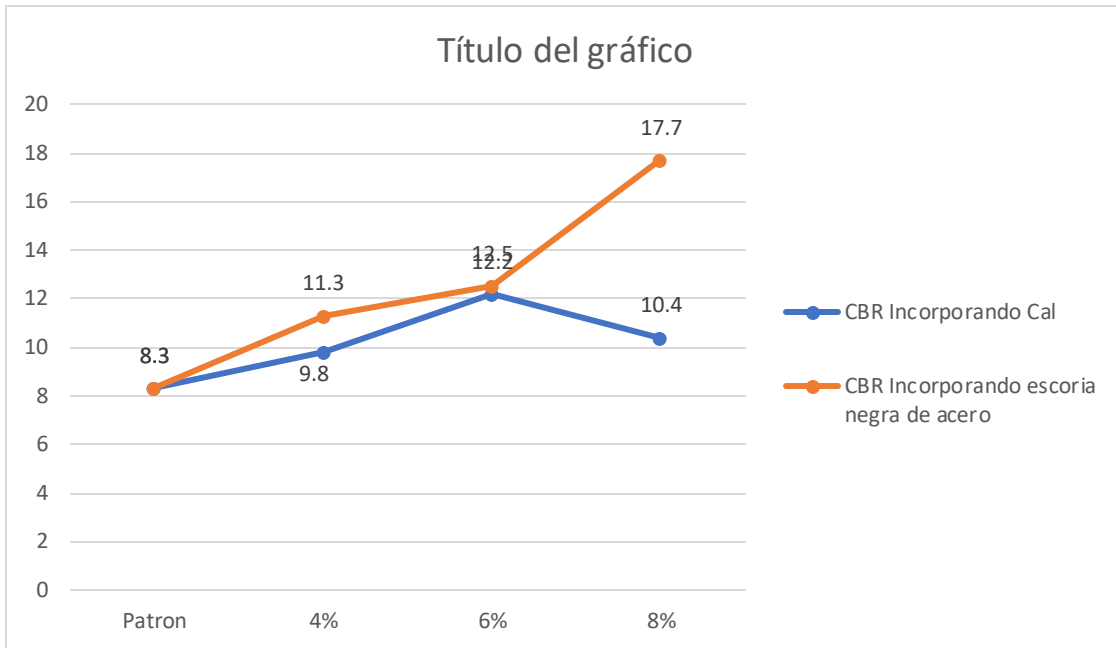
| Incorporación de escoria negra de acero y cal para mejorar la subrasante en la av. zona industrial de Pachacútec 2020 | | | | | | | |
|---|---|---|-----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------------------|---|
| TITULO | Incorporación de escoria negra de acero y cal para mejorar la subrasante en la av. zona industrial de Pachacútec 2020 | | | | | | |
| AUTOR | GUERRERO INFANTE, MARLON | | | | | | |
| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPOTESIS | VARIABLE, INDICADOR E INSTRUMENTO | | | TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACION | |
| PROBLEMA GENERAL | OBJETIVO GENERAL | HIPOTESIS GENERAL | V.DEPENDIENTE | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTOS | |
| ¿Como mejora el comportamiento mecánico a nivel de sub rasante con la incorporación de escoria negra de acero y cal en la av Zona Industrial pachacutep 2020? | Determinar que beneficios da la escoria negra de acero y cal en el mejoramiento de la sub rasante en la. av. Zona Industrial pachacutep 2020 | La escoria negra de acero y cal influyen de manera positiva en el mejoramiento de la sub rasante en la av. zona industrial de Pachacútec 2020 | SUB RASANTE | COMPORTAMIENTO MECÁNICO | PLASTICIDAD | ENSAYO LIMITES DE ATTERBERG | Enfoque: Cuantitativo Tipo: Aplicada Nivel: explicativa causal Diseño: Experimental Cuasi experimental Unidad de análisis Es todas las sub rasantes de la av.zona industrial de pachacutec 2020. Población está conformado por todas las sub rasantes de la av. zona industrial de pachacutec 2020 Muestra 2 km de la av. zona industrial de pachacutec 2020 |
| | | | | | COMPACTACIÓN | ENSAYO PROCTOR MODIFICADO | |
| | | | | | RESISTENCIA | ENSAYO CBR | |
| PROBLEMAS ESPECIFICOS | OBJETIVOS ESPECIFICOS | HIPOTESIS ESPECIFICOS | V. INDEPENDIENTE | DIMENSIONES | INDICADORES | INSTRUMENTOS | |
| ¿De qué manera influye el porcentaje óptimo de escoria de acero y cal en la resistencia de la sub rasante en la av. Zona Industrial pachacutep 2020? | Determinar la influencia del porcentaje óptimo de escoria negra de acero y cal en el mejoramiento de la sub rasante en la av. Zona Industrial pachacutep 2020 | El porcentaje óptimo de cal y escorias de acero influye en el mejoramiento de la sub rasante en la av. Zona Industrial | CAL | DOSIFICACIÓN | S + 4% DE CAL | Balanza | |
| ¿Qué beneficio le da la incorporación de escoria de acero y cal en la plasticidad de la subrasante en la av. Zona Industrial pachacutep 2020? | Determinar la influencia de la dosificación de escoria negra de acero y cal en la plasticidad de la subrasante en la av. Zona Industrial pachacutep 2020 | La dosificación de cal y escoria negra de acero influyen en la plasticidad de la subrasante en la av. zona industrial de Pachacútec 2020 | | | S + 6% DE CAL | | |
| ¿Qué beneficio le da la incorporación de escoria de acero y cal en la compactación de la subrasante en la av. Zona Industrial pachacutep 2020? | Determinar la influencia de la dosificación de escoria negra de acero y cal en la compactación de la subrasante en la av. Zona Industrial pachacutep 2020 | La dosificación de cal y escoria negra de acero influyen en la compactación de la subrasante en la av. zona industrial de Pachacútec 2020. | escoria negra de acero | DOSIFICACIÓN | S + 4% DE escoria negra de acero | | |
| ¿Qué beneficio le da la incorporación de escoria de acero y cal en la resistencia de la subrasante en la av. Zona Industrial pachacutep 2020? | Determinar la influencia de la dosificación de escoria negra de acero y cal en la resistencia de la subrasante en la av. Zona Industrial pachacutep 2020 | La dosificación de cal y escoria negra de acero influye en la resistencia de la subrasante en la av. zona industrial de Pachacútec 2020 | | | S + 6% DE escoria negra de acero | | |
| | | | | | S + 8% DE escoria negra de acero | | |

| "Determinar la influencia del porcentaje óptimo de escoria negra de acero y cal en el mejoramiento de la sub rasante en la av. Zona Industrial Pachacutec 2020" | | | | | | |
|---|------------------------|--|--|-------------------------|----------------------------------|--------------------|
| Tipo de variable | Variables | Definición | Definición | Dimensiones | Indicadores | Escala de Medición |
| | | Conceptual | Operacional | | | |
| INDEPENDIENTE | CAL | Según la Publicación de la Nacional Lime Association; la cal, sola o en combinación con otros materiales, puede ser utilizada para tratar una gama de tipos de suelos. Las propiedades mineralógicas de los suelos determinarán su grado de reactividad con la cal y la resistencia final que las capas estabilizadas desarrollarán. (2002, p.7) | La variable independiente que es la cal tiene una dimensión, tres indicadores y un instrumento con la que será medido | DOSIFICACIÓN | S + 4% DE CAL | |
| | | | | | S + 6% DE CAL | |
| | | | | | S + 8% DE CAL | |
| | escoria negra de acero | La escoria es un subproducto de la industria de acero principalmente formado por calcio, hierro y silicato de magnesio, en el cual se obtiene por las reacciones químicas que tienen lugar en los procesos de formación de los metales. | La variable independiente que es la ceniza volante tiene una dimensión, tres indicadores y un instrumento con la que será medido | DOSIFICACIÓN | S + 4% DE ESCORIA NEGRA DE ACERO | |
| | | | | | S + 6% DE ESCORIA NEGRA DE ACERO | |
| | | | | | S + 8% DE ESCORIA NEGRA DE ACERO | |
| DEPENDIENTE | SUB RASANTE | Según el MTC la subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado, de tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que proviene del tránsito.(2013, p. 23.) | La variable dependiente tiene 3 dimensión y 6 indicadores los cuales tiene un instrumento con la que serán medidos | COMPORTAMIENTO MECÁNICO | PLASTICIDAD | |
| | | | | | COMPACTACIÓN | |
| | | | | | RESISTENCIA | |

ANEXO 4. Hojas de Cálculo de Excel

COMPARACIÓN






| MUESTRA | % DE ADICIÓN | I.P (%) | COMPACTACIÓN | | CBR (%) |
|------------------------------------|--------------|---------|--------------|---------|---------|
| | | | M.D.S | OCH (%) | |
| SUELO ARENOSO ARCILLOSO (SC) + CAL | 0 | NP | 2.066 | 7.5 | 8.3 |
| | 4 | 10 | 2.054 | 10.1 | 9.8 |
| | 6 | NP | 2.042 | 10.5 | 12.2 |
| | 8 | NP | 2.028 | 10.8 | 10.4 |

| MUESTRA | % DE ADICIÓN | I.P (%) | COMPACTACIÓN | | CBR (%) |
|---|--------------|---------|--------------|---------|---------|
| | | | M.D.S | OCH (%) | |
| SUELO ARENOSO ARCILLOSO (SC) + ESCORIA NEGRA DE ACERO | 0 | NP | 2.066 | 7.5 | 8.3 |
| | 4 | NP | 2.08 | 10.8 | 11.3 |
| | 6 | NP | 2.053 | 11.2 | 12.5 |
| | 8 | NP | 2.05 | 11.9 | 17.7 |

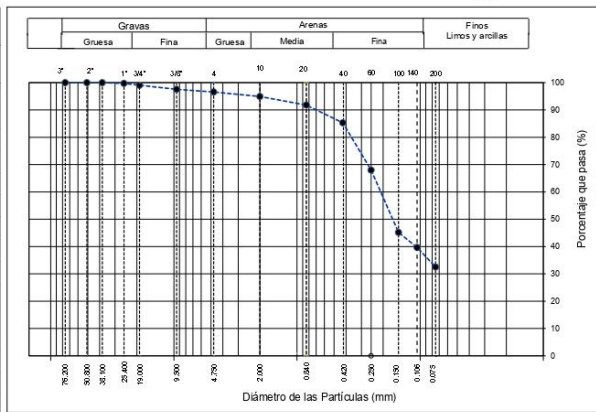
ANEXO 5. CERTIFICADOS DEL LABORATORIO

| | | | | |
|---|--|--|---------|------------|
|  | INFORME | | Código | AE-FO-05 |
| | ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 14-05-2021 |
| | | | Página | 1 de 1 |

Proyecto : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 Registro N°: IGC20-LEM-297.01
 Solicitante : Marlon Guerrero Muestreado por : Solicitante
 Cliente : Marlon Guerrero Ensayado por : L. Melgar
 Ubicación de Proyecto : Pachacutec-Ventanilla. Fecha de Ensayo : 2/04/2021
 Material : Terreno natural Turno : Diurno

Tramo : Lado Izquierdo Profundidad: ---
 Sondaje / Calicata : C-1 Norte: ---
 N° de Muestra : M-1 Este: ---
 Progresiva : K.M. 1+580 Cota: ---

