



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Mejoramiento del Suelo Aplicando Caucho Granular Reciclado para
Estabilizar la Subrasante de la Avenida Huáscar, San Antonio de
Jicamarca, Lima - 2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Contreras Collins, Erick Jean Pierre (orcid.org/0000-0002-4598-5072)

León Pintado, Jorge Luis (orcid.org/0000-0003-3104-3719)

ASESOR:

Mg. Minaya Vega, Leoncio Humberto (orcid.org/0000-0003-3989-6513)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL Y UNIVERSITARIA:

Desarrollo Sostenible y Adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a mi madre querida por ser la mujer de ejemplo, luchadora que jamás me dejó caer y estar siempre a mi lado.

A mi padre, hermanos y mis abuelos por el apoyo moral y sus consejos de vida dándome fuerzas de levantarme cada día con esas ganas de superarme, es por ellos que cumpliré mis metas deseadas.

Contreras collins, Erick

Dedico este presente trabajo de investigación a mi madre que, con su ejemplo de perseverancia y optimismo, podemos lograr nuestros objetivos trazados, a mi esposa e hijos por su apoyo en cada momento difícil.

A todos ellos les dedico el presente trabajo.

León Pintado, Jorge Luis

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, a mis padres y a mis abuelos por apoyarme durante estos años de lucha. Todos forman parte de las metas que estoy logrando.

Agradezco a Dios, ante todo a mis padres por el apoyo constante que hacen para poder seguir cumpliendo mis metas, a mi esposa e hijos mi motivo de seguir adelante, a la Universidad César Vallejo por darme la oportunidad de crecer como profesional, a todos mis profesores que me brindaron todos los conocimientos adquiridos.

Gracias



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, MINAYA VEGA LEONCIO HUMBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Mejoramiento del Suelo Aplicando Caucho Granular Reciclado para Estabilizar la Subrasante de la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca 2023", cuyos autores son LEON PINTADO JORGE LUIS, CONTRERAS COLLINS ERICK JEAN PIERRE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 11 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
MINAYA VEGA LEONCIO HUMBERTO DNI: 33260684 ORCID: 0000-0003-3989-6513	Firmado electrónicamente por: LMINAYAV el 24-08- 2023 11:56:25

Código documento Trilce: TRI - 0586626



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, LEON PINTADO JORGE LUIS, CONTRERAS COLLINS ERICK JEAN PIERRE estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Mejoramiento del Suelo Aplicando Caucho Granular Reciclado para Estabilizar la Subrasante de la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
JORGE LUIS LEON PINTADO DNI: 46053845 ORCID: 0000-0003-3104-3719	Firmado electrónicamente por: JLEONPI el 11-07-2023 15:45:02
ERICK JEAN PIERRE CONTRERAS COLLINS DNI: 74097593 ORCID: 0000-0002-4598-5072	Firmado electrónicamente por: ECONTRERASCO12 el 11-07-2023 10:49:31

Código documento Trilce: TRI - 0586625

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS	vii
INDICE DE FIGURAS.....	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	25
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	25
3.2. Variables y operacionalización:	26
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis.....	27
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad	28
3.5. Procedimientos	29
3.6. Método de análisis de datos.....	30
3.7. Aspectos éticos	30
IV. RESULTADOS	31
V. DISCUSIÓN	69
VI. CONCLUSIONES.....	73
VII. RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS	75
ANEXOS.....	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tipo de suelos según el tamaño de partículas _____	21
Tabla 2: Categorización de la Sub rasante _____	21
Tabla 3: Operacionalización de variables. _____	26
Tabla 4: Tipos de vías y puntos _____	28
Tabla 5: Plasticidad en la calicata 1 _____	35
Tabla 6: Plasticidad en la calicata 2 _____	36
Tabla 7: Plasticidad en la calicata 3 _____	36
Tabla 8: Resultados granulométricos de la calicata 1. _____	37
Tabla 9: Resultados granulométricos de la calicata 2. _____	39
Tabla 10: Resultados granulométricos de la calicata 3. _____	41
Tabla 11: Compactación y humedad, C-1 _____	43
Tabla 12: Compactación y humedad, C-2. _____	44
Tabla 13: Compactación y humedad, C-3. _____	44
Tabla 14: Compactación y humedad a 10, 25 y 56 golpes en C-1. _____	45
Tabla 15: Ensayo de penetración en la calicata 1 _____	46
Tabla 16: Compactación y humedad a 10, 25 y 56 golpes en C-2. _____	47
Tabla 17: Ensayo de penetración en la calicata 2 _____	48
Tabla 18: Compactación y humedad a 10, 25 y 56 golpes en C-3. _____	49
Tabla 19: Ensayo de penetración en la calicata 3 _____	49
Tabla 20: Comparación general de los ensayos en las calicatas 1.2 y 3. _____	50
Tabla 21: Compactación y humedad agregando 4% de caucho granular _____	51
Tabla 22: Compactación y humedad agregando 7% de caucho granular _____	52
Tabla 23: compactación y humedad añadiéndole 10% de caucho granular _____	53
Tabla 24: comparación de los resultados del Proctor Modificado con el suelo natural y sus dosificaciones de caucho granular. _____	54
Tabla 25: Compactación y humedad a 10, 25 y 56 golpes añadiéndole 4% de caucho	

_____	56
Tabla 26: Ensayo de penetración aumentando 4% de caucho _____	57
Tabla 27: Compactación y humedad a 10, 25 y 56 golpes añadiéndole 7% de caucho _____	58
Tabla 28: Ensayo de penetración aumentando 7% de caucho granular _____	58
Tabla 29: Compactación y humedad a 10, 25 y 56 golpes añadiéndole 10% _____	59
Tabla 30: Ensayo de penetración aumentando 10% de caucho granular _____	60
Tabla 31: Tabla de compactación del CBR natural y aumentando caucho granular.	61
Tabla 32: Tabla de conteo de vehículos semanal _____	64
Tabla 33: Ejes equivalentes según su tipo. _____	66

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1: Detalle de Curva granulométrica en calicata 1. _____	38
Grafico 2: Detalle de Curva granulométrica en calicata 2. _____	40
Grafico 3: Detalle de Curva granulométrica en calicata 1. _____	42
Gráfico 4: Curva de Proctor modificado en calicata 1. _____	43
Grafico 5: Curva de Proctor modificado en calicata 3. _____	45
Grafico 6: Curva de compactación CBR en la calicata 1. _____	47
Grafico 7: Curva de compactación CBR en la calicata 2. _____	48
Grafico 8: Curva de compactación CBR en la calicata 3. _____	50
Grafico 9: Curva de Proctor modificado con 4% de caucho. _____	51
Grafico 10: Curva de Proctor modificado agregando 7% de caucho granular _____	52
Grafico 11 Curva de Proctor modificado agregando 10% de caucho granular _____	53
Grafico 12: Densidad seca máxima en muestra natural y sus dosificaciones. _____	54
Grafico 13 : OCH en muestra natural y sus dosificaciones. _____	54
Grafico 14 Curva de compactación CBR añadiéndole 4% de caucho _____	57
Grafico 15 Curva de MDS y OCH aumentando 7% de caucho granular _____	59
Grafico 16 Curva de compactación del CBR aumentando 10% de caucho _____	60
Grafico 17 en diferentes dosificaciones del CBR al 100% _____	61
Grafico 18: CBR al 95% en distintas dosificaciones, C- 2. _____	62

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Extracción del caucho natural</i>	12
<i>Figura 2: Estructura de moléculas del cis</i>	13
<i>Figura 3: Toneladas de caucho en el mundo</i>	15
<i>Figura 4: Pavimento flexible</i>	18
<i>Figura 5: Pavimento rígido</i>	20
<i>Figura 6: Capas del pavimento flexible</i>	23
<i>Figura 7: Mapa oficial del Perú</i>	31
<i>Figura 8: Mapa de provincia de Huarochirí</i>	32
<i>Figura 9: Mapa de recorrido de la avenida Huáscar</i>	32
<i>Figura 10: Medición de la carretera estudiada</i>	33
<i>Figura 11: Mapa de ubicación de calicata 1</i>	34
<i>Figura 12: Mapa de ubicación de calicata 2</i>	34
<i>Figura 13: Mapa de ubicación de calicata 3</i>	34
<i>Figura 14: Calicata 1 profundidad</i>	85
<i>Figura 15: Ubicación calicata 1</i>	85
<i>Figura 16: Calicata 2</i>	86
<i>Figura 17: Calicata 3</i>	86
<i>Figura 18: Muestras de suelo de la calicata</i>	87
<i>Figura 19: Malla para tamizado</i>	87
<i>Figura 20: Caucho granular reciclado</i>	88
<i>Figura 21: Calicata 1 Ensayo proctor</i>	88
<i>Figura 22: CBR con martillo</i>	89
<i>Figura 23: Peso del CBR natural</i>	89
<i>Figura 24: Peso CBR con 4% de caucho</i>	89
<i>Figura 25: CBR con 4% de caucho</i>	89
<i>Figura 26: Peso CBR con 7% de caucho</i>	90
<i>Figura 27: CBR con 7% de caucho</i>	90
<i>Figura 28: Peso CBR con 10% de caucho</i>	90
<i>Figura 29: CBR con 10% de caucho</i>	90

RESUMEN

El presente informe de investigación tuvo como principal objetivo establecer cómo incidirá la incorporación del caucho granular reciclado en la estabilización de la subrasante en la Av. Huáscar, san Antonio de Jicamarca, 2023

Es de tipo aplicada, basado en un diseño experimental el cual se subdivide también en un diseño cuasiexperimental, así mismo es de nivel explicativo y basado en un enfoque cuantitativo ya que la investigación tiene como raíz una hipótesis cuyo resultado será representado en base a números.

Se obtuvo como resultados que la Av. Huáscar presentó un tipo de suelo SM (Arena Limosa) así como no presentó plasticidad el suelo, así también presentó un Óptimo Contenido de Humedad (OCH) de 7.80% y Máxima Densidad Seca (MDS) de 2.131 g/cm³ y finalmente un California Bearing Ratio (CBR) de 27,10% y tras la incorporación del caucho en polvo (5mm a menos) en dosificaciones de 4%, 7% y 10% se redujeron los valores de Óptimo Contenido de Humedad, Máxima Densidad Seca y resistencia, por lo que su aplicación no es recomendable en un suelo SM Arcilla Limosa).

Palabras clave: subrasante, OCH, MDS, Resistencia (CBR).

ABSTRACT

The main objective of this research report was to establish how the incorporation of recycled granular rubber will affect the subgrade index in Av. Huascar, San Antonio de Jicamarca, 2023

It is of an applied type, based on an experimental design which is also subdivided into a quasi-experimental design, likewise it is of an explanatory level and based on a quantitative approach since the research is rooted in a hypothesis whose result will be represented based on numbers.

It was obtained as results that Av. Huascar presented a type of soil SM (Silty Sand) as well as the soil did not present plasticity, as well as an Optimum Moisture Content (OCH) of 7.80% and Maximum Dry Density (MDS) of 2,131 g/cm³ and finally a California Bearing Ratio (CBR) of 27.10% and after the incorporation of powdered rubber (5mm at least) in dosages of 4%, 7% and 10%, the values of Optimum Moisture Content were reduced, Maximum Dry Density and resistance, so its application is not recommended on a SM Silty Clay soil).

Keywords: subgrade, OCH, MDS, Resistance (CBR).

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente se manifestó problemas en el ambiente en la ingeniería debido al inadecuado control de sus materiales sólidos y los desechos son constantemente abandonados y esto con el tiempo ha provocado un impacto negativo irreversible ya que demoran años o décadas en su descomposición. Así mismo hay ingenierías en el mundo que constantemente buscan soluciones para su reutilización de materiales que fueron reciclados por su costo económico ya que en distintas zonas se necesitan de este material debido a sus propiedades resistentes en general, el caucho se utiliza en la carpeta asfáltica, así también en subrasantes para el mejoramiento de su resistencia ya que aporta resultados efectivos en la conservación del medio ambiente. (BEKHITI, y otros, 2014 pág. 2)

Hoy en día en el Perú el reciclaje es una alternativa en la supervivencia de algunas familias ya que aprovechan los materiales para reutilizarlos y el caucho es uno de ellos, diversos negocios encantan a la población con accesorios para vehículos, calzadas de zapatos y pulseras, además en la ingeniería para el reciclado se utiliza en adición de diversas estructuras y en el pavimento para su mejoramiento en estabilizar el suelo, llegando a reconocer en aditivos como la cal o el concreto reciclado materiales buenos en el mejoramiento de la subrasante. En el distrito de san Antonio de Jicamarca diversos talleres de neumáticos cuentan con una aglomeración y abandono total, siendo una alternativa interesante el uso de ello y su procesamiento en trituradoras para su posterior uso.

Por ello se estableció en la presente investigación el siguiente **problema general**:

¿Cómo incide el caucho granular reciclado en la estabilización de la subrasante en la Avenida Huáscar San Antonio de Jicamarca, Lima – 2023?

Como **problemas específicos** se planteó lo siguiente:

¿De qué manera incide la aplicación del caucho granular reciclado en el ensayo de Proctor de la subrasante en la Avenida Huáscar San Antonio de Jicamarca, Lima – 2023?

¿En qué medida el caucho granulado reciclado incide en la resistencia (CBR) de la subrasante en la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca Lima – 2023?

¿En qué medida los porcentajes 4%, 7% y 10% de caucho granulado reciclado incide en la estabilización de la subrasante en la Avenida Huáscar San Antonio de Jicamarca, Lima – 2023?

Justificación teórica, en la investigación se justificara porque el caucho nos ayudara al mejoramiento del suelo, siguiendo las normas ASTM, en base a ellas y la norma CE 020 sabremos los beneficios que se obtendrán en el trabajo, así mismo como **justificación práctica**, la investigación se realizó para solucionar en suelos de baja resistencia su mejoramiento, y en la zona estudiada es un punto de alta transitabilidad y un punto estratégico ya que el comercio crece de manera considerable al pasar los años con el aumento de la población. Así la **justificación por conveniencia**, nos indica que el proyecto de investigación será propuesto debido a la existencia de estos talleres mecánicos donde los neumáticos serán reutilizados en su trituración y aplicación para el suelo en el sector.

También se tiene a la **justificación social**, ya que en la zona de Jicamarca las personas carecen de diversos recursos básicos para la vida y una de ellos es la falta de accesibilidad de transportes por no haber vías que ayuden al comercio y transporte entre diversas localidades cercanas, y así también aprovechar todo a nuestras manos para brindar calidad a este sector que está creciendo a pasos agigantados.

Justificación metodológica: esta investigación servirá para la solución en mejorar suelos de baja capacidad portante con la aplicación del caucho granular reciclado se desarrollarán estudios de levantamiento topográfico y posteriormente sus respectivos ensayos de laboratorio en analizar la clasificación del suelo, seguidamente el uso de diversas aplicaciones de ingeniería como el Excel, s10, AutoCAD y el civil 3D.

La investigación tuvo como **objetivo general**:

Determinar cómo incide la aplicación del caucho granulado reciclado en la estabilización de la subrasante en la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca, Lima – 2023.

Como también los siguientes **objetivos específicos**:

Determinar en qué medida incide el uso del caucho granulado reciclado en el ensayo de Proctor de la subrasante en la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca, Lima – 2023.

Determinar en qué medida incide la aplicación del caucho granular reciclado en la resistencia (CBR) de la subrasante en la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca, Lima – 2023.

Determinar en qué medida los porcentajes 4%, 7% y 10% de caucho granular reciclado incide en la estabilización de la subrasante en la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca, Lima – 2023.

Así mismo luego de tener los objetivos, se tuvo como **hipótesis general**:

La aplicación del caucho granulado reciclado incide de manera relevante en la estabilización de la subrasante en la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca, Lima – 2023.

También las **hipótesis específicas**:

El uso del caucho granular reciclado incide de manera significativa en el ensayo de Proctor de la subrasante en la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca, Lima – 2023.

La aplicación del caucho granular reciclado incide de manera significativa en la resistencia (CBR) de la subrasante en la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca, Lima – 2023.

Los porcentajes 4%, 7% y 10% de caucho granular reciclado incide de manera significativa en la subrasante de la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca, Lima – 2023.

II. MARCO TEÓRICO

A nivel nacional tenemos a:

El autor **Rojas** (2019). En su Tesis de investigación que tiene por título “Mejoramiento de la subrasante incorporando caucho granular reciclado en la Avenida Bonavista, Carabayllo, Lima - 2019”. Asumió su **objetivo** principal acerca del mejoramiento de la subrasante y determinar cómo va a influir en las propiedades de la tierra en el tramo de la avenida Bonavista, en Carabayllo ya que el sector presenta un suelo pobre. Se ejecutó un **estudio** experimental. Donde se llegó a la **conclusión** de un mejoramiento en las propiedades fue negativa ya que el caucho granular reciclado no aportó un efecto positivo en los diversos ensayos de Proctor modificado ya que mientras mayor dosificación se incorporaba, este bajaba su porcentaje y así también con sus ensayos de CBR ya que origina vacíos donde el agua invadió los espacios y debilitó la estructura del suelo con caucho. El resultado de mayor beneficio en la investigación fue la disminución de porcentaje de expansión en el suelo de tipo arcilloso ya que absorbía menos agua lo que permitió que no haya una expansión.

Díaz y Torres (2019) en su trabajo de investigación que tiene por título “Incorporación de partículas de caucho de neumáticos para mejorar las propiedades mecánicas en suelos arcillosos”, el **objetivo** principal de su investigación fue probar el aumento de sus propiedades mecánicas de suelos arcillosos con dosificaciones de caucho extraída de neumáticos. Por ello se hizo un **estudio** de tipo experimental que se utilizó distintas dosificaciones de caucho (1%, 3%, 5%, 7% y 9%). Los **resultados** obtenidos fueron: se visualizó un aumento de su CBR de su muestra natural obtenida y cuando se adicionó 1% de caucho este aumento de 3.22% a 5.92% y cuando se añadió 3% este subió a 6.82%, cuando se adicionó 5% aumento a 6.67%, en 7% este subió 5.10% de su CBR. Finalmente se concluyó que es mejor alternativa el uso de 3% de caucho en suelos **CH** debido a su gran desempeño ya que su CBR fue mejorado considerablemente, asimismo su OCH y su MDS.

Valverde (2020) en su investigación de título “**Mejoramiento de la subrasante con la incorporación del caucho en polvo**” se propuso como **objetivo principal** la influencia del caucho en polvo en la subrasante, se evaluó una metodología experimental porque se propuso mejorar la subrasante, por ese motivo llegó a las siguientes **conclusiones**: cuando hubo un aumento del caucho en polvo de 3%, 5% y 7% en los ensayos de laboratorios se descubrió que este afecta de negativamente en el CBR ya que su muestra natural obtenida en suelos tipo **CL** fue de 4.70% se observó que en 3% este disminuyó a 4.5%, luego se agregó 5% y este también disminuyó a 4.40% y finalmente se dosificó 7% de caucho y este se redujo aún más logrando 4.20%. como resultado final en la avenida Tantamayo en ninguna de sus muestras hubo un mejoramiento físico mecánicas del suelo, por tanto, la subrasante no tuvo un beneficio el uso de estas dosificaciones de caucho.

El autor **Cubas (2019)** en su tesis de investigación titulada “**Resistencia mecánica de un material para afirmado incorporando caucho en diferentes porcentajes**” se propuso como su **objetivo principal** mejorar la resistencia mediante la adición en los porcentajes de 3%, 5% y 7% de caucho. Se diseñó una metodología experimental donde se logró las siguientes **conclusiones**: mediante la incorporación de los porcentajes de caucho (3%, 5% y 7%) donde se obtuvo un CBR de 55.63% de la muestra natural extraída y cuando se usó 3% este bajó a 16%, se observó en los ensayos de laboratorio 13.91% cuando fue añadido con 5% de caucho y 8.80% para cuando fue utilizado 7% de caucho. Logrando que no haya una mejora en sus distintas dosificaciones donde se observó una disminución agresiva de su CBR probando un efecto negativo en su aplicación.

El autor **Ubidia** (2018): en su tesis de investigación titulada “**Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras**”. Se llegó a la **conclusión** que, usando caucho en polvo como mecanismo principal en la mezcla asfáltica hay un mejoramiento ya que su contenido óptimo de este en 5.70% es mayor cuando 0.5% es agregado en el ensayo Marshall es rentable en la mezcla asfáltica debido a su estabilidad y mejoramiento en su resistencia ya que se observó que 0.25% y 1% es menor su resistencia axial.

Los autores **Huamán y Muguerza** (2019) en su tesis titulada “**Influencia del caucho granulado en suelos cohesivos relacionado a la propiedad de la resistencia a la penetración (CBR)**”, se propuso el **objetivo** principal de comprobar la influencia del caucho granulado en suelos, donde se elaboró 3 calicatas para extraer las muestras correspondientes según manda la norma para el diseño de carretera. Se hizo una metodología experimental ya que se necesitará del laboratorio para evaluar las muestras de 5%, 10% y 15% de caucho. Se **concluyó** que al extraer las muestras de las 3 calicatas sumando las muestras un total de 9 CBR será el total a evaluar efectuando el más sobresaliente el 10% ya que hay un aumento de más el 100% de su CBR base de 5.2% a 12.2%; dando a entender que en suelos cohesivos tuvo un comportamiento positivo.

Ramírez y Tarazona (2019), en su tesis “**Aplicación del método AASHTO 93 para el diseño del pavimento flexible en el tramo Musho Yungay**”. Se propuso un **objetivo** principal mediante el método AASHTO93 diseñar el pavimento flexible para en un futuro cercano hacerlo realidad, en la actualidad se observó calzadas deterioradas en distintos distritos de la zona, viendo esta situación se propuso diseñar usando este método en el Perú. Se logró como **conclusión** final que el estudio realizado durante una semana de la afluencia vehicular se obtuvo un aproximado de 240 vehículos que transitan diariamente, así mismo se recomendó que se hagan cálculos precisos y una rigurosa investigación en el diseño del pavimento ya que si no

se tienen los cálculos adecuados, el pavimento presentara errores en su desenvolvimiento y fallara dando origen a fisuras y reduciendo su tiempo de vida propuesto.

A nivel Internacional tenemos a:

El autor **Swarna** (2018) en el artículo “**Stabilization of Subgrade soil of Highway Pavement using Waste Tire Pieces**”, logro los siguientes **resultados**. El CBR del suelo evaluado sin remojar fue 6.96% y luego de realizar los ensayos de laboratorios de CBR llego a la conclusión que es recomendable el uso de 7.5% del caucho ya que aumento mínimamente su resistencia a 7.95% dando un resultado positivo en la investigación porque también redujo la máxima densidad seca de 2.11g/cm³ bajando a 1.83g/cm³ y su OCH disminuyo de 14.40% a 13%. Llegando a la **conclusión**, que de preferencia se usaría el 5% de caucho en este suelo estudiado dando un beneficio positivo en su resistencia.

Kokila, Ms L., et al, (2017) en su revista de título " **Experimental Investigation on Soil Stabilization Using Rubber Crumbs on Expansive Soil**", logro los **resultados** siguientes: en las muestras obtenidas de las calicatas aplico la incorporación de caucho en distintas dosificaciones, en 5% el CBR aumento a 9.90% lo que es casi un 100% así también aumento su MDS a 15.79g/cm³ y su IDP se vio reducido a 16.50%; cuando se aumentó el caucho la dosificación a 10% su CBR subió un 100% a 10% mientras que el 15% de caucho aumento aún más sus valores de su CBR (10.20%) logrando un aumento mínimo que en sus otras dosificaciones , así también su MDS aumento a 18g/cm³. finalmente se **concluyó** que el 15% de caucho tiene una mejor resistencia a su estabilización, pero a diferencia del 5% su aumento es mínimo lo que es más recomendable un 5% por su economía, pero un 15% tuvo un desempeño mínimamente superior en comparación de sus otras dosificaciones.

Patiño (2017), en su tesis titulada “**Estabilización del suelo mediante adiciones de caucho reciclado**”, se propuso como **objetivo** principal la evaluación del suelo usando caucho reciclado para su estabilización, por este motivo se evaluó un tipo de metodología experimental ya que al emplear ensayos de laboratorios se logrará comprobar mediante las pruebas físicos-mecánicas determinar la variación de este mismo. Se llegó a la **Conclusión** que es mejor utilizar un 12,3% ya que tiene un mejor comportamiento y aliviana el peso del pavimento.

El autor **Deepti V. Zutting (2020)** en su artículo titulado “**Soil Stabilization by using Scrap Tire Rubber**”, se aplicó una **metodología** experimental ya que se desarrolló pruebas en el laboratorio para determinar las mejoras de la aplicación del material en la estabilización de suelos, donde se llevó 3 fases de prueba. La primera fase fue el estudio de las características de la arena y la evaluación del caucho triturado en el laboratorio, la fase dos fue el cálculo del porcentaje de llantas, el cálculo del peso máximo y mínimo para la elaboración de la tabla de densidad relativa. Luego se **concluyó** que la resistencia del caucho triturado en la mezcla es mayor en arena sola que en arena de duna. El caucho aumento mínimamente el Angulo de fricción interno de 31,3° a 32,75° para 0 % en el caucho granulado a 20 % de caucho.

El autor **Balmes, Dionisio (2022)** en su tesis de investigación titulada “**Efecto de adicionar caucho granular de neumáticos en las propiedades de suelos arcillosos para estabilizar subrasantes**”. Donde se plantea como **objetivo** la evaluación del efecto al adicionar caucho granular en suelos de arcilla para lograr estabilizar la subrasante. Aplicando una **metodología** cuantitativa obtuvo las siguientes **conclusiones**: el suelo cuenta con propiedades físicas que se mejoran a la incorporación de caucho, donde se realizó el Proctor modificado la MDS disminuyo de 1.92 g/cm³ a 1.57 g/cm³, después se ensayó el OCH donde el porcentaje de humedad subió considerablemente de 15.7% a 21.83%; cuando se hizo el ensayo de CBR subió considerablemente de 3.79% a 8.12% y al 100% de la MDS el índice tuvo un mejoramiento de 5.13% a 9.17%.

Sergio, Blanco (2020) en su tesis de investigación titulada “**Utilización de granulo de caucho pulverizado proveniente de llantas usadas como solución para reforzar los suelos blandos de subrasante en la sabana de Bogotá**” El objetivo de la investigación es considerar la adición de polvo de caucho desechado de las llantas como una solución efectiva para revitalizar el suelo blando que se encuentra en la Sabana de Bogotá. Finalmente desarrollo las siguientes **conclusiones**: Varios estudios globales sobre el uso de llantas recicladas en superficies que no soportan la estructura de la carretera han demostrado que se pueden usar llantas con diferentes materiales para reforzar superficies blandas. El caucho en polvo es un material que puede estabilizar suelos inestables al mejorar algunas de las propiedades mecánicas del suelo, como la entereza al corte, el ángulo de fricción de los suelos arcillosos y la cohesión. así mismo, el CBR aumento considerablemente al ser aplicando caucho en polvo al 4% en un suelo pobre.

GUANOLUISA, Gricelda (2021) en su proyecto de investigación titulada. “**Efecto de adición de partículas de caucho reciclado en las propiedades físico–mecánicas de suelos granulares**” se obtuvo las siguientes **conclusiones**: Al evaluar los ensayos de CBR en distintas dosificaciones en la parroquia este obtuvo un 44.74% mientras que en Montalvo y Juan Benigno disminuyó considerablemente un 26.67% y 26.85% respectivamente y en Juan Benigno que obtuvo un CBR de 13.83% disminuyó drásticamente a 6.1% así también Izamba obtuvo un CBR= 12.40% y disminuyó a un porcentaje de 5.71 afectando negativamente en su CBR.

Teoría relacionada al tema

La variable independiente, caucho granular reciclado. Este material es variable ya que reacciona agresivamente al grado de temperatura ya que a 21° en estado normal pasa a 50° cambiando a un estado gomoso y sobre los 200° el material se descompone (Castro, 2008 pag.27).

Desde los inicios de la historia de nuestro país y la imperiosa necesidad de la comunicación, se han abierto caminos parcialmente a las carreteras existentes en la actualidad, sobre las cuales se han desarrollado y mejorado diversos métodos para lograr la seguridad y el confort. Gracias al avance de la tecnología y el conocimiento adquirido a través de años de estudio, hoy podemos encontrar diferentes formas de mejorar la calidad de las carreteras y proteger nuestro medio ambiente, lo cual es muy importante. (Carranza, 2021, p.8)

Una revisión sistemática de las últimas décadas ha demostrado que las materias primas, las cantidades y las características geológicas son los principales determinantes de la estabilidad del suelo en las Américas, Europa y Asia. Además, la mayor parte de América Latina se centra en mejorar el flujo de tierras para reducir la contaminación ambiental, que incluye los cuidados de reservas naturales, la Amazonía, etc. Continuarán los esfuerzos para mejorar del suelo en Europa y Asia, pero bajando los ingresos económicos. (Gamarra, 2021, p.29)

Quedo en demostración mediante la realización de una revisión sistemática se demostró que el proyecto brinda buena información y evidencia científica real en el tema de inclusión de materiales de caucho, en este estudio se pretende mejorar la propiedad del pavimento en la ciudad. (Smith, 2021, p.22)

En el reciclaje de mezclas asfálticas emulsionadas en frío, se reconoce como muy valioso porque se utiliza a bajas temperaturas y respeta el medio ambiente, lo que se traduce en ahorro energético y reducción de la vida útil del asfalto. Reducir el humo y los olores y las emisiones en general. (Torres, 2022, p.44)

Estos pavimentos plantean problemas geotécnicos porque se construyen sobre el suelo, utilizan materiales extraídos del lugar de materiales recuperados como tierra o piedra, y se utilizan como conectores hidráulicos y bituminosos. Por lo que el diseño de ingeniería geotécnica ayuda a definir sus características. (Vásquez et al, 2020).

Al año se originan millones de toneladas de llantas de desecho, lo cual es un grave problema ambiental. Como resultado, el caucho granular (CR) ahora se usa en la producción de aleaciones asfálticas porque proporciona propiedades clave como resistencia y elasticidad. (Hoyos, et al, 2021, pp.1)

La optimización de grosores conseguida con la tecnología Neoweb supone una reducción de la cantidad de minerales, lo que supondrá una solución eficaz frente a los efectos de la red existente, evitando excavaciones excesivas y reduciendo el uso de transporte y materiales no renovable. (Nolazco, 2020, p.22)

Se demostró que los estabilizadores utilizados con los mismos suelos para producir las muestras tenían una amplia concentración de tamaños de partículas, lo que permitió diferentes aspectos demostrando que la expansividad en ambos casos es diferente. (Sánchez, 2020, p.64)

El material reciclado utilizado en muchos países de Europa y América del Norte consiste principalmente en grava fina, con o sin aglutinantes de agua, y la forma en que se almacenan manipula y en obra es igual a los agregados naturales. La utilización nuevamente de residuos de concreto permite a las bases granulares la construcción de plataformas estables, resistentes y de mayor duración. (Quezada, 2015, p.11)

El caucho natural fue reemplazado por caucho sintético, especialmente en la industria automotriz, porque tiene alta elasticidad y propiedades adhesivas a través del proceso de vulcanización, así mismo tuvo una mejora de las propiedades naturales, dando lugar a la producción de caucho sintético. (QUÍMICA y algo más, 2014 pág. 1)

La producción de restos de caucho se ha transformado en un problema mundial debido a su impacto dañino en el medio ambiente. El mayor potencial de consumo se encuentra en infraestructuras y obra civil, con especial énfasis en asfalto, hormigón y materiales. La importancia de una mayor investigación sobre este tema es obvia, ya que presenta algunos desafíos científicos muy importantes que merecen la máxima atención debido a los importantes problemas ambientales asociados con la eliminación de residuos de caucho.

El caucho sintético y el natural son comúnmente utilizados por varios fabricantes en la industria que van desde el ensamblaje de autopartes, zapatos, accesorios, llantas, etc.

Ambos tienen particularidades casi idénticas con diferencias mínimas en ellos.

El proceso de extracción del caucho del látex se llama en forma de sangre o costras obtenidas de la planta *Hevea brasiliensis*. Su circunferencia es de 45-50 cm y su longitud es de 120 cm. La altura sobre el suelo depende del clima y las condiciones del suelo. Puede llegar al punto en cinco a siete años. (Zapata et al., 2016).



Figura 1: Extracción del caucho natural

Bioquímicamente, el látex extraído del árbol *Hevea brasiliensis* es el citoplasma de las células lactíferas del árbol, que se fusionan y forman vasos concéntricos en forma de anillos en el floema (Bottier, 2020)

Otros agregados que benefician a la subrasante

Así también hay diferentes aditivos que aporten una mejora para estabilizar suelos con elevado contenido de finos y de esta manera ayudar a la subrasante de las calzadas. (Chirinos, 2021, p73)

Algunos suelos arcillosos, por su baja resistencia y baja densidad, no cumplen los requisitos para su uso en la construcción urbana. Las carreteras construidas encima de tierras con resistencia débil son muy costosas porque requieren mucha construcción en sus capas. Su vida se acorta por la ayuda de asentamientos o hundimientos. (Huancoillo, 2017, p. 1).

Los productos de cemento industrial (CCI) poseen grandiosas propiedades mecánicas

que hacen ser aptos para la construcción y el mantenimiento. Sin embargo, el alto costo y el uso limitado de arena de sílice, que se usa comúnmente como material único, ha limitado su uso. Por ello, se recomienda utilizar hormigón reciclado, ya que en términos de durabilidad y análisis de costes se ha comprobado que el uso de hormigón reciclado como aditivo es sostenible. (Pérez, 2022, p.15)

Diversos estudios internacionales, nacionales y locales han evaluado el impacto ambiental, la eficiencia energética local, el aislamiento térmico y acústico. Sobre el uso de materiales alternativos en la construcción de edificios como alternativas constructivas respetuosas con el medio ambiente, el reciclaje energético a precios bajos, demostrando que hay muchas opciones a la hora de vivir en una casa. (Sornoza, 2022, p. 1075)

El uso de desechos marinos como estabilizador en suelos arcillosos consigue el objetivo principal, aumentar la capacidad de cicatrización del suelo; Sin embargo, esto no es tan bueno como mezclar el material viejo con otros materiales que favorecen los resultados, como escorias de acero o lodos líquidos de mina. (Pérez, 2020 p.31)

Para el suelo contaminado por petróleo u otros productos, se pueden utilizar materiales tradicionales como la mezcla de cal y cemento para estabilizarlo. El uso de la cal como material es ideal para la mejora de presas y cimentaciones, haciéndola más ecológica que el hormigón. (Armas, 2022, p.4)

El uso del bígaro para la estabilización del suelo es similar al que proporcionan otros trabajadores como el estiércol de caballo para mejorar la estabilidad del suelo mediante la creación de nuevos medicamentos a partir de una combinación de los dos preparados. (Pérez, 2020 p.31)

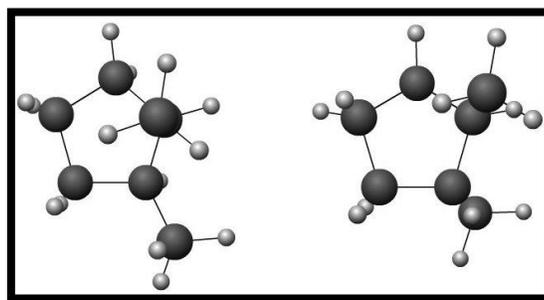


Figura 2: Estructura de moléculas del cis

Hoy, más del 90% se fabrica en Asia. Solo hay un país en las Américas que se encuentra entre los 10 principales exportadores de caucho natural, y ese es Guatemala. (Trade Map, 2020).

Los neumáticos desechables se producen en grandes cantidades en nuestro país, ya que esta industria produce 1.300 millones de unidades al año. En los Estados Unidos se producen unos 300 millones de neumáticos aproximadamente.

Dado que la vulcanización es una reacción activada por calor, la temperatura que alcanza el caucho durante el procesamiento afecta directamente la tasa de vulcanización. Una vez determinada la temperatura o temperaturas para el proceso de vulcanización, se debe seleccionar el tiempo de vulcanización para que el material alcance la densidad de reticulación deseada para el producto. (Urrego, 2017, pp. 16)

Además, las llantas varían en calidad y manejo, ya sea que estén diseñadas para la lluvia o para alta velocidad, y la mayoría de las personas compra llantas de eficiencia debido a su excelente desempeño en condiciones climáticas adversas.

Tiene la capacidad de calentarse y, debido a su biodegradabilidad, es casi imposible descomponerse y se almacena en muchos vertederos. La mezcla asfáltica aumenta la vida útil del neumático de tres a cuatro veces.

En Perú, personas de la industria de llantas y empresas privadas han comenzado a reciclar para reusar, como para artículos de oficina y accesorios para automóviles.

El Perú cuenta con varias trituradoras de caucho para producir polvo y gránulos de caucho para uso en ropa deportiva, calzado, etc. Un tamaño de partícula inferior a 6 mm se prefiere la aplicación sobre asfalto ya que puede tolerar un uso intensivo. También se utilizan equipos como separadores ciclónicos y granuladores, refinadores de polvo, cribas rotativas, que son esenciales para la producción por lotes.