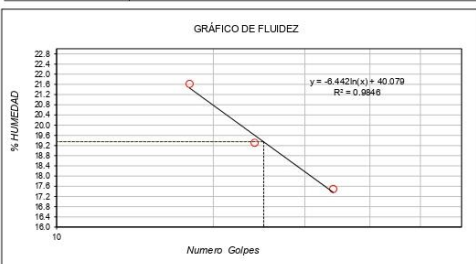
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PORCENTAJE QUE PASA |
|--------|---------------|---------------------|
| 3" | 76.200 | 100.0 |
| 2" | 50.800 | 100.0 |
| 1 1/2" | 38.100 | 100.0 |
| 1" | 25.400 | 99.7 |
| 3/4" | 19.000 | 99.1 |
| 3/8" | 9.500 | 97.5 |
| N° 4 | 4.750 | 96.5 |
| N° 10 | 2.000 | 94.9 |
| N° 20 | 0.840 | 91.8 |
| N° 40 | 0.425 | 85.3 |
| N° 60 | 0.250 | 68.0 |
| N° 100 | 0.150 | 45.2 |
| N° 140 | 0.106 | 39.6 |
| N° 200 | 0.075 | 32.5 |



| | |
|--------------------------|---------------------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 6.3 |
| MÉTODO DE SECADO | Horno a 110 +/- 5°C |
| MÉTODO DE REPORTE | "B" |
| MATERIALES EXCLUIDOS | Ninguno |

| | |
|-------------------------------|---|
| CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL | SM - Arena limosa, de color marrón beige |
| NOTAS SOBRE LA MUESTRA | Muestra ensayada en laboratorio de INGENEOCONTROL |

| | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA | "Secada al horno a 110 +/- 5°C" |
| PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO | Tamizado compuesto |
| TAMIZ SEPARADOR | N°4 |
| MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS | "B" |




| | |
|------------------------------------|------------|
| LÍMITE LÍQUIDO | 19 |
| LÍMITE PLÁSTICO | N.P. |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | N.P. |
| ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic) | --- |
| ÍNDICE DE LIQUEZ (IL) | --- |
| MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO | Multipunto |

| | |
|-----------------------------------|--------------|
| CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487) | SM |
| CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282) | A-2-6 (1) |
| NOMBRE DEL GRUPO | Arena limosa |

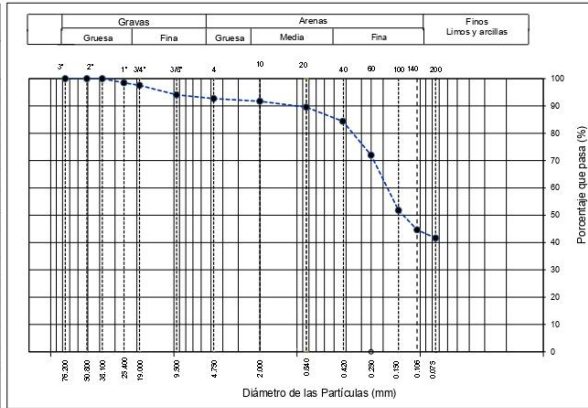
| | |
|--|------|
| CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO % | 3.5 |
| CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO % | 64.0 |
| CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO % | 32.5 |

| INGEOCONTROL SAC | | |
|---|---|---|
| TECNICO LEM | JEFE LEM | COC - LEM |
| Nombre y firma: | Nombre y firma: | Nombre y firma: |
|  |  |  |

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-01 |
| | ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS | Versión | 01 |
| | | Fecha | 07-05-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

Proyecto : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021.NTRADAIE8 Registro N°: IGC20-LEM-297.02
 Solicitante : Marlon Guerrero Muestreado por : Solicitante
 Cliente : Marlon Guerrero Ensayado por : L. Melgar
 Ubicación de Proyecto : Pachacutec-Ventanilla. Fecha de Ensayo: 2/04/2021
 Material : Terreno natural Turno: Diurno
 Tramo : Lado Derecho Profundidad: ---
 Sondaje / Calicata : C-2 Norte: ---
 N° de Muestra : M-1 Este: ---
 Progresiva : K.M. 2+580 Cota: ---

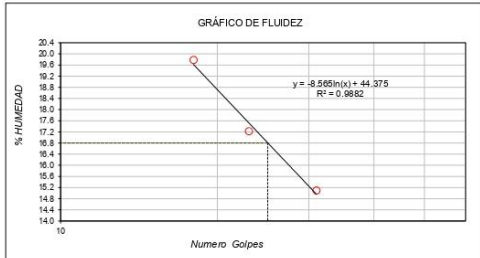
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PORCENTAJE QUE PASA |
|--------|---------------|---------------------|
| 3" | 76.200 | 100.0 |
| 2" | 50.800 | 100.0 |
| 1 1/2" | 38.100 | 100.0 |
| 1" | 25.400 | 98.5 |
| 3/4" | 19.000 | 97.5 |
| 3/8" | 9.500 | 94.1 |
| N° 4 | 4.750 | 92.7 |
| N° 10 | 2.000 | 91.7 |
| N° 20 | 0.840 | 89.5 |
| N° 40 | 0.425 | 84.4 |
| N° 60 | 0.250 | 72.0 |
| N° 100 | 0.150 | 51.8 |
| N° 140 | 0.106 | 44.6 |
| N° 200 | 0.075 | 41.6 |



| | |
|--------------------------|---------------------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 6.8 |
| MÉTODO DE SECADO | Horno a 110 +/- 5°C |
| MÉTODO DE REPORTE | "B" |
| MATERIALES EXCLUIDOS | Ninguno |

| | |
|-------------------------------|---|
| CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL | SM - Arena limosa, de color beige |
| NOTAS SOBRE LA MUESTRA | Muestra ensayada en laboratorio de INGENIOCONTROL |

| | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA | "Secada al horno a 110 +/- 5°C" |
| PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO | Tamizado compuesto |
| TAMIZ SEPARADOR | N°4 |
| MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS | "B" |



| | |
|------------------------------------|------------|
| LÍMITE LÍQUIDO | 17 |
| LÍMITE PLÁSTICO | N.P. |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | N.P. |
| ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic) | --- |
| ÍNDICE DE LIQUIDEZ (IL) | --- |
| MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO | Multipunto |

| | |
|-----------------------------------|--------------|
| CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487) | SM |
| CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282) | A-6 (0) |
| NOMBRE DEL GRUPO | Arena limosa |

| | |
|--|------|
| CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO % | 7.3 |
| CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO % | 51.1 |
| CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO % | 41.6 |

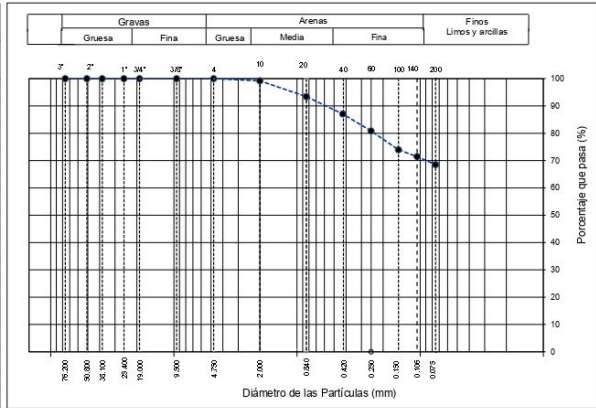
| INGEOCONTROL SAC | | |
|--|---|---|
| TECNICO LEM | JEFE LEM | COC - LEM |
| Nombre y firma:  | Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |



| | | |
|--|---------|------------|
| INFORME | Código | AE-FO-05 |
| ENSAYOS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS | Versión | 01 |
| | Fecha | 14-05-2021 |
| | Página | 1 de 1 |

Proyecto : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEK 2021 Registro N°: IGC20-LEM-297.03
 Solicitante : Marion Guerrero. Muestreado por : Solicitante
 Cliente : Marion Guerrero. Ensayado por : L. Melgar
 Ubicación de Proyecto : Pachacutec-Ventanilla. Fecha de Ensayo: 2/04/2021
 Material : Terreno natural. Turno: Diurno
 Tramo : --- Profundidad: ---
 Sondaje / Calicata : C-3 Norte: ---
 N° de Muestra : M-1 Este: ---
 Progresiva : K.M. 3+580 Cota: ---

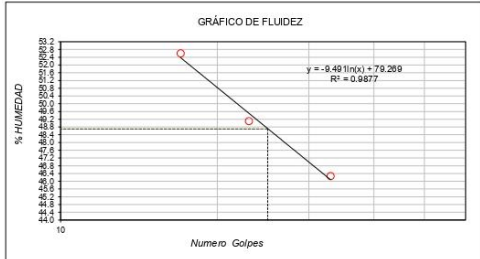
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PORCENTAJE QUE PASA |
|--------|---------------|---------------------|
| 3" | 76.200 | 100.0 |
| 2" | 50.800 | 100.0 |
| 1 1/2" | 38.100 | 100.0 |
| 1" | 25.400 | 100.0 |
| 3/4" | 19.000 | 100.0 |
| 3/8" | 9.500 | 100.0 |
| N° 4 | 4.750 | 100.0 |
| N° 10 | 2.000 | 99.2 |
| N° 20 | 0.840 | 93.4 |
| N° 40 | 0.425 | 87.0 |
| N° 60 | 0.250 | 80.8 |
| N° 100 | 0.150 | 73.9 |
| N° 140 | 0.106 | 71.5 |
| N° 200 | 0.075 | 68.5 |



| | |
|--------------------------|---------------------|
| CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 20.9 |
| MÉTODO DE SECADO | Horno a 110 +/- 5°C |
| MÉTODO DE REPORTE | "B" |
| MATERIALES EXCLUIDOS | Ninguno |

| | |
|-------------------------------|--|
| CLASIFICACIÓN VISUAL - MANUAL | CL - Arcilla arenosa de baja plasticidad, de color marrón oscuro |
| NOTAS SOBRE LA MUESTRA | Muestra ensayada en laboratorio de INGENIOCONTROL |

| | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| PROCEDIMIENTO DE OBTENCIÓN DE MUESTRA | "Secada al horno a 110 +/- 5°C" |
| PROCEDIMIENTO DE TAMIZADO | tamizado integral |
| TAMIZ SEPARADOR | Ninguno |
| MÉTODO DE REPORTE DE RESULTADOS | "B" |



| | |
|------------------------------------|------------|
| LÍMITE LÍQUIDO | 49 |
| LÍMITE PLÁSTICO | 17 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | 32 |
| ÍNDICE DE CONSISTENCIA (Ic) | 0.9 |
| ÍNDICE DE LIQUEZ (IL) | 0.1 |
| MÉTODO DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO | Multipunto |

| | |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D2487) | CL |
| CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D3282) | A-7-6 (8) |
| NOMBRE DEL GRUPO | Arcilla arenosa de baja plasticidad |

| | |
|--|------|
| CONTENIDO DE GRAVA PRESENTE EN EL SUELO % | 0.0 |
| CONTENIDO DE ARENA PRESENTE EN EL SUELO % | 31.5 |
| CONTENIDO DE FINOS PRESENTES EN EL SUELO % | 68.5 |

| INGENIOCONTROL SAC | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| TECNICO LEM Nombre y firma: | JEFE LEM Nombre y firma: | COO - LEM Nombre y firma: |

| | | | | |
|---|---|--------------|------------------|------------------|
|  | INFORME | | Código | AE-FO-15 |
| | ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 18.04.2021 |
| | | | Página | 1 de 3 |
| Proyecto | : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 | | Registro N°: | IGC20.LEM.297-04 |
| Propietario | : Marlon Guerrero. | | Muestreado por | : J. Gutiérrez |
| Código del Proyecto | : --- | | Ensayado por | : L. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | : Lima | | Fecha de Ensayo: | 15/04/2021 |
| Material | : Terreno Natural | | Turno: | Diurno |
| Identificación | : Lado Derecho | Profundidad: | --- | |
| Procedencia | : C-1 | Norte: | --- | |
| N° de Muestra | : M-1 | Este: | --- | |
| Progresiva | : K.M. 1+580 | Cota: | --- | |

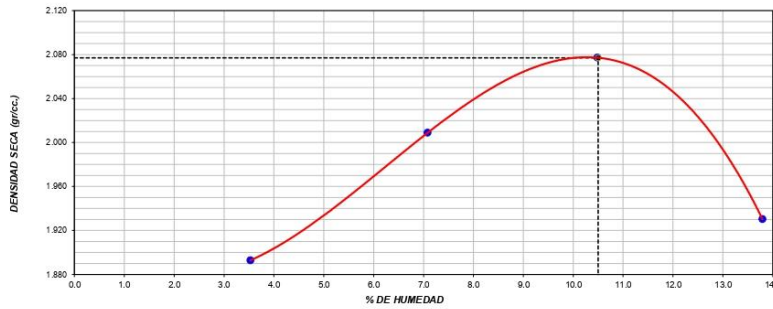
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

| | | |
|---------------|------|-----------------|
| Volumen Molde | 2136 | cm ³ |
| Peso Molde | 6723 | gr. |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.960 | 2.151 | 2.295 | 2.197 |
| Contenido de agua | % | 3.5 | 7.1 | 10.5 | 13.8 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.893 | 2.009 | 2.077 | 1.930 |

| | | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|-------------|----------|
| Densidad Máxima Seca: | 2.077 | gr/cm³ | Contenido Humedad Optima: | 10.5 | % |
|------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|-------------|----------|

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.
 * ---
 * ---

| INGEOCONTROL SAC | | |
|--|--|--|
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma:  | Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | Nombre y firma:  Jony G. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |

| | | | | |
|---|---|--------------|------------------|------------------|
|  | INFORME | | Código | AE-FO-15 |
| | ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 18.04.2021 |
| | | | Página | 1 de 3 |
| Proyecto | : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 | | Registro N°: | IGC20.LEM.297-05 |
| Propietario | : Marlon Guerrero. | | Muestreado por | : Propietario |
| Código del Proyecto | : --- | | Ensayado por | : L. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | : Lima | | Fecha de Ensayo: | 15/04/2021 |
| Material | : Terreno Natural | | Turno: | Diurno |
| Identificación | : Lado Izquierdo | Profundidad: | --- | |
| Procedencia | : C-2 | Norte: | --- | |
| N° de Muestra | : M-1 | Este: | --- | |
| Progresiva | : K.M. 2+580 | Cota: | --- | |

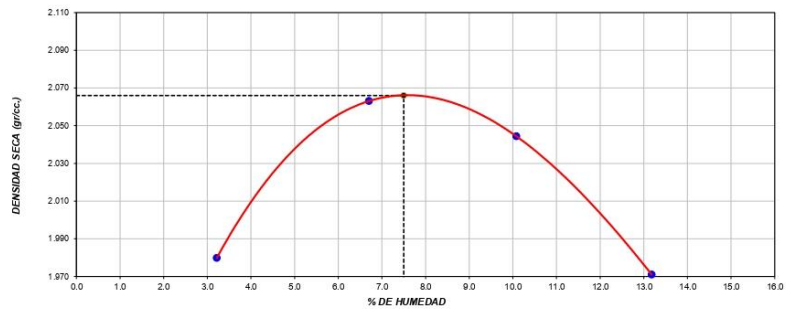
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

| | | |
|---------------|------|-----------------|
| Volumen Molde | 2136 | cm ³ |
| Peso Molde | 6723 | gr. |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 2.044 | 2.201 | 2.250 | 2.231 |
| Contenido de agua | % | 3.2 | 6.7 | 10.1 | 13.2 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.980 | 2.063 | 2.044 | 1.971 |

| | | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|------------|----------|
| Densidad Máxima Seca: | 2.066 | gr/cm³ | Contenido Humedad Optima: | 7.5 | % |
|------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|------------|----------|

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.
 * ---
 * ---

| INGEOCONTROL SAC | | |
|---|--|--|
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CGC - LEM |
| Nombre y firma: | Nombre y firma: | Nombre y firma: |
|  |  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |

| | | | | |
|---|---|--------------|------------------|------------------|
|  | INFORME | | Código | AE-FO-15 |
| | ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 18.04.2021 |
| | | | Página | 1 de 3 |
| Proyecto | : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 | | Registro N°: | IGC20.LEM.297-06 |
| Propietario | : Marlon Guerrero. | | Muestreado por | : J. Gutiérrez |
| Código del Proyecto | : --- | | Ensayado por | : R. Leyva |
| Ubicación de Proyecto | : Lima | | Fecha de Ensayo: | 15/04/2021 |
| Material | : Terreno Natural | | Turno: | Diurno |
| Identificación | : Lado derecho | Profundidad: | --- | |
| Procedencia | : C-3 | Norte: | --- | |
| N° de Muestra | : M-1 | Este: | --- | |
| Progresiva | : K.M. 3+580 | Cota: | --- | |

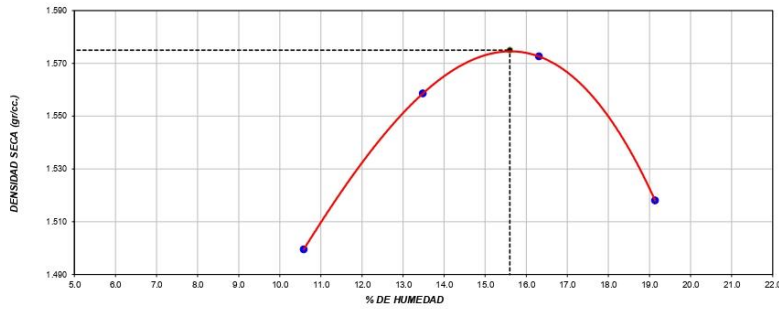
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

| | | |
|---------------|------|-----------------|
| Volumen Molde | 2136 | cm ³ |
| Peso Molde | 6723 | gr. |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.658 | 1.769 | 1.829 | 1.809 |
| Contenido de agua | % | 10.6 | 13.5 | 16.3 | 19.1 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.500 | 1.559 | 1.573 | 1.518 |


| | | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|-------------|----------|
| Densidad Máxima Seca: | 1.575 | gr/cm³ | Contenido Humedad Optima: | 15.6 | % |
|------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|-------------|----------|

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA

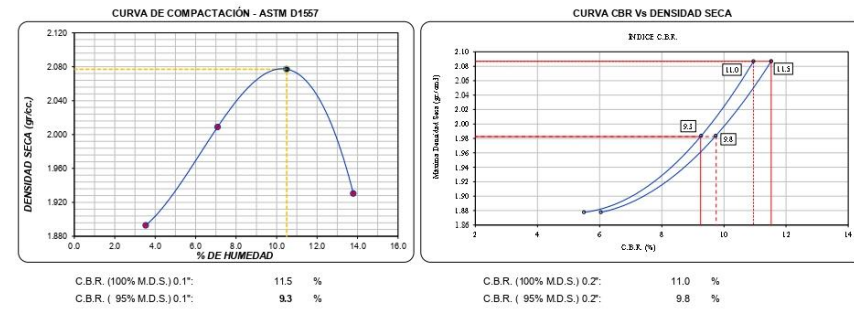
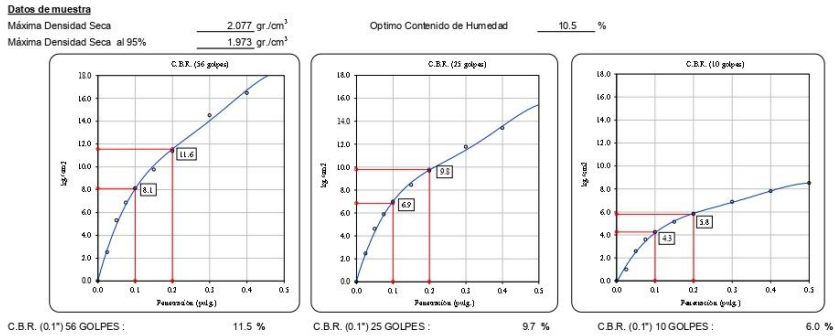


OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo y ensayada por personal de INGEOCONTROL.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.
 * ---
 * ---

| INGEOCONTROL SAC | | |
|--|--|--|
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma:  | Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |


| | | | |
|--|---|----------------|-------------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-15 |
| | VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 3 de 3 |
| Proyecto : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 Propietario : Marlon Guerrero. Código del Proyecto : --- Ubicación de Proyecto : Lima Material : Terreno Natural | Registro N°: IGC20-LEM-297-04 Muestreado por : J. Gutiérrez Ensayado por : L. Melgar Fecha de Ensayo: 19/04/2021 Turno: Duermo | | |
| Identificación : Lado Derecho Procedencia : C-1 N° de Muestra : M-1 Progresiva : K.M. 1+580 | Profundidad: --- Norte: --- Este: --- Cota: --- | | |

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

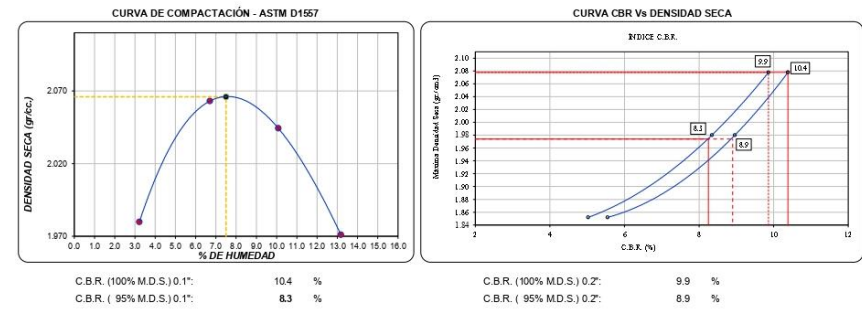
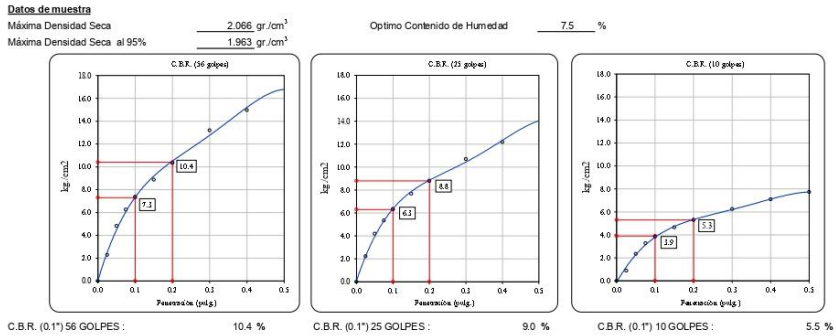


OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.
 * ---
 * ---

| | | |
|--|--|--|
| INGEOCONTROL SAC | | |
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma:  | Nombre y firma:  Noemí C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |

| | | | |
|--|--|----------------|-------------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-15 |
| | VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 3 de 3 |
| Proyecto : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 Propietario : Marlon Guerrero. Código del Proyecto : --- Ubicación de Proyecto : Lima Material : Terreno Natural | Registro N°: IGC20-LEM-297-05 Muestreado por : Propietario Ensayado por : L. Melgar Fecha de Ensayo: 19/04/2021 Turno: Diurno | | |
| Identificación : Lado Izquierdo Procedencia : C-2 N° de Muestra : M-1 Progresiva : K.M. 2+580 | Profundidad: --- m Norte: --- Este: --- Cota: --- | | |

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

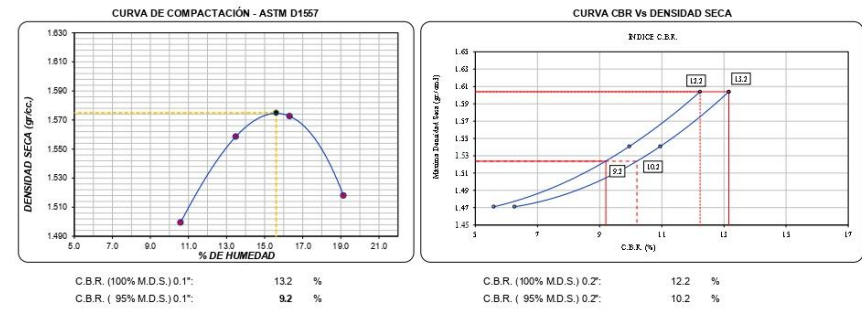
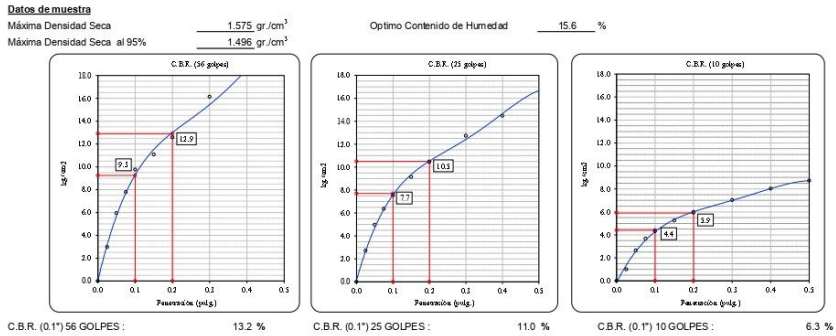


OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.
 * ---

| | | |
|---|--|--|
| INGEOCONTROL SAC | | |
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma: | Nombre y firma: | Nombre y firma: |
|  |  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |

| | | | |
|--|--|----------------|-------------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-15 |
| | VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 3 de 3 |
| Proyecto : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 Propietario : Marlon Guerrero. Código del Proyecto : --- Ubicación de Proyecto : Lima Material : Terreno Natural | Registro N°: IGC20-LEM-297-06 Muestreado por : J. Gutiérrez Ensayado por : R. Leyva Fecha de Ensayo: 19/04/2021 Turno: Diurno | | |
| Identificación : Lado derecho Procedencia : C-3 N° de Muestra : M-1 Progresiva : K.M. 3+580 | Profundidad: --- Norte: --- Este: --- Cota: --- | | |

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883



OBSERVACIONES:
 * Muestra tomada en campo y ensayada por personal de INGEOCONTROL.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

| | | |
|--|---|---|
| INGEOCONTROL SAC | | |
| TECNICO LEM | JEFE LEM | COC - LEM |
| Nombre y firma:  | Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |

| | | | | |
|---|---|--------------|------------------|------------------|
|  | INFORME | | Código | AE-FO-15 |
| | ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 22-04-2021 |
| | | | Página | 1 de 3 |
| Proyecto | : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 | | Registro N°: | IGC20-LEM-297-07 |
| Propietario | : Marlon Guerrero. | | Muestreado por | : Propietario |
| Código del Proyecto | : --- | | Ensayado por | : L. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | : Lima | | Fecha de Ensayo: | 19/04/2021 |
| Material | : Terreno Natural | | Turno: | Diurno |
| Identificación | : Lado Izquierdo | Profundidad: | --- | |
| Procedencia | : C-2 | Norte: | --- | |
| Adición | : 4% CAL | Este: | --- | |
| Progresiva | : K.M. 2+580 | Cota: | --- | |

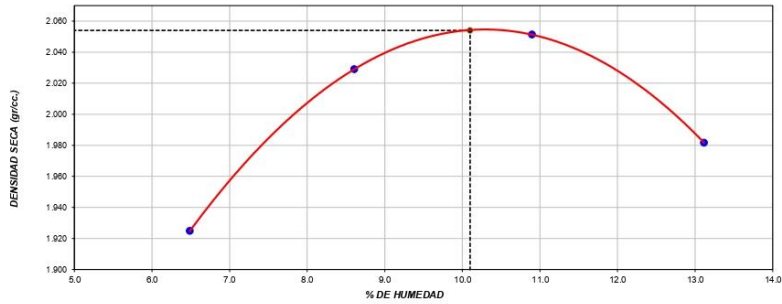
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

| | | |
|---------------|------|-----------------|
| Volumen Molde | 2136 | cm ³ |
| Peso Molde | 6723 | gr. |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 2.050 | 2.204 | 2.275 | 2.242 |
| Contenido de agua | % | 6.5 | 8.6 | 10.9 | 13.1 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.925 | 2.029 | 2.051 | 1.982 |

| | | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|-------------|----------|
| Densidad Máxima Seca: | 2.054 | gr/cm³ | Contenido Humedad Optima: | 10.1 | % |
|------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|-------------|----------|

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.
 * ---
 * ---

| INGEOCONTROL SAC | | |
|--|---|---|
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma:  | Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |

| | | | | |
|---|---|--------------|------------------|------------------|
|  | INFORME | | Código | AE-FO-15 |
| | ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 3 |
| | | | Página | 1 de 3 |
| Proyecto | : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 | | Registro N°: | IGC20.LEM.297-08 |
| Propietario | : Marlon Guerrero. | | Muestreado por | : Propietario |
| Código del Proyecto | : --- | | Ensayado por | : L. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | : Lima | | Fecha de Ensayo: | 19/04/2021 |
| Material | : Terreno Natural | | Turno: | Diurno |
| Identificación | : Lado Izquierdo | Profundidad: | --- | |
| Procedencia | : C-2 | Norte: | --- | |
| Adición | : 6% CAL | Este: | --- | |
| Progresiva | : K.M. 2+580 | Cota: | --- | |

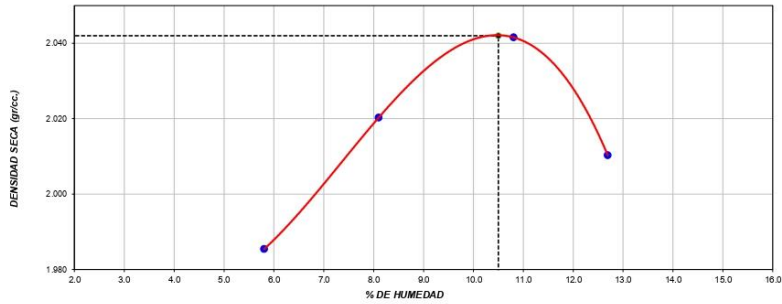
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

| | | |
|---------------|------|-----------------|
| Volumen Molde | 2136 | cm ³ |
| Peso Molde | 6723 | gr. |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 2.101 | 2.184 | 2.262 | 2.265 |
| Contenido de agua | % | 5.8 | 8.1 | 10.8 | 12.7 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.985 | 2.020 | 2.042 | 2.010 |

| | | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|-------------|----------|
| Densidad Máxima Seca: | 2.042 | gr/cm³ | Contenido Humedad Optima: | 10.5 | % |
|------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|-------------|----------|

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.
 * ---
 * ---

| INGEOCONTROL SAC | | |
|--|--|--|
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CGC - LEM |
| Nombre y firma:  | Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |

| | | | | |
|---|---|--------------|------------------|------------------|
|  | INFORME | | Código | AE-FO-15 |
| | ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 30.04.2018 |
| | | | Página | 1 de 3 |
| Proyecto | : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 | | Registro N°: | IGC20.LEM.297-09 |
| Propietario | : Marlon Guerrero. | | Muestreado por | : Propietario |
| Código del Proyecto | : --- | | Ensayado por | : L. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | : Lima | | Fecha de Ensayo: | 19/14/2021 |
| Material | : Terreno Natural | | Turno: | Diurno |
| Identificación | : Lado Izquierdo | Profundidad: | --- | |
| Procedencia | : C-2 | Norte: | --- | |
| Adición | : 8% CAL | Este: | --- | |
| Progresiva | : K.M. 2+580 | Cota: | --- | |

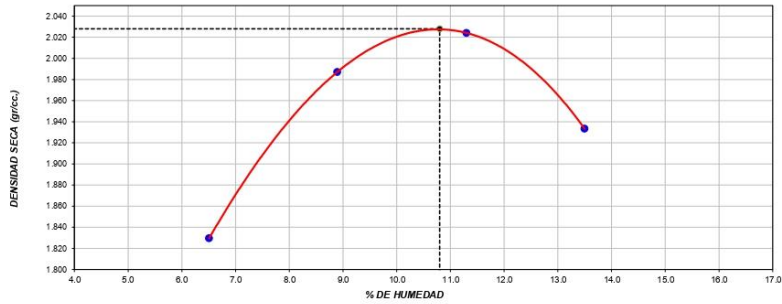
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

| | | |
|---------------|------|-----------------|
| Volumen Molde | 2136 | cm ³ |
| Peso Molde | 6723 | gr. |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 1.949 | 2.164 | 2.253 | 2.194 |
| Contenido de agua | % | 6.5 | 8.9 | 11.3 | 13.5 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.829 | 1.987 | 2.024 | 1.933 |


| | | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|-------------|----------|
| Densidad Máxima Seca: | 2.028 | gr/cm³ | Contenido Humedad Optima: | 10.8 | % |
|------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|-------------|----------|

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA

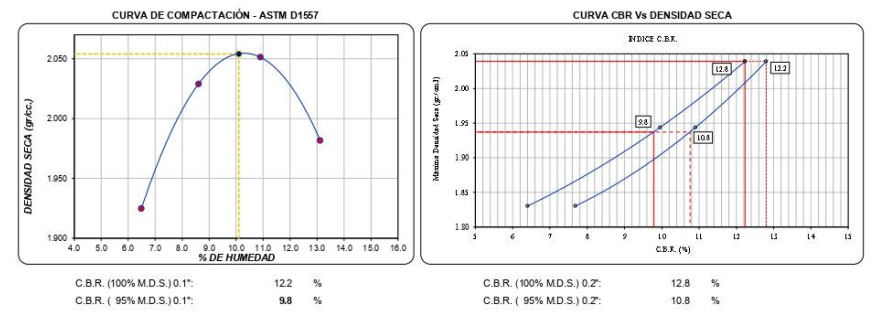
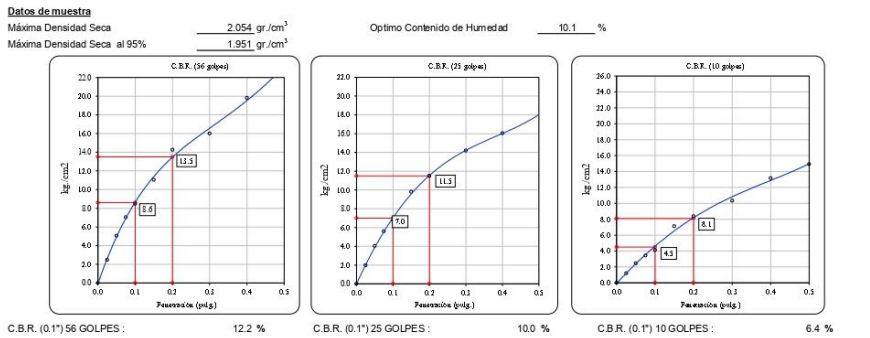


OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.
 * ---
 * ---

| INGEOCONTROL SAC | | |
|--|--|--|
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CGC - LEM |
| Nombre y firma:  | Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |


| | | | | |
|--|---|--|----------------|-------------------|
|  | INFORME | | Código | AE-FO-15 |
| | VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | | Página | 3 de 3 |
| Proyecto Propietario Código del Proyecto Ubicación de Proyecto Material | : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 : Marlon Guerrero. : --- : Lima : Terreno Natural | Registro N°: IGC20-LEM-297-07 Muestreado por : Propietario Ensayado por : L. Melgar Fecha de Ensayo: 23/04/2021 Turno: Diurno | | |
| Identificación Procedencia Adición Progresiva | : Lado Izquierdo : C-2 : 4% CAL : K.M. 2+580 | Profundidad: --- m Norte: --- Este: --- Cota: --- | | |

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1883

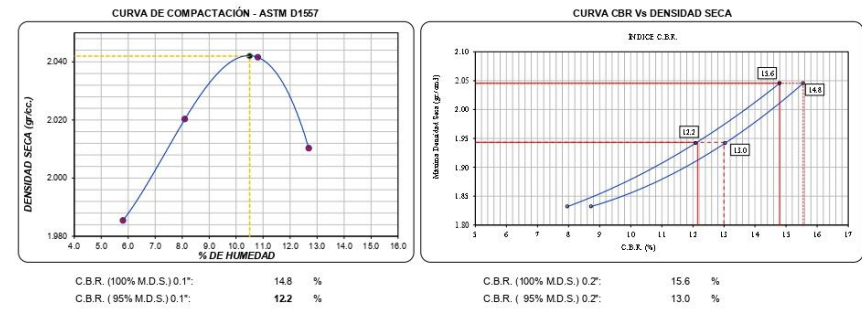
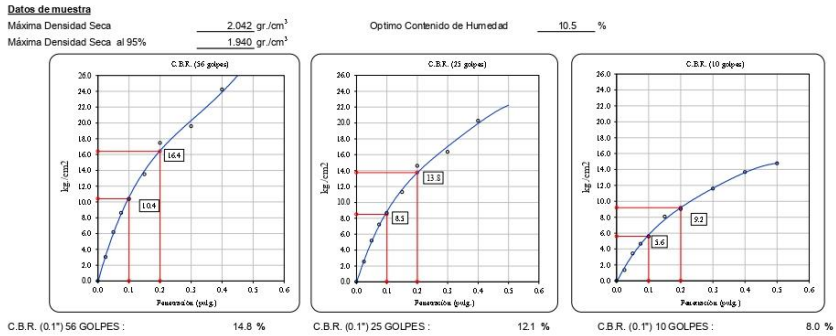


OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.

| | | |
|--|--|--|
| INGEOCONTROL SAC | | |
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma:  | Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |


| | | | |
|--|--|----------------|-------------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-15 |
| | VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 3 de 3 |
| Proyecto : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 Propietario : Marlon Guerrero. Código del Proyecto : --- Ubicación de Proyecto : Lima Material : Terreno Natural | Registro N°: IGC20-LEM-297-08 Muestreado por : Propietario Ensayado por : L. Melgar Fecha de Ensayo: 23/04/2021 Turno: Diurno | | |
| Identificación : Lado Izquierdo Procedencia : C-2 Adición : 6% CAL Progresiva : K.M. 2+580 | Profundidad: --- Norte: --- Este: --- Cota: --- | | |

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

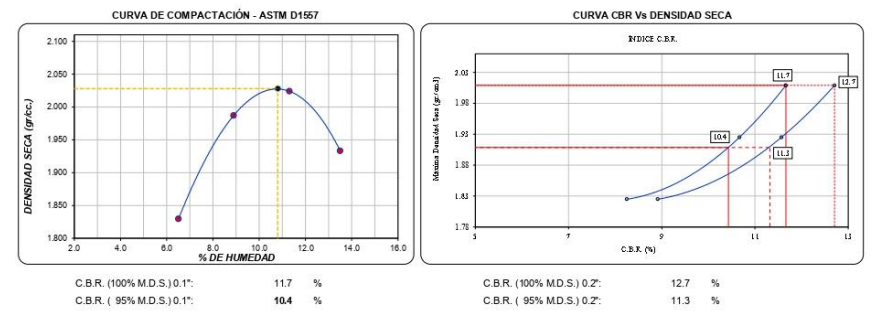
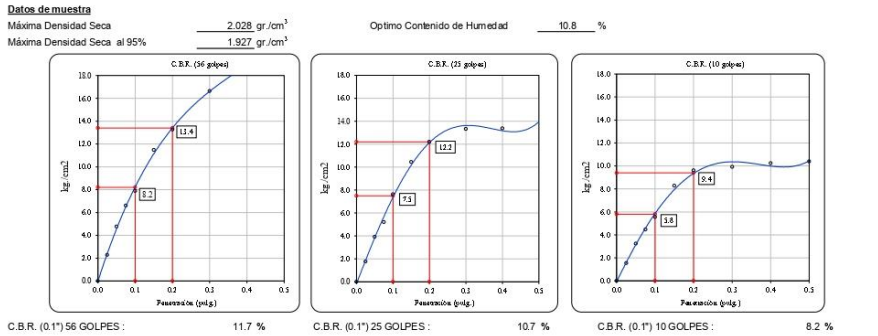


OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.
 * ---
 * ---

| | | |
|---|---|--|
| INGEOCONTROL SAC | | |
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |


| | | | |
|--|---|----------------|-------------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-15 |
| | VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | Página | 3 de 3 |
| Proyecto : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 Propietario : Marlon Guerrero. Código del Proyecto : --- Ubicación de Proyecto : Lima Material : Terreno Natural | Registro N°: IGC20-LEM-297-09 Muestreado por : Propietario Ensayado por : L. Melgar Fecha de Ensayo: #/VALOR/ Turno: Durmo | | |
| Identificación : Lado Izquierdo Procedencia : C-2 Adición : 8% CAL Progresiva : K.M. 2+580 | Profundidad: --- Norte: --- Este: --- Cota: --- | | |

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**



OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.
 * ---
 * ---

| | | |
|--|--|---|
| INGEOCONTROL SAC | | |
| TECNICO LEM Nombre y firma:  | JEFE LEM Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | COQ - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |

| | | | | |
|---|---|--------------|------------------|------------------|
|  | INFORME | | Código | AE-FO-15 |
| | ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 30.04.2021 |
| | | | Página | 1 de 3 |
| Proyecto | : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 | | Registro N°: | IGC20.LEM.297-10 |
| Propietario | : Marlon Guerrero. | | Muestreado por | : Propietario |
| Código del Proyecto | : --- | | Ensayado por | : L. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | : Lima | | Fecha de Ensayo: | 21/04/2021 |
| Material | : Terreno Natural | | Turno: | Diurno |
| Identificación | : Lado Izquierdo | Profundidad: | --- | |
| Procedencia | : C-2 | Norte: | --- | |
| Adición | : 4% ESCORIA NEGRA DE ACERO | Este: | --- | |
| Progresiva | : K.M. 2+580 | Cota: | --- | |

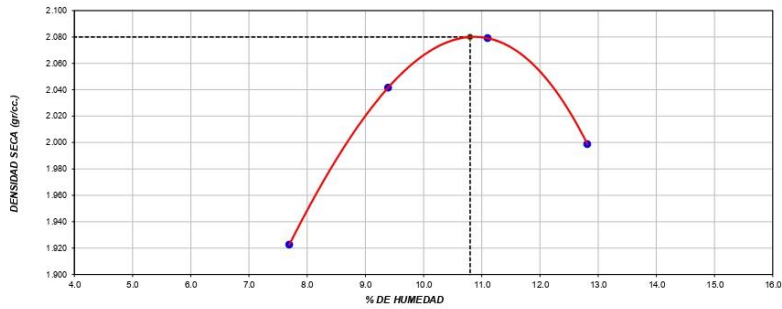
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

| | | |
|---------------|------|-----------------|
| Volumen Molde | 2130 | cm ³ |
| Peso Molde | 6725 | gr. |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 2.070 | 2.233 | 2.310 | 2.255 |
| Contenido de agua | % | 7.7 | 9.4 | 11.1 | 12.8 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.923 | 2.042 | 2.079 | 1.999 |


| | | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|-------------|----------|
| Densidad Máxima Seca: | 2.080 | gr/cm³ | Contenido Humedad Optima: | 10.8 | % |
|------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|-------------|----------|

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.
 * ---
 * ---

| INGEOCONTROL SAC | | |
|--|--|--|
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma:  | Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-15 |
| | ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR | Versión | 01 |
| | | Fecha | 30.04.2021 |
| | | Página | 1 de 3 |

| | | | |
|-----------------------|---|-----------------|------------------|
| Proyecto | : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 | Registro N°: | IGC20-LEM-297-11 |
| Propietario | : Marlon Guerrero. | Muestreado por | : Propietario |
| Código del Proyecto | : --- | Ensayado por | : L. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | : Lima | Fecha de Ensayo | : 22/04/2021 |
| Material | : Terreno Natural | Turno | : Diurno |
| Identificación | : Lado Izquierdo | Profundidad | : --- |
| Procedencia | : C-2 | Norte | : --- |
| Adición | : 6% ESCORIA NEGRA DE ACERO | Este | : --- |
| Progresiva | : K.M. 2+580 | Cota | : --- |

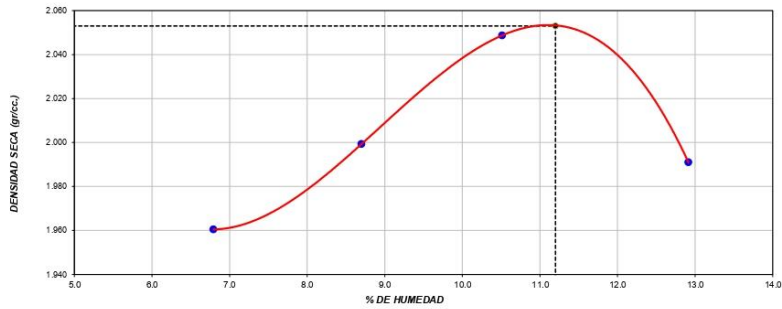
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

| | | |
|---------------|------|-----------------|
| Volumen Molde | 2136 | cm ³ |
| Peso Molde | 6723 | gr. |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 2.094 | 2.173 | 2.264 | 2.248 | |
| Contenido de agua | % | 6.8 | 8.7 | 10.5 | 12.9 | |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.960 | 1.999 | 2.049 | 1.991 | |

| | | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|-------------|----------|
| Densidad Máxima Seca: | 2.053 | gr/cm³ | Contenido Humedad Optima: | 11.2 | % |
|------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|-------------|----------|