Por esta razón, el valor del caucho industrial aumenta a medida que estos procesos permiten la reutilización en subrasante o asfalto y ofrecen beneficios de estabilidad en áreas de alto tráfico o bajo CBR ya que algunos suelos necesitan un

mejoramiento con algún aditivo natural o químico.

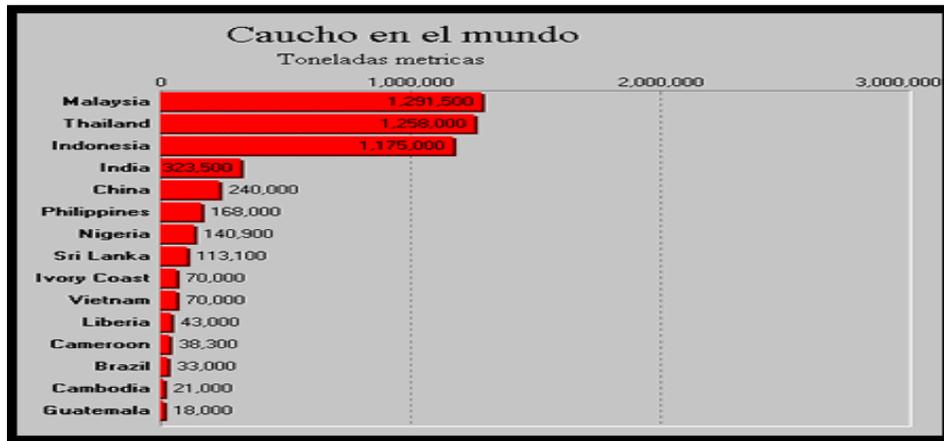


Figura 3: Toneladas de caucho en el mundo

Luego hay un proceso denominado "vulcanización". En resumen, la vulcanización es un proceso complejo que convierte las cadenas de polímeros en un material similar al caucho. Se utilizan catalizadores especiales como azufre o poli cloropreno. Luego de vulcanizar, el caucho producido puede procesarse, modificarse y moldearse en otros.

Variable dependiente

Luego tenemos asociado el mejoramiento del suelo, es decir, el mejoramiento estructural para facilitar el firme propuesto, que es el soporte principal; Porque es la primera capa que actuará como fuerza cortante en la estructura.

Los pavimentos de asfalto o flexibles típicamente consisten en una superficie de asfalto que pasa a través de una capa de base y una capa de subbase, que es la capa inferior de una matriz compactada.

Las estructuras flexibles incluyen pavimentos bituminosos soportados por algunas secciones rígidas, materiales no tratados o pequeños (base, subrasante, hormigón etc.), y que resistan las superficies naturales. (INFORCIVIL, 2022)

Los esfuerzos de carga de los vehículos son absorbidos en cada capa y, después de llegar al lecho, la resistencia mecánica del suelo que forma el suelo debe ser capaz de

soportar los esfuerzos sin provocar deformaciones que comprometan el comportamiento o la estructura del pavimento. (INFORCIVIL, 2022)

Además, cada capa de la estructura debe resistir las influencias ambientales. La capa de asfalto en un pavimento no rígido consta de una capa de desgaste, una base intermedia y una base de asfalto; Sin embargo, esta capa solo se puede crear a partir de una capa superpuesta si el nivel de tráfico es bajo. (INFORCIVIL, 2022)

Cada capa de asfalto consiste en una mezcla de capas de agregados, que consisten en materiales granulares seleccionados (áridos) mezclados con asfalto o materiales asfálticos. Estas mezclas son conformadas por pétreos de composición granular variable y requisitos mínimos de calidad. También ilustran la diferencia entre usar una mancha o un aglutinante en el proceso. (INFORCIVIL, 2022)

Pavimentos con capas asfálticas gruesas

Este tipo de construcción de pavimento consiste en una superficie asfáltica apoyada sobre fijaciones de chapa de acero tratado (fijación de asfalto). Luego, según el tipo de subsuelo, este asfalto sólido se coloca sobre el contrapiso, sobre las vigas formales o directamente sobre el contrapiso. (INFORCIVIL, 2022)

La rigidez y la resistencia a la tracción de las superposiciones de asfalto dispersan las fuerzas verticales en una dirección horizontal, reduciendo así la fuerza vertical sobre la subrasante. Las tensiones creadas por las cargas rodantes conducen a tensiones de flexión en los granos inferiores de las capas de asfalto. Las tensiones en las subsuperficies son generalmente bajas y las deformaciones superficiales permanentes generalmente no ocurren sin la falla por fatiga de las capas de asfalto. (INFORCIVIL, 2022)

Pavimentos con capas tratadas con ligantes hidráulicos.

Se componen de una capa base asfáltica dispuesta en capas simples o dobles (base y subbase) según el material tratado con aglomerantes hidráulicos. Dada la rigidez de las uniones, las fuerzas verticales en las vigas del tablero son despreciables.

(INFORCIVIL, 2022)

Más bien, los esfuerzos de compresión debidos a las cargas de fatiga que deben soportar las capas de cemento hidráulico y el espesor de la estructura son factores determinantes en el diseño. Las placas tratadas con sujetadores hidráulicos pueden encogerse debido al uso del material (INFORCIVIL, 2022)

Hay grietas en la dirección horizontal del material. Son privados hasta que aparecen, pero se apagan debido al tráfico. Por lo tanto, en tales situaciones, se deben tomar medidas creativas para reducir este ruido. (INFORCIVIL, 2022)

Base: Sería la capa estructural que soporta los mayores esfuerzos, sobre la que descansa la capa exterior. Esta base soportará todo el espesor de la carretera para soportar el flujo de tráfico planificado a lo largo de la duración del proyecto. (The National Academies Press, 2010.)

En primer lugar, se utilizan agregados finos y gruesos de buena calidad, pero también "bases negras", que serían capas asfálticas que usualmente están debajo de la rodadura con la finalidad de alargar su vida útil. (Taylor & Francis, 2015)

Subbase: Realiza una función estructural y aumenta el área de superficie, evita la evaporación capilar del agua, proporciona un entorno de trabajo estable y estable. Este puede ser un material granular que a menudo es más grande que el material base, pero de menor calidad.

Diseño: para crear una estructura de pavimento su propósito es que distribuya efectivamente la carga del tráfico y reduzca los costos de mantenimiento. El término "vida útil" se refiere al tiempo estimado para que una estructura realice su función prevista. (Telford, 2003)

Una acera es una estructura compleja que debe realizar muchas funciones diferentes. Por lo general, una estructura de pavimento flexible consta de dos grupos distintos de mantos con otras propiedades mecánicas: una capa de agregado "suelto" ubicada en la subrasante y una capa de asfalto "producto" ubicada en la subrasante. (Taylor &

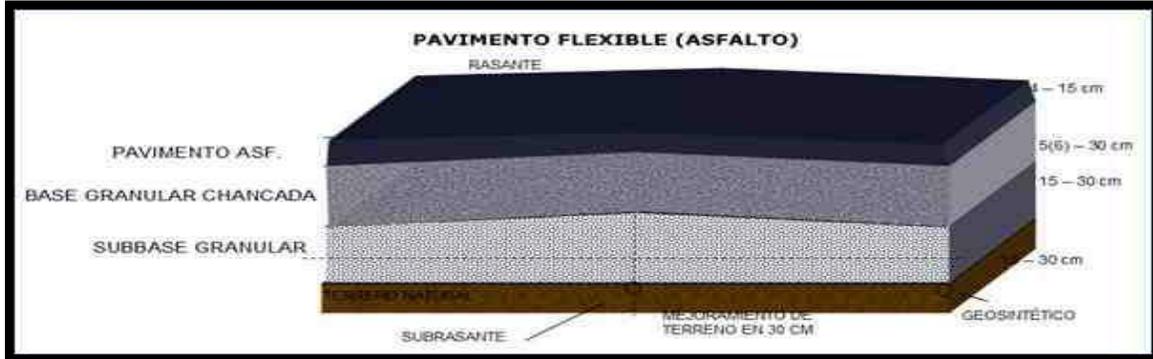


Figura 4: Pavimento flexible

A diferencia de los pavimentos flexibles, los pavimentos rígidos consisten en una capa superior de hormigón y una base granular y una capa inferior, donde una subrasante petrificada consume la serie de mantos.

Preparación de subrasante:

Es mejor quitar el fondo de cualquier árbol o raíz en crecimiento. Luego se les da forma, se ordenan y se arreglan de acuerdo con la curvatura y la pendiente del diseño. Debe estar completamente integrado y eliminar las debilidades. Todos los laboreos del sustrato deben tener la misma resistencia. Si no hay suministros para mezclar la base, se debe regar el sustrato durante 6 a 20 horas antes de colocar el concreto para que el agua no fluya desde la mezcla de concreto hacia el suelo. (Poweplay, 2021)

Cimentación requerida: se proporciona una cimentación debajo de la capa de hormigón para proporcionar una base firme según lo previsto para la capa de hormigón si la subrasante no está marcada. Los costos de construcción se reducen al proporcionar subbases, ya que reduce el grosor del diseño y, por lo tanto, los costos de construcción. En general, los materiales utilizados para la base de los áridos de fábrica son relleno granular, piedra triturada, hormigón reciclado, ladrillo triturado, etc.

Instalación del encofrado: El encofrado se baja y se fija. La profundidad de las secciones de adoquín de acero o de madera blanda se puede utilizar para que coincida con la profundidad diseñada de la losa de hormigón. Cuando se coloca el encofrado, debe ser lo suficientemente fuerte para soportar el vertido del hormigón y se debe

comprobar la alineación. Antes de colocar la mezcla de concreto, debe estar bien preparada y bien lubricada. (Poweplay, 2021)

Irrigación: Una vez fraguado el encofrado, la base o los cimientos deben humedecerse antes de verter el hormigón. Idealmente, esto debe hacerse al menos 12 horas antes de que se vierta el concreto y no quede agua en la superficie. Cuando la superficie se cubre con una capa aislante de papel impermeable, no se puede mojar. (Poweplay, 2021).

Cantidad y mezcla de ingredientes: La combinación de materiales se realiza en seco y activo con batidora de piedra. Finalmente, se añade agua en la proporción de agua a cemento. (Poweplay, 2021)

Transporte y colocación de piedras: En esta fase las piedras son transportadas desde el sitio a través de moldes o carretillas. El agregado se colocará en el sitio en una capa que no exceda los 50 mm a 80 mm o 2 a 3 veces el espesor del agregado, lo que sea mayor. Como proceso continuo, todos los acabados deben mantenerse limpios. La capa superior debe colocarse en un proceso inclinado, dejando una profundidad de 10 mm por encima del perfil real para permitir pendientes y baches.

Transporte y colocación de piedras: En esta fase las piedras son transportadas desde el sitio a través de moldes o carretillas. El agregado se colocará en el sitio en una capa que no exceda los 50 mm a 80 mm o 2 a 3 veces el espesor del agregado, lo que sea mayor. Como proceso continuo, todos los acabados deben mantenerse limpios. La capa superior debe colocarse en un proceso inclinado, dejando una profundidad de 10 mm por encima del perfil real para permitir pendientes y baches. (Poweplay, 2021)

Instalación de losas de concreto: Al instalar losas de concreto, use un pisón de mano dura o ajustable con tornillos para mantener la capa superior en su lugar. Debe mantener su forma durante todo el trabajo. El hormigón se puede colocar con acabadora motorizada o enchapado hecho a mano, y se utilizan manipuladores vibratorios para mayor profundidad. (Poweplay, 2021)

Flote: para garantizar una superficie lisa y sin ondas en todo el piso, nivele toda la superficie de la losa con tablas de madera planas. (Poweplay, 2021)

Correaje: para mantener la superficie fuerte y estable, también se pega cuando se vierte el hormigón antes de que se seque. El pandeo se puede desprestigiar y no siempre

es necesario (Poweplay, 2021)

Barrido y borde: use un cepillo para barrer desde las esquinas derechas hasta el centro del camino. Las superficies de carreteras acabadas también se curan antes de que se endurezca el hormigón. (Poweplay, 2021)

Las losas de concreto deben revisarse regularmente para detectar fugas de agua y retención de humedad. El primer tratamiento dura 24 horas, momento en el que puedo caminar sobre la superficie y se quitan las alfombrillas húmedas para un tratamiento final de 2-3 semanas. El tratamiento final se puede lograr llenando o cubriendo la losa con 4-8 m de arena/tierra húmeda o rociando químicos como cloruro de sodio o calcio sobre la superficie. (Poweplay, 2021)

Abierto al tráfico Después del curado, el concreto está abierto al tráfico cuando alcanza su resistencia o dentro de los 28 días. (Poweplay, 2021)

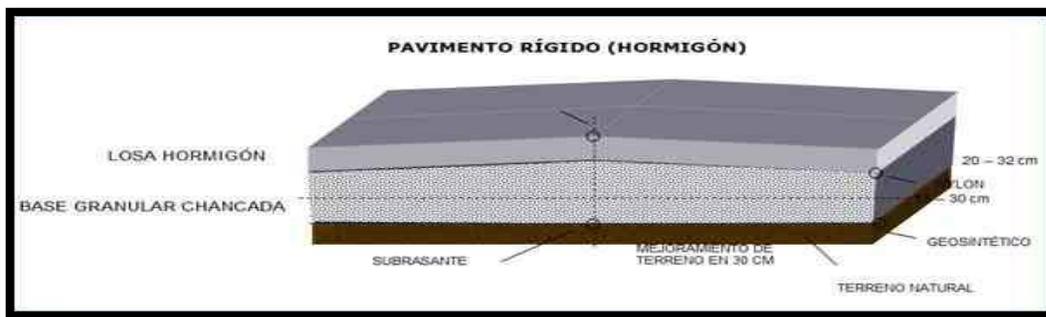


Figura 5: Pavimento rígido

Los problemas de la superficie a menudo se descubren durante las pruebas de suelo de un proyecto. Se ha elaborado un informe geotécnico especial El informe destacará las áreas con problemas frecuentes de suelo. Los límites de tratamiento (longitud, anchura y espesor) y el tratamiento más adecuado (mejor en términos de tipo de suelo) se especifican en el informe de diseño. La investigación de la superficie en el pozo proviene de la interpretación geotécnica. Es importante que el director de obra verifique los tratamientos (espesor, tipo y adición) favorecidos en el informe técnico anterior, las instrucciones descritas en este documento y el estado del suelo antes de que el contratista comience a reparar.

Tabla 1: Tipo de suelos según el tamaño de partículas.

Categorías de Sub rasante	CBR
So :Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S1 : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2 Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3 :Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4 :Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5 :Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: Manual de carreteras

El límite de Atterberg es un experimento diseñado para medir la plasticidad y la calidad del agua subterránea, durante la construcción se utilizan para probar el suelo para determinar si la superficie es apta para el propósito.

$$IP = LL - LP$$

Debido a que demasiados suelos pueden ser de calidad variable, lo que indica que la calidad varía, los ingenieros consideraran el límite de Atterberg y otros factores como la compactación, las pruebas de calidad del suelo y la capacidad de carga.

Tabla 2: Categorización de la Sub rasante.

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm —4,75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm — 2.00 mm
		Arena media: 2.00 mm — 0.425mm
		Arena fina: 0.425 mm - 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm —0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

fuentes: Manual de carreteras

Diseño de pavimento flexible

El diseño vial flexible se basa en una investigación multidisciplinaria, basada en la cantidad de vehículos, que difieren en la cantidad de caminos y direcciones, que se monitorean cuidadosamente durante la semana, divididos por eje y tipo. Se cubrirán varios aspectos de los cálculos de ESAL.

La visión artificial es una herramienta muy útil en la gestión de control vehicular, lo cual se ha llegado a aproximar la realidad del flujo por el sistema de conteo automático para minimizar la complejidad en el estudio. (Amarilla, p.83)

El número de divisiones de la carretera corresponde al número de vehículos que giran en diferentes direcciones; En algunos casos, una ruta tiene más tráfico que la otra, por lo que se puede calcular un factor de desvío (FD). y punto de parada. (FC)

La tasa de crecimiento en la ruta es muy importante porque se utilizarán métodos geométricos avanzados y el tiempo promedio de diseño es de 20 años, lo que da una tasa de población y de economía.

Luego se calcula la relación de ejes el para los siguientes cálculos, que serán ESAL, que determinarán qué tipo de tráfico dominará la ruta que estamos estudiando.

El diseño de pavimento resiliente tiene en cuenta muchos factores, como las tipologías del terreno, los niveles de confianza, el volumen de tráfico el clima, el drenaje, etc. Por ello esto aportara al diseño que siga manteniendo un buen comportamiento durante toda la vida útil, lo que ayuda a prevenir el desgaste prematuro.

Los cálculos de descomposición se obtuvieron de pruebas de laboratorio que representan el tipo de suelo utilizado en el estudio y se dividieron en 6 categorías S0 a S6.

La confiabilidad y la desviación estándar se utilizan al evaluar el tipo de diseño vial en función del tipo de tráfico identificado y, en función de este nivel de confiabilidad, los indicadores de desempeño inicial y final se derivan de estos valores.

Después de calcular el módulo resiliente ya que es complicado el desarrollo en ciertos sectores por la falta de equipos especializados y por ello su CBR se calcula mediante

algunos ensayos ASTM y AASHTO.

$$MR = 2555 \times CBR^{0.64}$$

Además, los coeficientes de carretera, los factores de conversión y las subbases son necesarios y se calculan cuidadosamente para garantizar una precisión exacta. Además, dependerá de si están respirando correctamente. Según el tipo de movimiento calculado, la altura de la cimentación y la superficie superior tienen valores mínimos, y el diseño real en el laboratorio tiene tres niveles sin error de cálculo.

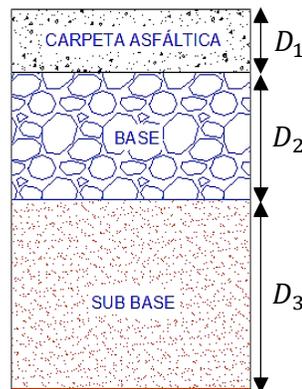


Figura 6: Capas del pavimento flexible

El diseño de pavimentos es una rama de la ingeniería de pavimentos que se ocupa de la disposición de los elementos físicos a lo largo del pavimento de acuerdo con las normas y restricciones. El objetivo principal de la analítica es mejorar el rendimiento y la seguridad mientras se minimizan los costos y el impacto ambiental. Las prácticas de evaluación también se han visto influenciadas por el surgimiento de un quinto objetivo, 'logro de la vida', como una ruta hacia una variedad de objetivos sociales, incluidos trabajos, escuelas, negocios y accesibilidad de edificios adaptados a diferentes tipos de viajes. incluyendo peatones, bicicletas, transporte público. vehículos y automóviles y se define como menor consumo de combustible, emisiones de gases de efecto invernadero y daño ambiental. (Federal Highway Administration, 2012)

El diseño del filtro se puede dividir en tres partes principales: rango, perfil y sección transversal. Juntos crean un paisaje urbano tridimensional. La alineación de ruta es una ruta definida como alineación horizontal y curva. La información del perfil es el

lado vertical de la carretera, incluidas las curvas y las curvas y las líneas que las conectan. La sección transversal muestra la ubicación y el número de carriles para automóviles y bicicletas y aceras, con bordillos o grava. Las secciones transversales también muestran características de drenaje, estructuras viales y otras características fuera de la categoría de diseño geométrico. (Wikipedia, 2023)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación

Se requiere una investigación **aplicada** y un marco, o la elección de varias teorías que revelen afirmaciones centrales con aspectos contextuales de acuerdo con el problema planteado, para el estudio aplicado que se estableció. Debido a que la adición de caucho granular a la subrasante del área de estudio produce conocimientos sobre los mejoramientos en suelo, la investigación será, por tanto, de carácter aplicado.

Diseño de Investigación

El estudio se basa en un **diseño experimental** ya que la estabilización de la subrasante, variable dependiente, depende de la atribución de porcentajes de caucho reciclado a los siguientes resultados.

Además, la investigación muestra un diseño **cuasiexperimental** utilizando la variable independiente para evaluar el efecto de la variable dependiente sobre la variable independiente. Lo mismo ocurre con los diseños cuasiexperimentales, que se basan en diseños experimentales en el sentido de que el investigador define los límites del área de exposición donde se extraerá la muestra en estudio.

Además, proporciona un diseño experimental que utiliza la variable independiente para examinar el efecto de la variable dependiente sobre la variable independiente. Lo mismo ocurre con las pruebas cuasiexperimentales, donde la hipótesis experimental se logra de tal manera que el investigador limita el espacio en el que se desarrolla la prueba.

La investigación será **cuantitativa** ya que es definir cuestiones importantes, explicar la verdad y revelar la razón de la verdad. Nuestra investigación definirá si se mejoró en plasticidad, en sus dosificaciones y compactación.

3.2. Variables y operacionalización:

Variable independiente:

La variable independiente será Caucho granular reciclado

Variable dependiente:

La variable dependiente será la Estabilización de subrasante

Tabla 3: Operacionalización de variables.

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos	Escala de medición
Variable Independiente: Caucho granular reciclado	El caucho reciclado derivado de neumáticos de automóviles; Utilizando estos materiales de tratamiento es posible mejorar las propiedades físico-mecánicas básicas . Además, con un aumento en la resistencia de CBR, se libera un núcleo menos granular..(Junes del pozo,2021)	porcentajes de la dosificación.	Granulometría	-Análisis De Granulométrica LL Y LP	Fichas, formatos y normas vigentes	Nominal
						De razón
Variable Independiente: subrasante	Es una superficie natural en la que se concentra la carga total del suelo o de los componentes que forman el pavimento junto con la carga del vehículo. (Rojas Rodriguez,2019)	Cuando se incorporó caucho a la subrasante se espera cambios favorables en los ensayos que se desarrollaran.	(OCH y MDS)	-Ensayo Proctor	Fichas, formatos y normas vigentes	De razón
			Resistencia al esfuerzo cortante	-Ensayo CBR		
			Dosificación	- 4%, 7% y 10%		

Fuente: Elaboración propia

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

Población:

Es un cierto número de elementos que condicionan para un estudio de campo.

En la investigación la población está formada por la av. Huáscar, San Antonio De Jicamarca – Lima.

Muestra:

La muestra será una cierta parte de una población elegida para su análisis con el fin de investigar la población.

Estará formada por 2 kilómetros de distancia donde la progresiva 0+000 iniciará en el colegio san Antonio y llegará hasta la progresiva 1+870 ubicado de referencia en el borde derecho del mercado la paradita. Este sector de estudio es una via local según la norma Técnica CE. 010, ya que al basarnos en este estudio podremos determinar la cantidad a extraer las muestras de calicatas.

En este estudio, pudimos determinar el tamaño de nuevos individuos a partir de muestras de pozos de prueba. “Los caminos rurales son caminos cuya función principal es la agricultura o la tierra, utilizados únicamente por vehículos propios y por lo tanto sirven como puntos de entrada y salida. Por ellos transitan vehículos ligeros, a veces semipesados; La visión permite estacionamiento gratuito y peatones, con calles adyacentes fusionándose entre sí y con la calle colectora”.

Luego de hacer una medida de calzada de la avenida Huáscar se descubrió que su calzada será de 6 metro aproximadamente con una longitud de 2 km aproximadamente luego se considerará para cada carril acorde a nuestro tipo de zona.

Tabla 4: Tipos de vías y puntos.

TIPO DE VIA	NUMERO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN	AREA M2
Expresas	1 cada	2000
Arteriales	1 cada	2400
Colectoras	1 cada	3000
Locales	1 cada	3600

Fuente: Norma CE. 010 – Pavimentos Urbanos

Se elaborará 1 calicata cada 3600 m² porque la Av. Huáscar tiene un área total de 11040m² por esta razón, se va a desarrollar 3 pozos de profundidad 1.50m en las progresivas inicial, media y final.

Muestreo:

Por definición, Es un método de contar muestras tomadas de una población.

En un estudio, Los investigadores tienen limitaciones; Esto significa que fueron seleccionados primero y no al azar para que sea una categoría no aleatoria. Se eliminaron áreas significativas del estado para muestreo adicional.

3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad

Los métodos son acciones de investigación conocidas como técnicas utilizadas en la indagación. Así mismo, la observación puede ayudarnos a intuir la vida cotidiana y prever a los peligros potenciales.

El proceso de aprendizaje es la observación. Este es el acercamiento más seguro a la verdad.

Por ello los **Instrumentos de recolección de datos** serán importantes en el soporte de la técnica para cumplir con el objetivo propuesto.

Para obtener estos resultados de manera confiable, se deben utilizar diferentes

instrumentos para cada variable, y la Subrasante en la Av. Huáscar.

La **validez** nos indica que es especialmente para referirse a la capacidad de un instrumento para poder medir una variable.

Los resultados se confirman con las conclusiones de los expertos en ingeniería, que se toman del equipo de prueba en los laboratorios, y después de registrar el resultado, las firmas de los expertos serán más precisas y veraces.

La **confiabilidad** es un instrumento para que nuestros resultados sean veraces

Las pruebas son aprobadas antes de la emisión del informe por expertos calificados, lo que significa la aprobación de los equipos utilizados en las pruebas de laboratorio, y la firma de los expertos después de obtener los resultados como válidos y auténticos

3.5. Procedimientos

Se empieza con la excavación del suelo a estudiar, creando tres calicatas repartidas a una distancia de 2 km del área de estudio y transportadas al laboratorio para su posterior análisis de granulométrica, luego de lo cual se distribuirá el límite de Atterberg. por los métodos SUCS y AASHTO. Luego se recolectará el suelo utilizando la prueba Proctor modificada después de OCH y MDS y luego se llevará a cabo CBR para determinar la resistencia del suelo tal como está presente. Prueba Proctor modificada para calcular nuevos MDS y OCH y determinar el nivel de granos de grano modificado (4%, 7% y 10%) de plasticidad y compactación del suelo. Por lo tanto, el CBR eventualmente estará disponible con grados de caucho reciclado (4%, 7% y 10%) para corroborar su resistencia en las muestras extraídas. Luego de recibir las pruebas mecánicas del terreno, los vehículos fueron inspeccionados durante una semana en el tramo vial para determinar la distribución y carriles en las vías, recorridos y sentidos; El proyecto fue diseñado para 20 años de vida útil. Se realizaron los cálculos y ESAL correspondientes para iniciar el proyecto, finalmente se procedió con el CBR se calculó el promedio de las calicatas ensayadas. Después de dicho proceso se puede hacer un diseño geométrico del pavimento mediante las herramientas de Google earth y global

mapper para determinar los puntos y curvas de nivel de la zona estudiada, con estos datos en civil 3D se hizo un diseño de la carretera de acuerdo a la norma técnica y criterios a tomar en cuenta.

3.6. Método de análisis de datos

Se necesita de una investigación para comprender y analizar estas cosas en la práctica. Se utilizó la prueba límite de Atterberg para clasificar suelos con AASHTO y SUCS, mientras que la prueba Proctor modificada se utilizó para determinar OCH y CBR en muestras de suelo de la Av. Huáscar para determinar finalmente el diseño.

3.7. Aspectos éticos

La investigación se realiza con mucho cuidado, dedicación, compromiso y sobre todo los antecedentes citados dando validez a la investigación. Además, este sistema está diseñado según las normas CE010 para determinar diversos factores en el cálculo del diseño del pavimento y también al manual de carreteras gracias al MTC para mayor seguridad en la investigación.

IV. RESULTADOS

Título de la tesis de investigación:

Mejoramiento del Suelo Aplicando Caucho Granular Reciclado para Estabilizar la Subrasante de la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca – 2023.

Ubicación de la zona:

Se ubica en el departamento de Lima

En la provincia de Huarochirí



Figura 7: Mapa oficial del Perú

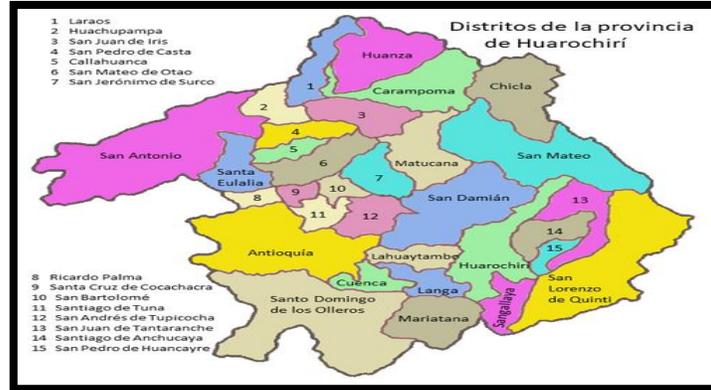


Figura 8: Mapa de provincia de Huarochiri

Localización:

Se inició la investigación, ubicado en la Avenida Huáscar donde la progresiva 0+000 km, como punto de partida considerando la ubicación del portón de Jicamarca, llegando al final hasta la progresiva de 1+1980 km, tomando el Mercado Paradita de Jicamarca, con una superficie de 1980 metros y un ancho de 6.25m en calles.

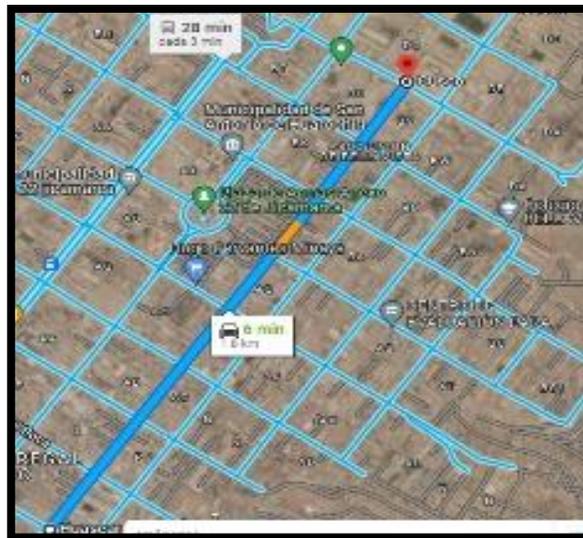


Figura 9: Mapa de recorrido de la avenida Huáscar

Los transportistas y vecinos de Avenida Huáscar serán beneficiados enormemente de la construcción y mejorar su calidad de desplazamiento con la finalidad de un avance y desarrollo en la vía cumpliendo con las normas CE010, donde por reglamento se evaluará una calicata cada 3600m²

de la hermosa ubicación del tobogán por donde caminan todos los días.

Como la superficie es de 11.020 m², se utilizan tres pozos de 1,50 m.

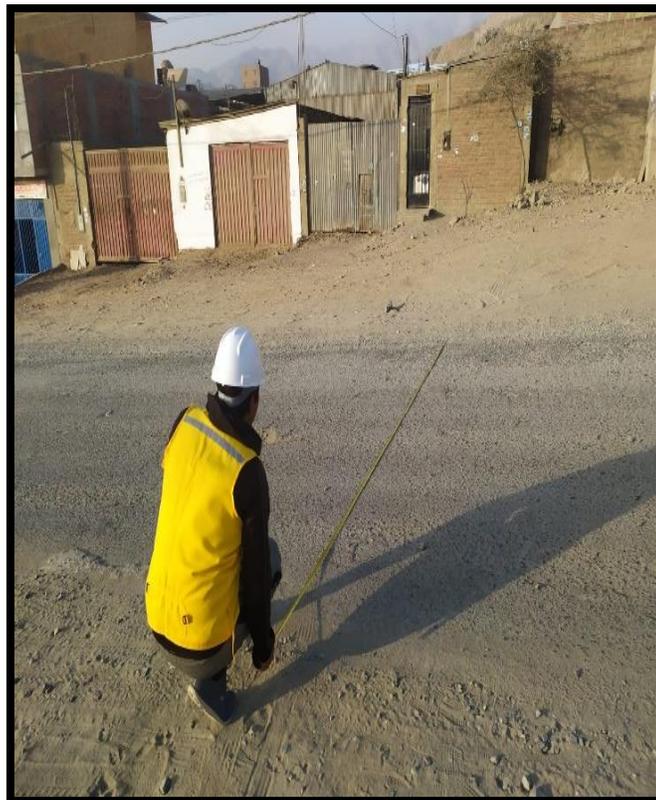


Figura 10: Medición de la carretera estudiada

Detalle de la Calicata 1:

Se ejecutó un pozo de 1.50 metros en la progresiva 0+021km.

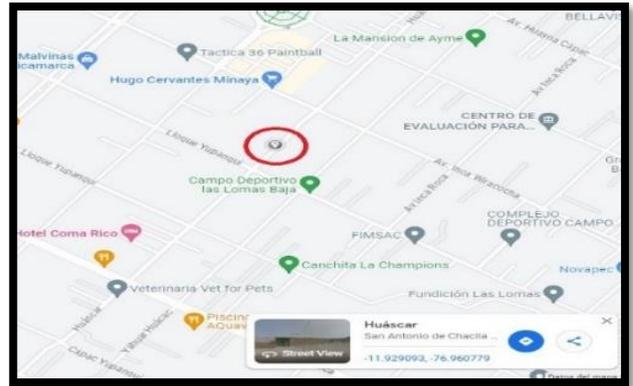


Figura 11: Mapa de ubicación de calicata 1

Detalle de la Calicata 2:

Se ejecutó un pozo de 1.50 metros en la progresiva 1+028km.

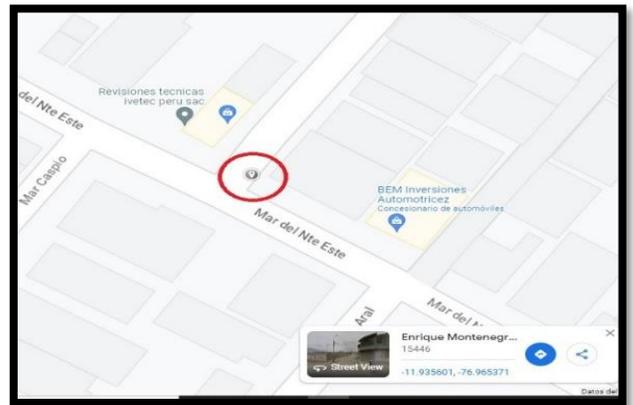


Figura 12: Mapa de ubicación de calicata 2

Detalle de la Calicata 3:

Se ejecutó un pozo de 1.50 metros en la progresiva 1+885km.

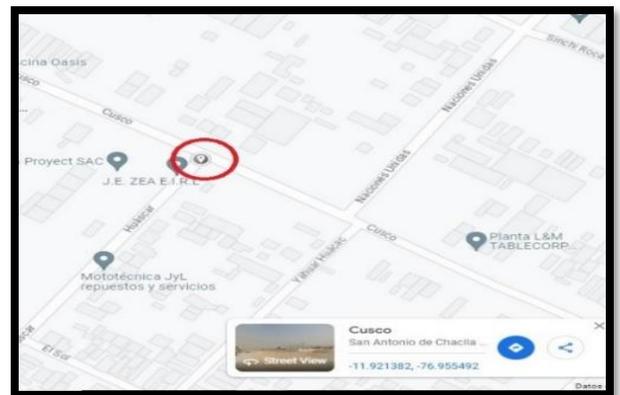


Figura 13: Mapa de ubicación de calicata 3

Las muestras fueron enviadas al laboratorio para evaluar el análisis de granulometría, es decir, tamizando mediante las mallas correspondientes, evaluación de la humedad, categorización de suelo SUCS y AASHTO, límite de Atterberg, ensayos de Proctor modificado para evaluar y analizar el OCH y MDS y muestras de suelo CBR en estado natural y agregado 4%, 7% y 10% de caucho)

Ensayos desarrollados en el laboratorio.

Límite de Atterberg.

Mediante los ensayos de atterberg se obtuvo ensayos para determinar su plasticidad en las 3 calicatas donde no se presentó plasticidad en ninguna muestra.

➤ **C - 1**

Tabla 5: Plasticidad en la calicata 1.

Calicata 1	%Limite Liquido	%Limite Plástico	%Índice de plasticidad
C - 1	0.00	NP	NP

Fuente: Elaboración propia

Según el laboratorio JHC nos resultó que en la primera calicata no se encontró indicio de plasticidad ya que presento un suelo arcilla limosa.

➤ **C-2.**

Tabla 6: Plasticidad en la calicata 2.

Calicata 2	%Limite Liquido	%Limite Plástico	%Índice de plasticidad
C - 2	0.00	NP	NP

Fuente: Elaboración propia

Según el laboratorio JHC nos resultó que en la segunda calicata no se encontró indicio de plasticidad ya que presento un suelo arcilla limosa

➤ **C-3.**

Tabla 7: Plasticidad en la calicata 3.

Calicata 3	%Limite Liquido	%Limite Plástico	%Índice de plasticidad
C - 3	0.00	NP	NP

Fuente: Elaboración propia

Según el laboratorio JHC nos resultó que en la tercera calicata no se encontró indicio de plasticidad ya que presento un suelo arcilla limosa.

Es trascendental tener en cuenta que debido a que muchos suelos pueden variar y exhibir diferentes comportamientos, en el campo de la ingeniería se debería considerar el límite de Atterberg en compañía de otros factores como la compactación, la capacidad y la evaluación de su calidad.

Ensayos de granulometría.

El laboratorio JHC determino mediante tamizado y peso en la tara los siguientes resultados granulométricos en las calicatas 1, 2 y 3.

➤ C-1.