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

- * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL.
- * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.
-
-

| INGEOCONTROL SAC | | |
|--|---|---|
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firm  | Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |

| | | | | |
|---|---|--------------|------------------|------------------|
|  | INFORME | | Código | AE-FO-15 |
| | ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | | Página | 1 de 3 |
| Proyecto | : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 | | Registro N°: | IGC20-LEM-297-12 |
| Propietario | : Marlon Guerrero. | | Muestreado por | : Propietario |
| Código del Proyecto | : --- | | Ensayado por | : L. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | : Lima | | Fecha de Ensayo: | 19/04/2021 |
| Material | : Terreno Natural | | Turno: | Diurno |
| Identificación | : Lado Izquierdo | Profundidad: | --- | |
| Procedencia | : C-2 | Norte: | --- | |
| Adición | : 8% ESCORIA NEGRA DE ACERO | Este: | --- | |
| Progresiva | : K.M. 2+580 | Cota: | --- | |

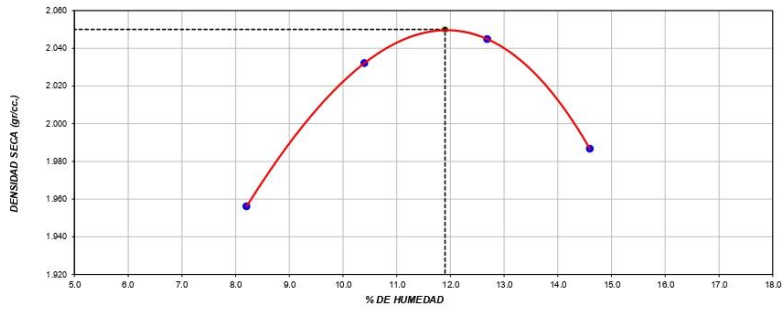
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR
ASTM D1557 / ASTM D1883**

| | | |
|---------------|------|-----------------|
| Volumen Molde | 2136 | cm ³ |
| Peso Molde | 6723 | gr. |

| NUMERO DE ENSAYOS | | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Peso Volumetrico Humedo | gr. | 2.117 | 2.243 | 2.304 | 2.277 |
| Contenido de agua | % | 8.2 | 10.4 | 12.7 | 14.6 |
| Densidad Seca | gr/cc | 1.956 | 2.032 | 2.045 | 1.987 |

| | | | | | |
|------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|-------------|----------|
| Densidad Máxima Seca: | 2.050 | gr/cm³ | Contenido Humedad Optima: | 11.9 | % |
|------------------------------|--------------|--------------------------|----------------------------------|-------------|----------|

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA

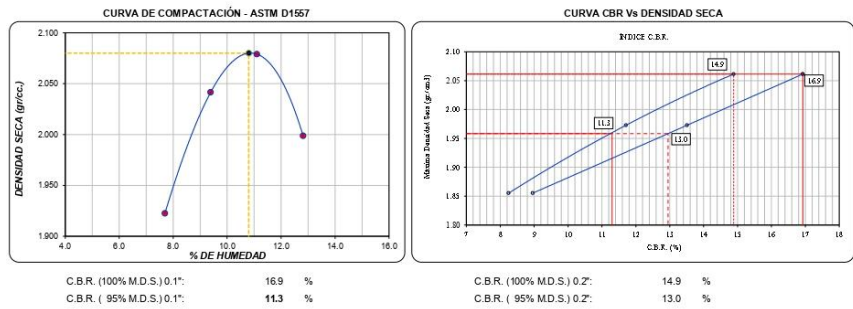
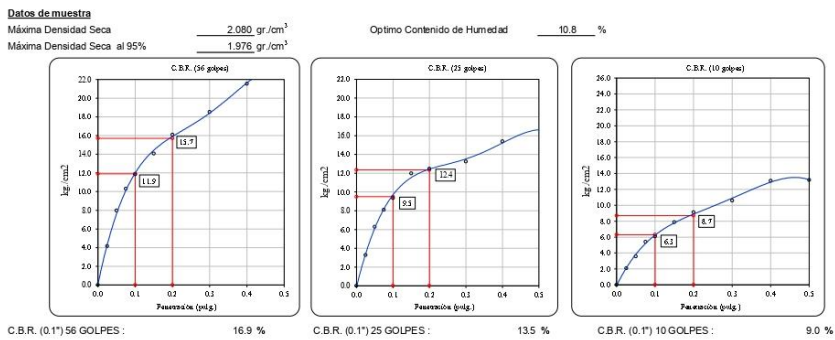


OBSERVACIONES:
 * Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL.
 * Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.
 * ---
 * ---

| INGEOCONTROL SAC | | |
|--|--|--|
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma:  | Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |


| | | | | |
|---|---|--|------------------|------------------|
|  | INFORME | | Código | AE-FO-15 |
| | VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 30-04-2021 |
| | | | Página | 3 de 3 |
| Proyecto | : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 | | Registro N°: | IGC20-LEM-297-10 |
| Propietario | : Marlon Guerrero. | | Muestreado por : | Propietario |
| Código del Proyecto | : --- | | Ensayado por : | L. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | : Lima | | Fecha de Ensayo: | 25/04/2021 |
| Material | : Terreno Natural | | Turno: | Diurno |
| Identificación | : Lado Izquierdo | | Profundidad: | --- |
| Procedencia | : C-2 | | Norte: | --- |
| Adición | : 4% ESCORIA NEGRA DE ACERO | | Este: | --- |
| Progresiva | : K.M. 2+580 | | Cota: | --- |

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**

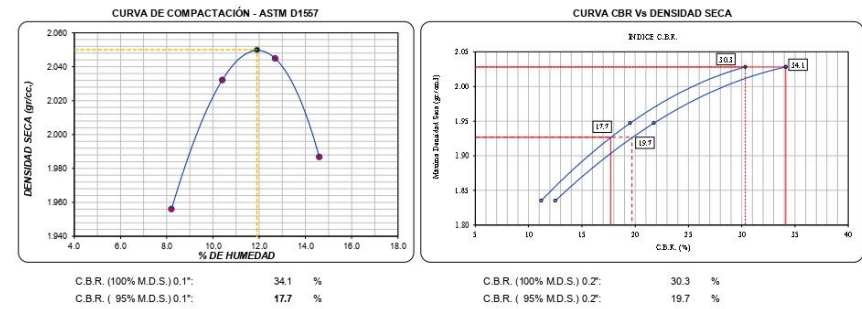
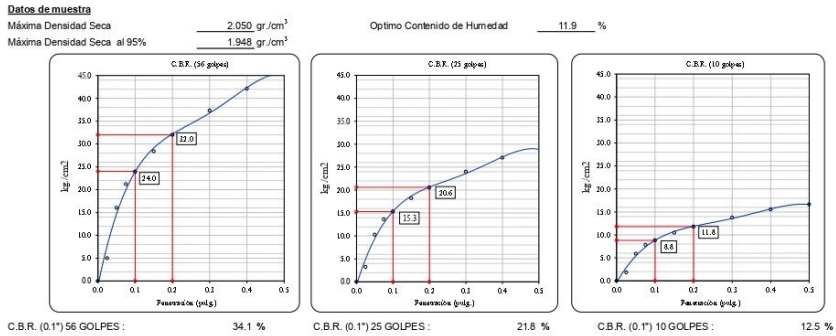


OBSERVACIONES:
* Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL
* ---

| | | |
|--|--|--|
| INGEOCONTROL SAC | | |
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma:  | Nombre y firma:  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | Nombre y firma:  Jony C. Gutiérrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |


| | | | | |
|---|---|--|------------------|------------------|
|  | INFORME | | Código | AE-FO-15 |
| | VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR | | Versión | 01 |
| | | | Fecha | 30-04-2018 |
| | | | Página | 3 de 3 |
| Proyecto | : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 | | Registro N°: | IGC20-LEM-297-12 |
| Propietario | : Marlon Guerrero. | | Muestreado por : | Propietario |
| Código del Proyecto | : --- | | Ensayado por : | L. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | : Lima | | Fecha de Ensayo: | 23/04/2021 |
| Material | : Terreno Natural | | Turno: | Durno |
| Identificación | : Lado Izquierdo | | Profundidad: | --- |
| Procedencia | : C-2 | | Norte: | --- |
| Adición | : 8% ESCORIA NEGRA DE ACERO | | Este: | --- |
| Progresiva | : K.M. 2+580 | | Cota: | --- |

**ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
ASTM D1883**



OBSERVACIONES:
* Muestra ensayada por personal de INGEOCONTROL.
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de INGEOCONTROL.
* ---

| | | |
|--|--|--|
| INGEOCONTROL SAC | | |
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma:  | Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | Nombre y firma:  Jony G. Gutierrez Banto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |

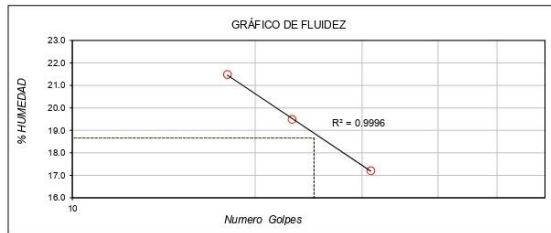
| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-01 |
| | ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318 | Versión | 01 |
| | | Fecha | 07-05-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | |
|---|---|
| Proyecto : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 Solicitante : Marlon Guerrero. Cliente : Marlon Guerrero. Ubicación de Proyecto : PACHACUTEC-VENTANILLA Material : Terreno natural | Registro N°: KGC20-LEM-297-13 Muestreado por : Solicitante Ensayado por : L. Melgar Fecha de Ensayo: 19/10/2020 Turno: Diurno |
| Identificación : Lado izquierdo Sondaje / Calicata : C-2 Adición : 4% CAL Progresiva : K.M. 2+580 | |

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318


| <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="4">LIMITE LIQUIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Método de ensayo</td> <td>Multipunto <input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Unipunto <input type="checkbox"/></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nro. de Recipiente</td> <td>1</td> <td>5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Peso de Recipiente</td> <td>10.25</td> <td>10.58</td> <td>11.15</td> </tr> <tr> <td>Peso Recipiente + Suelo Humedo</td> <td>39.20</td> <td>36.95</td> <td>37.58</td> </tr> <tr> <td>Peso Recipiente + Suelo Seco (B)</td> <td>34.08</td> <td>32.65</td> <td>33.70</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad %</td> <td>21.49</td> <td>19.48</td> <td>17.21</td> </tr> <tr> <td>N° De Golpes</td> <td>18</td> <td>23</td> <td>31</td> </tr> </tbody> </table> | LIMITE LIQUIDO | | | | Método de ensayo | Multipunto <input checked="" type="checkbox"/> | Unipunto <input type="checkbox"/> | | DESCRIPCION | 1 | 2 | 3 | Nro. de Recipiente | 1 | 5 | 2 | Peso de Recipiente | 10.25 | 10.58 | 11.15 | Peso Recipiente + Suelo Humedo | 39.20 | 36.95 | 37.58 | Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | 34.08 | 32.65 | 33.70 | Contenido de Humedad % | 21.49 | 19.48 | 17.21 | N° De Golpes | 18 | 23 | 31 | <table border="1" style="width: 100%;"> <thead> <tr> <th colspan="3">LIMITE PLASTICO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Método de secado</td> <td>Horno <input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Ambiente <input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>1</th> <th>2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nro. de Recipiente</td> <td>15</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>Peso de Recipiente</td> <td>10.29</td> <td>11.88</td> </tr> <tr> <td>Peso Recipiente + Suelo Humedo</td> <td>18.15</td> <td>18.17</td> </tr> <tr> <td>Peso Recipiente + Suelo Seco (B)</td> <td>17.55</td> <td>17.65</td> </tr> <tr> <td>Contenido de Humedad %</td> <td>8.26</td> <td>9.01</td> </tr> <tr> <td>Cantidad mínima requerida 6g</td> <td>¡Cumple!</td> <td>¡Cumple!</td> </tr> </tbody> </table> | LIMITE PLASTICO | | | Método de secado | Horno <input checked="" type="checkbox"/> | Ambiente <input type="checkbox"/> | DESCRIPCION | 1 | 2 | Nro. de Recipiente | 15 | 21 | Peso de Recipiente | 10.29 | 11.88 | Peso Recipiente + Suelo Humedo | 18.15 | 18.17 | Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | 17.55 | 17.65 | Contenido de Humedad % | 8.26 | 9.01 | Cantidad mínima requerida 6g | ¡Cumple! | ¡Cumple! |
|--|--|-----------------------------------|-------|--|------------------|--|-----------------------------------|--|-------------|---|---|---|--------------------|---|---|---|--------------------|-------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|-------|----------------------------------|-------|-------|-------|------------------------|-------|-------|-------|--------------|----|----|----|--|-----------------|--|--|------------------|---|-----------------------------------|-------------|---|---|--------------------|----|----|--------------------|-------|-------|--------------------------------|-------|-------|----------------------------------|-------|-------|------------------------|------|------|------------------------------|----------|----------|
| LIMITE LIQUIDO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Método de ensayo | Multipunto <input checked="" type="checkbox"/> | Unipunto <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESCRIPCION | 1 | 2 | 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nro. de Recipiente | 1 | 5 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de Recipiente | 10.25 | 10.58 | 11.15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso Recipiente + Suelo Humedo | 39.20 | 36.95 | 37.58 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | 34.08 | 32.65 | 33.70 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de Humedad % | 21.49 | 19.48 | 17.21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° De Golpes | 18 | 23 | 31 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| LIMITE PLASTICO | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Método de secado | Horno <input checked="" type="checkbox"/> | Ambiente <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| DESCRIPCION | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nro. de Recipiente | 15 | 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso de Recipiente | 10.29 | 11.88 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso Recipiente + Suelo Humedo | 18.15 | 18.17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | 17.55 | 17.65 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Contenido de Humedad % | 8.26 | 9.01 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cantidad mínima requerida 6g | ¡Cumple! | ¡Cumple! | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Método de preparación Horno 110±5°C Ambiente
Método de secado Horno Ambiente



| DESCRIPCION | |
|-----------------------|----|
| LIMITE LIQUIDO | 19 |
| LIMITE PLASTICO | 9 |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 10 |

| INGEOCONTROL SAC | | |
|---|--|--|
| TECNICO LEM Nombre y firma: | JEFE LEM Nombre y firma: | CQC - LEM Nombre y firma: |
|  |  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |  Jony G. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |

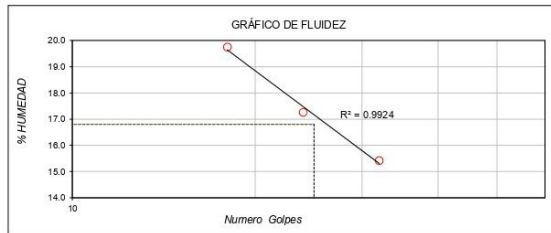
| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-01 |
| | ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318 | Versión | 01 |
| | | Fecha | 07-05-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | |
|--|---|
| Proyecto : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 Solicitante : Marlon Guerrero. Cliente : Marlon Guerrero. Ubicación de Proyecto : PACHACUTEC-VENTANILLA. Material : Terreno natural | Registro N°: KGC20-LEM-297-14 Muestreado por : Solicitante Ensayado por : L. Melgar Fecha de Ensayo: 22/04/2021 Turno: Diurno |
| Identificación : Lado izquierdo Sondaje / Calicata : C-2 Adición : 6% CAL Progresiva : K.M. 2+580 | |

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318


| LIMITE LIQUIDO | | | | LIMITE PLASTICO | | |
|----------------------------------|--|-----------------------------------|-------|----------------------------------|---|-----------------------------------|
| Método de ensayo | Multipunto <input checked="" type="checkbox"/> | Unipunto <input type="checkbox"/> | | Método de secado | Horno <input checked="" type="checkbox"/> | Ambiente <input type="checkbox"/> |
| DESCRIPCION | 1 | 2 | 3 | DESCRIPCION | 1 | 2 |
| Nro. de Recipiente | 2 | 7 | 12 | Nro. de Recipiente | | |
| Peso de Recipiente | 11.08 | 12.46 | 10.48 | Peso de Recipiente | | |
| Peso Recipiente + Suelo Humedo | 41.22 | 37.67 | 35.18 | Peso Recipiente + Suelo Humedo | | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | 36.25 | 33.96 | 31.88 | Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | | |
| Contenido de Humedad % | 19.75 | 17.26 | 15.42 | Contenido de Humedad % | | |
| N° De Golpes | 18 | 24 | 32 | Cantidad mínima requerida 6g | | |

| | | | |
|-----------------------|---|---------|-----------------------------------|
| Método de preparación | Horno <input checked="" type="checkbox"/> | 110±5°C | Ambiente <input type="checkbox"/> |
| Método de secado | Horno <input type="checkbox"/> | | Ambiente <input type="checkbox"/> |



| DESCRIPCION | |
|-----------------------|-----|
| LIMITE LIQUIDO | 17 |
| LIMITE PLASTICO | N.P |
| INDICE DE PLASTICIDAD | N.P |

| INGEOCONTROL SAC | | |
|--|--|---|
| TECNICO LEM Nombre y firma: <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  </div> | JEFE LEM Nombre y firma: <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. </div> | CQC - LEM Nombre y firma: <div style="text-align: center; margin-top: 20px;">  Jony G. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. </div> |

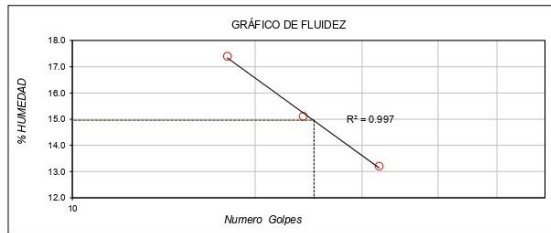
| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-01 |
| | ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318 | Versión | 01 |
| | | Fecha | 07-05-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | |
|--|---|
| Proyecto : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 Solicitante : Marlon Guerrero. Cliente : Marlon Guerrero. Ubicación de Proyecto : PACHACUTEC-VENTANILLA. Material : Terreno natural | Registro N°: KGC20-LEM-297-15 Muestreado por : Solicitante Ensayado por : L. Melgar Fecha de Ensayo: 20/04/2021 Turno: Diurno |
| Identificación : Lado izquierdo Sondaje / Calicata : C-2 Adición : 8% CAL Progresiva : K.M. 2+580 | |

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318


| | | | | | | |
|----------------------------------|--|-----------------------------------|----------|----------------------------------|---|----------|
| LIMITE LIQUIDO | | | | LIMITE PLASTICO | | |
| Método de ensayo | Multipunto <input checked="" type="checkbox"/> | Unipunto <input type="checkbox"/> | | Método de secado | Horno <input checked="" type="checkbox"/> Ambiente <input type="checkbox"/> | |
| DESCRIPCION | 1 | 2 | 3 | DESCRIPCION | 1 | 2 |
| Nro. de Recipiente | 6 | 21 | 19 | Nro. de Recipiente | / | |
| Peso de Recipiente | 10.12 | 10.34 | 10.74 | Peso de Recipiente | / | |
| Peso Recipiente + Suelo Humedo | 36.48 | 35.74 | 37.11 | Peso Recipiente + Suelo Humedo | / | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | 32.57 | 32.41 | 34.03 | Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | / | |
| Contenido de Humedad % | 17.40 | 15.10 | 13.21 | Contenido de Humedad % | / | |
| N° De Golpes | 18 | 24 | 32 | Cantidad mínima requerida 6g | / | |

Método de preparación Horno 110±5°C Ambiente
 Método de secado Horno Ambiente



| DESCRIPCION | |
|-----------------------|-----|
| LIMITE LIQUIDO | 15 |
| LIMITE PLASTICO | N.P |
| INDICE DE PLASTICIDAD | N.P |

| | | |
|--|--|--|
| INGEOCONTROL SAC | | |
| TECNICO LEM | JEFE LEM | CQC - LEM |
| Nombre y firma:  | Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Spanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-01 |
| | ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318 | Versión | 01 |
| | | Fecha | 07-05-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|---|------------------|------------------|
| Proyecto | : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 | Registro N°: | IGC20-LEM-297-16 |
| Solicitante | : Marlon Guerrero | Muestreado por : | Solicitante |
| Ciente | : Marlon Guerrero | Ensayado por : | L. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | : PACHACUTEC-VENTANILLA | Fecha de Ensayo: | 23/04/2021 |
| Material | : Terreno natural | Turno: | Diurno |

| | |
|--------------------|-----------------------------|
| Identificación | : Lado Izquierdo |
| Sondaje / Calicata | : C-2 |
| Acción | : 4% ESCORIA NEGRA DE ACERO |
| Progresiva | : K.M. 2+580 |

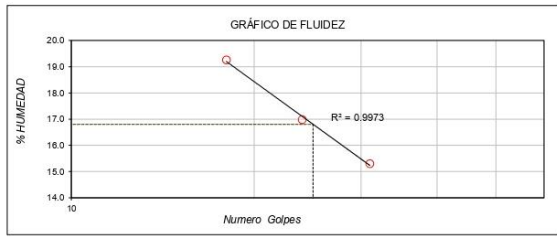
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

| LIMITE LIQUIDO | | | | LIMITE PLÁSTICO | | |
|------------------|--|-----------------------------------|--|------------------|---|-----------------------------------|
| Método de ensayo | Multipunto <input checked="" type="checkbox"/> | Unipunto <input type="checkbox"/> | | Método de secado | Horno <input checked="" type="checkbox"/> | Ambiente <input type="checkbox"/> |

| DESCRIPCION | 1 | 2 | 3 |
|----------------------------------|-------|-------|-------|
| Nro. de Recipiente | 4 | 1 | 8 |
| Peso de Recipiente | 11.02 | 10.31 | 10.79 |
| Peso Recipiente + Suelo Humedo | 37.22 | 36.21 | 35.13 |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | 32.99 | 32.45 | 31.90 |
| Contenido de Humedad % | 19.25 | 16.98 | 15.30 |
| N° De Golpes | 18 | 24 | 31 |


| DESCRIPCION | 1 | 2 |
|----------------------------------|---|---|
| Nro. de Recipiente | | |
| Peso de Recipiente | | |
| Peso Recipiente + Suelo Humedo | | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | | |
| Contenido de Humedad % | | |
| Cantidad mínima requerida 6g | | |