Tabla 8: Resultados granulométricos de la calicata 1.

ANALISIS GRANULOMETRICO - CALICATA 1				
TAMIZ		RETENIDO		%QUE PASA
ASTM	mm	PESO (gr)	%	
3"	75.000	0	0	100.0
2"	50.000	0	0	100.0
1 1/2"	37.000	0	0	100.0
1"	25.000	100.3	4.1	95.9
3/4"	19.000	107.3	4.4	91.5
3/8"	9.500	150.0	6.2	85.3
# 4	4.750	260.1	10.7	74.6
# 10	2.000	198.6	8.2	66.5
# 20	0.850	280.2	11.5	54.9
# 40	0.425	190.6	7.8	47.1
# 60	0.250	194.3	8.0	39.1
# 140	0.106	266.2	10.9	28.2
# 200	0.075	60.1	2.5	25.7
fondo		625.7	25.7	0.0

Fuente: Elaboración propia

Del estudio del ensayo de granulometría en la c-1 se elaboró la curva de granulometría dependiendo de la cantidad que paso y gracias a ello comprobar el tipo de suelo donde tiene clasificación SM según SUCS

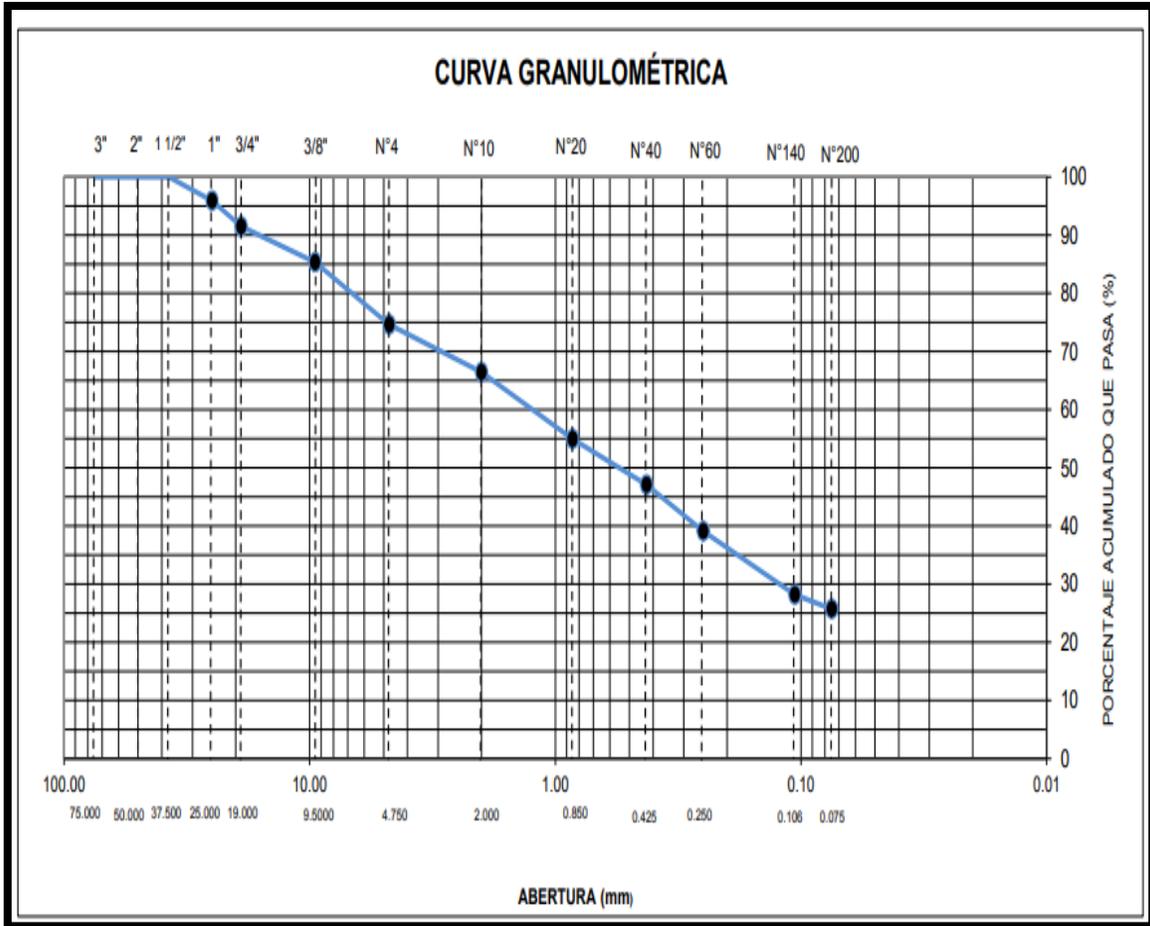


Grafico 1: Detalle de Curva granulométrica en calicata 1

La muestra que se llevó al laboratorio de la calicata 1 concluyo que en la malla N°200 paso un 25.7% del total de la muestra. El laboratorio clasifico al suelo como A-2-4 como indica AASHTO y como arena limosa SM en SUCS

➤ C-2.

Tabla 9: Resultados granulométricos de la calicata 2.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO – CALICATA 2				
TAMIZ		RETENIDO		%QUE PASA
ASTM	mm	PESO (gr)	%	
3"	75.000	0	0	100.0
2"	50.000	0	0	100.0
1 1/2"	37.500	0	0	100.0
1"	25.000	125.2	5.3	94.7
3/4"	19.000	61.2	2.6	92.2
3/8"	9.500	291.2	12.2	79.9
# 4	4.750	193.1	8.1	71.8
# 10	2.000	259.1	10.9	60.9
# 20	0.850	208.3	8.8	52.1
# 40	0.425	175.4	7.4	44.8
# 60	0.250	145.3	6.1	38.7
# 140	0.106	216.7	9.1	29.6
# 200	0.075	63.4	2.7	26.9
fondo		639.4	26.9	0.0

Fuente: Elaboración propia

Del estudio del ensayo de granulometría en la c-2 se elaboró la curva de granulometría dependiendo de la cantidad que paso y gracias a ello comprobar el tipo de suelo donde tiene clasificación SM según SUCS

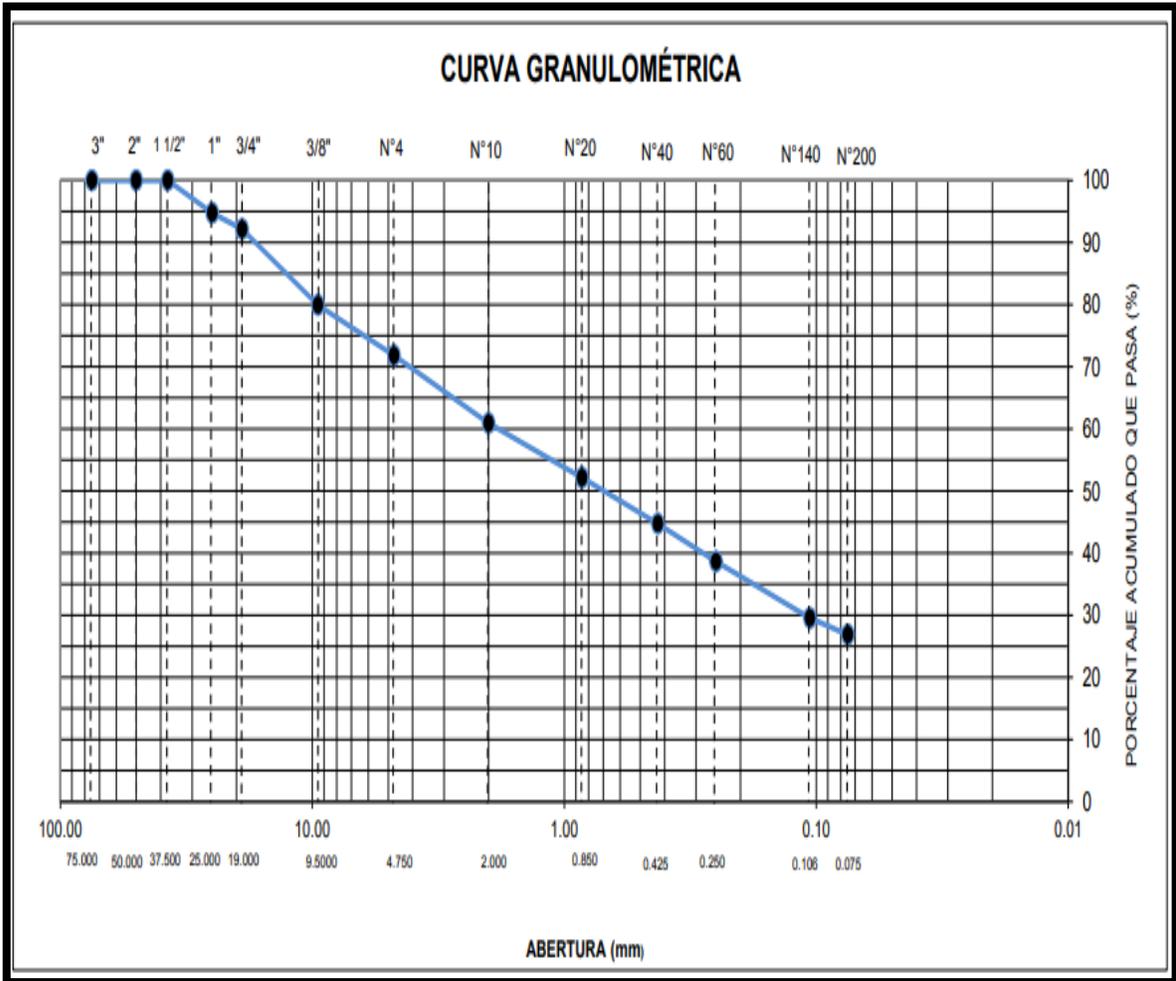


Gráfico 2: Detalle de Curva granulométrica en calicata 2

La muestra que se llevó al laboratorio de la calicata 2 concluyó que en la malla N°200 paso un 26.9% del total de la muestra. El laboratorio clasifico al suelo como A-2-4 como indica AASHTO y como arena limosa SM en SUCS

➤ C-3.

Tabla 10: Resultados granulométricos de la calicata 3.

ANALISIS GRANULOMETRICO - CALICATA 3				
TAMIZ		RETENIDO		%QUE PASA
ASTM	mm	PESO (gr)	%	
3"	75.000	0	0	100.0
2"	50.000	0	0	100.0
1 1/2"	37.500	0	0	100.0
1"	25.000	0	0	100.0
3/4"	19.000	194.3	7.8	92.2
3/8"	9.500	205.2	8.2	83.9
# 4	4.750	279.3	11.2	72.7
# 10	2.000	216.2	8.7	64.0
# 20	0.850	187.6	7.5	56.5
# 40	0.425	330.1	13.3	43.2
# 60	0.250	160.0	6.4	36.8
# 140	0.106	222.1	8.9	27.8
# 200	0.075	98.3	4	23.9
fondo		594.4	23.9	0.0

Fuente: Elaboración propia

Del estudio del ensayo de granulometría en la c-3 se elaboró la curva de granulometría dependiendo de la cantidad que paso y gracias a ello comprobar el tipo de suelo donde tiene clasificación SM según SUCS

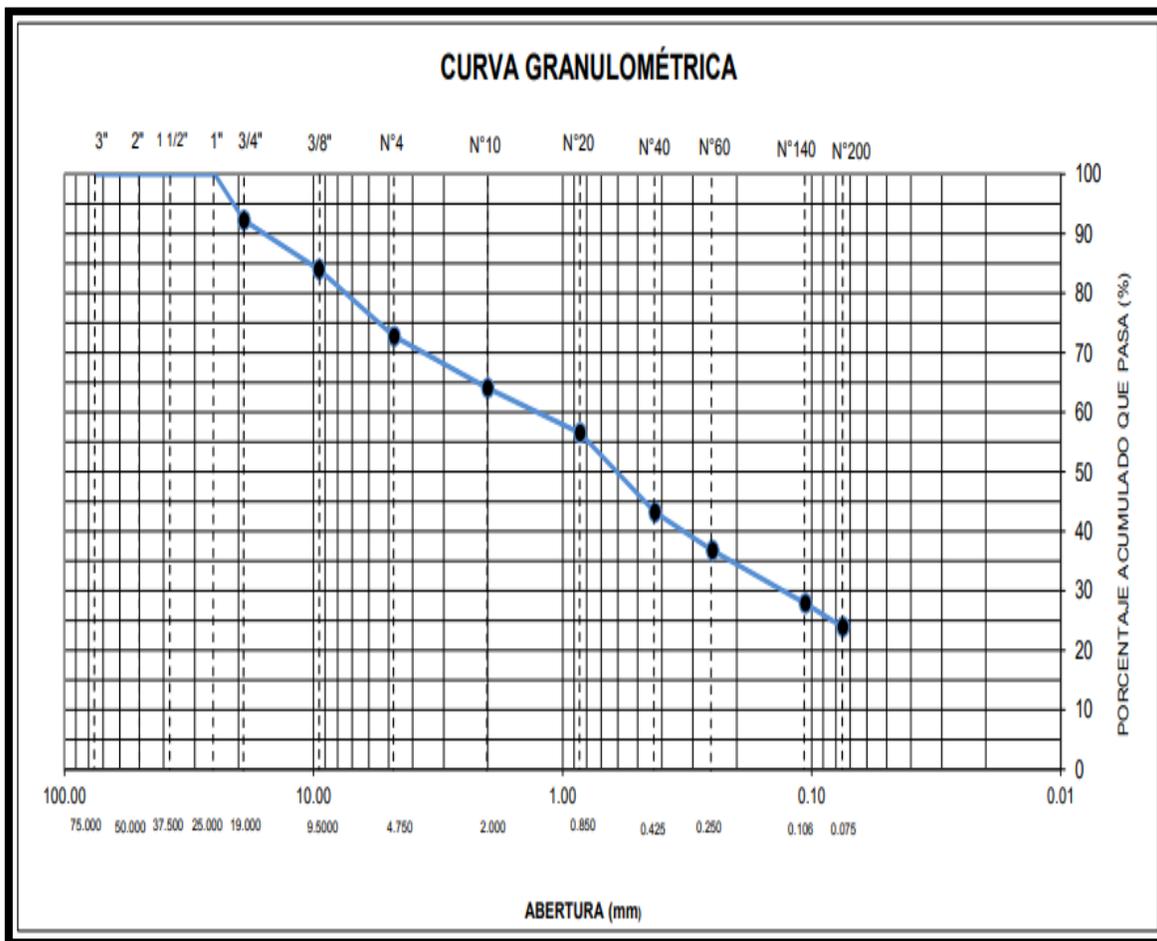


Grafico 3: Detalle de Curva granulométrica en calicata 1

La muestra que se llevó al laboratorio de la calicata 1 concluyo que en la malla N°200 paso un 23.9% del total de la muestra.

El laboratorio clasifico al suelo como A-2-4 como indica AASHTO y como arena limosa SM en SUCS

Proctor Modificado.

Muestras extraídas del suelo de las calicatas sin dosificaciones

Mediante el ensayo de Proctor modificado en la calicata 1, 2 y 3 el laboratorio JHC nos proporcionó los resultados siguientes:

➤ **C-1.**

Tabla 11: Compactación y humedad, C-1.

Prueba N.º	1	2	3	4
Densidad seca (g/cm ³)	2.186	2.208	2.240	2.183
Recipiente N.º	1	2	3	4
Contenido de humedad (%)	3.4	5.6	7.6	9.3

Fuente: Elaboración propia

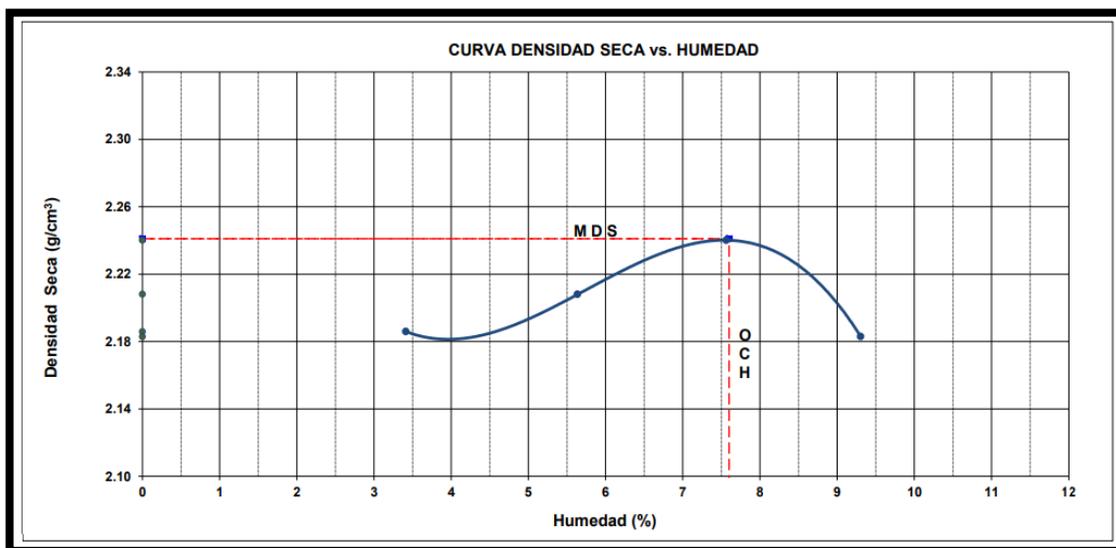


Gráfico 4: Curva de Proctor modificado en calicata 1

Según los resultados en el gráfico se determinó una MDS de 2.241 g/cm³ y el OCH de 7.6%

➤ **C- 2.**

Tabla 12 : Compactación y humedad, C-2.

Densidad seca (g/cm ³)	2.174	2.239	2.235	2.136
Recipiente N.º	1	2	3	4
Contenido de humedad (%)	5.0	6.8	8.9	11.0

Fuente: elaboración propia

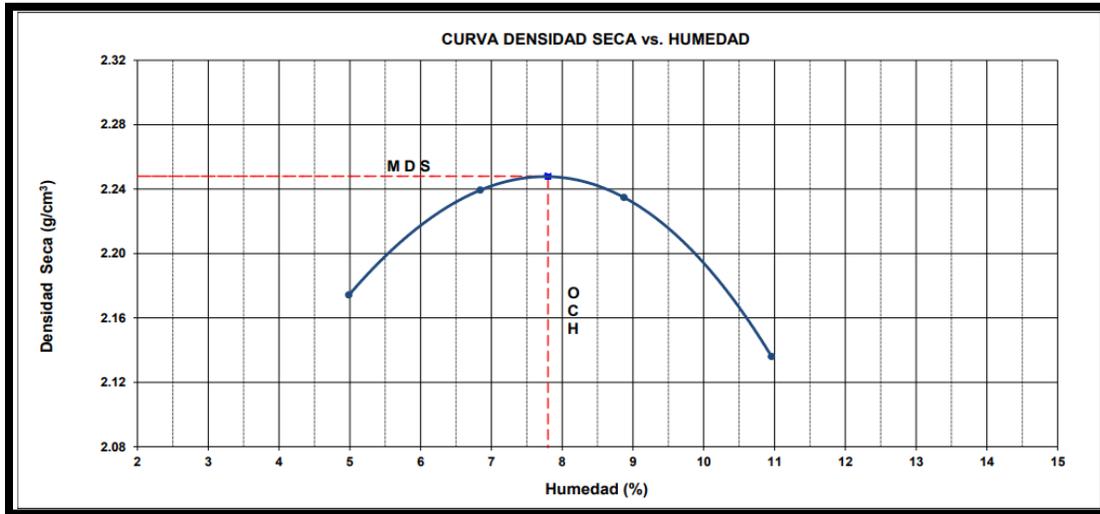


Gráfico 5: Curva de Proctor modificado en calicata 2

Según los resultados en el gráfico se determinó una MDS de 2.248 g/cm³ y el OCH de 7.8%

➤ **C-3.**

Tabla 13: Compactación y humedad, C-3.

Prueba N.	1	2	3	4
Densidad seca (g/cm ³)	2.157	2.201	2.236	2.177
Recipiente N.º	1	2	3	4
Contenido de humedad (%)	3.6	5.5	7.5	9.4

Fuente: elaboración propia

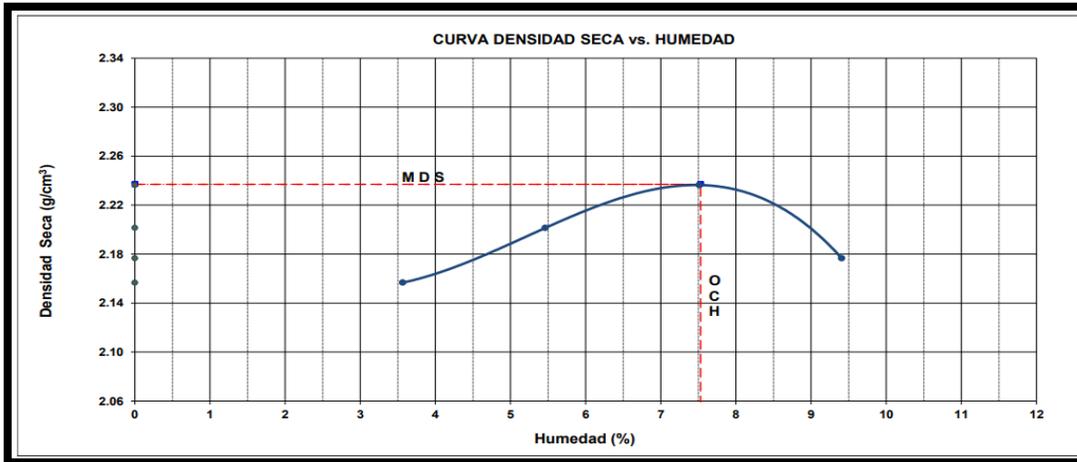


Gráfico 5: Curva de Proctor modificado en calicata 3

Según los resultados en el gráfico se determinó una MDS de 2.237 g/cm³ y el OCH de 7.5%

Ensayos CBR.

Muestras extraídas del suelo de las calicatas sin dosificaciones

Mediante el ensayo de CBR en la calicata 1, 2 y 3 el laboratorio JHC nos proporcionó los resultados siguientes:

➤ C-1.

Tabla 14: Compactación y humedad a 10, 25 y 56 golpes en C-1.

Nº molde	I		II		III	
Nº de golpes por capa	56		25		10	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Densidad Humedad (g/cm ³)	2.411	2.422	2.336	2.357	2.244	2.285
Densidad seca (g/cm ³)	2.241	2.239	2.171	2.168	2.085	2.084
Tara N.º	1	2	3	4	5	6
Contenido de humedad(%)	7.6	8.2	7.6	8.7	7.6	9.6

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados en la primera calicata tomada del laboratorio JHC, la MDS tuvo menos rendimiento cuando recibía menos martillazos ya que aumento de 8.2 a 9.6 y a diferencia del OCH este disminuyo cuando el martillo golpeaba más veces ya que disminuyo de 2.214 a 2.085

Los martillazos provocaron perdida de humedad según los detalles obtenidos en el laboratorio. De acuerdo con los resultados para la muestra de la calicata 1, la densidad seca se redujo cuando era sometida a más cantidad de golpes lo que resulto inversamente proporcional al OCH de acuerdo a las pruebas realizadas.

Tabla 15: Ensayo de penetración en la calicata 1.

PENETRA CIÓN (pulg)	CARG A ESTÁ NDAR Lb/p ulg2	MOLDE CARGA Lb/pulg2	I		MOLDE CARGA Lb/pulg2	II		MOLDE CARGA Lb/pulg2	III	
			CORREC CIÓN			CORRECCI ÓN			CORREC CIÓN	
			Lb pul g2	CBR (%)		Lb pul g2	CBR (%)		Lb pul g2	CBR (%)
0.000		0			0			0		
0.025		49.9			38.4			26.9		
0.050		116.9			90.1			63.0		
0.075		208.5			160.6			112.3		
0.100	100 0	321.8	417 .7	41 .8	247.9	32 1.7	32 .2	173.4	225. 0	22 .5
0.125		442.4			340.8			238.3		
0.150		549.4			423.2			295.9		
0.175		658.2			507.0			354.5		
0.200	150 0	752.4	832 .0	55 .5	579.6	63 5.0	42 .3	405.3	445. 0	29 .7
0.300		1130.5			870.8			608.9		
0.400		1523.0			1173.2			820.4		
0.500		1833.1			1412.0			987.4		

Fuente: Elaboración propia

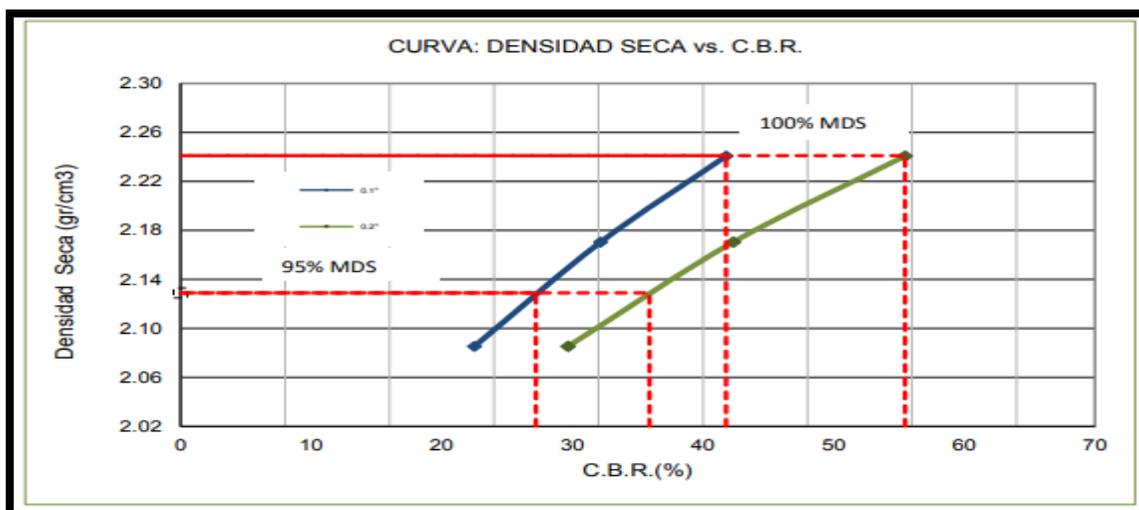


Gráfico 6: Curva de compactación CBR en la calicata 1

➤ **C-2.**

Tabla 16: Compactación y humedad a 10, 25 y 56 golpes en C-2.

Nº molde	I		II		III	
Nº de golpes por capa	56		25		10	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Densidad seca (g/cm ³)	2.248	2.239	2.188	2.176	2.109	2.125
Tara Nº	1	2	3	4	5	6
Contenido de humedad(%)	7.8	8.6	7.8	9.3	7.9	9.8

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados en la primera calicata tomada del laboratorio JHC, la MDS tuvo menos rendimiento cuando recibía menos martillazos ya que aumento de 7.8 a 9.8 y a diferencia del OCH este disminuyo cuando el martillo golpeaba más veces ya que disminuyo de 2.248 a 2.109

Tabla 17: Ensayo de penetración en la calicata 2.

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE CARGA Lb/pulg2	I		MOLDE CARGA A Lb/pulg2	II		MOLDE CARGA Lb/pulg2	III	
			CORRECCIÓN N			CORRECCIÓN N			CORRECCIÓN N	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0.000		0			0			0		
0.025		18.4			21.3			28.3		
0.050		36.0			55.8			66.3		
0.075		65.4			105.7			118.2		
0.100	10 00	101. 3	439.8	44. 0	164.5	338. 3	33. 8	182.5	236.8	2 3. 7
0.125		154.2			234.3			250.8		
0.150		205.6			291.5			311.5		
0.175		274.6			358.4			373.2		
0.200	1500	352.5	875.0	58.3	430.3	680	45.3	426.6	470.0	31.3
0.300		702.8			713.8			641.0		
0.400		1059.6			969.3			863.6		
0.500		1404.0			1199.9			1039. 4		

Fuente: Elaboración propia

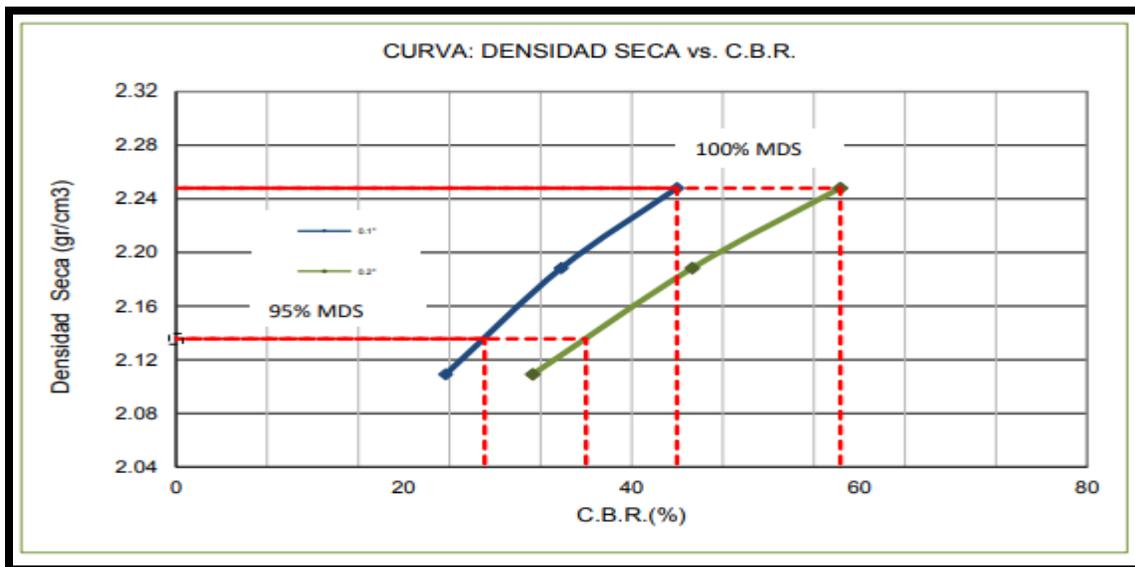


Gráfico 7: Curva de compactación CBR en la calicata 2

➤ **C-3.**

Tabla 18: Compactación y humedad a 10, 25 y 56 golpes en C-3.

Nº molde	I		II		III	
Nº de golpes por capa	56		25		10	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Densidad seca (g/cm ³)	2.237	2.252	2.166	2.172	2.083	2.098
Tara Nº	1	2	3	4	5	6
Contenido de humedad(%)	7.5	8.0	7.5	8.5	7.5	9.2

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados en la primera calicata tomada del laboratorio JHC, la MDS tuvo menos rendimiento cuando recibía menos martillazos ya que aumento de 8.0 a 9.2 y a diferencia del OCH este disminuyo cuando el martillo golpeaba más veces ya que disminuyo de 2.237 a 2.083

Tabla 19: *Ensayo de penetración en la calicata 3.*

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE CARGA Lb/pulg2	I		MOLDE CARGA Lb/pulg2	II		MOLDE CARGA Lb/pulg2	III	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb	CBR		Lb	CBR		Lb	CBR
			pulg2	(%)		pulg2	(%)		pulg2	(%)
0.000		0			0			0		
0.025		50.5			40.0			28.0		
0.050		118.4			93.8			65.6		
0.075		211.0			167.2			116.9		
0.100	1000	325.7	422.7	42.3	258.0	334.9	33.5	180.4	234	23.4
0.125		447.7			354.7			248.0		
0.150		556.0			440.5			308.0		
0.175		666.1			527.7			369.0		
0.200	1500	761.5	840.0	56.0	603.3	670	44.7	421.9	465	31
0.300		1144.1			906.4			633.8		
0.400		1541.4			1221.1			853.9		
0.500		1855.2			1469.7			1027.7		

Fuente: Elaboración propia

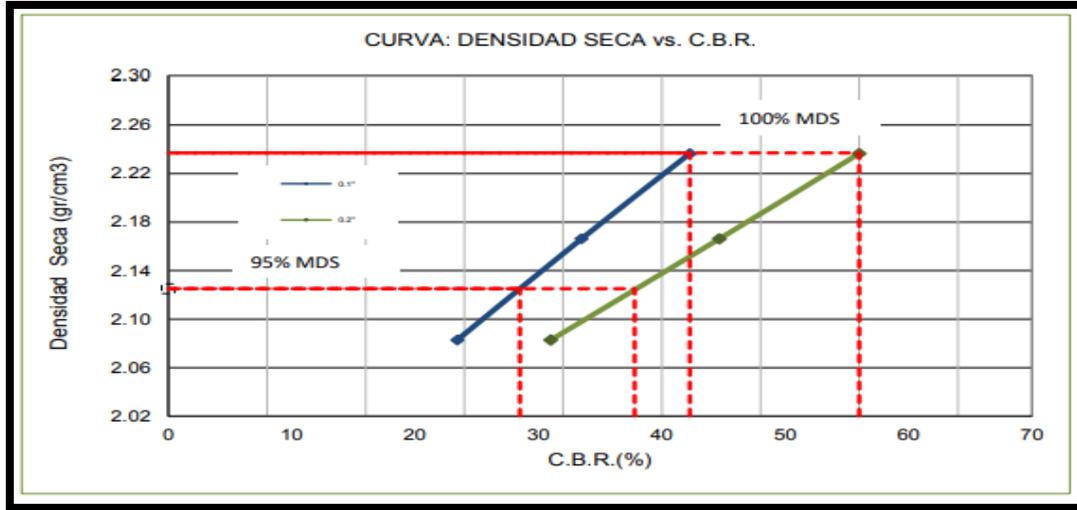


Gráfico 8: Curva de compactación CBR en la calicata 3

Tabla 20: Comparación general de los ensayos en las calicatas 1.2 y 3.

CALICATA	GRANULOMETRIA		PROCTOR MODIFICADO		CBR			
	SUCS	AASHTO	MDS	OCH	0.1" al 95%	0.1" al 100%	0.2" al 95%	0.2" al 100%
C-1	ARENA LIMOSA	A-2-4	2.241g/cm ³	7.60%	27.20%	41.80%	35.90%	55.50%
C-2	ARENA LIMOSA	A-2-4	2.248g/cm ³	7.80%	27.10%	44%	36%	58.30%
C-3	ARENA LIMOSA	A-2-4	2.237g/cm ³	7.50%	28.50%	42.30%	37.80%	56%

Fuente: Elaboración propia

❖ Fueron elaborados ensayos para determinar el CBR (California Bearing Ratio) y el Proctor modificado con dosificación de 4%, de 7% y de 10% en la calicata numero 2 ya que fue sustraída muestra de mayor cantidad a diferencia de las otras 2 además de que su granulometría tuvo una gran cantidad de finos 26.9%.

Proctor Modificado con Caucho Granular en 4%, 7% y 10% de la calicata 2

- Muestra obtenida con 4% de caucho granular reciclado en los siguientes resultados.

Tabla 21: Compactación y humedad agregando 4% de caucho granular.

Prueba N°	1	2	3	4
Densidad seca (g/cm ³)	1.988	2.020	2.085	2.020
Recipiente N°	1	2	3	4
Contenido de humedad (%)	2.7	4.6	6.8	9.0

Fuente: Elaboración propia

Luego que se aumentó un 4 %, la DS disminuyó minimamente y en las pruebas posteriores el contenido de humedad aumento mientras mas pruebas se hacian.

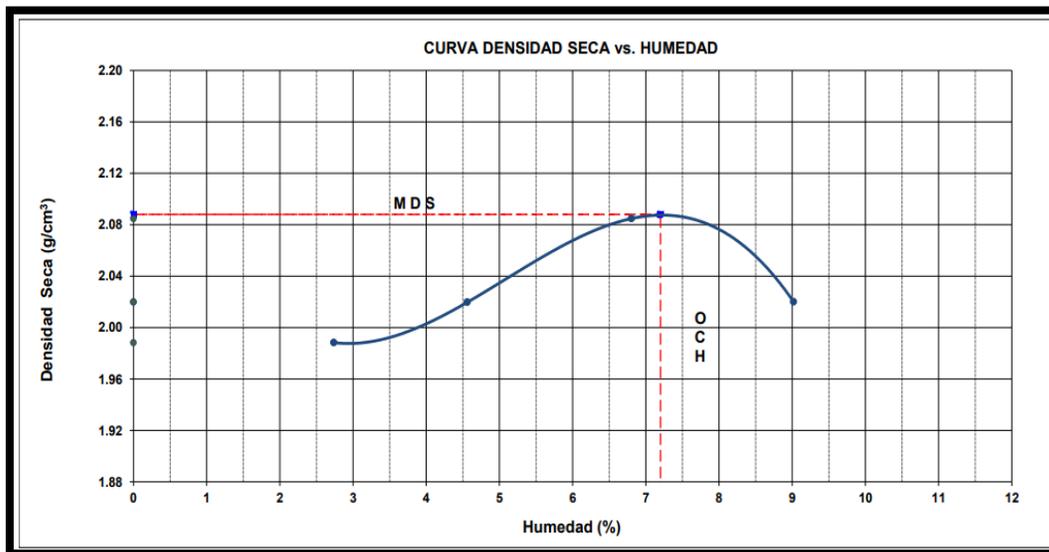


Gráfico 9: Curva de Proctor modificado con 4% de caucho

Según los resultados en el gráfico se determinó una MDS de 2.088 g/cm³ y el OCH de 7.2%

- **Muestra obtenida con 7% de caucho granular reciclado en los siguientes resultados.**

Tabla 22: Compactación y humedad agregando 7% de caucho granular.

Prueba N°	1	2	3	4
Densidad seca (g/cm ³)	1.981	2.002	2.025	1.962
Contenido de humedad (%)	2.3	4.4	6.5	8.6

Fuente: Elaboración propia

Luego que se aumentó un 7 %, la DS disminuyó minimamente y en las pruebas posteriores el contenido de humedad aumento mientras mas pruebas se hacian.

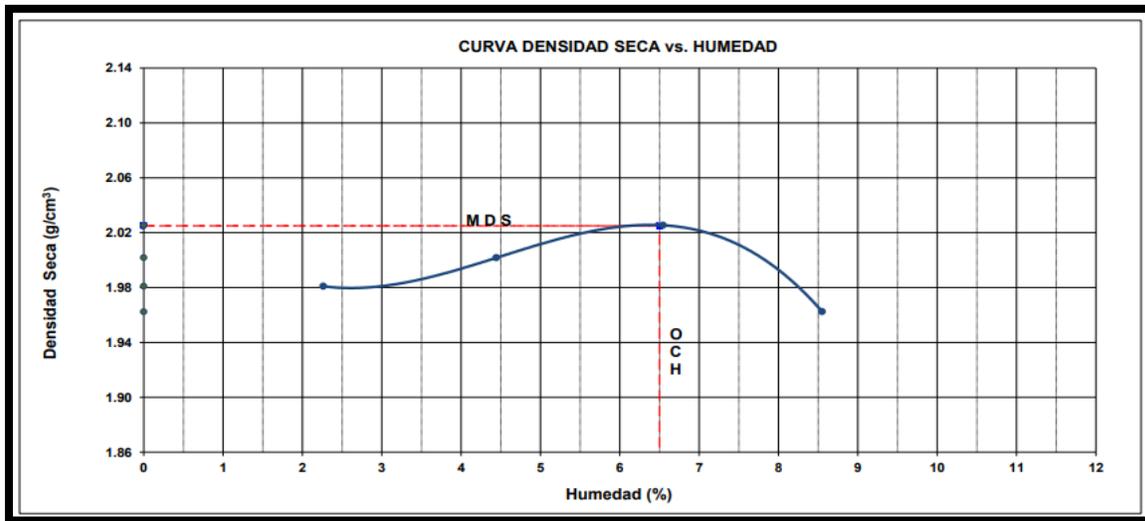


Gráfico 10: Curva de Proctor modificado agregando 7% de caucho granular

Según los resultados en el gráfico se determinó una MDS de 2.025 g/cm³ y el OCH de 6.5%

- **Muestra obtenida con 10% de caucho granular reciclado en los siguientes resultados.**

Tabla 23: compactación y humedad añadiéndole 10% de caucho granular

Prueba N°	1	2	3	4
Densidad seca (g/cm ³)	1.929	1.957	1.977	1.915
Recipiente N°	1	2	3	4
Contenido de humedad(%)	2.0	4.3	6.1	8.1

Fuente: Elaboración propia

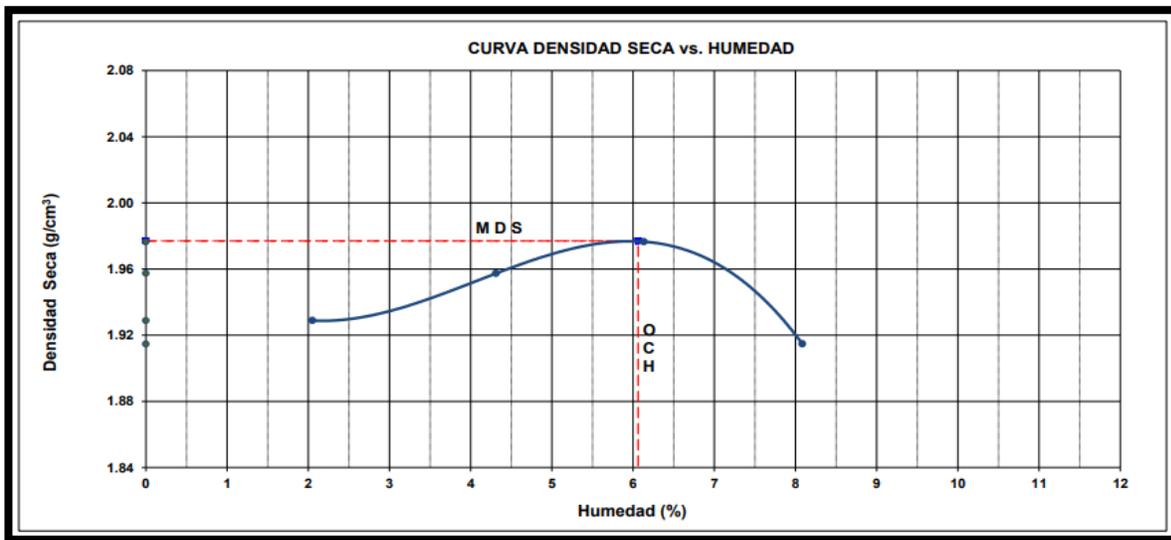


Gráfico 11: Curva de Proctor modificado agregando 10% de caucho granular

Luego que se aumentó un 10 %, la DS disminuyó minimamente y en las pruebas posteriores el contenido de humedad aumento mientras mas pruebas se hacian.

Según los resultados en el grafico se determinó una MDS de 1.977 g/cm³ y el OCH de 6.1%

Tabla 24: comparación de los resultados del Proctor Modificado con el suelo natural y sus dosificaciones de caucho granular.

Proctor modificado		
% de caucho granular	MDS (gr/cm ³)	OCH (%)
Suelo natural	2.248 g/cm ³	7.8 %.
4 % de caucho granular	2.088 g/cm ³	7.2 %.
7 % de caucho granular	2.025 g/cm ³	6.5 %.
10 % de caucho granular	1.977 g/cm ³	6.1 %.

Fuente: Elaboración propia

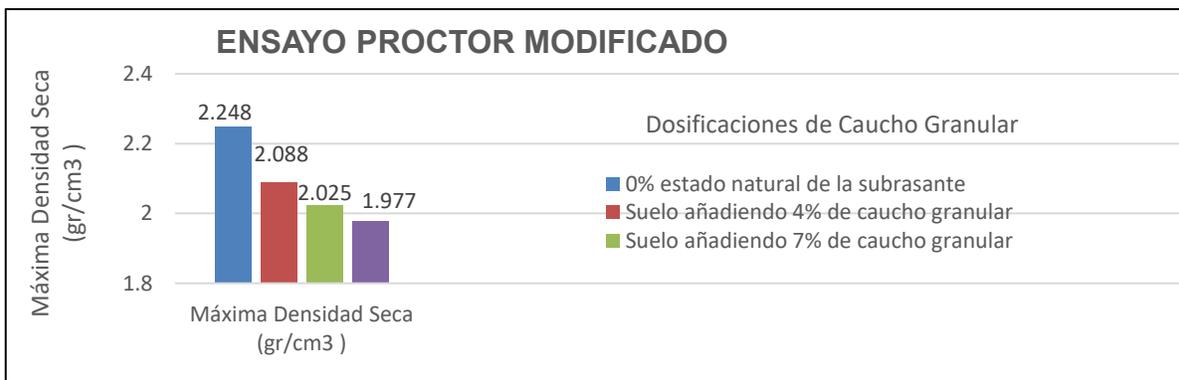


Gráfico 12: Densidad seca máxima en muestra natural y sus dosificaciones

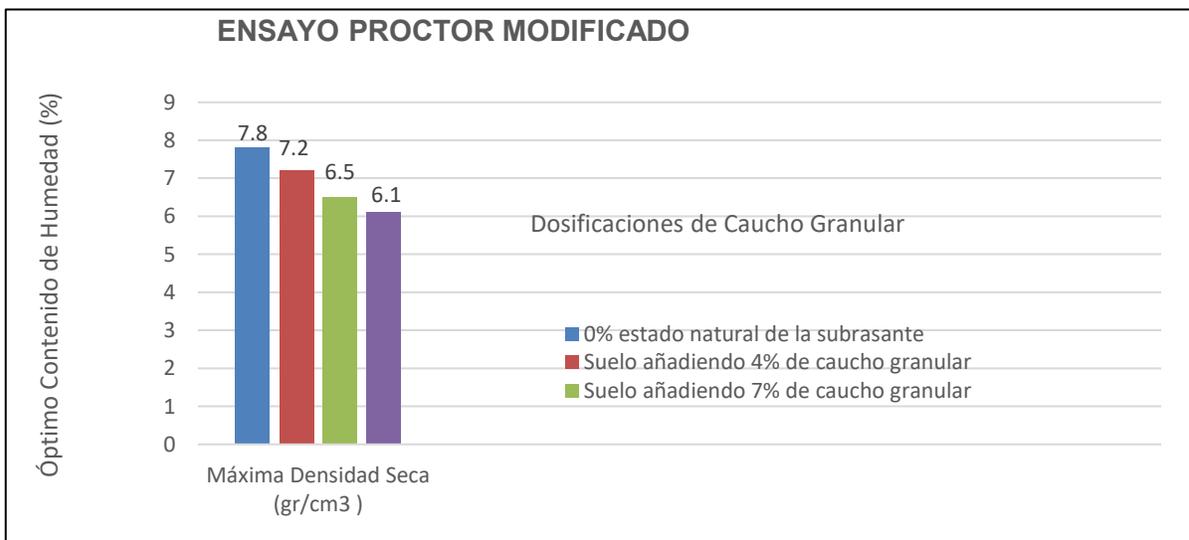


Gráfico 13: OCH en muestra natural y sus dosificaciones

De acuerdo al grafico N°12 los resultados conseguidos sobre la MDS se obtuvieron en su espécimen natural un valor de 2.248 g/cm^3 , del cual al ser añadido 4% de caucho granular reciclado resulto disminuir mínimamente a 2.088 g/cm^3 , variando en una diferencia de 0.16 g/cm^3 , reduciendo su propiedad originaria. Luego se incrementó la dosificación a 7% y 10% en la subrasante y resulto una disminución a 2.025 g/cm^3 y de 1.977 g/cm^3 correspondientemente, se concluyó que en este tipo de suelo el aumento de caucho perjudica a su mejoramiento y disminuye sus propiedades físico mecánicas.

De acuerdo al grafico N°13 los resultados conseguidos sobre la OCH se obtuvieron en su espécimen natural un valor de 7.8 %, del cual al ser añadido 4% de caucho granular reciclado resulto disminuir mínimamente a 7.2 %, variando en una diferencia de 0.6 %, reduciendo su propiedad originaria. Luego se incrementó la dosificación a 7% y 10% en la subrasante y resulto una disminución a 6.5% y 6.1% correspondientemente, se concluyó que en este tipo de suelo el aumento de caucho perjudica a su mejoramiento y disminuye sus propiedades físico mecánicas.

Ensayos CBR Aumentando 4%, 7% y 10% de caucho granular reciclado

Mediante el ensayo de CBR agregando 4%. 7% y 19% de caucho el laboratorio JHC nos proporcionó los resultados siguientes:

- **Muestra obtenida con 4% de caucho granular reciclado en los siguientes resultados.**

Tabla 25: Compactación y humedad a 10, 25 y 56 golpes añadiéndole 4% de caucho.

Nº molde	I		II		III	
Nº de golpes por capa	56		25		10	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (g)	11144	11220	11180	11326	11050	11256
Densidad Humeda (g/cm ³)	2.238	2.274	2.160	2.229	2.099	2.197
Densidad seca (g/cm ³)	2.088	2.111	2.014	2.060	1.958	2.021
Tara Nº	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (g)	611.6	631.1	662.8	651.7	621.8	652.5
Tara + suelo seco (g)	573.6	590.6	621.5	606.9	583.9	606.3
Peso suelo seco (g)	526.2	525.0	569.2	546.8	525.0	531.6
Contenido de humedad(%)	7.2	7.7	7.3	8.2	7.2	8.7

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados en la dosificación de 4% en el laboratorio JHC, la MDS tuvo menos rendimiento cuando recibía menos martillazos ya que aumento de 7.7 a 8.7 y a diferencia del OCH este disminuyo cuando el martillo golpeaba más veces ya que disminuyo de 2.088 a 1.958

Tabla 26: Ensayo de penetración aumentando 4% de caucho.

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE CARGA Lb/pulg2	I		MOLDE CARGA Lb/pulg2	II		MOLDE CARGA Lb/pulg2	III	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg 2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg 2	CBR (%)
0.000		0			0			0		
0.025		41.1			36.7			16.4		
0.050		70.5			63.2			28.2		
0.075		113.1			95.5			45.2		
0.100	1000	170.4	238.0	23.8	119.0	153.3	15.3	68.1	95.2	9.5
0.125		233.5			160.1			93.4		
0.150		304.0			202.7			121.6		
0.175		359.8			245.3			143.9		
0.200	1500	415.6	480.0	32.0	282.0	310.0	20.7	166.3	200.0	13.3
0.300		643.3			428.9			257.3		
0.400		848.9			587.5			339.6		
0.500		1056.0			707.9			422.4		

Fuente: Elaboración propia

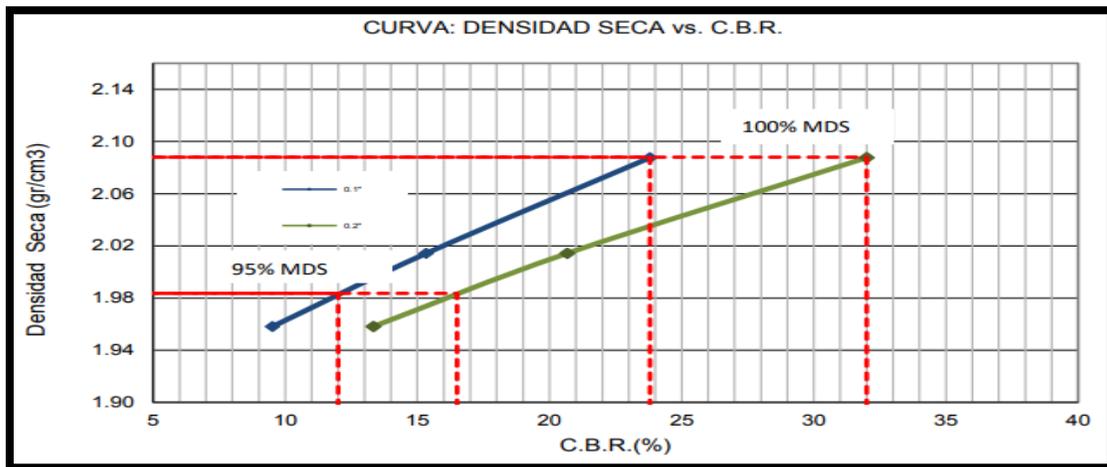


Gráfico 14: Curva de compactación CBR añadiéndole 4% de caucho

- **Muestra obtenida con 7% de caucho granular reciclado en los siguientes resultados.**

Tabla 27: Compactación y humedad a 10, 25 y 56 golpes añadiéndole 7% de caucho.

Nº molde	I		II		III	
Nº de golpes por capa	56		25		10	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (g)	12946	13035	12365	12453	12360	12456
Densidad Humeda (g/cm ³)	2.156	2.198	2.081	2.122	2.010	2.055
Densidad seca (g/cm ³)	2.025	2.054	1.956	1.975	1.886	1.902
Tara Nº	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (g)	753.0	661.3	685.9	611.1	652.5	603.0
Tara + suelo seco (g)	719.4	621.8	649.3	574.6	617.0	565.0
Peso suelo seco (g)	520.9	565.2	571.9	488.7	540.8	470.5
Contenido de humedad(%)	6.5	7.0	6.4	7.5	6.6	8.1

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados en la dosificación de 4% en el laboratorio JHC, la MDS tuvo menos rendimiento cuando recibía menos martillazos ya que aumento de 7.0 a 8.1 y a diferencia del OCH este disminuyo cuando el martillo golpeaba más veces ya que disminuyo de 2.025 a 1.88.

Tabla 28: Ensayo de penetración aumentando 7% de caucho granular.

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE CARGA Lb/pulg2	I		MOLDE CARGA Lb/pulg2	II		MOLDE CARGA Lb/pulg2	III	
			CORRECCIÓN N			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0.000		0			0			0		
0.025		30.8			21.6			12.3		
0.050		55.8			39.1			22.3		
0.075		85.2			59.6			34.1		
0.100	1000	123.4	167.4	16.7	86.4	117.2	11.7	49.3	67.0	6.7
0.125		164.5			115.1			65.8		
0.150		204.1			142.9			81.7		
0.175		254.1			177.9			101.6		
0.200	1500	295.2	330.0	22.0	206.6	236.0	15.7	118.1	135.0	9.0
0.300		450.9			315.6			180.4		
0.400		608.0			425.6			243.2		
0.500										

Fuente: Elaboración propia

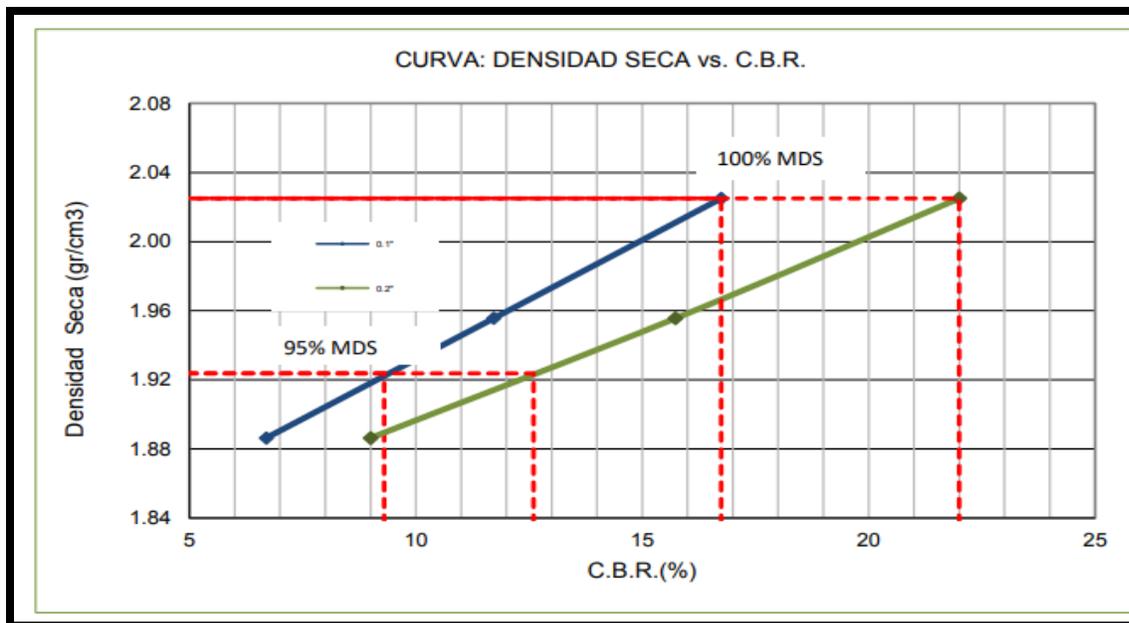


Gráfico 15: Curva de MDS y OCH aumentando 7% de caucho granular

- **Muestra con 10% de caucho granular se ha obtenido los siguientes resultados.**

Tabla 29. Compactación y humedad a 10, 25 y 56 golpes añadiéndole 10%

Nº molde	I		II		III	
Nº de golpes por capa	56		25		10	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (g)	122 29	123 27	1215 3	12249	1250 0	12657
Densidad húmeda (g/cm3)	2.097	2.143	2.035	2.080	1.95 6	2.029
Densidad seca (g/cm3)	1.977	2.012	1.918	1.942	1.84 6	1.883
Tara Nº	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo húmedo (g)	612	652.7	860.7	641. 5	589. 3	600. 1
Tara + suelo seco (g)	580	620.3	822.7	604.0	560. 7	564.0
Peso suelo seco (g)	523. 4	497.0	624.0	525.3	480. 2	467.4
Contenido de humedad(%)	6.1	6.5	6.1	7.1	6.0	7.7

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados en la primera calicata tomada del laboratorio JHC, la MDS tuvo menos rendimiento cuando recibía menos martillazos ya que aumento de 6.5 a 7.7 y a diferencia del OCH este disminuyo cuando el martillo golpeaba más veces ya que disminuyo de 2.012 a 1.883

Tabla 30: Ensayo de penetración aumentando 10% de caucho granular.

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE CARGA Lb/pulg2	I		MOLDE CARGA Lb/pulg2	II		MOLDE CARGA Lb/pulg2	III	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0.000		0			0			0		
0.025		23.5			16.4			9.4		
0.050		45.5			31.9			18.2		
0.075		70.5			49.3			28.2		
0.100	1000	96.9	139.7	14.0	67.9	97.8	9.8	38.8	55.9	5.6
0.125		129.2			90.5			51.7		
0.150		161.6			113.1			64.6		
0.175		190.9			133.6			76.4		
0.200	1500	230.6	280.0	18.7	161.4	200.0	13.3	92.2	115.0	7.7
0.300		367.2			257.0			146.9		
0.400		511.1			357.8			204.4		
0.500		625.7			438.0			250.3		

Fuente: Elaboración propia

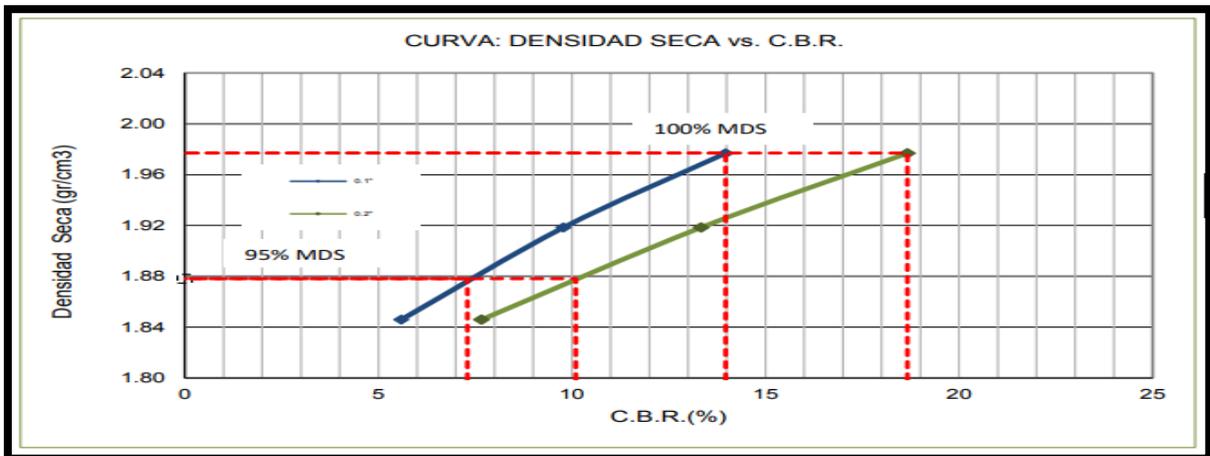


Grafico 16: Curva de compactación del CBR aumentando 10% de caucho

Luego se ha elaborado una tabla resumida de los ensayos CBR calculados en estado natural y sus respectivas dosificaciones de 4%, 7% y 10%.

Tabla 31: Tabla de compactación del CBR natural y aumentando caucho granular.

CBR	Dosificaciones	Penetración	
		0.1"	0.2"
100 %	estado natural	44 %	58.3 %
	Suelo añadiendo 4 % de caucho granular	23.8 %	32 %
	Suelo añadiendo 7 % de caucho granular	16.7 %	22 %
	Suelo añadiendo 10 % de caucho granular	14 %	18.7 %
95 %	estado natural	27.1 %	36 %
	Suelo añadiendo 4 % de caucho granular	12 %	16.5 %
	Suelo añadiendo 7 % de caucho granular	9.3 %	12.6 %
	Suelo añadiendo 10 % de caucho granular	7.3 %	10.1 %

Fuente: Elaboración propia

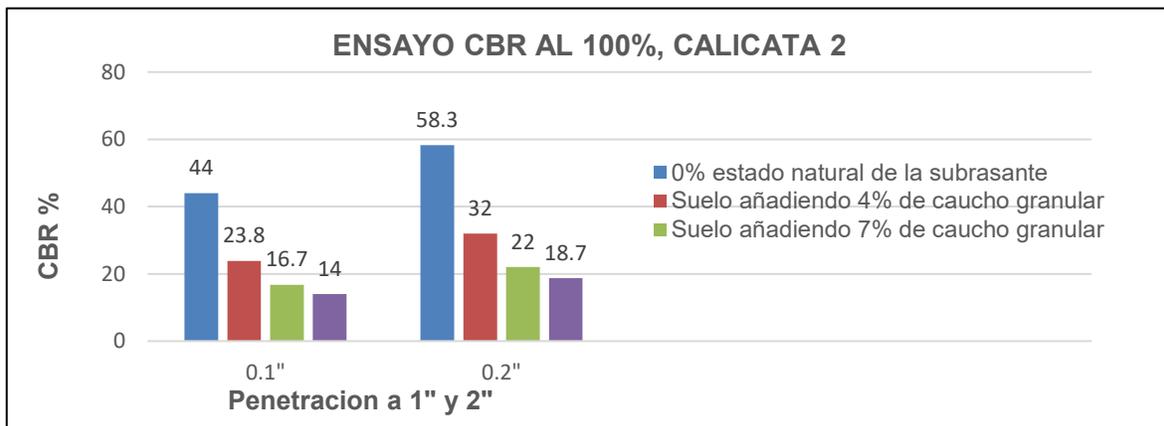


Gráfico 17 en diferentes dosificaciones del CBR al 100%

De acuerdo al gráfico N°17 los resultados conseguidos sobre la penetración 1 del CBR se obtuvieron en su espécimen natural al 100 % tendrá un valor de 44 % denominada una subrasante por excelencia, del cual al ser añadido 4% de caucho granular reciclado resultó disminuir considerablemente a 23.8 %, variando en una diferencia de 20.2 % reduciendo su propiedad originaria y considerado en la clasificación de subrasante buena. Luego se incrementó la dosificación a 7% y 10% en la subrasante y resultó una disminución a 16.7 % y 14 %, correspondientemente, se concluyó que

en este tipo de suelo el aumento de caucho perjudica a su mejoramiento y disminuye sus propiedades físico mecánicas. Así también los resultados conseguidos sobre la penetración 2 del CBR se obtuvieron en su espécimen natural al 100 % tendrá un valor de 58.3 % denominada una subrasante por excelencia, del cual al ser añadido 4% de caucho granular reciclado resulto disminuir considerablemente a 32 %, variando en una diferencia de 26.3 % reduciendo su propiedad originaria y considerado en la clasificación de subrasante buena. Luego se incrementó la dosificación a 7% y 10% en la subrasante y resulto una disminución a 22 % y 18.7 %, correspondientemente, se concluyó que en este tipo de suelo el aumento de caucho perjudica a su mejoramiento y disminuye sus propiedades físico mecánicas.

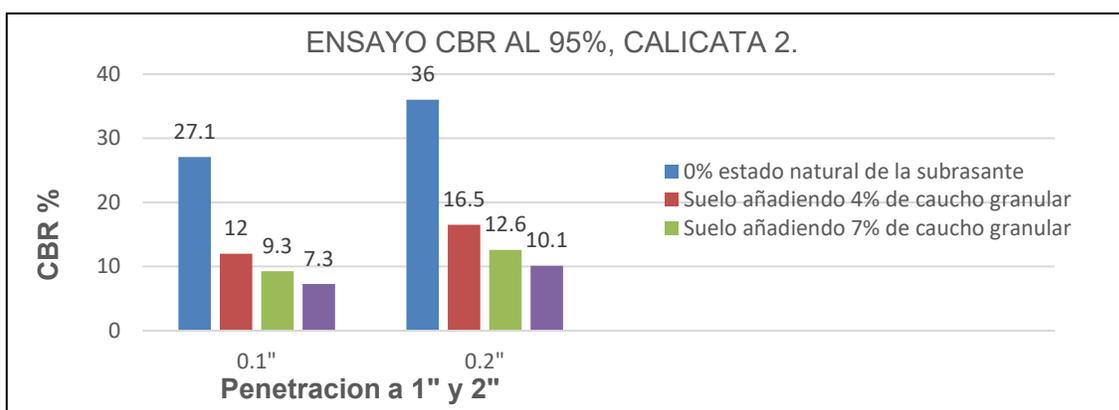


Grafico 18: CBR al 95% en distintas dosificaciones, C- 2.

De acuerdo al grafico N°18 los resultados conseguidos sobre la penetración 1 del CBR se obtuvieron en su espécimen natural al 95 % tendrá un valor de 27.1 % denominada una subrasante muy buena, del cual al ser añadido 4% de caucho granular reciclado resulto disminuir considerablemente a 12 %, variando en una diferencia de 15.1 % reduciendo su propiedad originaria y considerado en la clasificación de subrasante buena. Luego se incrementó la dosificación a 7% y 10% en la subrasante y resulto una disminución a 9.3 % y 7.3 %, correspondientemente, se concluyó que en este tipo de suelo el aumento de caucho perjudica a su mejoramiento y disminuye sus propiedades físico mecánicas. Así también los resultados conseguidos sobre la penetración 2 del

CBR se obtuvieron en su espécimen natural al 95 % tendrá un valor de 36 % denominada una subrasante por excelencia, del cual al ser añadido 4% de caucho granular reciclado resulto disminuir considerablemente a 16.5 %, variando en una diferencia de 19.5 % reduciendo su propiedad originaria y considerado en la clasificación de subrasante buena. Luego se incrementó la dosificación a 7% y 10% en la subrasante y resulto una disminución a 12.6 % y 10.1 %, correspondientemente, se concluyó que en este tipo de suelo el aumento de caucho perjudica a su mejoramiento y disminuye sus propiedades físico mecánicas.

Diseño De Pavimento Flexible

Para diseñar un pavimento se deben realizar varios estudios de campo, comenzando por el monitoreo de la cantidad de vehículos, que varía según la cantidad de calzadas, carriles y también que dirección tenga de las rutas realizadas en la semana anotando con un cuidadoso seguimiento y clasificación según tipos de los ejes ya que al momento del diseño habrá una variación en el ESAL.

Estudio de flujo vehicular

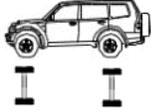
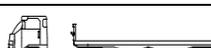
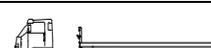
El flujo de vehículos de acuerdo a la transitabilidad de vehículos será determinado por las horas contadas en el día y la semana completa para tener un IMDS calculado, durante los 2 km esto puede variar así que es preferible tomar donde hay mayor flujo vehicular la avenida Huáscar consta de aproximadamente 2km

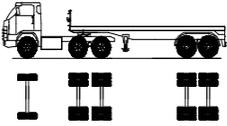
Se planifico el estudio en 2 periodos en el día, el primero será desde las 4 am hasta las 12 am y el siguiente desde las 12 am hasta las 10 pm ya que a estas horas no hay tanta fluencia siendo el mercado mayorista abastecedor de productor a tempranas horas en la madrugada.

Los materiales utilizados son los siguientes:

- Hojas de tablas de clasificación de vehículos.
- Lápiz de carbón y un borrador simple.
- Reloj para verificar las horas de mayor congestionamiento

Tabla 32: Tabla de conteo de vehículos semanal.

VEHÍCULO		CONTEO								TOTAL	IMDs	%
COD	GRÁFICO	DIR	D	L	M	M	J	V	S			
VHL1 -		IDA	54 0	65 7	55 4	73 4	49 8	62 4	56 7	4174	119 7	49.84 %
		VUE	64 2	67 4	48 2	59 2	48 8	74 2	58 1	4201		50.16 %
_C2		IDA	18 0	13 1	10 5	13 6	12 1	87	10 3	863	237	52.21 %
		VUE	13 2	12 1	13 2	12 3	99	75	10 8	790		47.79 %
_C3		IDA	12 7	78	52	83	68	34	50	492	131	54.01 %
		VUE	79	68	79	70	46	22	55	419		45.99 %
_C4		IDA	18	13	18	15	19	12	17	112	36	44.44 %
		VUE	16	15	31	28	24	11	15	140		55.56 %
_8X4		IDA	20	15	20	17	21	14	19	126	40	45.00 %
		VUE	18	17	33	30	26	13	17	154		55.00 %
T2S1		IDA	24	19	24	21	25	18	23	154	48	45.83 %
		VUE	22	21	37	34	30	17	21	182		54.17 %
T2S2		IDA	17	12	17	14	18	11	16	105	34	44.12 %
		VUE	15	14	30	27	23	10	14	133		55.88 %
T2S3		IDA	16	11	16	13	17	10	15	98	32	43.75 %
		VUE	14	13	29	26	22	9	13	126		56.25 %
T2Se 3		IDA	20	15	20	17	21	14	19	126	40	45.00 %
		VUE	18	17	33	30	26	13	17	154		55.00 %
T3S1		IDA	18	13	18	15	19	12	17	112	36	44.44 %

		VUE	16	15	31	28	24	11	15	140		55.56 %
T3S2		IDA	8	3	8	5	9	2	7	42	16	37.50 %
		VUE	6	5	21	18	14	1	5	70		62.50 %

Fuente: Elaboración propia

Se hizo una investigación en la avenida Huáscar que está ubicado al inicio de la entrada del distrito de san Antonio de Jicamarca durante 7 días completos y la vía cuenta con 1 calzada de 2 sentidos y 1 carril para los vehículos para poder calcular el IMDS.

Factores de distribución direccional (FD) y de carril (FC)

El factor de distribución direccional concernirá a la cantidad vehicular que transitaran en la vía, ya sea en direcciones distintas o diferentes, en ciertos casos en algún carril poseerá un flujo mayor de vehículos que el otro carril y es algo normal en ciertas vías, por lo que se tendrá que anotar todo lo que se vea de la movilidad de vehículos en la avenida Huáscar para mayor precisión al momento de calcular FD y el FC. De acuerdo a esto las tablas nos mostraran diferentes tipos de vehículos clasificados por sus ejes y su anotación hacia qué dirección va, es habitual la variación en algunos días ya que sea por la existencia de escolares o personas que se movilizan ciertos días tendrán mayor cantidad de vehículos.

Contará con N° de 1 Calzadas

Contará con N° de 2 Sentidos

Contará con N° de 1 Carriles

En teoría nuestra calzada se compone de 2 sentidos y por ello:

El Factor de Dirección tendrá un valor de 0.50

El Factor de Carril tendrá un valor de 1.00

Tasa de crecimiento y proyección

Esta operación determinará el crecimiento promedio de la población y su crecimiento económico que se medirá con la fórmula de progresión geométrica de acuerdo en los

distintos vehículos anotados.

$$Fca = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

Factor de Crecimiento Poblacional

La tasa de crecimiento poblacional en la avenida Huáscar será de 2.05% y su crecimiento económico 4.20% será su valor para posteriormente evaluar el ESAL

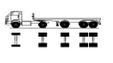
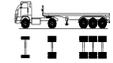
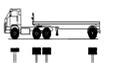
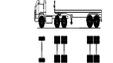
Cálculo de ejes equivalentes

En la avenida Huáscar los ejes equivalentes serán diferenciados por la cantidad de neumáticos y cuanto pesan estos, por eso para calcular se llevará a cabo la fórmula de equivalencia en el diseño del pavimento flexible.

Para calcular los ejes equivalentes se usará la fórmula de AASHTO93

Tabla 33: Ejes equivalentes según su tipo.

VAHICULO		FACTORES DE EJE EQUIVALENTE POR EJE						F.E.E . TOT AL	FACT OR DIREC .(FD)	FACT OR CARRI L (FC)	AÑ O	(Fca)	ESAL
TIPO	GRÁFICO	IM Ds	DELA NT.	EJE N° 01	EJE N° 02	EJE N° 03	EJ E N° 04						
VHL 1_		119 7	0.0003 1	0.000 31				0.00 06	50.16 %	1	36 5	22.0 19	2984
_C2		237	0.5585 2	2.984 62				3.54 31	52.21 %	1	36 5	27.4 24	43882 78
_C3		131	0.5585 2	1.953 86				2.51 24	54.01 %	1	36 5	27.4 24	17791 93
_C4		36	0.5585 2	1.302 38				1.86 09	57.20 %	1	36 5	27.4 24	38356 7
_8X4		44	0.4251 8	1.953 86				2.37 90	51.15 %	1	36 5	27.4 24	53591 9
T2S1		43	0.5585 2	2.984 62	2.984 62			6.52 78	50.50 %	1	36 5	27.4 24	14189 20
T2S2		34	0.5585 2	2.984 62	1.953 86			5.49 70	52.52 %	1	36 5	27.4 24	98255 6

T2S3		31	0.5585 2	2.984 62	1.773 75			5.31 69	52.11 %	1	36 5	27.4 24	85977 0
T2Se 3		59	0.5585 2	2.984 62	2.984 62	1.953 86		8.48 16	51.09 %	1	36 5	27.4 24	25590 74
T3S1		35	0.5585 2	1.953 86	2.984 62			5.49 70	51.84 %	1	36 5	27.4 24	99827 7
T3S2		15	0.5585 2	1.953 86	1.953 86			4.46 62	54.29 %	1	36 5	27.4 24	36403 1

Fuente: Elaboración propia

Después de que se calculó los ejes equivalentes se pudo conocer el valor del ESAL propuesto para 20 años de diseño con un valor de 16 064 218 de según el manual de carreteras nos da a conocer que se trata de un tráfico tipo TP12. Con el CBR calculado en promedio de los ensayos de laboratorio de suelos se ubica a la categoría S4 considerada una subrasante muy buena.

Según lo calculado indica que el Módulo Resiliente en PSI para un CBR de valor 27.6% es 21359 psi.

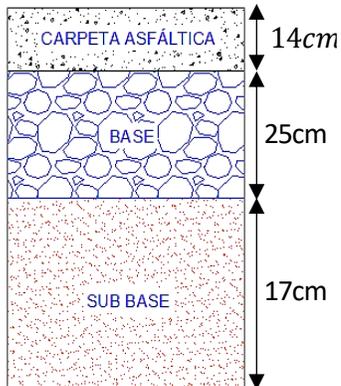
El SN Requerido será de 4.43, así también el N18 Nominal valdrá 7.208

N18 Calculado será 7.210

Gt será -0.3527.206

Espesores para suelo de clasificación tipo 1

Para el cálculo de espesores en la base, subbase y la carpeta asfáltica, se debe verificar cuidadosamente las dimensiones y el drenaje adecuados, según el tipo de cimentación y la subbase que luego podrá drenar bien. Luego el Tráfico vehicular se calculará para tener los coeficientes adecuados de las capas del pavimento flexible y trabajar con los valores mínimos requeridos para un diseño eficaz en la avenida Huáscar.



Fuente: Elaboración propia

Para terminar con ello de acuerdo a los coeficientes que se obtuvo durante el proceso cumpliendo las normas de diseño vial el coeficiente de drenaje fue en $m_2 = 1.00$ y $m_3 = 0.90$ y por consiguiente se pudo dar con la dimensión de la subbase de 17 cm dado que la mínima era de 15, después para la base con un diseño mínimo de 25 cm de espesor y la carpeta asfáltica tendrá una dimensión mínima de 14 cm de espesor, ya que al hacer un diseño para 20 años recomendados el tránsito vehicular de tipo TP12 se lograra especificar adecuadamente los coeficientes calculados.

Finalmente se procede a hacer un levantamiento topográfico con la ayuda de Google earth y global mapper, con estos 2 programas obtendremos los puntos y curvas de nivel de la zona luego se empezará el uso del civil 3D para el diseño geométrico del pavimento asfáltico con su calzada respectiva.

V. DISCUSIÓN

- ✓ Según Junes en la tesis titulada “Aplicación del caucho granulado reciclado para el mejoramiento de la subrasante en la Avenida el Sol, San Joaquín, Ica “ (2021), nos muestra el ensayo de Proctor modificado que se le hizo a la calicata 1 y calicata 2, aumentaron mínimamente (OCH de 2.00 g/cm³; MDS de 10.50%) y (OCH de 1.83 g/cm³; MDS de 7.70%), cuando se agregó 8% de caucho granulado su valor aumento a (OCH de 2.02 g/cm³; MDS de 9.00%) y (OCH de 1.86g/cm³; MDS de 7.92%). De manera similar, cuando se hizo la comparación del CBR del suelo natural con niveles de caucho de 12% y 16%, la CBR disminuyó. En la C-1, cuando se introdujo un 8 % de caucho en la subrasante fue bueno, con un 12 % de caucho la subrasante tuvo una calidad estable y un 16 % de caucho se volvió inestable. Y en C-2, el caucho con 8% y 12% de caucho se desempeñó bien, y el caucho con 16% de caucho se rompió con más frecuencia. Por lo tanto, en conclusión, el uso de gránulos de caucho no tuvo un impacto significativo en el desarrollo de la Avenida El Sol en la ciudad de San Joaquín. A diferencia de nuestra investigación en la avenida Huáscar este tuvo un impacto negativo cuando se agregó caucho en los ensayos de CBR y también en los de Proctor modificado perdiendo resistencia lo que distingue a nuestros resultados.

- ✓ El autor Valverde con su tesis de investigación titulada “Mejoramiento de la subrasante con la incorporación del caucho en polvos” (2020), finalmente concluyo: cuando hubo un aumento del caucho en polvo de 3%, 5% y 7% en los ensayos de laboratorios se descubrió que este afecta de negativamente en el CBR ya que su muestra natural obtenida en suelos tipo **CL** fue de 4.70% se observó que en 3% este disminuyo a 4.5%, luego se agregó 5% y este también disminuyo a 4.40% y finalmente se dosifico 7% de caucho y este se redujo aún más logrando 4.20%. como resultado final en la avenida Tantamayo en ninguna

de sus mientras hubo un mejoramiento físico mecánicas del suelo, por tanto, la subrasante no tuvo un beneficio el uso de estas dosificaciones de caucho. Nuestra investigación en la avenida Huáscar, también hubo una mejora negativa en la adición de caucho en 4%, 7% y 10% ya que disminuyo su CBR natural, lo que hay un acuerdo mutuo en el resultado final.

- ✓ El autor Cubas en su investigación titulada "Diseño de un suelo mejorado adicionando caucho de neumático reciclado, para estabilizar la subrasante en la carretera SM 711 - Sector Andiviela – Morales", logró las siguientes conclusiones: mediante la incorporación de los porcentajes de caucho (3%, 5% y 7%) donde se obtuvo un CBR de 55.63% de la muestra natural extraída y cuando se usó 3% este bajo a 16%, se observó en los ensayos de laboratorio 13.91% cuando fue añadido con 5% de caucho y 8.80% para cuando fue utilizado 7% de caucho. Logrando que no haya una mejora en sus distintas dosificaciones donde se observó una disminución agresiva de su CBR probando un efecto negativo en su aplicación. Según nuestros ensayos de laboratorio de la avenida Huáscar, también hubo una desmejora en el CBR afectando negativamente en esta, lo que hay un des favorecimiento en ambas investigaciones llegando a una conclusión similar.

- ✓ Los autores Kokila, en su revista de título " Experimental Investigation on Soil Stabilization Using Rubber Crumbs on Expansive Soil", obteniéndose los siguientes resultados: en distintas dosificaciones, en 5% el CBR aumento a 9.90% lo que es casi un 100% así también aumento su MDS a 15.79g/cm³ y su IDP se vio reducido a 16.50%; cuando se aumentó el caucho la dosificación a 10% su CBR subió un 100% a 10% mientras que el 15% de caucho aumento aún más sus valores de su CBR (10.20%) logrando un aumento mínimo que en sus otras dosificaciones , así también su MDS aumento a 18g/cm³. finalmente se concluyó que el 15% de caucho tiene una mejor resistencia a su estabilización, pero a diferencia del 5% su aumento es mínimo lo que es más recomendable un

5% por su economía, pero un 15% tuvo un desempeño mínimamente superior en comparación de sus otras dosificaciones. A diferencia de nuestra investigación en la avenida Huáscar, su proyecto si tuvo una mejora positiva muy favorable en sus ensayos de CBR aumentando un 100% su valor logrando pasar de un suelo malo a uno bueno, mientras que nuestro CBR disminuyo de 27.6% a 12% aproximadamente en sus 3 dosificaciones, habiendo una discrepancia entre dichas investigaciones.

- ✓ Díaz y Torres en su investigación titulada "Incorporación de partículas de caucho de neumáticos para mejorar las propiedades mecánicas en suelos arcillosos", se utilizó distintos porcentajes de caucho (1%, 3%, 5%, 7% y 9%). Los resultados obtenidos fueron: se visualizó un amento de su CBR de su muestra natural obtenida y cuando se adiciono 1% de caucho este aumento de 3.22% a 5.92% y cuando se añadió 3% este subió a 6.82%, cuando se adiciono 5% aumento a 6.67%, en 7% este subió 5.10% de su CBR. Finalmente se concluyó que es mejor alternativa el uso de 3% de caucho en suelos CH debido a su gran desempeño ya que su CBR fue mejorado considerablemente, asimismo su contenido de humedad y su densidad seca. La investigación de Díaz y torres logro una mejora significativa en su CBR logrando pasar de un suelo muy malo a uno regular concluyendo una mejora positiva en su investigación, mientras en la avenida Huáscar la nuestra consiguió efectos negativos ya que su CBR era muy bueno, habiendo una discrepancia entre dichas investigaciones.

- ✓ Los autores Huamán y Mugerza en su tesis titulada "Influencia del caucho granulado en suelos cohesivos relacionado a la propiedad de la resistencia a la penetración (CBR)", Se concluyó que al extraer las muestras de las 3 calicatas sumando las muestras un total de 9 CBR será el total a evaluar efectuando el más sobresaliente el 10% ya que hay un aumento de más el 100% de su CBR base de 5.2% a 12.2%; dando a entender que en suelos cohesivos tuvo un comportamiento positivo. Los autores Huamán y Mugerza lograron efectos

positivos mejorando su CBR en suelos cohesivos, nuestra investigación en suelos limosos no logro una mejora en su CBR, habiendo una discrepancia entre dichas investigaciones.

- ✓ El autor Rojas En su Tesis de investigación titulada “Mejoramamiento de la subrasante incorporando caucho granular reciclado en la Avenida Bonavista, Carabayllo, Lima - 2019”. se llegó a la conclusión de un mejoramiento en las propiedades fue negativa ya que el caucho granular reciclado no apporto un efecto positivo en los ensayos de Proctor modificado ya que mientras mayor dosificación se incorporaba, este bajaba su porcentaje y así también con sus ensayos de CBR ya que origino vacíos donde el agua invadió los espacios y debilito la estructura del suelo con caucho. El resultado de mayor beneficio en la investigación fue la disminución de porcentaje de expansión en el suelo de tipo arcilloso ya que absorbía menos agua lo que permitió que no haya una expansión. El autor rojas logro con una mínima dosificación una mejora en su suelo arcilloso logrando mejorar la calidad de la subrasante, en la avenida Huáscar no se logró una mejora, habiendo una discrepancia entre dichas investigaciones

- ✓ Los autores Ravichandran, Prasad, Divya y Rajkumar, Se concluyó que se evaluó el CH del suelo (suelo de AP), el cual da primer lugar una (MDS) de 1,53 g/cm³. y porcentaje de humedad de 25% seguido de la incorporación de las dosificaciones de 5%, 10%, 15% y 20% de caucho reduce MDS y OCH, así finalizando que a mayor sea la dosificación de caucho, más bajo será la MDS y el OCH. A diferencia de nuestro suelo, su suelo contiene gran contenido de plasticidad lo que logro aun con las dosificaciones una mejora en el contenido de humedad, habiendo un resultado contradictorio con nuestras investigaciones ya que mejoro en las propiedades del suelo a diferencia de la avenida Huáscar que más bien salió perjudicada

VI. CONCLUSIONES

- ✓ **Conclusión 1.** La utilización de gránulos de caucho tuvo un efecto negativo desmejorando la resistencia y estabilidad en la subrasante, el uso de una gran cantidad de gránulos de caucho en la superficie afecta la superficie ensayada. Esto significa que la incorporación de caucho influyo negativamente en la avenida Huáscar.

- ✓ **Conclusión 2.** El valor MDS del suelo natural con la prueba Proctor es 2.136 g/cm^3 con la adición de 4 % el valor disminuye ligeramente a 1.984 g/cm^3 y con la adición de 7 % el valor se reduce aún más a 1.924 g/cm^3 y la adición de un 10 % de caucho granular reduce el valor a $1,878 \text{ g/cm}^3$ En suelo natural, OCH tiene un valor de 7,80% y con la adición de 4% el valor disminuye ligeramente a 7,20%. Cayó al 6,10%. Por lo tanto, el caucho tiene un efecto negativo sobre el contenido de humedad, así como sobre la densidad seca.

- ✓ **Conclusión 3.** La dosificación 4%, 7% y 10 % de los gránulos de caucho incide negativamente en el mejoramiento de la subrasante cuyo CBR es superior a 27% considerado un suelo casi excelente, al ser añadido 4% de caucho este disminuyo considerablemente a 12 % y al aumentar al 7 % de los gránulos de caucho reciclado, el CBR tuvo una reducción considerable de 27,56 % a 9,30 %, y al agregar 10 % de gránulos de caucho reciclado se redujo a 7,30 %, para lo cual no se pudo mejorar la subrasante en ninguna dosificación de la Avenida Huáscar, por lo que resulta perjudicial ser agregado a este tipo de suelo SM.

- ✓ **Conclusión 4.** También tuvo un comportamiento negativo cuando se incorporó caucho granular reciclado en este tipo de suelo en la MDS y OCH ya que disminuyo mínimamente su valor por lo que no es recomendable su aplicación para el mejoramiento en la avenida Huáscar.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1. La elaboración de numerosos estudios acerca del comportamiento del caucho incorporando cal en suelo con un CBR de tipo ya que OCH y MDS se reducen en comparación a los suelos arenosos. Como cualquier otro tipo de agregado, pueden beneficiarse en su desempeño del CBR.

Recomendación 2. Las áreas de suelo clasificadas de S0 a S2 con pobre CBR se recomiendan para una evaluación con caucho triturado reciclado, porque ayuda a reducir la contaminación y es una opción de gran interés para su reutilización, por favorecer a suelos con elevada plasticidad y mejora su desempeño del OCH y MDS.

Recomendación 3. Una gran cantidad de estudios han demostrado mejoras positivas en los suelos S0, pero pocas mejoras en los suelos S2, y la investigación es importante en áreas con esta clasificación de suelos.

Recomendación 4. Al reutilizar, se recomienda estudiar nuevas dosificaciones u otros tamaños de las dimensiones de los granos de caucho, debido a que este material ayuda a reducir la contaminación y mejorar el ambiente del sector, especialmente en las áreas de talleres mecánicos donde los neumáticos son abandonados y apilados durante años.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABB, Pascal; SWAINE, Robert; JONES, Ilya. *Road to Peace or Bone of Contention? The Impact of the Belt and Road Initiative on Conflict States*. DEU, 2021.

https://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/73448/ssoar-2021-abb_et_al-Road_to_Peace_or_Bone.pdf?sequence=1&isAllowed=y&lnkname=ssoar-2021-abb_et_al-Road_to_Peace_or_Bone.pdf

ABREGU, Jose INFLUENCIA DE LA FIBRA DE CAUCHO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA BASE GRANULAR DE LOS PAVIMENTOS. Huancayo, 2019

<https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1410>

ABREGU CHAVEZ, Jose Luis. Influencia de la fibra de caucho en las propiedades mecánicas de la base granular de los pavimentos. 2019.

<https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1410>

AMARILLA, María, et al. CONTEO VEHICULAR UTILIZANDO VISIÓN ARTIFICIAL.

<http://congresodevialidad.org.ar/congreso2016/TRA/TRA-064.pdf>

ARMAS, Yeimi; ARROYO, Junior; PÉREZ, Sócrates. Uso de estabilizadores de suelo: Una revisión del impacto al corte y asentamiento. *Avances Investigación en Ingeniería*, 2022, vol. 19, no 1.

<https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/6856/7620>

Balmes, Dionisio. Efecto de adicionar caucho granular de neumáticos en las propiedades de suelos arcillosos para estabilizar subrasantes. Perú, 2022

<https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/4952>

BOTTIER, Céline. Biochemical composition of Hevea brasiliensis latex: A focus on the protein, lipid, carbohydrate and mineral contents. En *Advances in botanical research*. Academic Press, 2020. p. 201-237.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065229619301090>

BEKHITI, Melik, TROUZINE, Habib y AISSA, Asroun. Engineering, Technology & Applied Science Research. Properties of Waste Tire Rubber Powder

https://www.researchgate.net/publication/302422576_Properties_of_Waste_Tire_Rubber_Powder

CARRANZA, Darwin; DE LA CRUZ, Edinson. Técnicas para el mejoramiento de base y sub-base en pavimentos: una revisión sobre las técnicas empleadas. 2021.

https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27449/Carranza%20Cruz%20Darwin%20Kleiber_De%20la%20cruz%20Aredo%20Edinson.pdf?sequence=1&isAllowed=y

CASTRO, Guillermo. Reutilización, reciclado y disposición final de neumáticos.

Departamento de Ingeniería mecánica FIUBA Recuperado de: https://campus.fi.uba.ar/file.php/295/Material_Complementario/Reutilizacion_Reciclado_y_Disposicion_final_de_Numatico.pdf, 2007.

Construction process of rigid pavements, Poweplay, 2021. Disponible en:

<https://www.getpowerplay.in/blog/construction-process-of-rigid-pavements>

CUBAS, Diego. Resistencia mecánica de un material para afirmado incorporando caucho en diferentes porcentajes. 2019.

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22306>

CHIRINOS, Enrique; RODRIGUEZ, Ernesto; MUÑOZ, Sócrates. MÉTODOS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS PARA MEJORAR EL CBR CON FINES DE PAVIMENTACIÓN: UNA REVISIÓN LITERARIA. *Suelos Ecuatoriales*,

2021, vol. 51, no 1, p. 72-92.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8234912>

DÍAZ, Katherine; TORRES, Rosa . Incorporación de partículas de caucho de neumáticos para mejorar las propiedades mecánicas en suelos arcillosos. 2019.

<http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/236>

FABIAN Smith; GONZALES, Luis. Inclusión de caucho granulado de neumáticos reciclados para mejorar propiedades mecánicas del pavimento flexible en urbanizaciones: revisión sistemática 2011–2020. 2021.

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25761/Revis%c3%b3n%20sistemica%20Fabian%20Ramos.pdf?sequence=18&isAllowed=y>

GAMARRA, Brayan. Mejoramiento de suelos arcillosos mediante estabilización química, una revisión de la literatura científica de los últimos 10 años. 2021.

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/25901/Trabajo%20de%20Investigaci%c3%b3n%20-%20Gamarra%20Marino.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GUANOLUISA, Gricelda. Efecto de adición de partículas de caucho reciclado en las propiedades físico–mecánicas de suelos granulares”. 2021. Ecuador

<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/33247/1/Tesis%20I.%20C.%201497%20-%20Guanoluisa%20Almachi%20Gricelda%20Emperatriz.pdf>

HOYOS, Luz; PUICON, Katyuska; MUÑOZ, Sócrates. Uso del caucho granulado en mezclas asfálticas: Una revisión literaria. *Infraestructura Vial*, 2021, vol. 23, no 41, p. 11-19.

https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?pid=S221537052021000100011&script=sci_artext

HUAMÁN CASAS, Ronaldo David; MUGUERZA ZEVALLOS, Kevin Warner.

Influencia del caucho granulado en suelos cohesivos relacionado a la propiedad de la

resistencia a la penetración (CBR), 2019. 2019.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/44767>

HUANCOILLO, Yuniór . 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'. 2017.

<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3226656>

INFORCIVIL. Tipo de pavimentos, pavimentos flexibles, 2022.

<https://inforcivil.com/pavimentos-flexibles/>

KOKILA, Ms L., et al. Experimental investigation on soil stabilisation using rubber crumbs on expansive soil. *World J. Res. Rev*, 2017, vol. 4, no 4.

https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:EdAurDEdZYgJ:scholar.google.com/+Experimental+Investigation+on+Soil+Stabilization+Using+Rubber+Crumbs+on+Expansive+Soil&hl=es&as_sdt=0,5

National Academy of Sciences, Engineering, and Medicine. Validating the Fatigue Endurance Limit of Hot Mix Asphalt. Washington D.C : The National Academies Press, 2010.

Nikolaides, Athanassios. Highway Engineering: Pavements, Materials and Control of Quality. EUA : Taylor & Francis Group, 2015

NOLAZCO, Edson. Uso de geo celdas en pavimentos flexibles usadas en los últimos 10 años: una revisión de la literatura científica. 2020.

<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24164/Nolazco%20Quijada%20c%20Edson%20Am%c3%a9rico.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

NORMA TÉCNICA CE. 010. (2010). Pavimentos Urbanos. Lima, 7pp.

PATÍÑO, JUAN. Estabilización del Suelo mediante adiciones de caucho reciclado. *Universidad Católica de Santiago de Chile. Santiago de Chile*, 2017.

PÉREZ, Sócrates; MORANTE, José; FLORES, Ingrid. Subgrade soil stabilization using marine debris: A literature review. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 2020.

<https://revistas.udea.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/347333/20809614>

PÉREZ, Olivera, et al. Revisión sistemática de la literatura sobre mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto adicionando fibras artificiales y naturales. *Ingeniería*, 2022, vol. 27, no 2, p. e18207-e18207.

<https://geox.udistrital.edu.co/index.php/reving/article/view/18207/18168>

QUEZADA, Contreras, et al. Mejoramiento del agregado obtenido de escombros de la construcción para bases y subbases de estructura de pavimento en Nuevo Chimbote–Santa-Ancash. 2015.

<https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/2708>

QUÍMICA y algo más. Propiedades del Caucho. Vulcanización. 2014

[Propiedades del Caucho. Vulcanización. – Química y algo más \(quimicayalgomas.com\)](http://quimicayalgomas.com)

RAMÍREZ TARAZONA, Maxwell; TARAZONA TARAZONA, Leoncio. Aplicación del método AASHTO 93 para el diseño del pavimento flexible en el tramo Musho, Yungay, Ancash, 2019. 2019.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/41773>

Read, John y Whiteoak, David. *The Shell Bitumen Handbook*. Londres : Thomas Telford, 2003

ROJAS, R. Mejoramiento de la subrasante incorporando caucho granular reciclado

en la Avenida Bonavista, Carabayllo, Lima-2019. Repositorio Institucional-UCV, 2019.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48824>

Sergio, Blanco. Utilización de granulo de caucho pulverizado proveniente de llantas usadas como solución para reforzar los suelos blandos de subrasante en la sabana de Bogotá. 2020. Colombia

<http://repositorio.uan.edu.co:8080/bitstream/123456789/2256/1/2020SergioAndresAlvarezCastelblanco.pdf>

SANCHEZ, Kattia; ENEQUE, Becerra; MUÑOZ, Sócrates. Uso De Estabilizadores Para Suelos Arcillosos. Una Revisión Literaria. *Suelos Ecuatoriales*, 2020, vol. 50, no 1, p. 54-69.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7831536>

SORNOZA-TITUANO, Jacque Alejandro, et al. Materiales alternativos empleados en la construcción de viviendas en Ecuador: una revisión. *Polo del Conocimiento*, 2022, Ecuador vol. 7, no 4, p. 1072-1097.

<https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3875/8987>

TEJA, Swarna; SIDDHARTHA, Paleru. Stabilization of subgrade soil of highway pavement using waste tyre pieces. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 2015, no 4, p. 3265-3272.

<https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=7c0000978b4571b3400ea1c100d84c839f653418>

The Role of FHWA Programs in Livability: State of the Practice Summary". Federal Highway Administration. Retrieved 16 April 2012

TORRES, Pilar Mariela Flores, et al. Uso de Grano de Caucho Reciclado para mejorar la resistencia y durabilidad en pavimentos: una revisión literaria. INVESTIGATIO, 2022, no 18.

<https://revistas.uees.edu.ec/index.php/IRR/article/view/647/650>

Trade map. 2020

https://www.trademap.org/Country_SelProduct_TS.aspx?nvpm=3%7c%7c%7c%7c%7c40%7c%7c%7c2%7c1%7c1%7c2%7c2%7c1%7c2%7c1%7c%7c1

UBIDIA PINEDO, Lucia Esther. Diseño de pavimento flexible con la utilización de polvo de caucho reciclado para minimizar la generación de fisuras del Jr. Jorge Chávez cdra. 01-09 Ciudad de Tarapoto San Martín. 2019.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31570>

URREGO, William, et al. Revisión-Efecto del sistema de vulcanización en la red entrecruzada y en la reacción química de vulcanización del caucho natural. Revista EIA, 2017, vol. 14, no 28, p. 99-115.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S179412372017000200099&script=sci_arte xt

VALVERDE ORE, Luis David. Mejoramiento de la subrasante con la incorporación del caucho en polvo en la Av. Tantamayo cuadra 5, San Martín de Porres-Lima, 2020". 2020.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64253>

Vásquez, Varela; García, Orozco. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, 2020.

versión impresa ISSN 0120-6230 versión On-line ISSN 2422-2844

<http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n98/2422-2844-rfiua-98-10.pdf>

WIKIPEDIA, EN LINEA https://en.wikipedia.org/wiki/Geometric_design_of_roads

Zapata Ramirez et al., 2016 supplementary

https://www.researchgate.net/publication/302967746_Zapata_Ramirez_et_al_2016_supplementary

ZUTTING, Deepti V.; NAKTODE, P. L. Soil stabilization by using scrap tire rubber. *International Journal of Engineering Research And*, 2020, vol. 9.

<https://www.academia.edu/download/64119719/soil-stabilization-by-using-scrap-tire-rubber-IJERTV9IS060592.pdf>.

ANEXOS

ANEXO 1: Matriz de consistencia

Tabla 34: Matriz de Consistencia.

“ MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA - LIMA 2023”							
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGIA
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variable Independiente: Caucho granulado reciclado	Granulometría	Análisis granulométrico. Límite líquido y límite plástico	Fichas, formatos y normas vigentes	Tipo de investigación: Aplicada. Nivel de investigación: Explicativo. Diseño de investigación: Experimental.
¿Cómo incide el caucho granular reciclado en la estabilización de la subrasante en la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca – Lima, 2023?	Determinar cómo incide la aplicación del caucho granulado reciclado en la estabilización de la subrasante en la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca – Lima, 2023.	La aplicación del caucho granulado reciclado incide de manera relevante en la estabilización de la subrasante en la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca – Lima, 2023.					
Problemas Específicos	Objetivo Específicos	Hipótesis Específicos	Variable dependiente: Estabilización de la subrasante	Optimo contenido de humedad y máxima densidad seca.	Ensayo Proctor.		
¿De qué manera incide la aplicación del caucho granular reciclado en el ensayo de Proctor de la subrasante en la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca – Lima, 2023?	Determinar en qué medida incide el uso del caucho granulado reciclado en el ensayo de Proctor de la subrasante en la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca – Lima, 2023.	El uso del caucho reciclado incide de manera significativa en el ensayo de Proctor de la subrasante en la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca – Lima, 2023.					
¿En qué medida el caucho granulado reciclado incide en la resistencia (CBR) de la subrasante en la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca – Lima, 2023?	Determinar en qué medida incide la aplicación del caucho granular reciclado en la resistencia (CBR) de la subrasante en la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca – Lima, 2023.	La aplicación del caucho reciclado influye de manera significativa en la resistencia (CBR) de la subrasante en la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca – Lima, 2023.					
¿En qué medida los porcentajes 4%, 7% y 10% de caucho granulado reciclado incide en la estabilización de la subrasante en la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca – Lima, 2023?	Determinar en qué medida los porcentajes 4%, 7% y 10% de caucho granular reciclado incide en la estabilización de la subrasante en la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca – Lima, 2023.	Los porcentajes 4%, 7% y 10% de caucho granular influye de manera significativa en la subrasante de la Avenida Huáscar, San Antonio de Jicamarca – Lima, 2023.		Dosificación	Porcentaje de caucho granulado en 4%, 7% y 10%.		

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 2: Panel fotográfico de los ensayos de laboratorio

Calicata 1



La primera calicata se hizo con una profundidad de 1.50 metros como se ve en la figura en la progresiva 0+020 al inicio de la avenida Huascar de 2km de distancia.

Figura 14: Calicata 1 profundidad



Figura 15: Ubicación de calicata 1

Calicata 2

La segunda calicata se hizo con una profundidad de 1.60 metros como se ve en la figura en la progresiva 0+1030 en la zona central de la avenida Huascar de 2km de distancia.



Figura 16: Calicata 2



Figura 17: Calicata 3

Calicata 3

La tercera calicata se hizo con una profundidad de 1.60 metros como se ve en la figura en la progresiva 0+1850 en la zona final de la avenida Huascar de 2km de distancia.

Ensayos de laboratorio

Distribución de las muestras obtenidas de las calicatas para los ensayos de límite de Atterberg, ensayos de Proctor modificado y de CBR, además de los ensayos con el agregado.



Figura 18: Muestras de suelo de la calicata

Se procedió a alistar las mallas granulométricas para su posterior tamizado de las muestras de suelo para su posterior ensayo de plasticidad.



Figura 19: Malla para tamizado



Figura 20: Caucho granular reciclado



Figura 21: Calicata 1 Ensayo Proctor



Figura 22: CBR con martillo



Figura 23: Peso del CBR natural



Figura 24: Peso CBR con 4% de caucho

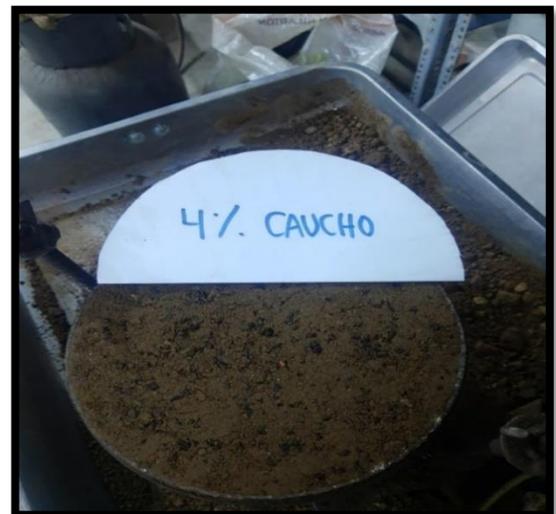


Figura 25: CBR con 4% de caucho



Figura 26: Peso CBR con 7% de caucho



Figura 27: CBR con 7% de caucho



Figura 28: Peso CBR con 10% de caucho

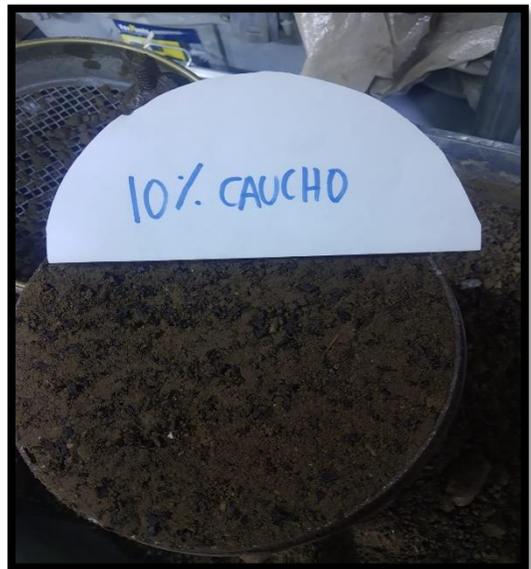


Figura 29: CBR con 10% de caucho

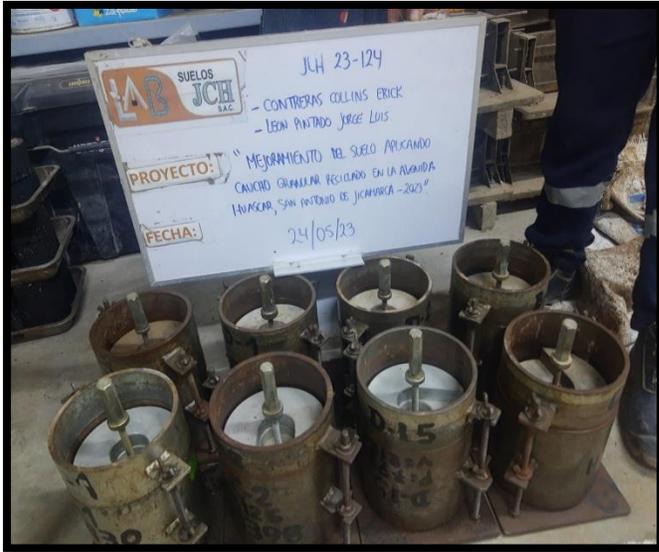


Figura 30: CBR expuesto a OCH y resistencia

ANEXO 3: Panel fotográfico del conteo vehicular



Figura 31: Conteo vehicular



Figura 32: Clasificación de vehículos

EMSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Calicata 1

Prueba N°	1	2	3	4
Masa del molde + Suelo compacto (g)	11222	11375	11539	11489
Masa del Molde (g)	6416	6416	6416	6416
Masa suelo compacto (g)	4806	4959	5123	5073
Volumen del Molde (cm ³)	2126.1	2126.1	2126.1	2126.1
Densidad Humeda (g/cm ³)	2.260	2.332	2.410	2.386
Densidad seca (g/cm ³)	2.186	2.208	2.240	2.183
Recipiente N°	1	2	3	4
Recipiente + suelo humedo (g)	678.9	852.2	635.7	613.3
Recipiente + suelo seco (g)	658.7	810.1	595.0	568.3
Masa del agua (g)	20.2	42.1	40.7	45.0
Masa de tara (g)	66.8	63.3	56.9	84.7
Masa suelo seco (g)	591.9	746.8	538.1	483.6
Contenido de humedad (%)	3.4	5.6	7.6	9.3

Calicata 2

Prueba N°	1	2	3	4
Masa del molde + Suelo compacto (g)	11269	11503	11589	11455
Masa del Molde (g)	6416	6416	6416	6416
Masa suelo compacto (g)	4853	5087	5173	5039
Volumen del Molde (cm ³)	2126.1	2126.1	2126.1	2126.1
Densidad Humeda (g/cm ³)	2.283	2.393	2.433	2.370
Densidad seca (g/cm ³)	2.174	2.239	2.235	2.136
Recipiente N°	1	2	3	4
Recipiente + suelo humedo (g)	356.6	267.1	626.7	426.6
Recipiente + suelo seco (g)	343.0	253.3	579.9	389.9
Masa del agua (g)	13.6	13.8	46.8	36.7
Masa de tara (g)	70.3	51.7	52.6	55.0

Masa suelo seco (g)	272.7	201.6	527.3	334.9
Contenido de humedad(%)	5.0	6.8	8.9	11.0

Calicata 3

Prueba N°	1	2	3	4
Masa del molde + Suelo compacto (g)	11165	11352	11528	11479
Masa del Molde (g)	6416	6416	6416	6416
Masa suelo compacto (g)	4749	4936	5112	5063
Volumen del Molde (cm3)	2126.1	2126.1	2126.1	2126.1
Densidad Humeda (g/cm3)	2.234	2.322	2.404	2.381
Densidad seca (g/cm3)	2.157	2.201	2.236	2.177
Recipiente N°	1	2	3	4
Recipiente + suelo humedo (g)	668.3	642.1	635.7	655.9
Recipiente + suelo seco (g)	647.4	611.7	596.5	605.0
Masa del agua (g)	20.9	30.4	39.2	50.9
Masa de tara (g)	61.4	55.2	74.8	63.9
Masa suelo seco (g)	586.0	556.5	521.7	541.1
Contenido de humedad(%)	3.6	5.5	7.5	9.4

DOSIFICACION DE 4% DE CAUCHO GRANULAR REICLCADO

Prueba N°	1	2	3	4
Masa del molde + Suelo compacto (g)	10759	10906	11150	11098
Masa del Molde (g)	6416	6416	6416	6416
Masa suelo compacto (g)	4343	4490	4734	4682
Volumen del Molde (cm3)	2126.1	2126.1	2126.1	2126.1
Densidad Humeda (g/cm3)	2.043	2.112	2.227	2.202
Densidad seca (g/cm3)	1.988	2.020	2.085	2.020
Recipiente N°	1	2	3	4
Recipiente + suelo humedo (g)	622.1	667.9	615.8	624.4
Recipiente + suelo seco (g)	607.0	641.1	579.6	578.2
Masa del agua (g)	15.1	26.8	36.2	46.2
Masa de tara (g)	55.1	53.6	47.5	65.9
Masa suelo seco (g)	551.9	587.5	532.1	512.3
Contenido de humedad(%)	2.7	4.6	6.8	9.0

DOSIFICACION DE 7% DE CAUCHO RECICLADO

Prueba N°	1	2	3	4
Masa del molde + Suelo compacto (g)	10723	10861	11004	10945
Masa del Molde (g)	6416	6416	6416	6416
Masa suelo compacto (g)	4307	4445	4588	4529
Volumen del Molde (cm3)	2126.1	2126.1	2126.1	2126.1
Densidad Humeda (g/cm3)	2.026	2.091	2.158	2.130
Densidad seca (g/cm3)	1.981	2.002	2.025	1.962
Recipiente N°	1	2	3	4
Recipiente + suelo humedo (g)	674.8	623.9	656.6	674.4
Recipiente + suelo seco (g)	661.1	600.0	620.3	626.8
Masa del agua (g)	13.7	23.9	36.3	47.6
Masa de tara (g)	55.9	62.3	65.6	70.1
Masa suelo seco (g)	605.2	537.7	554.7	556.7
Contenido de humedad(%)	2.3	4.4	6.5	8.6

DOSIFICACION DE 10% DE CAUCHO RECICLADO

Prueba N°	1	2	3	4
Masa del molde + Suelo compacto (g)	10601	10757	10876	10816
Masa del Molde (g)	6416	6416	6416	6416
Masa suelo compacto (g)	4185	4341	4460	4400
Volumen del Molde (cm3)	2126.1	2126.1	2126.1	2126.1
Densidad Humeda (g/cm3)	1.968	2.042	2.098	2.070
Densidad seca (g/cm3)	1.929	1.957	1.977	1.915
Recipiente N°	1	2	3	4
Recipiente + suelo humedo (g)	645.7	613.9	615.5	652.2
Recipiente + suelo seco (g)	634.0	590.5	583.2	608.3
Masa del agua (g)	11.7	23.4	32.3	43.9
Masa de tara (g)	63.2	47.9	56.6	65.3

Masa suelo seco (g)	570.8	542.6	526.6	543.0
Contenido de humedad(%)	2.0	4.3	6.1	8.1

ENSAYO DE CBR EN LA CALICATA 1

Nº molde	I		II		III	
Nº de golpes por capa	56		25		10	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (g)	11712	11736	11350	11395	11356	11444
Peso del Molde (g)	6597	6597	6420	6420	6600	6600
Peso suelo compacto (g)	5115	5139	4930	4975	4756	4844
Volumen del suelo (cm3)	2121	2121	2110	2110	2120	2120
Densidad Humeda (g/cm3)	2.411	2.422	2.336	2.357	2.244	2.285
Densidad seca (g/cm3)	2.241	2.239	2.171	2.168	2.085	2.084
Tara Nº	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (g)	597.4	615.2	582.7	621.5	636.3	647.8
Tara + suelo seco (g)	558.5	573.6	545.9	576.4	596.7	595.4
Peso del agua (g)	38.9	41.6	36.8	45.1	39.6	52.4
Peso de tara (g)	47.4	66.9	63.2	58.9	75.8	52.1
Peso suelo seco (g)	511.1	506.7	482.7	517.5	520.9	543.3
Contenido de humedad(%)	7.6	8.2	7.6	8.7	7.6	9.6

ENSAYO DE CBR EN LA CALICATA 2

Nº molde	I		II		III	
Nº de golpes por capa	56		25		10	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (g)	13553	13574	12176	12220	13200	13323
Peso del Molde (g)	8402	8402	7101	7101	8381	8381
Peso suelo compacto (g)	5151	5172	5075	5119	4819	4942
Volumen del suelo (cm3)	2126	2126	2152	2152	2118	2118

Densidad Humeda (g/cm3)	2.42 3	2.4 33	2.358	2.3 78	2.27 6	2.33 4
Densidad seca (g/cm3)	2.24 8	2.2 39	2.188	2.1 76	2.10 9	2.12 5
Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (g)	580.6	635.2	562.8	661.7	611.1	667.4
Tara + suelo seco (g)	542.7	590.6	526.3	610.7	570.0	613.3
Peso del agua (g)	37.9	44.6	36.5	51. 0	41.1	54.1
Peso de tara (g)	55.2	74.1	55.5	63.5	48.9	61.8
Peso suelo seco (g)	487. 5	516.5	470. 8	54 7.2	521. 1	551.5
Contenido de humedad(%)	7.8	8.6	7.8	9.3	7.9	9.8

ENSAYO DE CBR EN LA CALICATA 3

N° molde	I		II		III	
N° de golpes por capa	56		25		10	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (g)	12951	13011	12722	12785	12542	12652
Peso del Molde (g)	7796	7796	7741	7741	7744	7744
Peso suelo compacto (g)	5155	5215	4981	5044	4798	4908
Volumen del suelo (cm3)	2144	2144	2140	2140	2143	2143
Densidad Humeda (g/cm3)	2.405	2.433	2.328	2.357	2.239	2.291
Densidad seca (g/cm3)	2.237	2.252	2.166	2.172	2.083	2.098
Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (g)	600.6	615.5	642.1	641.9	631.6	657.3
Tara + suelo seco (g)	561.5	582.3	603.0	603.7	592.0	606.2
Peso del agua (g)	39.1	33.2	39.1	38. 2	39.6	51.1
Peso de tara (g)	42.3	169.6	78.7	155.2	65.3	48.9
Peso suelo seco (g)	519.2	412.7	524.3	448. .5	526.7	557.3
Contenido de humedad(%)	7.5	8.0	7.5	8.5	7.5	9.2

ANEXO 4: Resultado de los ensayos de laboratorio obtenidos

	FORMULARIO	Código : D-03
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 3
		Fecha : 24/03/23
		Página : 1-3

N° INFORME SOLICITANTE :	JCH 23-124 CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS		
PROYECTO :	MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023		
UBICACIÓN :	AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA		

Datos de la Muestra:			
Cantera :	-		
Calicata :	C-1		
Muestra :	M-1		
Prof. (m) :	0.00-1.50		
Cota (msnm) :	-		
Coordenadas :	-		
Fecha de Recepción :	19/05/2023		
Fecha de Ejecución :	22/05/2023		
Fecha de Emisión :	26/05/2023		

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 2433.1

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	75.000	--	--	100.0
2"	50.000	--	--	100.0
1 1/2"	37.500	--	--	100.0
1"	25.000	100.3	4.1	95.9
3/4"	19.000	107.3	4.4	91.5
3/8"	9.500	150.0	6.2	85.3
N° 4	4.750	260.1	10.7	74.6
N° 10	2.000	196.3	8.2	95.5
N° 20	0.850	280.2	11.5	54.9
N° 40	0.425	190.6	7.8	47.1
N° 60	0.250	194.3	8.0	39.1
N° 140	0.106	266.2	10.9	28.2
N° 200	0.075	60.1	2.5	25.7
-200.00		625.7	25.7	0.0

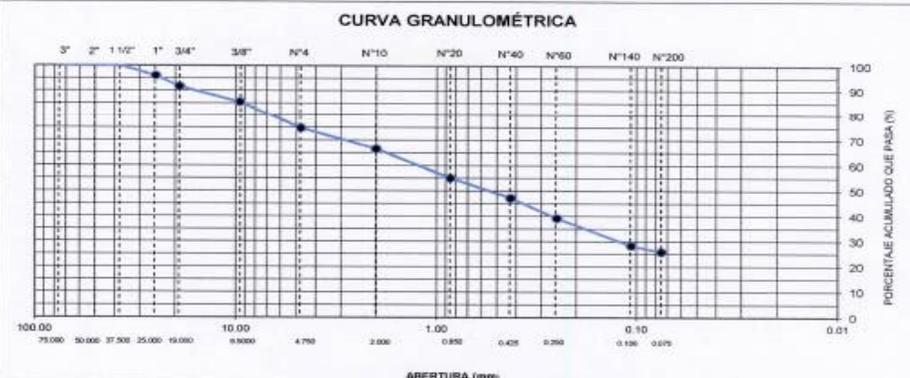
% Grava [N° 4 < f < 3"]	25.4
% Arena [N° 200 < f < N° 4]	48.9
% Finos [< N° 200]	25.7

LIMITES DE CONSISTENCIA	
Limite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Limite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	2.9

CLASIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	SM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-2-4(0)
Descripción de la muestra :	ARENA LIMOSA

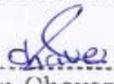
CURVA GRANULOMÉTRICA



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.

Realizado por : Téc. J.C.H.

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Copa Casagrande	ELC-003



Jean Chavez R.
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto





LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C. RUC 20802256872 Av. Proceres de la Independencia 2232 - S. J. L. - Lima - Perú
Email: cotizaciones1@labjch.com Telf: 976331840 - (01)2965381 Web: www.labjch.com

	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 3
		Fecha : 24/03/23
		Página : 2-3

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216, MTC E 108**

N° INFORME : JCH 23-124
 SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023
 UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera	: -	Fecha de Recepción	: 19/05/2023
Calicata	: C-1	Fecha de Ejecución	: 22/05/2023
Muestra	: M-1	Fecha de Emisión	: 26/05/2023
Prof. (m)	: 0.00-1.50		
Cota (msnm)	: -		
Coordenadas	: -		

Recipiente N°	1	2
Masa de suelo humedo + recipiente g	844.1	741.1
Masa de suelo seco + recipiente g	824.6	726.3
Masa de recipiente g	150.1	210.6
Masa de agua g	19.5	14.8
Masa de suelo seco g	674.5	515.7
Contenido de agua %	2.9	2.9
Contenido de Humedad (%)	2.9	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
 Realizado por : Tec. J.CH.

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Horno	HOR-002




Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto





FORMULARIO	Código : D-04
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 3
	Fecha : 24/03/23
	Página : 3-3

**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

N° INFORME : JCH 23-124
SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023
UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA

Datos de la Muestra

Cantera	: -	Fecha de Recepción	: 19/05/2023
Calicata	: C-1	Fecha de Ejecución	: 22/05/2023
Muestra	: M-1	Fecha de Emisión	: 26/05/2023
Prof. (m)	: 0.00-1.50		
Cota (msnm)	: -		
Coordenadas	: -		

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO N°		
NÚMERO DE GOLPES		
MASA DE RECIPIENTE (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		
MASA DE AGUA (g)		
MASA DE SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
 Realizado por : Téc. J.CH.

Equipos	Código
Copa Casagrande	ELC-003
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Vidrio esmerilado	---



JCH
Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto





FORMULARIO

Código : D-03
 Revisión : 3
 Fecha : 24/03/23
 Página : 1-3

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

N° INFORME : JCH 23-124
 SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023
 UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA

Datos de la Muestra:

Cantera : -
 Calicata : C-2
 Muestra : M-1
 Prof. (m) : 0.00-1.50
 Cota (msnm) : -
 Coordenadas : -
 Fecha de Recepción : 19/05/2023
 Fecha de Ejecución : 22/05/2023
 Fecha de Emisión : 26/05/2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 2378.3

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	75.000	--	--	100.0
2"	50.000	--	--	100.0
1 1/2"	37.500	--	--	100.0
1"	25.000	125.2	5.3	94.7
3/4"	19.000	61.2	2.6	92.2
3/8"	9.500	291.2	12.2	79.9
N° 4	4.750	193.1	8.1	71.8
N° 10	2.000	259.1	10.9	60.9
N° 20	0.850	208.3	8.8	52.1
N° 40	0.425	175.4	7.4	44.8
N° 60	0.250	145.3	6.1	38.7
N° 140	0.106	216.7	9.1	29.8
N° 200	0.075	63.4	2.7	26.9
-200.00		639.4	26.9	0.0

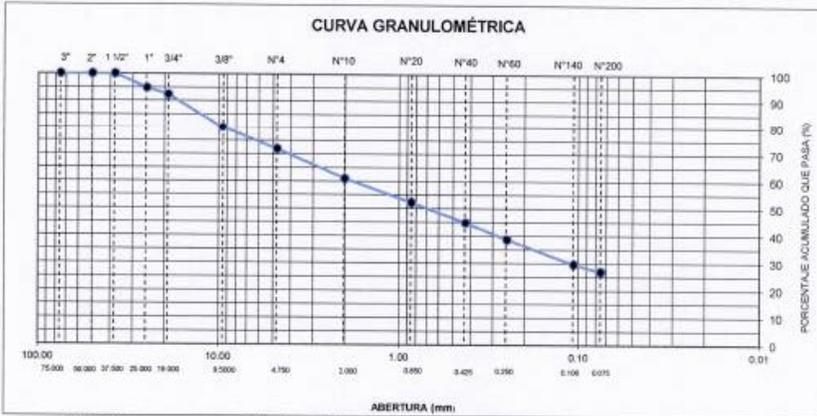
% Grava [N° 4 < 1 < 3"]	28.2
% Arena [N° 200 < 1 < N° 4]	44.9
% Finos [< N° 200]	26.9

LIMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	3.1

CLASIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	SM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-2-4(0)

Descripción de la muestra :	ARENA LIMOSA
-----------------------------	--------------



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
 Realizado por : Téc. J. CH.

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Copa Casagrande	ELC-003

chavez
Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 3
		Fecha : 24/03/23
		Página : 2-3

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216, MTC E 108**

N° INFORME : JCH 23-124
 SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023
 UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera	: -	Fecha de Recepción	: 19/05/2023
Calicata	: C-2	Fecha de Ejecución	: 22/05/2023
Muestra	: M-1	Fecha de Emisión	: 26/05/2023
Prof. (m)	: 0.00-1.50		
Cota (msnm)	: -		
Coordenadas	: -		

Recipiente N°	1	2
Masa de suelo humedo + recipiente g	752.2	766.6
Masa de suelo seco + recipiente g	735.2	748.4
Masa de recipiente g	162.4	170.5
Masa de agua g	17.0	18.2
Masa de suelo seco g	572.6	577.9
Contenido de agua %	3.0	3.1
Contenido de Humedad (%)	3.1	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
 Realizado por : Tec. J.CH.

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Horno	HOR-002



chavez
Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU
Javier Francisco Ulloa Clavijo
**JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO**
 N° Reg. CIP: 193687

	FORMULARIO	Código : D-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 3
		Fecha : 24/03/23
		Página : 3-3

**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

N° INFORME : JCH 23-124
SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023
UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA

Datos de la Muestra

Cantera : -
Calicata : C-2
Muestra : M-1
Prof. (m) : 0.00-1.50
Cota (msnm) : -
Coordenadas : -
Fecha de Recepción : 19/05/2023
Fecha de Ejecución : 22/05/2023
Fecha de Emisión : 26/05/2023

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO N°		
NÚMERO DE GOLPES		
MASA DE RECIPIENTE (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		
MASA DE AGUA (g)		
MASA DE SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Realizado por : Téc. J.CH.

Equipos	Código
Copa Casagrande	ELC-003
Balanza	DAL-002
Horno	HOR-002
Vidrio esmeritado	



chavez
Jean Chavez R.
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto



COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU
Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
N° Reg. CIP: 193087

	FORMULARIO	Código : D-03
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 3
		Fecha : 24/03/23
		Página : 1-3

N° INFORME : JCH 23-124
 SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023
 UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA

Datos de la Muestra:
 Cantera : -
 Calicata : C-3
 Muestra : M-1
 Prof. (m) : 0.00-1.50
 Cota (msnm) : -
 Coordenadas : -
 Fecha de Recepción : 19/05/2023
 Fecha de Ejecución : 22/05/2023
 Fecha de Emisión : 26/05/2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 2487.5

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	75.000	--	--	100.0
2"	50.000	--	--	100.0
1 1/2"	37.500	--	--	100.0
1"	25.000	--	--	100.0
3/4"	19.000	194.3	7.8	92.2
3/8"	9.500	205.2	8.2	83.9
N° 4	4.750	279.3	11.2	72.7
N° 10	2.000	216.2	8.7	64.0
N° 20	0.850	187.6	7.5	56.5
N° 40	0.425	330.1	13.3	43.2
N° 60	0.250	160.0	6.4	36.8
N° 140	0.106	222.1	8.9	27.8
N° 200	0.075	36.3	4.0	23.9
-200.00		594.4	23.9	0.0

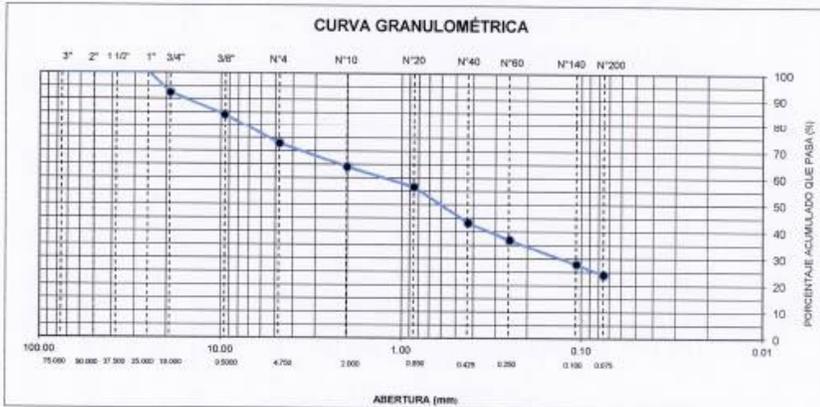
% Grava [N° 4 < f < 3"]	27.3
% Arena [N° 200 < f < N° 4]	48.8
% Finos [< N° 200]	23.9

LIMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	--
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	2.7

CLASIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	SM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-2-4(0)

Descripción de la muestra : ARENA LIMOSA



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
 Realizado por : Téc. J.CH.

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Copa Casagrande	ELC-003

Jean Chavez R.
Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto





FORMULARIO
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO

Código : U-01
Revisión : 3
Fecha : 24/03/23
Página : 2-3

**ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D2216, MTC E 108**

Nº INFORME : JCH 23-124
SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023
UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera :
Calicata : C-3
Muestra : M-1
Prof. (m) : 0.00-1.50
Cota (msnm) : +
Coordenadas : +
Fecha de Recepción : 19/05/2023
Fecha de Ejecución : 22/05/2023
Fecha de Emisión : 26/05/2023

Recipiente Nº	1	2
Masa de suelo humedo + recipiente g	516.6	741.1
Masa de suelo seco + recipiente g	506.5	726.3
Masa de recipiente g	137.6	184.0
Masa de agua g	10.1	14.8
Masa de suelo seco g	368.9	542.3
Contenido de agua %	2.7	2.7
Contenido de Humedad (%)	2.7	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Realizado por : Tec. J.CH.

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Horno	HOR-002



chavez
Jean Chavez R.
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto



Javier Francisco Ulloa Clavijo
**JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO**
Nº Reg. CIP: 193897

	FORMULARIO	Código : D-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 3 Fecha : 24/03/23 Página : 3-3

**ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA
ASTM D4318, MTC E 110 - E 111**

N° INFORME : JCH 23-124
SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023
UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA

Datos de la Muestra

Cantera : -
Calicata : C-3
Muestra : M-1
Prof. (m) : 0.00-1.50
Cota (msnm) : -
Coordenadas : -
Fecha de Recepción : 19/05/2023
Fecha de Ejecución : 22/05/2023
Fecha de Emisión : 26/05/2023

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO N°		
NÚMERO DE GOLPES		
MASA DE RECIPIENTE (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO HÚMEDO (g)		
MASA DE RECIPIENTE + SUELO SECO (g)		
MASA DE AGUA (g)		
MASA DE SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pesante de la malla N°40

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Realizado por : Téc. J.CH.

Equipos	Código
Copa Casagrande	ELC-003
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002
Vidrio esmerilado	



J. Chavez R.
Jean Chavez R.
Téc. Suelos, Asfalto y Concreto





FORMULARIO

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Código : D-19
 Revisión : 2
 Fecha : 01/03/23
 Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
 NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 23-124
 SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
 ENTIDAD : -
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023".
 UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA
 FECHA : MAYO DEL 2023
 Fecha de Recepción : 17/05/23
 Fecha de Ejecución : 24/05/23

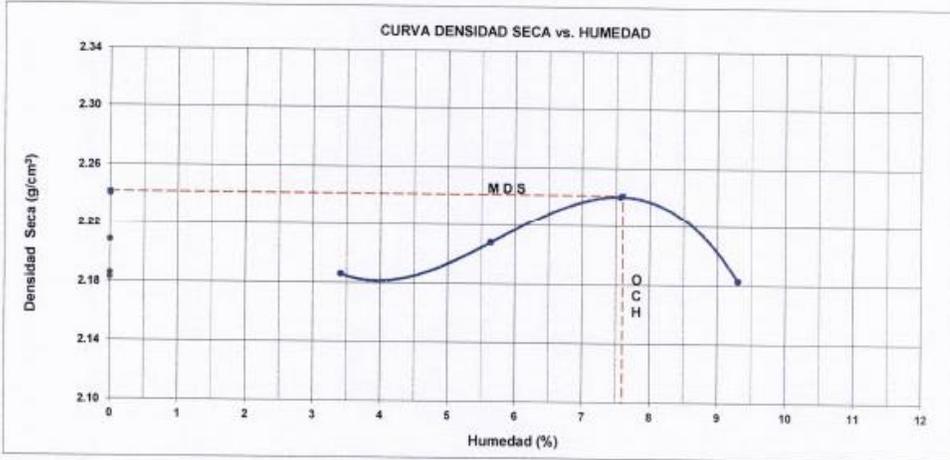
Cantera : - Cota (msnm) : -
 Calicata : C-1 Coordenadas : -
 Muestra : M-1
 Prof.(m) : 0.00-1.50
 Clasificación SUCS : SM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

Peso específico : -
 Metodo : C COMPACTACIÓN

Prueba N°	1	2	3	4
Masa del molde + Suelo compacto (g)	11222	11375	11539	11489
Masa del Molde (g)	6416	6416	6416	6416
Masa suelo compacto (g)	4806	4959	5123	5073
Volumen del Molde (cm ³)	2126.1	2126.1	2126.1	2126.1
Densidad Humeda (g/cm ³)	2.260	2.332	2.410	2.386
Densidad seca (g/cm ³)	2.166	2.208	2.240	2.183

Recipiente N°	1	2	3	4
Recipiente + suelo humedo (g)	678.9	852.2	635.7	613.3
Recipiente + suelo seco (g)	658.7	810.1	595.0	568.3
Masa de agua (g)	20.2	42.1	40.7	45.0
Masa suelo seco (g)	66.8	63.3	66.9	64.7
Contenido de humedad(%)	3.4	5.6	7.6	9.3

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.241
 Óptimo Contenido Humedad (%) : 7.6



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002



J. Chavez
 Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU
Javier Francisco Ulloa Clavijo
 JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 N° Reg. CIP. 100067



FORMULARIO	Código : D-20
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 2
	Fecha : 01/03/23
	Página : 2 de 3

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339 145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 23-124
 SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
 ENTIDAD : -
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023".
 UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA
 FECHA : MAYO DFI, 2023

Fecha de Recepción : 17/05/23
 Fecha de Ejecución : 24/05/23

Cantera : - Cota (msnm) : -
 Calicata : C-1 Coordenadas : -
 Muestra : M-1
 Prof.(m) : 0.00-1.50
 Clasificación SUCS : SM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
 MDS (gr/cm3) : 2.241
 OCH (%) : 7.6

COMPACTACIÓN

N° molde	I		II		III	
	56		25		10	
N° de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso del molde + Suelo compacto (g)	11712	11736	11350	11395	11356	11444
Peso del Molde (g)	6597	6597	6420	6420	6600	6600
Peso suelo compacto (g)	5115	5139	4930	4975	4756	4844
Volumen del suelo (cm3)	2121	2121	2110	2110	2120	2120
Densidad Humeda (g/cm3)	2.411	2.422	2.336	2.357	2.244	2.285
Densidad seca (g/cm3)	2.241	2.239	2.171	2.168	2.085	2.084

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (g)	597.4	615.2	592.7	621.5	636.3	647.8
Tara + suelo seco (g)	558.6	573.6	545.9	576.4	596.7	606.4
Peso del agua (g)	38.9	41.6	36.8	45.1	39.6	52.4
Peso de tara (g)	47.4	66.9	63.2	58.9	75.8	52.1
Peso suelo seco (g)	511.1	506.7	482.7	517.5	520.9	543.3
Contenido de humedad(%)	7.6	8.2	7.6	8.7	7.6	9.6

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
24/05/2023	0	8:06:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
25/05/2023	24	8:07:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
26/05/2023	48	8:05:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
27/05/2023	72	8:06:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
28/05/2023	96	8:04:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE CARGA Lb/pulg2	I		II		MOLDE CARGA Lb/pulg2	III	
			CORRECCIÓN		CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)	Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0.000		0				0			
0.025		49.9				38.4			
0.050		116.9				90.1			
0.075		208.5				160.6			
0.100	1000	321.8	417.7	41.8	247.9	321.7	32.2	173.4	225.0 22.5
0.125		442.4				340.8			
0.150		549.4				423.2			
0.175		658.2				507.0			
0.200	1500	752.4	832.0	55.5	579.6	635.0	42.3	405.3	445.0 29.7
0.300		1130.5				870.8			
0.400		1523.0				1173.2			
0.500		1833.1				1412.0			

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.
 Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.
 Realizado por Tec. J.Ch

Equipo usados	Codigo
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HDR-002
Prensa CBR	SPE-002



chavez
Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
 N° Reg. CIP: 193667

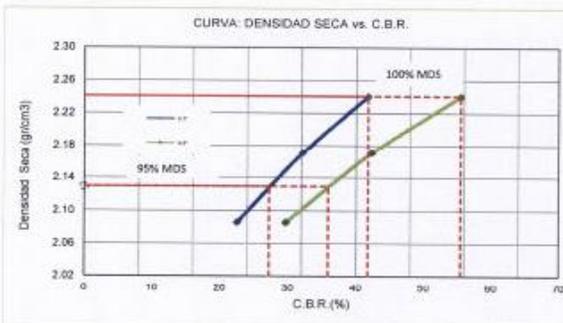
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.146 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 23-124
SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
ENTIDAD :
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023"

Fecha de Recepción : 17/05/23
Fecha de Ejecución : 24/05/23

UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA
FECHA : MAYO DEL 2023

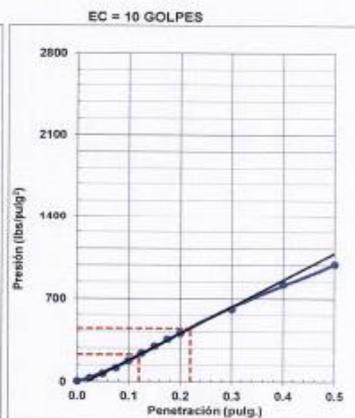
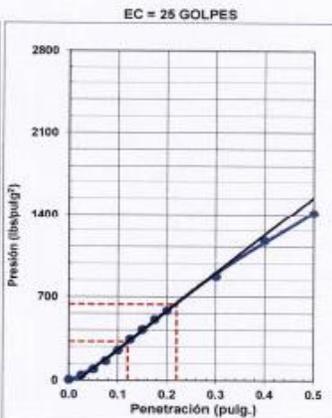
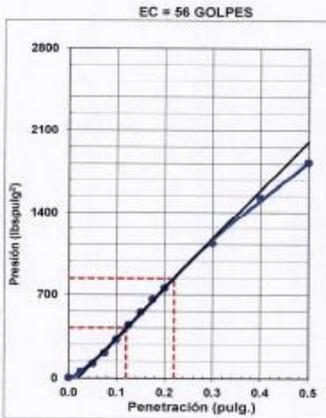
Cantera : - Cota (msnm) : -
Calicata : C-1 Coordenadas : -
Muestra : M-1
Prof.(m) : 0.00-1.50
Clasificación SUCS : SM
Clasificación AASHTO : A-2-4(0)



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.241
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.6
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.129

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	41.8	0.2"	55.5
C.D.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	27.2	0.2"	35.9

RESULTADOS:
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 41.8
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 27.2
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 55.5
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 35.9



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Equipo usados	Codigo
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002
Prensa CBR	SPE-002



chavez
Jean Chavez R.
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU
Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVILLO
N° Reg. CIP: 193687

	FORMULARIO	Código : 0-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 2
		Fecha : 01/03/23
		Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 23-124
 SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
 ENTIDAD :
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023".
 UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA
 FECHA : MAYO DEL 2023

Fecha de Recepción : 17/05/23
 Fecha de Ejecución : 24/05/23

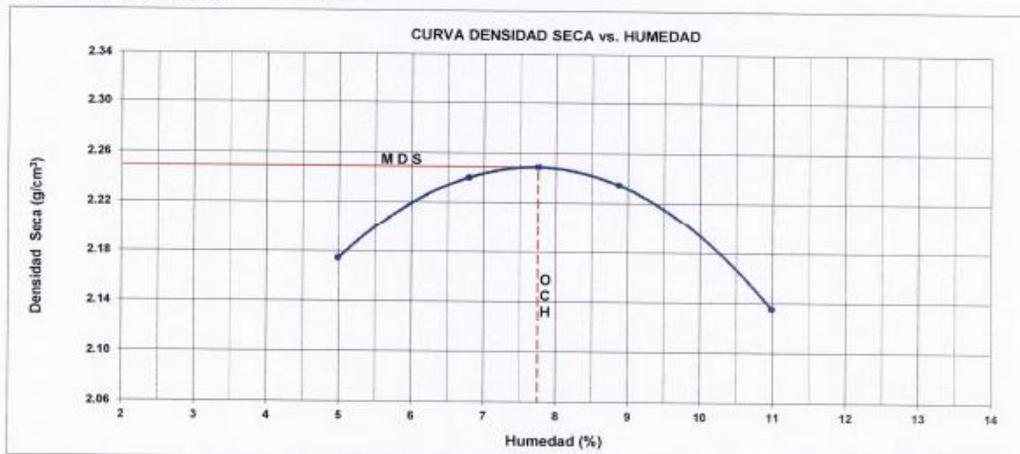
Cantera : - Cota (msnm) : -
 Calicata : C-2 Coordenadas : -
 Muestra : M-1
 Prof.(m) : 0.00-1.50
 Clasificación SUCS : SM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

Peso específico : -
 Metodo : C

COMPACTACIÓN				
Prueba N°	1	2	3	4
Masa del molde + Suelo compacto (g)	11269	11503	11589	11455
Masa del Molde (g)	6416	6416	6416	6416
Masa suelo compacto (g)	4853	5087	5173	5039
Volumen del Molde (cm ³)	2126.1	2126.1	2126.1	2126.1
Densidad Humeda (g/cm ³)	2.283	2.393	2.433	2.370
Densidad seca (g/cm ³)	2.174	2.240	2.235	2.135

HUMEDAD				
Recipiente N°	1	2	3	4
Recipiente + suelo humedo (g)	678.9	652.2	626.7	616.6
Recipiente + suelo seco (g)	650.0	614.0	579.9	561.0
Masa del agua (g)	28.9	38.2	46.8	55.6
Masa de tara (g)	70.3	51.7	52.6	56.0
Masa suelo seco (g)	579.7	562.3	527.3	506.0
Contenido de humedad(%)	5.0	6.8	8.9	11.0

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.249
 Óptimo Contenido Humedad (%) : 7.8



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002



chavez
Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU
Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO
 ULLOA CLAVIJO
 N° Reg. CIP: 193687



FORMULARIO
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Código : D-20
Revisión : 2
Fecha : 01/03/23
Página : 2 de 3

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D.1893

N° INFORME : JCH 23-124
SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
ENTIDAD :
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023".
UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA
FECHA : MAYO DEL 2023

Cantera : - Cota (mnm) : -
Calicata : C-2 Coordenadas : -
Muestra : M-1
Prof.(m) : 0.00-1.50
Clasificación SUCS : SM
Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
MDS (gr/cm3) : 2.249
OCH (%) : 7.8

COMPACTACIÓN

N° molde N° de golpes por capa	I 56		II 25		III 10	
	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Condición de la muestra						
Peso del molde + Suelo compacto (g)	13554	13574	12176	12220	13200	13323
Peso del Molde (g)	8402	8402	7101	7101	8381	8381
Peso suelo compacto (g)	5152	5172	5075	5119	4819	4942
Volumen del suelo (cm3)	2126	2126	2152	2152	2116	2116
Densidad Humeda (g/cm3)	2.423	2.433	2.358	2.378	2.276	2.334
Densidad seca (g/cm3)	2.249	2.239	2.188	2.176	2.109	2.125

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (g)	580.8	635.2	562.8	661.7	611.1	667.4
Tara + suelo seco (g)	542.7	590.6	526.3	610.7	570.0	613.3
Peso del agua (g)	37.9	44.6	36.5	51.0	41.1	54.1
Peso de tara (g)	99.2	74.1	56.5	63.5	48.9	61.8
Peso suelo seco (g)	487.5	516.5	470.8	547.2	521.1	551.5
Contenido de humedad(%)	7.8	8.6	7.8	9.3	7.9	9.8

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
24/05/2023	0	8:06:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
25/05/2023	24	8:07:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
26/05/2023	48	8:05:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
27/05/2023	72	8:06:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
28/05/2023	96	8:04:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE CARGA Lb/pulg2	I		II		MOLDE CARGA Lb/pulg2	III	
			CORRECCIÓN Lb pulg2	CBR (%)	CORRECCIÓN Lb pulg2	CRR (%)		CORRECCIÓN Lb pulg2	CBR (%)
0.000		0				0			
0.025		52.6			41.6		29.1		
0.050		123.3			97.7		68.3		
0.075		219.8			174.1		121.8		
0.100	1000	339.2	440.3	44.0	268.8	348.8	34.9	188.0	243.9 24.4
0.125		466.3			369.5		258.4		
0.150		579.1			458.8		320.8		
0.175		693.8			549.7		384.4		
0.200	1500	793.2	870.0	58.0	628.4	696.0	46.3	439.4	485.0 32.3
0.300		1191.7			944.1		650.2		
0.400		1605.4			1272.0		889.5		
0.500		1932.3			1530.9		1070.6		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.
Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.
Realizado por Tec. J.Ch

Equipo usados	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002
Prensa CBR	SPE-002



chavez
Jean Chavez R.
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU
Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
N° Reg. CIP: 193867



FORMULARIO

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

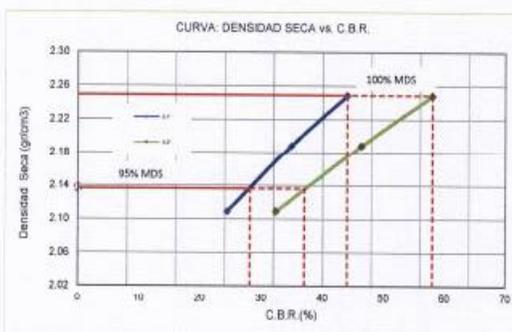
Código : D-20
 Revisión : 2
 Fecha : 01/03/23
 Página : 3 de 3

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
 NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 23-124
 SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
 ENTIDAD : -
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023".
 Fecha de Recepción : 17/05/23
 Fecha de Ejecución : 24/05/23

UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA
 FECHA : MAYO DEL 2023

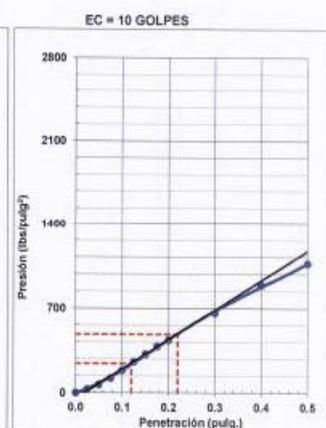
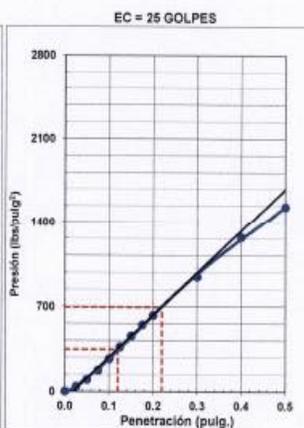
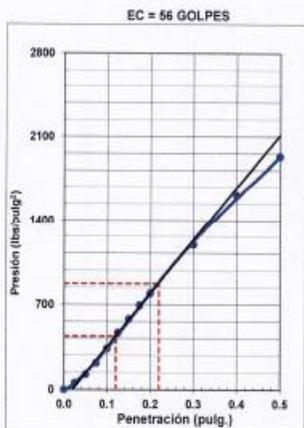
Cantera : - Cota (msnm) : - Clasificación SUCS : SM
 Calicata : C-2 Coordenadas : - Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
 Muestra : M-1
 Prof.(m) : 0.00-1.50



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.249
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.8
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2.137

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	44.0	0.2"	58.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	28.1	0.2"	37.0

RESULTADOS:
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 44.0
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 28.1
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 58.0
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 37.0



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Equipo usados	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002
Prensa CBR	SPE-002



chavez
 Jean Chavez R.
 Ing. Suelos, Asfalto y Concreto





FORMULARIO
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Código : D-19
Revisión : 2
Fecha : 01/03/23
Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 23-124
SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
ENTIDAD :
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023".
UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA
FECHA : MAYO DEL 2023

Fecha de Recepción : 17/05/23
Fecha de Ejecución : 24/05/23

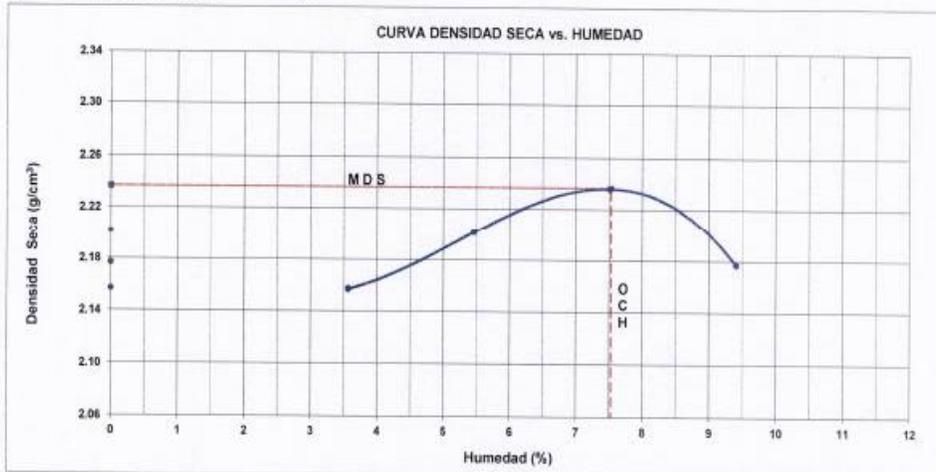
Cantera : - Cota (msnm) : -
Calicata : C-3 Coordenadas : -
Muestra : M-1
Prof.(m) : 0.00-1.50
Clasificación SUCS : SM
Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

Peso específico : -
Método : C **COMPACTACIÓN**

Prueba N°	1	2	3	4
Massa del molde + Suelo compacto (g)	11165	11352	11528	11479
Massa del Molde (g)	6416	6416	6416	6416
Massa suelo compacto (g)	4749	4936	5112	5063
Volumen del Molde (cm ³)	2126.1	2126.1	2126.1	2126.1
Densidad Humeda (g/cm ³)	2.234	2.322	2.404	2.381
Densidad seca (g/cm ³)	2.157	2.201	2.236	2.177

Recipiente N°	1	2	3	4
Recipiente + suelo humedo (g)	668.3	642.1	635.7	655.9
Recipiente + suelo seco (g)	647.4	611.7	596.5	605.0
Massa del agua (g)	20.9	30.4	39.2	50.9
Massa de tara (g)	61.4	55.2	74.8	63.9
Massa suelo seco (g)	586.0	556.5	521.7	541.1
Contenido de humedad(%)	3.6	5.5	7.5	9.4

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.237
Óptimo Contenido Humedad (%) : 7.5



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002



chavez
Jean Chavez R.
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
JULIO A. CLAVIJO
N° Reg. CIP: 193867



FORMULARIO		Código : D-20
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS		Revisión : 2
		Fecha : 01/03/23
		Página : 2 de 3

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 23-124
 SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
 ENTIDAD :
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023".
 UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA
 FECHA : MAYO DEL 2023

Fecha de Recepción : 17/05/23
 Fecha de Ejecución : 24/05/23

Cantera : - Cota (msnm) : -
 Calicata : C-3 Coordenadas : -
 Muestra : M-1
 Prof.(m) : 0.00-1.50

Clasificación SUCS : SM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

MDS (gr/cm³) : 2.237
 OCH (%) : 7.5

COMPACTACIÓN

N° molde	I		II		III	
	56		25		10	
N° de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso del molde + Suelo compacto (g)	12951	13011	12722	12785	12542	12652
Peso del Molde (g)	7796	7796	7741	7741	7744	7744
Peso suelo compacto (g)	5155	5215	4981	5044	4798	4908
Volumen del suelo (cm ³)	2144	2144	2140	2140	2143	2143
Densidad Humeda (g/cm ³)	2.405	2.433	2.328	2.357	2.239	2.291
Densidad seca (g/cm ³)	2.237	2.252	2.166	2.172	2.083	2.098

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (g)	600.6	615.5	642.1	641.9	631.6	657.3
Tara + suelo seco (g)	561.6	582.3	603.0	603.7	592.0	606.2
Peso del agua (g)	39.1	33.2	39.1	38.2	39.6	51.1
Peso de tara (g)	42.3	169.6	78.7	155.2	65.3	48.9
Peso suelo seco (g)	519.2	412.7	524.3	448.5	526.7	557.3
Contenido de humedad(%)	7.5	8.0	7.5	8.5	7.5	9.2

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
24/05/2023	0	8:06:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
25/05/2023	24	8:07:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
26/05/2023	48	8:05:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
27/05/2023	72	8:06:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
28/05/2023	96	8:04:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg ²	MOLDE CARGA Lb/pulg ²	I		II		MOLDE CARGA Lb/pulg ²	III	
			CORRECCIÓN		CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg ²	CBR (%)	Lb pulg ²	CBR (%)		Lb pulg ²	CBR (%)
0.000		0				0			
0.025		50.5				28.0			
0.050		118.4				65.6			
0.075		211.0				116.9			
0.100	1000	325.7	422.7	42.3	258.0	334.9	33.5	180.4	234.2
0.125		447.7			354.7			248.0	
0.150		556.0			440.5			308.0	
0.175		666.1			527.7			369.0	
0.200	1500	781.5	840.0	56.0	603.3	670.0	44.7	421.9	465.0
0.300		1144.1			906.4			633.8	
0.400		1541.4			1221.1			853.9	
0.500		1855.2			1469.7			1027.7	

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.
 Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.
 Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usados	Codigo
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HORN-002
Prensa CBR	SPE-002



Chavez
Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



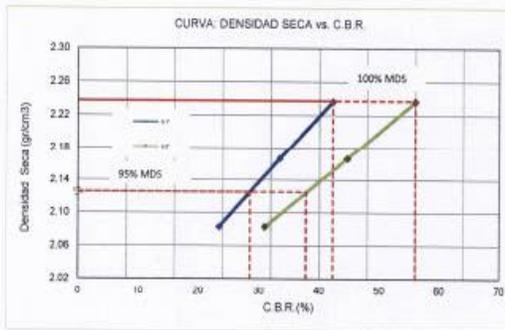
Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
 N° Reg. CIP: 193067

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 23-124
SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
ENTIDAD :
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023".
Fecha de Recepción : 17/05/23
Fecha de Ejecución : 24/05/23

UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA
FECHA : MAYO DEL 2023

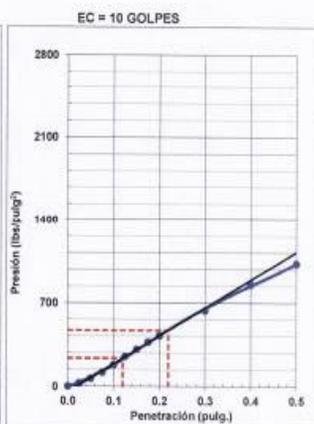
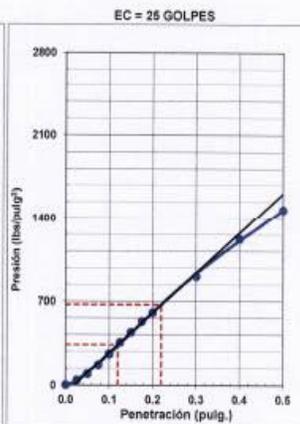
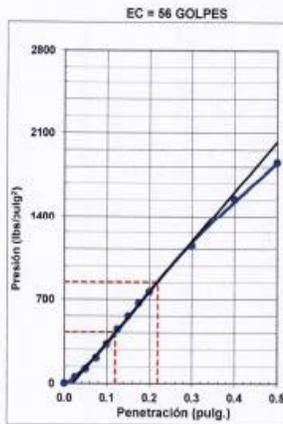
Cantera :
Calicata : C-3
Muestra : M-1
Prof.(m) : 0.00-1.50
Cota (msnm) :
Coordenadas :
Clasificación SUCS : SM
Clasificación AASHTO : A-2-4(0)



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.237
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.5
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.126

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	42.3	0.2"	56.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	28.5	0.2"	37.8

RESULTADOS:
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 42.3
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 28.5
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 56.0
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 37.8



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Equipo usados	Codigo
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002
Presna CBR	SPE-002



chaves
Jean Chavez R.
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU
Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
N° Reg. GIP: 190607

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D 1557

N° INFORME : JCH 23-124
SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
ENTIDAD : -
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023".
UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA
FECHA : MAYO DEL 2023

Fecha de Recepción : 17/05/23
Fecha de Ejecución : 24/05/23

Cantera : - Cota (msnm) : -
Calicata : C-2 Coordenadas : -
Muestra : NATURAL + 4% CAUCHO
Prof.(m) : 0.00-1.50

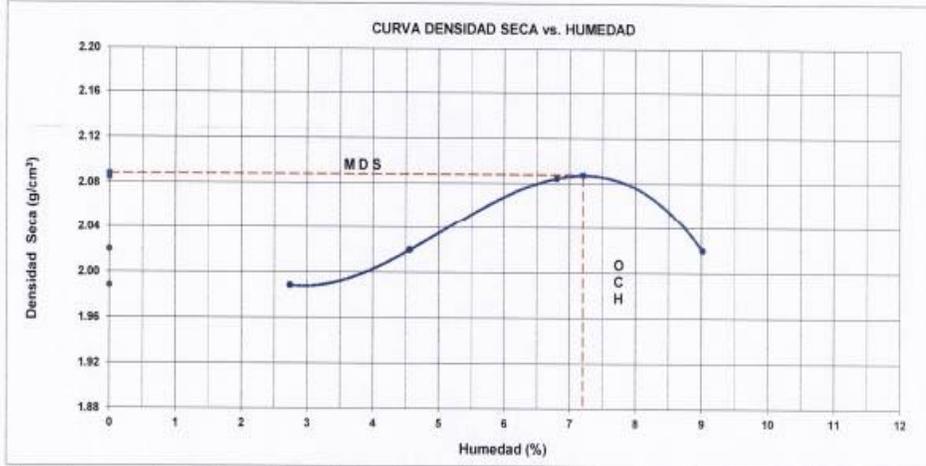
Clasificación SUCS : SM
Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

Peso específico : -
Metodo : C

COMPACTACIÓN				
Prueba N°	1	2	3	4
Masa del molde + Suelo compacto (g)	10759	10906	11150	11088
Masa del Molde (g)	6416	6416	6416	6416
Masa suelo compacto (g)	4343	4490	4734	4662
Volumen del Molde (cm ³)	2126.1	2126.1	2126.1	2126.1
Densidad Humeda (g/cm ³)	2.043	2.112	2.227	2.202
Densidad seca (g/cm ³)	1.988	2.020	2.085	2.020

HUMEDAD				
Recipiente N°	1	2	3	4
Recipiente + suelo humedo (g)	622.1	667.9	615.8	624.4
Recipiente + suelo seco (g)	607.0	641.1	579.6	578.2
Masa del agua (g)	15.1	26.8	36.2	46.2
Masa de tara (g)	55.1	53.6	47.5	65.9
Masa suelo seco (g)	551.9	587.5	532.1	512.3
Contenido de humedad(%)	2.7	4.6	6.8	9.0

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.088
Óptimo Contenido Humedad (%) : 7.2



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002



Chavez
Jean Chavez R.
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU
Javier Francisco Ulloa Glavijo
JAVIER FRANCISCO ULLOA GLAVIJO
N° Reg. CIP: 193887



FORMULARIO
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Código : D-20
Revisión : 2
Fecha : 01/03/23
Página : 2 de 3

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 23-124
SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
ENTIDAD :
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023".
UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA
FECHA : MAYO DEL 2023

Fecha de Recepción : 17/05/23
Fecha de Ejecución : 24/05/23

Cantera : - Cota (msnm) : - Clasificación SUCS : SM
Calicata : C-2 Coordenadas : - Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
Muestra : NATURAL + 4% CAUCHO
Prof.(m) : 0.00-1.50
MDS (gr/cm3) : 2.088
OCH (%) : 7.2

COMPACTACIÓN

N° molde N° de golpes por capa	I		II		III	
	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Condición de la muestra	11144	11220	11180	11328	11050	11256
Peso del molde + Suelo compacto (g)	6420	6420	6597	6597	6600	6600
Peso del Molde (g)	4724	4800	4583	4729	4450	4656
Peso suelo compacto (g)	2110	2110	2121	2121	2120	2120
Volumen del suelo (cm ³)	2.238	2.274	2.160	2.229	2.099	2.197
Densidad Humeda (g/cm ³)	2.088	2.111	2.014	2.060	1.958	2.021

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (g)	611.6	631.1	662.8	651.7	621.8	652.5
Tara + suelo seco (g)	573.6	590.6	621.5	606.9	583.9	606.3
Peso del agua (g)	38.0	40.5	41.3	44.8	37.9	46.2
Peso de tara (g)	47.4	65.6	52.3	60.1	58.9	74.7
Peso suelo seco (g)	526.2	525.0	569.2	546.8	525.0	531.6
Contenido de humedad(%)	7.2	7.7	7.3	8.2	7.2	8.7

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
24/05/2023	0	8:06:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
25/05/2023	24	8:07:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
26/05/2023	48	8:05:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
27/05/2023	72	8:06:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
28/05/2023	96	8:04:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg ²	MOLDE CARGA Lb/pulg ²	I		II		MOLDE CARGA Lb/pulg ²	III	
			CORRECCIÓN		CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb/pulg ²	CBR (%)	Lb/pulg ²	CRR (%)		Lb/pulg ²	CBR (%)
0.000		0				0			
0.025		41.1				36.7			
0.050		70.5				63.2			
0.075		113.1				95.5			
0.100	1000	170.4	238.0	23.8	119.0	153.3	15.3	68.1	95.2 9.5
0.125		233.5				160.1			
0.150		304.0				202.7			
0.175		359.8				245.3			
0.200	1500	415.6	480.0	32.0	282.0	310.0	20.7	166.3	200.0 13.3
0.300		643.3				428.9			
0.400		848.9				587.5			
0.500		1056.0				707.9			

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.
Se aplicó una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taró.

Realizado por Tec. J.Ch

Equipo usados	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HUM-002
Prensa CBR	SPE-002



Chavez
Jean Chavez R.
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



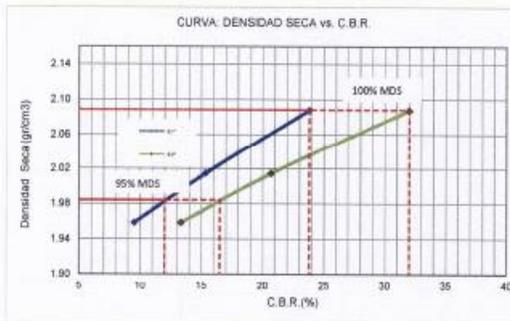
COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU
Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
N° Reg. CIP: 193887

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1683

N° INFORME : JCH 23-124
SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
ENTIDAD :
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023".
Fecha de Recepción : 17/05/23
Fecha de Ejecución : 24/05/23

UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA
FECHA : MAYO DEL 2023

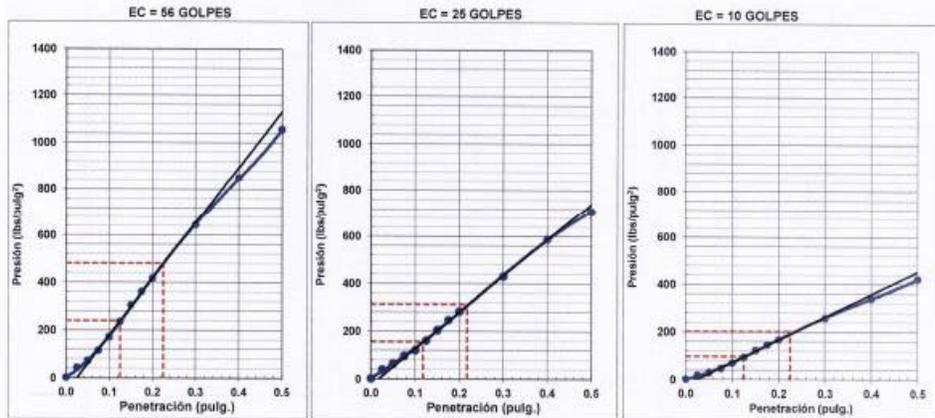
Cantera : - Cota (msnm) : +
Calicata : C-2 Coordenadas : - Clasificación SUCS : SM
Muestra : NATURAL + 4% CAUCHO Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
Prof.(m) : 0.00-1.50



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.088
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7.2
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.964

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	23.8	0.2"	32.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	12.0	0.2"	16.5

RESULTADOS:
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 23.8
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 12.0
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 32.0
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 16.5



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Equipo usados	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002
Presna CBR	SPE-002



Chavez
Jean Chavez R.
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU
Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
N° Reg. CIP: 193887



FORMULARIO

Código : 0-19
 Revisión : 2
 Fecha : 01/03/23
 Página : 1 de 3

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

PRÓCTOR MODIFICADO
 NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 23-124
 SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
 ENTIDAD : -
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023".
 UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA
 FECHA : MAYO DEL 2023

Fecha de Recepción : 17/05/23
 Fecha de Ejecución : 24/05/23

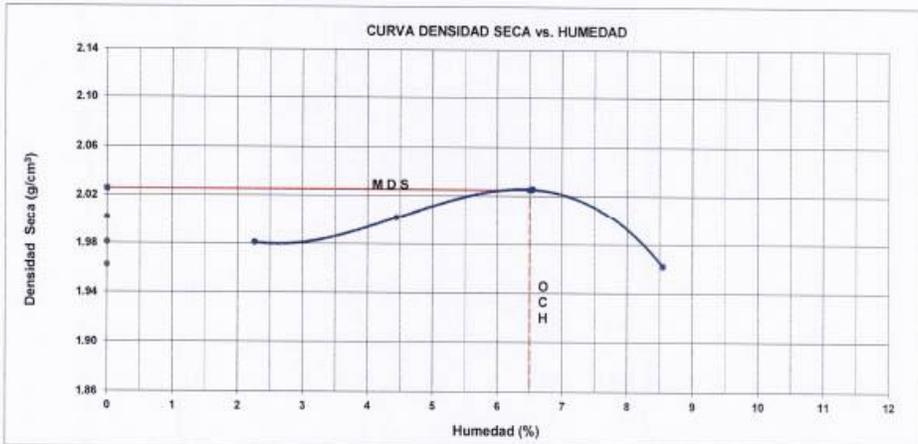
Cantera : -
 Calicata : C-2
 Muestra : NATURAL + 7% CAUCHO
 Prof.(m) : 0.00-1.50
 Cota (msnm) : -
 Coordenadas : -
 Clasificación SUCS : SM
 Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

Peso específico : -
 Método : G

Prueba N°	COMPACTACIÓN			
	1	2	3	4
Masa del molde + Suelo compacto (g)	10723	10661	11004	10945
Masa del Molde (g)	6416	6416	6416	6416
Masa suelo compacto (g)	4307	4445	4588	4529
Volumen del Molde (cm ³)	2126.1	2126.1	2126.1	2126.1
Densidad Humeda (g/cm ³)	2.026	2.091	2.158	2.130
Densidad seca (g/cm ³)	1.981	2.002	2.025	1.962

Recipiente N°	HUMEDAD			
	1	2	3	4
Recipiente + suelo humedo (g)	674.8	623.9	656.6	674.4
Recipiente + suelo seco (g)	661.1	600.0	620.3	626.8
Masa del agua (g)	13.7	23.9	36.3	47.6
Masa de tara (g)	55.9	62.3	66.6	70.1
Masa suelo seco (g)	605.2	537.7	554.7	556.7
Contenido de humedad(%)	2.3	4.4	6.5	8.6

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 2.025
 Óptimo Contenido Humedad (%) : 6.5



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipos	Código
Balanza	BAI-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002



Chavez
Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU
Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
 N° Reg. CIP: 193667



FORMULARIO		Código : D-20
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS		Revisión : 2
		Fecha : 01/03/23
		Página : 2 de 3

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 23-124
 SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
 ENTIDAD : -
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023".
 UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA
 FECHA : MAYO DEL 2023

Fecha de Recepción : 17/05/23
 Fecha de Ejecución : 24/05/23

Cantera : - Cota (msnm) : - Clasificación SUCS : SM
 Calicata : C-2 Coordenadas : - Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
 Muestra : NATURAL + 7% CAUCHO
 Prof.(m) : 0.00-1.50
 MDS (gr/cm³) : 2.025
 OCH (%) : 6.5

COMPACTACIÓN

N° molde	I		II		III	
	56		25		10	
N° de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso del molde + Suelo compacto (g)	12946	13035	12365	12453	12360	12456
Peso del Molde (g)	8381	8381	7941	7941	8083	8083
Peso suelo compacto (g)	4565	4654	4424	4512	4277	4373
Volumen del suelo (cm ³)	2118	2118	2126	2126	2126	2126
Densidad Humeda (g/cm ³)	2.156	2.198	2.081	2.122	2.010	2.055
Densidad seca (g/cm ³)	2.025	2.054	1.956	1.975	1.886	1.902

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (g)	753.0	661.3	685.9	611.1	652.5	603.0
Tara + suelo seco (g)	719.4	621.8	649.3	574.6	617.0	565.0
Peso del agua (g)	33.6	39.5	36.6	36.5	35.5	38.0
Peso de tara (g)	198.5	66.6	77.4	85.9	76.2	94.6
Peso suelo seco (g)	520.9	565.2	571.9	488.7	540.8	470.5
Contenido de humedad(%)	6.5	7.0	6.4	7.5	6.6	8.1

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
24/05/2023	0	8:06:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
25/05/2023	24	8:07:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
26/05/2023	48	8:05:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
27/05/2023	72	8:06:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
28/05/2023	96	8:04:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg ²	MOLDE CARGA Lb/pulg ²	I		II		MOLDE CARGA Lb/pulg ²	III	
			CORRECCIÓN		CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb/pulg ²	CBR (%)	Lb/pulg ²	CBR (%)		Lb/pulg ²	CBR (%)
0.000		0			0		0		
0.025		30.8			21.6		12.3		
0.050		55.8			39.1		22.3		
0.075		85.2			59.6		34.1		
0.100	1000	123.4	167.4	16.7	86.4	117.2	11.7	49.3	67.0
0.125		164.5			115.1		65.8		
0.150		204.1			142.9		81.7		
0.175		254.1			177.9		101.6		
0.200	1500	295.2	330.0	22.0	206.6	236.0	15.7	118.1	135.0
0.300		450.9			315.6		180.4		
0.400		808.0			425.6		243.2		
0.500		719.6			503.8		287.9		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.
 Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.
 Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usados	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002
Prensa CBR	SPE-002



J. Chavez R.
Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto





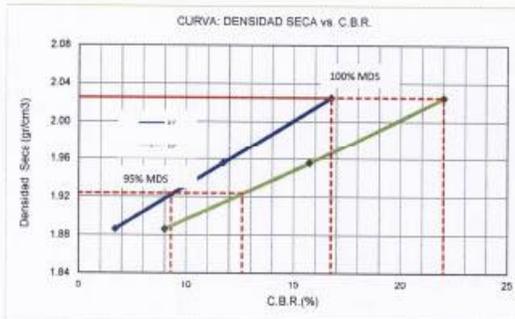
FORMULARIO

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Código : D-20
 Revisión : 2
 Fecha : 01/03/23
 Página : 3 de 3

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
 NTP 339.146 / ASTM D-1083

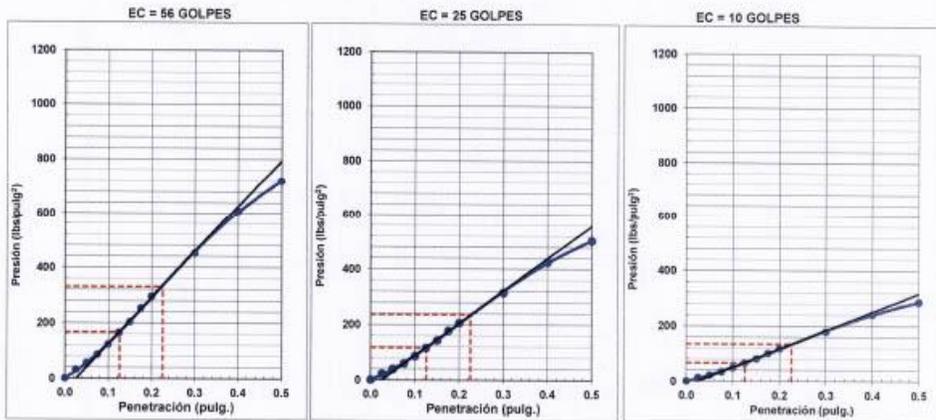
N° INFORME : JCH 23-124
 SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
 ENTIDAD : +
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023".
 UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA
 FECHA : MAYO DEL 2023
 Fecha de Recepción : 17/05/23
 Fecha de Ejecución : 24/05/23
 Cantera : - Cota (msnm) : - Clasificación SUCS : SM
 Calicata : C-2 Coordenadas : - Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
 Muestra : NATURAL + 7% CAUCHO
 Prof.(m) : 0.00-1.50



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2.025
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 6.5
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 1.924

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	16.7	0.2"	22.0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	9.3	0.2"	12.6

RESULTADOS:
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 16.7
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 9.3
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 22.0
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 12.6



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Equipo usados	Codigo
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HCR-002
Prensa CBR	SPE-002



Chavez
 Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU
Ulloa
 JAVIER FRANCISCO ULLOA GLAVIJO
 N° Reg. CIP: 193987



FORMULARIO

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Código : D-19
 Revisión : 2
 Fecha : 01/03/23
 Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
 NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 23-124
 SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
 ENTIDAD : -
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023".
 UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA
 FECHA : MAYO DEL 2023

Fecha de Recepción : 17/05/23
 Fecha de Ejecución : 24/05/23

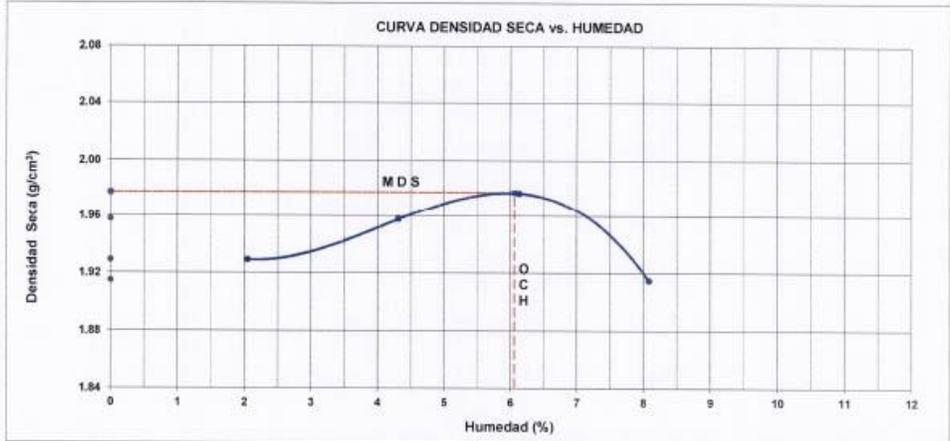
Carretera : - Cota (msnm) : - Clasificación SUCS : SM
 Calicata : C-2 Coordenadas : - Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
 Muestra : NATURAL + 10% CAUCHO
 Prof.(m) : 0.00-1.50

Peso específico : -
 Método : C

COMPACTACIÓN					
Prueba N°	1	2	3	4	
Masa del molde + Suelo compacto (g)	10801	10757	10878	10816	
Masa del Molde (g)	6416	6416	6416	6416	
Masa suelo compacto (g)	4185	4341	4460	4400	
Volumen del Molde (cm ³)	2126.1	2126.1	2126.1	2126.1	
Densidad Humeda (g/cm ³)	1.968	2.042	2.098	2.070	
Densidad seca (g/cm ³)	1.929	1.957	1.977	1.915	

HUMEDAD					
Recipiente N°	1	2	3	4	
Recipiente + suelo humedo (g)	645.7	613.9	615.5	652.2	
Recipiente + suelo seco (g)	634.0	590.5	583.2	608.3	
Masa del agua (g)	11.7	23.4	32.3	43.9	
Masa de tara (g)	63.2	47.9	56.6	65.3	
Masa suelo seco (g)	570.8	542.6	526.6	543.0	
Contenido de humedad(%)	2.0	4.3	6.1	8.1	

Máxima Densidad Seca (g/cm³) : 1.977
 Óptimo Contenido Humedad (%) : 6.1



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.
 Realizado por : Tec. J.Ch

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HQR-002



chavez
Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU
JAVIER FRANCISCO
 ULLOA GLAVIJO
 N° Reg. CIP: 193867



FORMULARIO
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

Código : D-20
Revisión : 2
Fecha : 01/03/23
Página : 2 de 3

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 23-124
SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
ENTIDAD : -
PROYECTO : "MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023".
UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA
FECHA : MAYO DEL 2023

Fecha de Recepción : 17/05/23
Fecha de Ejecución : 24/05/23

Cantera : -
Calicata : C-2
Muestra : NATURAL + 10% CAUCHO
Prof.(m) : 0.00-1.50
Cota (msnm) : -
Coordenadas : -
Clasificación SUCS : SM
Clasificación AASHTO : A-2-4(0)

MDS (gr/cm³) : 1.977
OCH (%) : 6.1

COMPACTACIÓN

N° molde	I		II		III	
	56		25		10	
N° de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (g)	12229	12327	12153	12249	12500	12657
Peso del Molde (g)	7741	7741	7832	7832	8289	8289
Peso suelo compacto (g)	4488	4586	4321	4417	4211	4368
Volumen del suelo (cm ³)	2140	2140	2123	2123	2153	2153
Densidad Humeda (g/cm ³)	2.097	2.143	2.035	2.080	1.956	2.029
Densidad seca (g/cm ³)	1.977	2.012	1.918	1.942	1.846	1.883

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (g)	611.9	652.7	660.7	641.5	589.3	600.1
Tara + suelo seco (g)	580.0	620.3	622.7	604.0	560.7	564.0
Peso del agua (g)	31.9	32.4	38.0	37.5	28.6	36.1
Peso de tara (g)	96.8	123.3	198.7	78.7	80.5	96.6
Peso suelo seco (g)	523.4	497.0	624.0	525.3	480.2	467.4
Contenido de humedad(%)	6.1	6.5	6.1	7.1	6.0	7.7

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
24/05/2023	0	8:06:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
25/05/2023	24	8:07:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
26/05/2023	48	8:05:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
27/05/2023	72	8:06:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
28/05/2023	96	8:04:00 a. m.	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg ²	MOLDE CARGA Lb/pulg ²	I		II		MOLDE CARGA Lb/pulg ²	III	
			CORRECCIÓN		CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb/pulg ²	CBR (%)	Lb/pulg ²	CRR (%)		Lb/pulg ²	CBR (%)
0.000		0				0			
0.025		23.5				16.4			9.4
0.050		45.5				31.9			18.2
0.075		70.6				49.3			28.2
0.100	1000	96.9	139.7	14.0		67.9	97.8	9.8	38.8
0.125		129.2				90.5			51.7
0.150		181.6				113.1			64.6
0.175		190.9				133.6			76.4
0.200	1500	230.6	280.0	18.7		161.4	200.0	13.3	92.2
0.300		367.2				257.0			145.9
0.400		511.1				357.6			204.4
0.500		625.7				438.0			250.3

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.
Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usados	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
horno	HORN-002
Prensa CBR	SPE-002



Chavez
Jean Chavez R.
Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU
Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
N° Reg. CIP: 193867



FORMULARIO	Código : D-20
INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 2
	Fecha : 01/03/23
	Página : 3 de 3

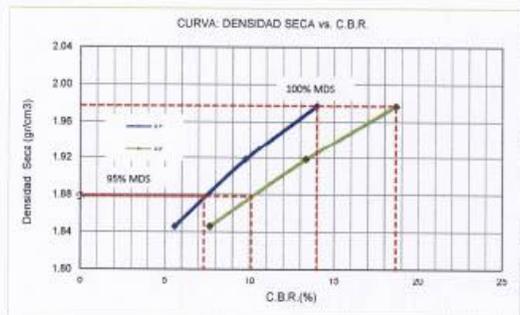
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.146 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 23-124
 SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
 ENTIDAD : -
 PROYECTO : "MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023".

Fecha de Recepción : 17/05/23
 Fecha de Ejecución : 24/05/23

UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA
 FECHA : MAYO DEL 2023

Cantera : - Cota (msnm) : - Clasificación SUCS : SM
 Calicata : C-2 Coordenadas : - Clasificación AASHTO : A-2-4(0)
 Muestra : NATURAL + 10% CAUCHO
 Prof.(m) : 0.00-1.50

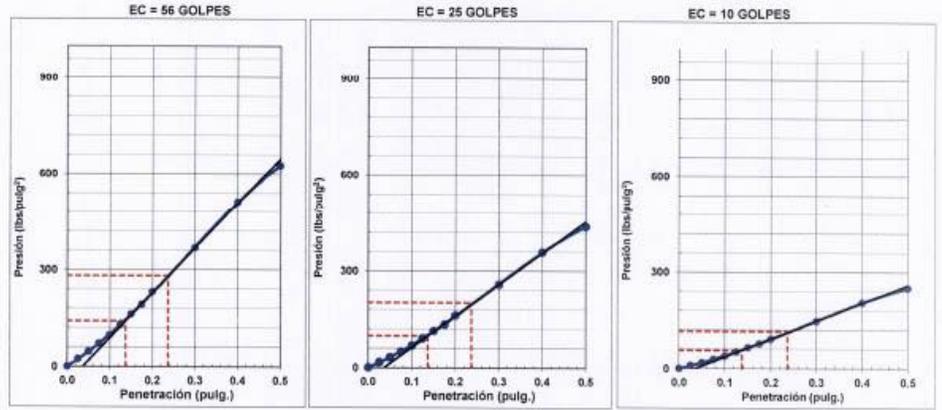


MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.977
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 6.1
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.878

C.B.R. al 100% de M.D.S. (% 0.1")	: 14.0	0.2"	: 18.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (% 0.1")	: 7.3	0.2"	: 10.1

RESULTADOS:

C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1"	= 14.0
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1"	= 7.3
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2"	= 18.7
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2"	= 10.1



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el solicitante.

Equipo usados	Codigo
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-003
Horno	HOR-002
Prensa CBR	SPE-002



chavez
Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



COLEGIOS DE INGENIEROS DEL PERU
Javier Francisco Ulloa Clavijo
JAVIER FRANCISCO ULLOA CLAVIJO
 N° Reg. CIP: 193667

	FORMULARIO	Código : D-03
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 3
		Fecha : 24/03/23
		Página : 1-1

N° INFORME : JCH 23-124
 SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023
 UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA

Datos de la Muestra:

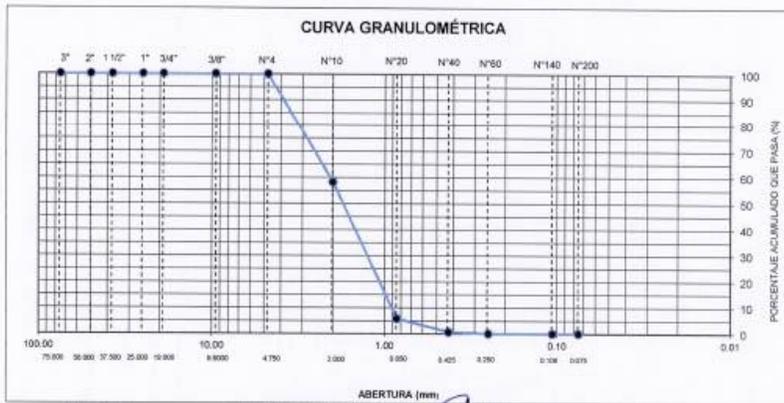
Cantera : -
 Calicata : -
 Muestra : Caucho Granular
 Prof. (m) : -
 Cota (msnm) : -
 Coordenadas : -
 Fecha de Recepción : 19/05/2023
 Fecha de Ejecución : 23/05/2023
 Fecha de Emisión : 28/05/2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

Peso Global (seco) (g) 145.1

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (g)	RET. (%)	PASA (%)
3"	75.000	--	--	100.0
2"	50.000	--	--	100.0
1 1/2"	37.500	--	--	100.0
1"	25.000	--	--	100.0
3/4"	19.000	--	--	100.0
3/8"	9.500	--	--	100.0
N° 4	4.750	--	--	100.0
N° 10	2.000	60.8	41.9	58.1
N° 20	0.850	75.9	52.3	5.8
N° 40	0.425	7.5	5.2	0.6
N° 60	0.250	0.9	0.6	0.0
N° 140	0.106	--	--	0.0
N° 200	0.075	--	--	0.0
>200.00	--	--	--	0.0

% Grava [N° 4 < f < 3"]	0.0
% Arena [N° 200 < f < N° 4]	100.0
% Finos [< N° 200]	0.0



Observación : El uso de esta información es exclusivo del solicitante.
 Realizado por : Téc. J. CH

Equipos	Código
Balanza	BAL-001
Balanza	BAL-002

Chavez
Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto



	FORMULARIO	Código de formulario : D-10
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 2
		Fecha : 01/03/22
		Página : 1 de 1

**GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS
ASTM D-854, MTC E 113**

N° INFORME : JCH 23-124
 SOLICITANTE : CONTRERAS COLLINS ERICK Y LEON PINTADO JORGE LUIS
 ENTIDAD : -
 PROYECTO : MEJORAMIENTO DEL SUELO APLICANDO CAUCHO GRANULAR RECICLADO PARA ESTABILIZAR LA SUBRASANTE DE LA AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA - 2023
 UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR, SAN ANTONIO DE JICAMARCA, LIMA

Datos de la muestra

Cantera	: -	Fecha de Recepción	: 19/05/23
Calicata	: -	Fecha de Ejecución	: 23/05/23
Muestra	: Caucho Granular	Fecha de Emisión	: 26/05/23
Profundidad (m)	: -		
Cota	: -		
Coordenadas	: -		

Datos	1	2
Temperatura (°C)	23.6	23.6
Picnómetro (g)	97.92	100.42
Muestra seca (g)	39.54	39.58
Picnómetro + muestra seca (g)	137.46	140.00
Picnómetro + agua (g)	346.94	349.59
Masa picnómetro + muestra + agua (g)	352.4	354.94
Gravedad específica (20°C)	1.16	1.16
Gravedad específica promedio (20°C)	1.16	

Equipos	Código
Balanza	BAL-002
Horno	HOR-002

Observaciones : La diferencia de los valores obtenidos cumple con lo exigido por la norma.
 La muestra ha sido identificada y proporcionada por el Solicitante.

Realizado por : Téc. J. Chávez



Chavez
Jean Chavez R.
 Tec. Suelos, Asfalto y Concreto





Laboratorio PP

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-456-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 150-2023
Fecha de Emisión : 2023-06-07

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO.
2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE
LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : TAJ4001

Número de Serie : 8338110064

Alcance de Indicación : 4 000 g

División de Escala
de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : BAL-001

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-06-01

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

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

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

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

3. Método de Calibración

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

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-456-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,3	24,4
Humedad Relativa	60,0	61,0

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 3 992,7 g para una carga de 4 000,0 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 20 °C a 28 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 2 000,00 g			Carga L2= 4 000,01 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	2 000,0	0,06	-0,01	3 999,9	0,04	-0,10
2	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,06	-0,02
3	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,08	-0,04
4	2 000,0	0,07	-0,02	4 000,0	0,07	-0,03
5	2 000,0	0,06	-0,01	4 000,0	0,05	-0,01
6	2 000,0	0,08	-0,03	4 000,0	0,08	-0,04
7	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,06	-0,02
8	2 000,0	0,07	-0,02	4 000,0	0,08	-0,04
9	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,07	-0,03
10	2 000,0	0,05	0,00	4 000,0	0,05	-0,01
Diferencia Máxima			0,03	0,09		
Error máximo permitido ±			0,3 g	± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-456-2023
 Página: 3 de 3

2	1	5
3		4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,4	24,4

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	l (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1,00	1,0	0,05	0,00	1 300,00	1 300,0	0,05	0,00	0,00
2		1,0	0,08	-0,03		1 300,0	0,08	-0,03	0,00
3		1,0	0,06	-0,01		1 300,1	0,05	0,10	0,11
4		1,0	0,09	-0,04		1 300,0	0,05	0,00	0,00
5		1,0	0,05	0,00		1 300,1	0,08	0,07	0,07

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,2 g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,4	24,3

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1,00	1,0	0,05	0,00						
5,00	5,0	0,08	-0,03	-0,03	5,0	0,07	-0,02	-0,02	0,1
50,00	50,0	0,05	0,00	0,00	50,0	0,09	-0,04	-0,04	0,1
100,00	100,0	0,09	-0,04	-0,04	100,0	0,05	0,00	0,00	0,1
500,00	500,0	0,07	-0,02	-0,02	500,0	0,08	-0,03	-0,03	0,1
700,00	700,0	0,06	-0,01	-0,01	700,0	0,06	-0,01	-0,01	0,2
1 000,00	1 000,0	0,09	-0,04	-0,04	1 000,0	0,06	-0,01	-0,01	0,2
1 500,00	1 500,0	0,05	0,00	0,00	1 500,0	0,08	-0,03	-0,03	0,2
2 000,00	2 000,1	0,08	0,07	0,07	2 000,0	0,05	0,00	0,00	0,2
3 000,00	3 000,0	0,06	-0,01	-0,01	3 000,0	0,09	-0,04	-0,04	0,3
4 000,01	4 000,0	0,08	-0,04	-0,04	4 000,0	0,08	-0,04	-0,04	0,3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 3,18 \times 10^{-6} \times R$$

Incetidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{2,75 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 1,27 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

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



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Calibración
Acreditado

Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-457-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 150-2023
Fecha de Emisión : 2023-06-07

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO.
2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : **OHAUS**

Modelo : **SE402F**

Número de Serie : **B145294230**

Alcance de Indicación : **400 g**

División de Escala de Verificación (e) : **0,1 g**

División de Escala Real (d) : **0,01 g**

Procedencia : **NO INDICA**

Identificación : **BAL-002**

Tipo : **ELECTRÓNICA**

Ubicación : **LABORATORIO**

Fecha de Calibración : **2023-06-01**

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

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

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

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

- 3. Método de Calibración**
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.
- 4. Lugar de Calibración**
LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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





Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-457-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,2	24,4
Humedad Relativa	60,0	61,0

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 399,92 g para una carga de 400,00 g

El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 20 °C a 28 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	24,4			24,4		
	Carga L1= 200,000 g			Carga L2= 400,001 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	200,00	0,005	0,000	400,00	0,005	-0,001
2	200,00	0,008	-0,003	400,00	0,008	-0,004
3	200,01	0,005	0,010	400,01	0,006	0,008
4	200,00	0,007	-0,002	400,01	0,008	0,006
5	200,00	0,005	0,000	400,00	0,006	-0,002
6	200,00	0,005	0,000	400,00	0,007	-0,003
7	200,00	0,008	-0,003	400,00	0,005	-0,001
8	200,00	0,008	-0,003	400,00	0,008	-0,004
9	200,00	0,006	-0,001	400,00	0,006	-0,002
10	200,00	0,007	-0,002	400,00	0,005	-0,001
Diferencia Máxima			0,013			0,012
Error máximo permitido ±	0,3 g			±		0,3 g



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

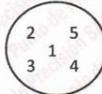
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-457-2023
 Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,4	24,4

Posición de la Carga	Determinación de E _o				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E _o (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	0,100	0,10	0,005	0,000	130,000	130,01	0,005	0,010	0,010
2		0,10	0,005	0,000		130,00	0,008	-0,003	-0,003
3		0,10	0,007	-0,002		130,01	0,006	0,009	0,011
4		0,10	0,006	-0,001		130,02	0,009	0,016	0,017
5		0,10	0,008	-0,003		129,99	0,004	-0,009	-0,006
					Error máximo permitido : ± 0,2 g				

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	24,3	24,2

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0,100	0,10	0,005	0,000						
0,200	0,20	0,008	-0,003	-0,003	0,20	0,007	-0,002	-0,002	0,1
2,000	2,00	0,006	-0,001	-0,001	2,00	0,006	-0,001	-0,001	0,1
10,000	10,00	0,008	-0,003	-0,003	10,00	0,008	-0,003	-0,003	0,1
50,000	50,00	0,005	0,000	0,000	50,00	0,005	0,000	0,000	0,1
70,000	70,01	0,009	0,006	0,006	70,01	0,006	0,009	0,009	0,2
100,000	100,01	0,005	0,010	0,010	100,01	0,008	0,007	0,007	0,2
150,000	150,02	0,007	0,018	0,018	150,02	0,006	0,019	0,019	0,2
200,000	200,01	0,005	0,010	0,010	200,01	0,008	0,007	0,007	0,2
300,000	300,00	0,009	-0,004	-0,004	300,01	0,005	0,010	0,010	0,3
400,001	400,01	0,006	0,008	0,008	400,01	0,006	0,008	0,008	0,3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 4,52 \times 10^{-5} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{4,97 \times 10^{-5} \text{ g}^2 + 2,14 \times 10^{-9} \times R^2}$$

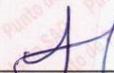
R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_o: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


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

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

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

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



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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-459-2023

Página: 1 de 3

Expediente : 150-2023
Fecha de Emisión : 2023-06-07

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO.
2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : **BALANZA**

Marca : OHAUS

Modelo : R31P30

Número de Serie : 8338210058

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 1 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : BAL-003

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2023-06-01

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

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

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

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

3. Método de Calibración

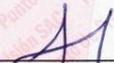
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


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

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

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

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



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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-459-2023

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,2	24,3
Humedad Relativa	61,0	62,0

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE23-C-0134-2023
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0057-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-226-2022
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-227-2022

7. Observaciones

No se realizó ajuste a la balanza antes de su calibración.

Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".

Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

De acuerdo con lo indicado por el cliente, la temperatura local varía de 20 °C a 28 °C.

La incertidumbre reportada en el presente certificado de calibración no incluye la contribución a la incertidumbre por deriva de la balanza.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 24,2			Final 24,3		
	Carga L1= 15 000,0 g			Carga L2= 30 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,5	0,0	30 001	0,8	0,7
2	15 000	0,9	-0,4	30 001	0,6	0,9
3	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,9	-0,4
4	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,5	0,0
5	15 000	0,5	0,0	30 000	0,8	-0,3
6	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,6	-0,1
7	15 001	0,9	0,6	30 001	0,9	0,6
8	15 000	0,8	-0,3	30 001	0,5	1,0
9	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
10	15 001	0,5	1,0	30 001	0,6	0,9
Diferencia Máxima			1,4			1,4
Error máximo permitido ±	2 g			± 3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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



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

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

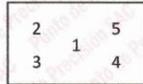
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-459-2023
 Página: 3 de 3



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	10,0	10	0,9	-0,4	10 000,0	10 000	0,6	-0,1	0,3
2		10	0,6	-0,1		10 000	0,5	0,0	0,1
3		10	0,8	-0,3		10 000	0,9	-0,4	-0,1
4		10	0,5	0,0		10 000	0,8	-0,3	-0,3
5		10	0,7	-0,2		10 000	0,6	-0,1	0,1

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 2 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
10,0	10	0,7	-0,2						
50,0	50	0,9	-0,4	-0,2	50	0,5	0,0	0,2	1
500,0	500	0,5	0,0	0,2	500	0,9	-0,4	-0,2	1
2 000,0	2 000	0,8	-0,3	-0,1	2 000	0,6	-0,1	0,1	1
5 000,0	5 000	0,6	-0,1	0,1	5 000	0,8	-0,3	-0,1	1
7 000,0	7 000	0,9	-0,4	-0,2	7 000	0,5	0,0	0,2	2
10 000,0	10 000	0,5	0,0	0,2	10 000	0,7	-0,2	0,0	2
15 000,0	15 000	0,7	-0,2	0,0	15 000	0,9	-0,4	-0,2	2
20 000,0	20 000	0,9	-0,4	-0,2	20 000	0,6	-0,1	0,1	2
25 000,0	25 000	0,8	-0,3	-0,1	25 000	0,7	-0,2	0,0	3
30 000,0	30 000	0,6	-0,1	0,1	30 000	0,6	-0,1	0,1	3

e.m.p. error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 1,91 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{5,04 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 1,03 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



METROSYSTEMS S.R.L.

Informe de Verificación

MS - 0217 - 2023

FM014-050-2023

Página : 1 de 2

Solicitante LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección Av. Proceres de la Independencia N° 2232, Urb. San Hilarion Et. Uno, San Juan de Lurigancho - Lima.

Instrumento de medición: COPA CASAGRANDE

Marca FORNEY

Modelo LA-3700

Serie NO INDICA

Identificación ELC-003 (*)

Procedencia NO INDICA

Material BRONCE

El resultados del presente certificado, es válido únicamente para el objeto verificado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, le corresponde al solicitante definir la frecuencia de verificación en función de uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

Fecha de verificación 2023-06-06

La verificación se efectuó en:

LABORATORIO DE METROSYSTEMS SRL

Av. Próceres de la independencia Mz. A Lt. 20 Urb. Los Pinos - S.J.L. - Lima

Método de verificación

Referencia ASTM D-4318

Patrón de verificación

Pie de rey con Certificado de Calibración MS-0333-2022.

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,2 °C	21,1 °C
Humedad Relativa	58 %	59 %



Fecha de emisión:

2023-06-06

Ing. Luis Peñaherrera Rebaza

CIP: 128840

METROSYSTEMS SRL

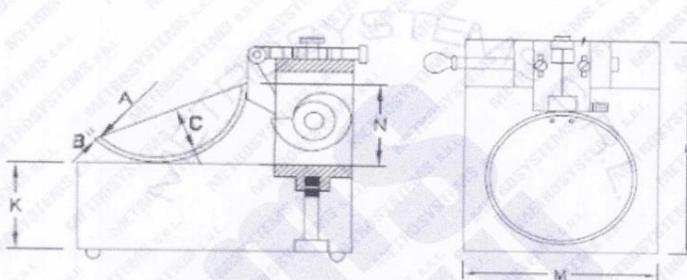
Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta adhesiva que indica el estado "VERIFICADO" METROSYSTEMS SRL

El valor obtenido es el promedio de 3 mediciones realizadas.

(*) Dato indicado en una etiqueta adherida al instrumento.

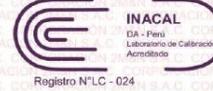
Dimensiones de la copa casagrande



	Descripción	Valor obtenido mm	Especificación mm
A	Radio de la copa	54,41	54 ± 0,5
B	Espesor de la copa	1,75	2,0 ± 0,1
C	Profundidad de la copa	26,93	27 ± 0,5
N	Copa desde la guía	46,75	47 ± 1
K	Espesor de la base	50,70	50 ± 2
L	Largo de la base	124,78	125 ± 2
M	Ancho de la base	150,02	150 ± 2



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 024



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

040-CT-MI-2023

Área de Metrología

Página 1 de 7

Expediente : 468-05-2023
Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
Dirección : Av. Próceres de la Independencia Nro. 2232 Urb. San Hilarión Et. Uno - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú
Equipo : HORNO
Marca : A & A INSTRUMENTS
Modelo : STHX-2A
Serie : 190546
Identificación : HOR-002 (*)
Ubicación : Área de Químicos (**)
Procedencia : No indica
Tipo de Ventilación : Natural
Nro. de Niveles : 2
Alcance del Equipo : 50 °C a 300 °C (***)

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

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

Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de Calidad

CORPORACIÓN 2M & N S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este equipo, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

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

Características Técnicas del Controlador del Medio Isotermo

Descripción	TERMÓMETRO CONTROLADOR
Marca / Modelo	AutComp / TDC
Alcance de indicación	50 °C a 300 °C
Resolución	0,1 °C
Tipo	Digital
Identificación	No indica

Fecha de Calibración : 2023-06-01
Lugar de Calibración : Área de Químicos - LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
Av. Próceres de la Independencia Nro. 2232 Urb. San Hilarión Et. Uno - San Juan de Lurigancho - Lima - Perú
Método utilizado : Por comparación directa siguiendo el procedimiento, PC-018-"Procedimiento de Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con aire como medio termostático" SNM-INDECOPI (Segunda Edición) - Junio 2009.



2023-06-02
Fecha de emisión



ALVAREZ NAVARRO ANGEL
GUSTAVO
CORPORACION 2M N S.A.C.
JEFE DE METROLOGIA LAB.01
metrologia@2myn.com
Fecha: 30/05/2023 16:21
Firmado con www.tocapu.pe



VELASCO NAVARRO MIRIAN
ARACELI
CORPORACION 2M N S.A.C.
GERENTE GENERAL
logistica@2myn.com
Fecha: 02/06/2023 16:22
Firmado con www.tocapu.pe

Cód. de Servicio: 02559-A

Cód. FT-T-03 Rev. 04

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Tel.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Condiciones ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura °C	23,8	24,9
Humedad Relativa %hr	67	63

Patrones de referencia:

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de Referencia CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termómetro Multicanal digital con veinticuatro termopares Tipo K con incertidumbres del orden desde 0,18 °C hasta 0,20 °C.	015-CT-T-2023
Patrones de Referencia a CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.	Termohigrómetro Digital con incertidumbre de U = 0,7 °C / 3,3 %hr	088-CT-H-2023
Patrones de Referencia a ELICROM	Cronómetro Digital con exactitud 0,0012 % y incertidumbres de U = 0,00091 s a 0,080 s	CCP-0981-001-22
Patrones de Referencia a ELICROM	Cinta Métrica Clase II de 0 m a 5 m con resolución de 1 mm y con incertidumbre de U = 0,61 mm	CCP-0489-001-23

Observaciones:

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva, indicando el código de servicio N° 02559-A y la fecha de calibración.
- (*) Código indicado en una etiqueta adherida al equipo.
- (**) Datos proporcionados por el solicitante.
- (***) Dato tomado de la página web del fabricante.
- Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerado, luego del tiempo de estabilización.
- Las lecturas se iniciaron luego de un tiempo de pre-calentamiento y estabilización de 3 h 15 min
- La calibración se realizó con 80% de la carga típica .
- El tipo de carga que se empleó fueron bandejas con material
- El esquema de distribución y posición de los termopares en los puntos de medición se muestra en la página 7
- Las Temperaturas convencionalmente verdaderas mostradas en los resultados de medición son las de la Escala Internacional de Temperatura de 1990 (International Temperature Scale ITS-90)
- Para la temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C (**)
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura .
Se programó el controlador de temperatura en 60,5 °C para la temperatura de trabajo
El promedio de temperatura durante la medición fue 59,7 °C
La máxima temperatura detectada fue 61,2 °C y la mínima temperatura detectada fue 58,5 °C
- Para la temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C (**)
Durante la calibración y bajo las condiciones en que ésta ha sido hecha , el medio isoterma CUMPLE con los límites especificados de temperatura .
Se programó el controlador de temperatura en 112 °C para la temperatura de trabajo
El promedio de temperatura durante la medición fue 109,6 °C
La máxima temperatura detectada fue 114,9 °C y la mínima temperatura detectada fue 105,7 °C

Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 60 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	60,5	58,8	61,1	60,2	59,4	59,7	58,6	60,9	60,0	58,9	60,3	59,8	2,4
02	60,5	58,7	61,1	60,1	59,3	59,7	58,6	61,0	60,0	58,9	60,4	59,8	2,4
04	60,5	58,8	61,2	60,1	59,3	59,7	58,7	60,9	59,9	59,0	60,3	59,8	2,4
06	60,5	58,7	61,1	60,1	59,4	59,7	58,6	60,8	59,9	58,9	60,3	59,7	2,4
08	60,5	58,6	61,0	59,9	59,3	59,6	58,6	60,8	59,9	58,9	60,3	59,7	2,4
10	60,5	58,7	61,0	60,1	59,3	59,6	58,6	60,9	60,0	58,9	60,3	59,7	2,3
12	60,5	58,8	61,0	60,2	59,3	59,8	58,6	60,9	59,9	58,9	60,4	59,8	2,3
14	60,5	58,7	61,1	59,9	59,2	59,6	58,7	60,8	59,9	59,0	60,3	59,7	2,4
16	60,5	58,7	61,0	59,9	59,2	59,6	58,5	61,0	59,9	58,9	60,3	59,7	2,5
18	60,5	58,7	61,1	59,9	59,4	59,6	58,6	60,8	59,9	59,0	60,3	59,7	2,4
20	60,5	58,8	61,2	60,2	59,4	59,8	58,7	60,9	60,0	59,0	60,3	59,8	2,4
22	60,5	58,8	61,1	60,2	59,4	59,8	58,7	61,0	60,0	59,0	60,4	59,8	2,3
24	60,5	58,7	61,1	60,1	59,3	59,7	58,6	60,9	60,0	59,0	60,3	59,8	2,4
26	60,5	58,6	61,0	59,9	59,2	59,7	58,6	60,8	59,9	58,9	60,3	59,7	2,4
28	60,5	58,7	61,1	60,1	59,3	59,7	58,6	60,9	60,0	59,0	60,4	59,8	2,4
30	60,5	58,8	61,2	60,2	59,3	59,8	58,7	60,9	60,0	59,0	60,4	59,8	2,4
32	60,5	58,7	61,1	59,9	59,3	59,7	58,6	60,9	60,0	59,0	60,3	59,7	2,4
34	60,5	58,7	61,0	60,2	59,2	59,6	58,6	60,8	59,9	58,9	60,3	59,7	2,3
36	60,5	58,8	61,1	60,1	59,3	59,7	58,6	60,9	59,9	58,9	60,3	59,7	2,4
38	60,5	58,8	61,1	60,1	59,3	59,8	58,7	60,9	60,0	59,0	60,4	59,8	2,3
40	60,5	58,7	61,1	59,9	59,2	59,7	58,7	60,8	59,9	59,0	60,3	59,7	2,4
42	60,5	58,6	61,0	60,1	59,4	59,6	58,6	61,0	59,9	58,9	60,3	59,7	2,4
44	60,5	58,7	61,0	60,2	59,3	59,7	58,6	60,8	59,9	58,9	60,4	59,7	2,3
46	60,5	58,7	61,1	60,0	59,2	59,7	58,5	60,8	60,0	59,0	60,4	59,7	2,5
48	60,5	58,7	61,0	60,1	59,4	59,7	58,6	60,8	59,9	58,9	60,3	59,7	2,3
50	60,5	58,6	61,0	60,0	59,2	59,6	58,6	60,8	59,9	58,9	60,3	59,7	2,4
52	60,5	58,7	61,1	60,0	59,3	59,7	58,7	60,9	60,0	59,0	60,4	59,8	2,4
54	60,5	58,8	61,2	60,1	59,3	59,8	58,7	61,0	60,0	58,9	60,3	59,8	2,4
56	60,5	58,8	61,1	60,1	59,3	59,7	58,7	60,9	60,0	59,0	60,4	59,8	2,3
58	60,5	58,7	61,0	59,9	59,2	59,6	58,6	60,8	59,9	59,0	60,3	59,7	2,3
60	60,5	58,8	61,1	60,2	59,4	59,7	58,7	60,9	60,0	59,0	60,4	59,8	2,3
T. PROM	60,5	58,7	61,0	60,0	59,3	59,7	58,7	60,9	59,9	58,9	60,3	59,7	
T.MAX	60,5	58,8	61,2	60,2	59,4	59,8	58,7	61,0	60,0	59,0	60,4		
T.MIN	60,5	58,6	61,0	59,9	59,2	59,6	58,5	60,8	59,9	58,9	60,3		
DTT	0,0	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	61,2	0,5
Mínima Temperatura Medida	58,5	0,6
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,3	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	2,3	0,3
Estabilidad Medida (±)	0,15	0,05
Uniformidad Medida	2,5	0,3

T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
 T.prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.
 T.MAX: Temperatura máxima.
 T.MIN: Temperatura mínima.
 DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.
 Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

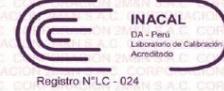
Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

Cód. de Servicio: 02559-A Cód. FT-T-03 Rev. 04

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.
 Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209
 Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

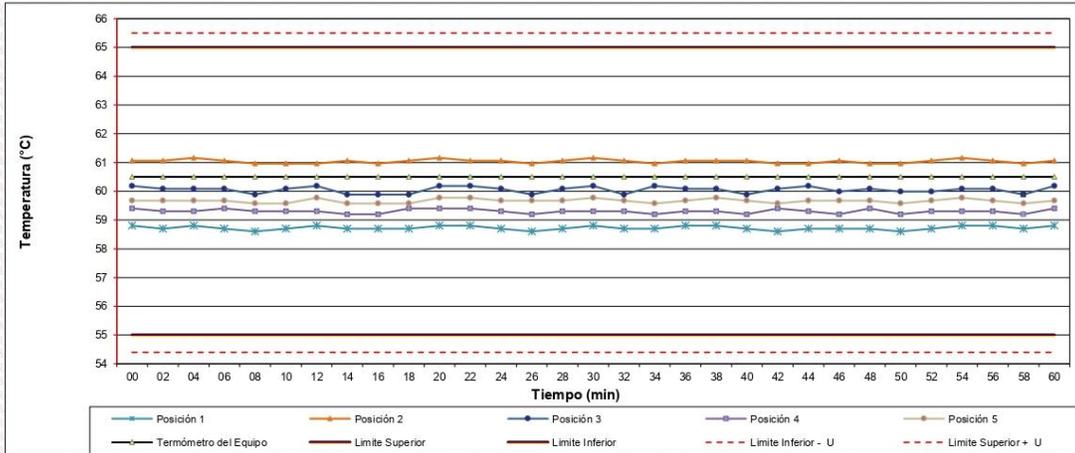


LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 024

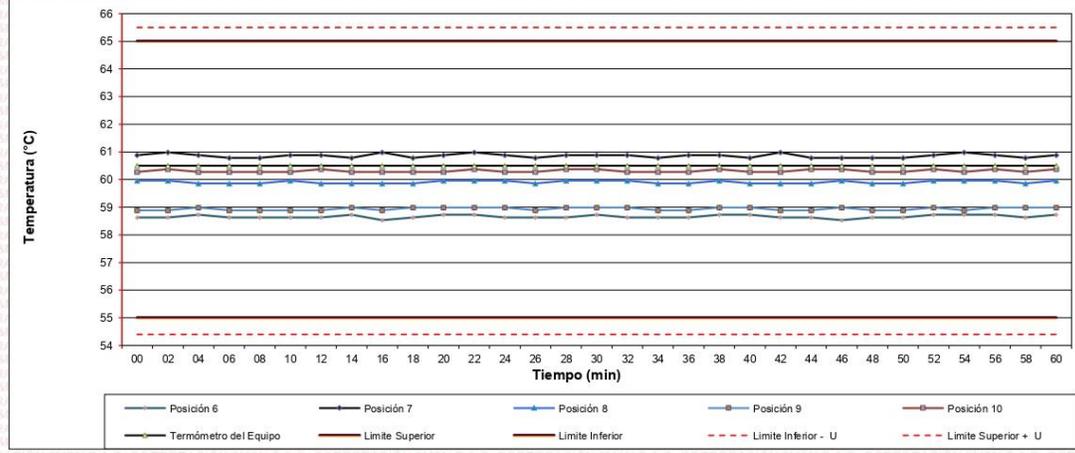


Certificado de Calibración 040-CT-MI-2023
Página 4 de 7

Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C



Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 60 °C ± 5 °C



Cód. de Servicio: 02559-A

Cód. FT-T-03 Rev. 04

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209

Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Resultados de medición:

Temperatura de Calibración: 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Term. Del equipo (°C)	Indicaciones corregidas de los sensores expresados en (°C)										T. prom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	112,0	105,7	112,7	110,4	108,2	109,5	106,1	114,7	109,4	107,1	111,8	109,5	9,0
02	112,0	106,4	112,7	110,3	108,1	109,1	106,7	114,8	109,6	107,6	112,0	109,7	8,3
04	112,0	105,7	112,1	109,2	107,4	108,6	106,1	114,1	109,4	107,2	111,8	109,2	8,4
06	112,0	105,8	112,7	110,4	108,2	109,4	106,3	114,8	109,5	107,3	112,0	109,6	8,9
08	112,0	106,0	112,9	110,6	108,4	109,5	106,7	114,9	110,0	107,3	111,8	109,8	8,8
10	112,0	105,7	112,1	109,2	107,4	108,6	106,1	114,1	109,4	107,6	111,8	109,2	8,4
12	112,0	105,8	112,4	109,8	107,9	108,8	106,1	114,3	109,4	107,1	111,9	109,4	8,4
14	112,0	106,4	112,9	110,6	108,5	109,5	106,5	114,9	109,8	107,5	112,0	109,9	8,4
16	112,0	106,1	112,7	110,3	108,3	109,2	106,7	114,8	110,0	107,5	111,9	109,7	8,6
18	112,0	105,7	112,1	109,8	107,4	108,6	106,1	114,1	109,4	107,5	111,9	109,3	8,4
20	112,0	106,0	112,6	109,2	108,4	109,5	106,4	114,4	109,7	107,5	111,8	109,5	8,3
22	112,0	106,4	112,9	110,6	108,4	109,3	106,5	114,9	110,0	107,1	111,8	109,8	8,4
24	112,0	105,7	112,1	109,2	107,4	108,6	106,1	114,1	109,6	107,6	111,8	109,2	8,4
26	112,0	106,0	112,5	110,1	108,1	109,0	106,4	114,4	109,4	107,1	111,8	109,5	8,3
28	112,0	106,2	112,7	110,1	108,2	109,3	106,5	114,6	109,9	107,5	111,8	109,7	8,3
30	112,0	106,2	112,1	110,3	108,4	109,5	106,7	114,9	110,0	107,6	111,9	109,8	8,6
32	112,0	106,1	112,6	110,2	107,4	108,6	106,5	114,1	109,4	107,5	111,8	109,4	7,9
34	112,0	105,7	112,6	110,4	108,2	109,2	106,1	114,4	109,8	107,5	111,9	109,6	8,7
36	112,0	106,1	112,6	110,6	108,4	109,2	106,5	114,5	110,0	107,1	111,9	109,7	8,3
38	112,0	106,4	112,1	109,2	107,4	108,6	106,4	114,1	109,4	107,5	112,0	109,3	7,7
40	112,0	106,1	112,7	110,6	108,5	109,5	106,5	114,9	109,9	107,5	111,9	109,8	8,7
42	112,0	106,2	112,8	109,2	108,2	109,2	106,7	114,1	109,9	107,5	111,9	109,6	7,8
44	112,0	105,7	112,7	110,6	108,3	109,3	106,6	114,6	109,4	107,6	111,9	109,7	8,9
46	112,0	106,2	112,1	110,2	107,4	108,6	106,1	114,5	109,9	107,1	111,9	109,4	8,4
48	112,0	106,2	112,7	110,3	108,3	109,3	106,5	114,5	109,9	107,5	112,0	109,7	8,2
50	112,0	106,3	112,8	110,3	108,5	109,3	106,6	114,7	109,9	107,6	111,9	109,8	8,3
52	112,0	106,4	112,8	110,6	108,5	109,5	106,7	114,9	110,0	107,6	111,9	109,9	8,4
54	112,0	106,2	112,1	109,2	107,4	108,6	106,1	114,6	109,4	107,1	111,8	109,3	8,5
56	112,0	105,7	112,8	110,3	108,4	109,3	106,6	114,1	110,0	107,6	111,9	109,7	8,4
58	112,0	106,2	112,7	110,2	108,3	109,3	106,6	114,6	110,0	107,6	111,9	109,7	8,3
60	112,0	106,2	112,6	110,0	108,3	109,2	106,5	114,5	109,9	107,6	112,0	109,7	8,2
T. PROM	112,0	106,1	112,6	110,0	108,1	109,1	106,4	114,5	109,7	107,4	111,9	109,6	
T.MAX	112,0	106,4	112,9	110,6	108,5	109,5	106,7	114,9	110,0	107,6	112,0		
T.MIN	112,0	105,7	112,1	109,2	107,4	108,6	106,1	114,1	109,4	107,1	111,8		
DTT	0,0	0,7	0,8	1,4	1,1	0,9	0,6	0,8	0,6	0,5	0,2		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,9	0,5
Mínima Temperatura Medida	105,7	0,6
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,4	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	8,4	0,3
Estabilidad Medida (±)	0,70	0,05
Uniformidad Medida	9,0	0,3

T.PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T.prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.
T.MAX: Temperatura máxima.
T.MIN: Temperatura mínima.
DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre de las indicaciones del termómetro propio del medio isoterma. 0,06 °C.

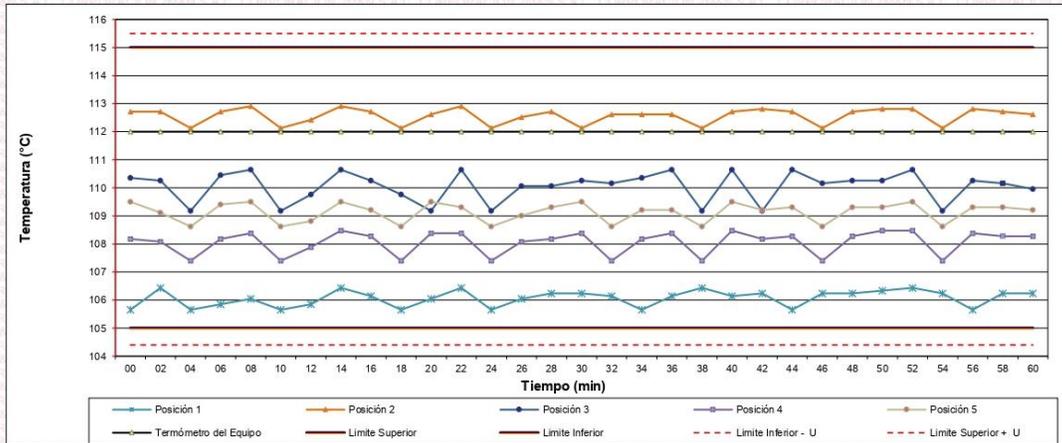
Cód. de Servicio: 02558-A

Cód. FT-03 Rev. 04

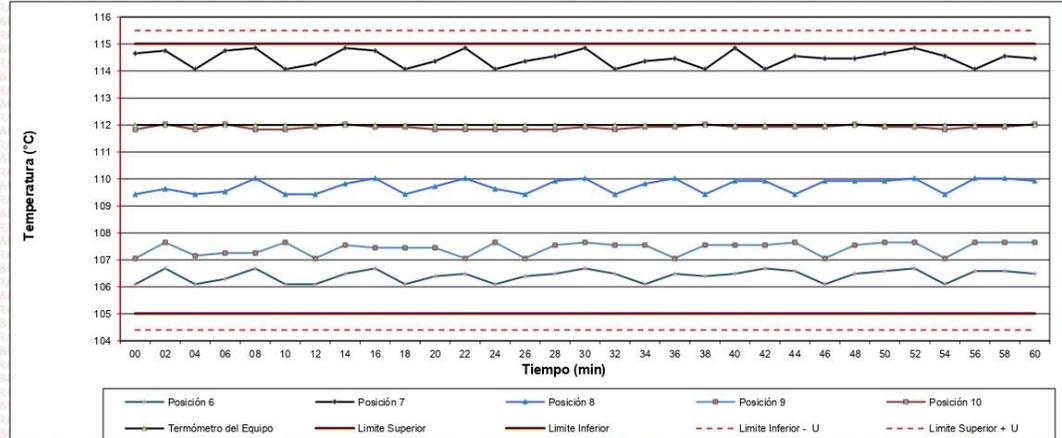
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209
 Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C



Distribución de la temperatura en volumen interno del equipo
Temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C



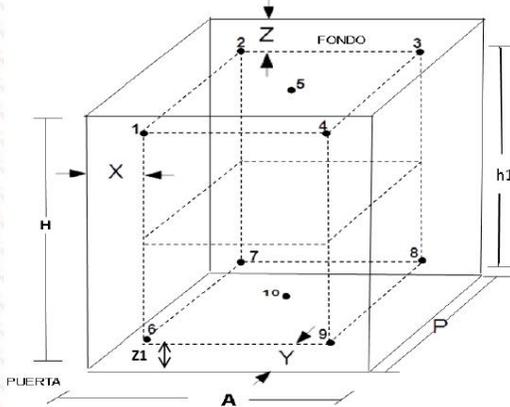
Cód. de Servicio: 02558-A

Cód. FT-T-03 Rev. 04

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA POR CORPORACIÓN 2M & N S.A.C.

Jr. Chiclayo N° 489 Int. A Rimac - Lima - Perú | Telf.: (01) 381-6230 RPC: 989-645-623 / 961-505-209
Página web: www.2myn.com | Correos: ventas@2myn.com | metrologia@2myn.com

Distribución de los sensores en el volumen interno del equipo



Dimensiones internas de la cámara

A= 54,5 cm

P= 44,5 cm

H= 56,0 cm

Ubicación de los sensores

X= 5,5 cm Z= 12,0 cm

Y= 4,5 cm Z1= 11,7 cm

Distancias entre planos

h1= 32,3 cm

Ubicación de parrillas durante la calibración:

Distancia de la parrilla superior a: 33,0 cm por encima de la base interna.

Distancia de la parrilla inferior a: 13,2 cm por encima de la base interna.

NOTA

- Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles
- Los sensores del 1 al 5 están ubicados a 11,0 cm por encima de la parrilla superior.
- Los sensores del 6 al 10 están ubicados a 1,5 cm por debajo de la parrilla inferior.

Fotografía del Interior del Equipo



FIN DEL DOCUMENTO



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-409-2023

Página : 1 de 2

Expediente : 150-2023
Fecha de emisión : 2023-06-02

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : SOILTEST
Modelo de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : 1383
Código de Identificación : SPE-002

Marca de Celda : KELI
Modelo de Celda : A-FED
Serie de Celda : 5X70860
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : OHAUS
Modelo de Indicador : T32XW
Serie de Indicador : B719098045

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2232 URB. SAN HILARION ET. UNO - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
01 - JUNIO - 2023

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	INF-LE 128-2022	UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	HIGH WEIGHT		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,0	24,1
Humedad %	64	65

7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

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



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

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

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

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



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP-409-2023

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	504,55	503,40	-0,91	-0,68	503,98	-0,79	0,23
1000	1005,05	1005,15	-0,50	-0,51	1005,10	-0,51	-0,01
1500	1506,95	1506,85	-0,46	-0,46	1506,90	-0,46	0,01
2000	2006,35	2005,85	-0,32	-0,29	2006,10	-0,30	0,03
2500	2505,05	2505,10	-0,20	-0,20	2505,08	-0,20	0,00
3000	3003,10	3003,25	-0,10	-0,11	3003,18	-0,11	-0,01
3500	3503,60	3503,55	-0,10	-0,10	3503,58	-0,10	0,00
4000	3999,85	3999,65	0,00	0,01	3999,75	0,01	0,00

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente de Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 1,0012x - 6,8566$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

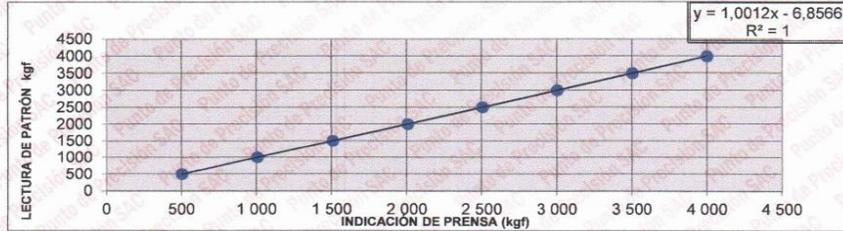
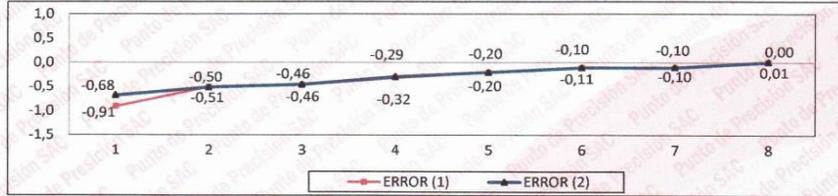


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO




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