Método de preparación Horno 110±5°C Ambiente
Método de secado Horno Ambiente



| DESCRIPCION | |
|-----------------------|-----|
| LIMITE LIQUIDO | 17 |
| LIMITE PLASTICO | N.P |
| INDICE DE PLASTICIDAD | N.P |

| INGEOCONTROL SAC | | |
|--|--|---|
| TECNICO LEM Nombre y firma:  | JEFE LEM Nombre y firma:  Noemi C. Sanchez Huaman INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | COC - LEM Nombre y firma:  Jony C. Gutierrez Abanto GERENTE GENERAL INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-01 |
| | ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318 | Versión | 01 |
| | | Fecha | 07-05-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | | | |
|-----------------------|---|-----------------|------------------|
| Proyecto | : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 | Registro N°: | IGC20-LEM-297-17 |
| Solicitante | : Marlon Guerrero | Muestreado por | : Solicitante |
| Ciente | : Marlon Guerrero | Ensayado por | : L. Melgar |
| Ubicación de Proyecto | : PACHACUTEC-VENTANILLA | Fecha de Ensayo | : 26/10/2020 |
| Material | : Terreno natural | Turno | : Diurno |

| | |
|--------------------|-----------------------------|
| Identificación | : Lado Izquierdo |
| Sondaje / Calicata | : C-2 |
| Acción | : 6% ESCORIA NEGRA DE ACERO |
| Progresiva | : K.M. 2+580 |

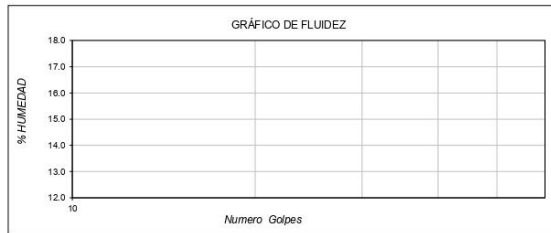
LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

| | | | | | | | |
|-----------------------|--|----------|--------------------------|------------------------|---|----------|--------------------------|
| LIMITE LIQUIDO | | | | LIMITE PLÁSTICO | | | |
| Método de ensayo | Multipunto <input checked="" type="checkbox"/> | Unipunto | <input type="checkbox"/> | Método de secado | Horno <input checked="" type="checkbox"/> | Ambiente | <input type="checkbox"/> |

| DESCRIPCION | 1 | 2 | 3 |
|----------------------------------|---|---|---|
| Nro. de Recipiente | | | |
| Peso de Recipiente | | | |
| Peso Recipiente + Suelo Humedo | | | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | | | |
| Contenido de Humedad % | | | |
| N° De Golpes | | | |


| DESCRIPCION | 1 | 2 |
|----------------------------------|---|---|
| Nro. de Recipiente | | |
| Peso de Recipiente | | |
| Peso Recipiente + Suelo Humedo | | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | | |
| Contenido de Humedad % | | |
| Cantidad mínima requerida 6g | | |

| | | | | |
|-----------------------|---|---------|----------|--------------------------|
| Método de preparación | Horno <input checked="" type="checkbox"/> | 110±5°C | Ambiente | <input type="checkbox"/> |
| Método de secado | Horno <input type="checkbox"/> | | Ambiente | <input type="checkbox"/> |



| DESCRIPCION | |
|-----------------------|-----|
| LIMITE LIQUIDO | N.P |
| LIMITE PLASTICO | N.P |
| INDICE DE PLASTICIDAD | N.P |

| | | |
|---|--|--|
| INGEOCONTROL SAC | | |
| TECNICO LEM | JEFE LEM | COC - LEM |
| Nombre y firma: | Nombre y firma: | Nombre y firma: |
|  |  Noemi C. Sánchez Huamán <small>INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029</small> <small>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</small> |  Jony C. Gutiérrez Abanto <small>GERENTE GENERAL</small> <small>INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.</small> |

| | | | |
|---|--|---------|------------|
|  | INFORME | Código | AE-FO-01 |
| | ENSAYO DE LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318 | Versión | 01 |
| | | Fecha | 07-05-2018 |
| | | Página | 1 de 1 |

| | |
|--|--|
| Proyecto : INCORPORACIÓN DE ESCORIA NEGRA DE ACERO Y CAL PARA MEJORAR LA SUBRASANTE EN LA AV. ZONA INDUSTRIAL DE PACHACUTEC 2021 Solicitante : Marlon Guerrero. Cliente : Marlon Guerrero. Ubicación de Proyecto : PACHACUTEC-VENTANILLA. Material : Terreno natural | Registro N° : KGC20-LEM-297-18 Muestreado por : Solicitante Ensayado por : L. Melgar Fecha de Ensayo: 27/10/2020 Turno: Diurno |
| Identificación : Lado izquierdo Sondaje / Calicata : C-2 Adición : 8% ESCORIA NEGRA DE ACERO Progresiva : K.M. 2+580 | |

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318

| | | | | | | | |
|----------------------------------|---|--|-----------------------------------|------------------------------|---|---|-----------------------------------|
| LIMITE LIQUIDO | | | | LIMITE PLASTICO | | | |
| Método de ensayo | | Multipunto <input checked="" type="checkbox"/> | Unipunto <input type="checkbox"/> | Método de secado | | Horno <input checked="" type="checkbox"/> | Ambiente <input type="checkbox"/> |
| DESCRIPCION | 1 | 2 | 3 | DESCRIPCION | 1 | 2 | |
| Nro. de Recipiente | / | | | Nro. de Recipiente | / | | |
| Peso de Recipiente | | | | | | | |
| Peso Recipiente + Suelo Humedo | | | | | | | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco (B) | | | | | | | |
| Contenido de Humedad % | | | | | | | |
| N° De Golpes | | | | Contenido de Humedad % | | | |
| | | | | Cantidad mínima requerida 6g | | | |

Método de preparación Horno 110±5°C Ambiente
 Método de secado Horno Ambiente



| DESCRIPCION | |
|-----------------------|-----|
| LIMITE LIQUIDO | N.P |
| LIMITE PLASTICO | N.P |
| INDICE DE PLASTICIDAD | N.P |

| INGEOCONTROL SAC | | |
|---|---|---|
| TECNICO LEM Nombre y firma: | JEFE LEM Nombre y firma: | CQC - LEM Nombre y firma: |
|  |  Noemi C. Sánchez Huamán INGENIERA CIVIL - CIP N°: 195029 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |  Jony G. Gutiérrez Abante GERENTE GENERAL INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. |

ANEXO 6. Certificado de calibración

| | | | |
|--|---|---|---|
|  PERUTEST S.A.C. EQUIPOS E INSTRUMENTOS | | PERUTEST S.A.C. CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA RUC N° 20602182721 | |
| Área de Metrología Laboratorio de Fuerza | | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 030 - 2020 | |
| Página 1 de 3 | | | |
| 1. Expediente | 0386-2020 | Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI). | |
| 2. Solicitante | INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C. | | |
| 3. Dirección | MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES | | Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. |
| 4. Equipo | PRENSA DE ENSAYO CBR | | PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez. |
| Capacidad | 5000 kgf | | |
| Marca | RUMISTONE | | |
| Modelo | NO INDICA | | |
| Número de Serie | NO INDICA | | |
| Procedencia | PERU | | |
| Identificación | 202052-6 | | |
| Indicación | DIGITAL | | |
| Marca | HIGH WEIGHT | | |
| Modelo | 315-X5 | | |
| Número de Serie | 215463 | | |
| Resolución | 1 kgf | | |
| Ubicación | NO INDICA | | |
| 5. Fecha de Calibración | 2020-03-05 | | |
| Fecha de Emisión | 2020-03-06 | Jefe del Laboratorio de Metrología | |
|  | |  | |
| MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES | | | |
| Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe | | | |



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 030 - 2020

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

7. Lugar de calibración

Las instalaciones del cliente.

MZA. A LOTE. 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE

8. Condiciones Ambientales

| | Inicial | Final |
|------------------|---------|---------|
| Temperatura | 21.8 °C | 21.8 °C |
| Humedad Relativa | 72 % HR | 72 % HR |

9. Patrones de referencia

| Trazabilidad | Patrón utilizado | Informe de calibración |
|--|--|------------------------|
| Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas | Celda de Carga Código: PF-002 Capacidad: 10,000 kg.f | INF-LE 092-19 |

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
PT - LF - 030 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

| Indicación del Equipo | | Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia | | | |
|-----------------------|-------------|--|-------------|-------------|----------------------|
| % | F_i (kgf) | F_1 (kgf) | F_2 (kgf) | F_3 (kgf) | $F_{Promedio}$ (kgf) |
| 10 | 500 | 499.4 | 499.2 | 499.3 | 499.3 |
| 20 | 1000 | 1000.7 | 1000.6 | 1000.6 | 1000.6 |
| 30 | 1500 | 1500.3 | 1500.4 | 1500.7 | 1500.4 |
| 40 | 2000 | 2001.8 | 2002.3 | 2004.8 | 2003.1 |
| 50 | 2500 | 2500.0 | 2500.0 | 2500.4 | 2500.2 |
| 60 | 3000 | 2999.4 | 2999.5 | 2999.8 | 2999.6 |
| 70 | 3500 | 3499.5 | 3499.6 | 3499.7 | 3499.6 |
| 80 | 4000 | 3999.8 | 3999.9 | 3999.9 | 3999.9 |
| 90 | 4500 | 4499.9 | 4499.8 | 4500.1 | 4500.0 |
| 100 | 5000 | 4999.5 | 5000.0 | 5000.4 | 4999.9 |
| Retorno a Cero | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | |

| Indicación del Equipo F (kgf) | Errores Encontrados en el Sistema de Medición | | | | Incertidumbre U (k=2) (%) |
|------------------------------------|---|--------------------------|---------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| | Exactitud a (%) | Repetibilidad b (%) | Reversibilidad v (%) | Resol. Relativa α (%) | |
| 500 | 0.13 | 0.04 | -0.04 | 0.20 | 0.36 |
| 1000 | -0.06 | 0.01 | 0.01 | 0.10 | 0.34 |
| 1500 | -0.03 | 0.03 | 0.01 | 0.07 | 0.34 |
| 2000 | -0.15 | 0.15 | -0.05 | 0.05 | 0.35 |
| 2500 | -0.01 | 0.02 | -0.02 | 0.04 | 0.34 |
| 3000 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.34 |
| 3500 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 0.03 | 0.34 |
| 4000 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.03 | 0.34 |
| 4500 | 0.00 | 0.01 | -0.01 | 0.02 | 0.34 |
| 5000 | 0.00 | 0.02 | 0.01 | 0.02 | 0.34 |

| | |
|---|--------|
| MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0) | 0.00 % |
|---|--------|



12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224
 E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



PERUTEST S.A.C.

CALIBRACIÓN, MANTENIMIENTO Y VENTAS DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LT - 026 - 2020

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 1 de 5

1. Expediente: 0386-2020
2. Solicitante: INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.
3. Dirección: MZA. A LOTE: 24 INT. 1 URB. MAYORAZGO NARANJAL 2DA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTÍN DE PORRES
4. Equipo: HORNO
 - Alcance Máximo: 300 °C
 - Marca: PERUTEST
 - Módulo: PT-H76
 - Número de Serie: 0135
 - Procedencia: PERÚ
 - Identificación: NO INDICA
 - Ubicación: NO INDICA

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

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

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

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

| Descripción | Controlador / Selector | Instrumento de medición |
|---------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Alcance | -30 °C a 300 °C | 30 °C a 300 °C |
| División de escala / Resolución | 0.1 °C | 0.1 °C |
| Tipo | CONTROLADOR ELECTRONICO | TERMOMETRO DIGITAL |

5. Fecha de Calibración: 2020-06-17

Fecha de Emisión: 2020-06-17

Jefe del Laboratorio de Metrología



MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Jr. La Madrid Mz. E Lt. 14 Urb. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 764 5730
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe