



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

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

**AUTOR:**

Alejo Arcayo, Angelo Helard ([orcid.org/0000-0002-3284-4887](https://orcid.org/0000-0002-3284-4887))

**ASESOR:**

Mg. Pinto Barrantes, Raul Antonio ([orcid.org/0000-0002-9573-0182](https://orcid.org/0000-0002-9573-0182))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

**LIMA – PERÚ**

**2022**

### **Dedicatoria**

Dedico a mis padres y mi hermana, porque esto no hubiese sido posible sin ellos, por estar siempre a mi lado brindándome su apoyo y sus consejos que me han hecho una mejor persona.

A Dios por concederme una hermosa familia y seguir disfrutando de ellos, por brindarnos salud, bienestar y por cuidar de todos nosotros.

### **Agradecimiento**

A todas las personas que estuvieron presentes en este trayecto que de alguna u otra forma han sido un apoyo durante mi vida académica.

A mi tutor Pinto Barrantes, Raúl Antonio por sus enseñanzas, dedicación y recomendaciones para que esta tesis se lleve a cabo.

A mi familia por apoyarme en todo por darme su atención, comprensión siempre estaré agradecido con ellos

## Índice de contenidos

### **Carátula**

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen .....	viii
Abstract.....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>6</b>
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>23</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	23
3.2. Variable y operacionalización.....	23
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis .....	25
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
3.5. Procedimientos .....	27
3.6. Método de análisis de datos.....	32
3.7. Aspectos éticos .....	32
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>33</b>
<b>V. DISCUSIÓN.....</b>	<b>44</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>48</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>49</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>55</b>

## Índice de tablas

Tabla 1. Categoría de subrasante.....	11
Tabla 2. Clasificación de índice de plasticidad.....	15
Tabla 3. Clasificación de suelos según CBR.....	16
Tabla 4. Serie de tamices.....	19
Tabla 5: Elementos del polipropileno. ....	20
Tabla 8. Análisis granulométrico C-01 (progresiva 00+000).....	33
Tabla 9. Análisis granulométrico C-02 (progresiva 00+240).....	34
Tabla 10. Distribución de suelo C-01. ....	35
Tabla 11. Distribución de suelo C-02. ....	35
Tabla 12. Límites de Atterberg (suelo natural). ....	36
Tabla 13. Contenido de humedad (suelo natural). ....	36
Tabla 14. Proctor modificado (suelo natural).....	37
Tabla 15. Ensayo de CBR (suelo natural). ....	37
Tabla 16. Proctor modificado añadiendo polipropileno C-01.....	38
Tabla 17. Proctor modificado agregando polietileno C-02.....	40
Tabla 18. Capacidad portante añadiendo polipropileno C-01. ....	41
Tabla 19. Capacidad portante añadiendo polietileno C-02.....	42

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Fases principales del suelo. ....	11
Figura 2. Límites de Atterberg. ....	13
Figura 3. Aparato de casa grande. ....	13
Figura 4. Consistencia del suelo. ....	14
Figura 5. Sistema unificado de clasificación de suelos (USCS). ....	15
Figura 6. Índice de CBR. ....	16
Figura 7. Curva granulométrica. ....	18
Figura 8. Tamices con malla cuadrada. ....	19
Figura 9. Curvatura de Proctor Modificado. ....	22
Figura 10. Material para ensayo de Proctor Modificado. ....	22
Figura 11. Envases de bebidas. ....	27
Figura 12. Trozos de polipropileno. ....	28
Figura 13. Tiras de polietileno. ....	28
Figura 14. Ubicación del lugar de estudio. ....	29
Figura 15. Trabajos de la calicata C-01. ....	30
Figura 16. Trabajos de la calicata C-02. ....	30
Figura 17. Análisis granulométrico de las muestras. ....	31
Figura 18. Análisis granulométrico de las muestras. ....	31
Gráfico 1. Curva granulométrica C-01. ....	33
Gráfico 2. Curva granulométrica C-02. ....	34
Gráfico 3. Densidad máxima seca + polipropileno C-01. ....	38
Gráfico 4. Humedad óptima + polipropileno C-01. ....	39
Gráfico 5. Densidad máxima seca + polietileno C-02. ....	40
Gráfico 6. Humedad óptima + polietileno C-02. ....	41
Gráfico 7. CBR al 100% y 95% + polipropileno C-01. ....	42
Gráfico 8. CBR al 100% y 95% + polietileno C-02. ....	43

Gráfico 9. Comparación del índice de plasticidad. ....	<b>44</b>
Gráfico 10. Comparación del Proctor modificado. ....	<b>45</b>

## Resumen

La investigación titulada “Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022”, tiene como objetivo evaluar las propiedades mecánicas de la subrasante con la incorporación del polipropileno y el polietileno en dosificaciones de 10%, 20% y 30%. La metodología es de tipo aplicada, el nivel es tipo explicativo y el diseño de investigación es experimental de tipo cuasiexperimental. Resultados de laboratorio según la clasificación de SUCS para la C-01 es SW-SM (Arena bien graduada con limo y grava) y la C-02 es GP (grava pobremente graduada con arena), se usó polipropileno en la C-01 y polietileno en la C-02. La muestra patrón de la C-01 tiene un CBR de 40.8 al 100% y 20 al 95%, al adicionar 10%PP tuvo 44% y 26.2%, con el 20% se obtuvo 50.3% y 37% y para el 30% con 60.4% y 38.7%. En la C-02 se usó el polietileno, C-02 el suelo natural tuvo un 71.9% y 51.6%, con el 10%PE un 76.9% y 48.5%, y al 20%PE 84.8% y 52.5%, y el 30%PE tuvo 94.2% y 61.6%. Concluyendo, el uso de estos polímeros incrementa el CBR de manera positiva para la estabilización.

**Palabras clave:** polipropileno, polietileno, CBR.



## **Abstract**

The research entitled "Evaluation of polypropylene and polyethylene in the mechanical properties of the subgrade, Nueva Primavera Association, Santa Clara 2022", aims to evaluate the mechanical properties of the subgrade with the incorporation of polypropylene and polyethylene in dosages of 10%, 20% and 30%. The methodology is applied type, the level is explanatory type and the research design is experimental of quasi-experimental type. Laboratory results according to SUCS classification for C-01 is SW-SM (Well graded sand with silt and gravel) and C-02 is GP (Poorly graded gravel with sand), polypropylene was used in C-01 and polyethylene in the C-02. The standard sample of C-01 has a CBR of 40.8 at 100% and 20 at 95%, adding 10% PP had 44% and 26.2%, with 20% 50.3% and 37% was obtained and for 30% with 60.4% and 38.7%. In C-02 polyethylene was used, C-02 the natural soil had 71.9% and 51.6%, with 10% PE 76.9% and 48.5%, and 20% PE 84.8% and 52.5%, and 30% PE. %PE had 94.2% and 61.6%. Concluding, the use of these polymers increases the CBR in a positive way for stabilization.

**Keywords:** Polypropylene, polyethylene, CBR.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente para muchos países en crecimiento el principal medio de transporte es la carretera, la creciente demanda de infraestructura vial solicita materiales de alta calidad que habitualmente son complicados de conseguir. Frente a esa circunstancia, surgieron opciones positivas para estabilizar el suelo con diversos componentes como puzolana, cal, resinas y cemento, esto nos permite que el suelo de mala calidad mejore su estabilidad volumétrica aumentando la solidez y el módulo de tensión, mejora las propiedades mecánicas del suelo y mitiga la absorbencia del agua.

Por medio de la infraestructura vial se provee factibilidad e interconectividad terrestre para zonas rurales y centros poblados para generar el intercambio comercial, incremento de la productividad y la estabilidad económica de cada país.

Uno de los desafíos que afronta el Perú para promover la diversificación económica es la mala condición de su red vial departamental (RVD), por otro lado, las carreteras existentes permanecen en mal estado incrementando riesgos de deformaciones, por esta necesidad es primordial hacer la estabilidad de un suelo mediante el uso de diversos procedimientos sea el uso de sustancia que no afecten el medio ambiente u otros materiales más comunes como el cemento, resina, cal, etc. Con el propósito de mejorar la calidad del suelo natural para conseguir características mecánicas y físicas estables incrementando la durabilidad, mitigando la plasticidad y aminorando la permeabilidad.

Lima este cuenta con algunos sectores que buscan tener una mejor accesibilidad en sus calles, ya que esto es muy primordial para cualquier persona dentro de su entorno brindando diferentes beneficios económicos y de salud pública, la necesidad de esta calidad de vida genera un gran impacto en la sociedad. La importancia de que estos accesos sean amplios, como nación es ofrecer oportunidades, experiencias sin restricción.

Para una buena estabilización lo primordial es realizar un estudio de suelo que nos ayuda recopilar información mediante probatura de campo y ensayos de laboratorio, tales como granulometría, plasticidad, humedad, límite de Atterberg, capacidad portante por medio de la prueba compresión.

El presente proyecto de investigación se localiza en la Nueva Asociación Primavera, Santa Clara en el Distrito de Ate Vitarte. La localidad de Santa clara cuenta con calles desniveladas, huecos, baches, desmontes de tierras, la mala y poca supervisión son la principal causante para que estas obras no tengan calidad, provocando restricciones al momento de movilizarse y a realizar actividades cotidianas, desde otro punto de vista se ve afectado el malestar de sus habitantes y peatones por la transitividad de los vehículos pesados que provocan polvaredas, contaminación, esto a falta de mejoramiento de sus vías.

En vista al problema mostrado, la presente tesis plantea el uso de dos polímeros el polipropileno y el polietileno con el propósito de perfeccionar algunas propiedades físicas y mecánicas del suelo de la subrasante, por ello primeramente se realizará un previo ensayo de laboratorio para obtener datos fiables y determinar si es verídico realizar la estabilización integrando los dos polímeros, de esta manera podemos constatar los cambios que surgieron en el comportamiento del suelo. de esta manera podremos facilitar la efectividad a la localidad de Santa Clara para que en un futuro el suelo sea apto en la construcción de pavimentos, pistas y veredas.

Los polímeros que se añadirán para la estabilización del suelo son materiales amoldables y flexibles, por esta razón se encuentran concurrentes en distintos sectores de la industria, pese a ser casi similares a simple vista, cuentan con ciertas características el polipropileno es más ligero, difícil de quebrar, menos flexible, soporta temperaturas altas y es más transparente, por el contrario, el polietileno resiste a las bajas temperaturas, facilidad al estirar, robusto, mayor flexibilidad. Ambos productos son perennes, resistentes a cualquier agente químico, sólido frente a golpes, sin embargo, se debe tomar en cuenta el uso que les quiere dar a cada uno.

Problema general: ¿Cómo influye la incorporación del polipropileno y el polietileno en diferentes dosificaciones en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022?

Problemas específicos: ¿Cómo influye la incorporación del polipropileno y el polietileno en diferentes dosificaciones en los Límites de Atterberg de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022 ?, ¿Cómo influye la incorporación del polipropileno y el polietileno en diferentes dosificaciones en la compactación de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022 ?, ¿Cómo influye la incorporación del polipropileno y el polietileno en diferentes dosificaciones en la Capacidad portante de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022 ?

Justificación de la investigación: Los suelos en su estado natural son materiales inestables para la ejecución de los proyectos de construcción. Estos problemas provocan asentamientos en las estructuras como viviendas, carreteras, puentes, etc. por falta de estudio y tratamiento de suelos en los pendientes y subrasante, debido que tienen una resistencia baja al corte, alta deformación de plasticidad, susceptibilidad a las altas temperaturas y drenaje. provocando que las estructuras sean inseguras y disminuye la vida útil. Estas son las razones por las que se buscan nuevos mecanismos de estudio en mejoramiento de suelos.

La subrasante es la parte esencial de la estructura vial de resistir las cargas, cumpliendo funciones de transmitir y distribuir cargas de diseño del terraplén, esto en actualidad es necesario de aplicar nuevos mecanismos de estudio de mejorar este tipo de emergencia de los asentamientos viales.

Justificación social en nuestra investigación se busca la seguridad y la calidad de vida de la población con mejoramiento de las propiedades geotécnicas de la subrasante con la adición de polipropileno y polietileno en todo el sector de la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara.

También se pretende evaluar informaciones que tengan aporte en los proyectos de pavimentación y terraplenes, etc. estos resultados experimentales tenga la razón de evaluar, aplicarlos para poder examinar

muestras nuevas en mezclas, volúmenes, y patrón de fibras derivadas en distintos materiales que se puedan aplicarse para el mejoramiento de las propiedades de suelos considerando los costos y beneficiado.

Justificación práctica: Contar con un suelo de rasgos y características precisas para posibilitar la ayuda económica con el mejoramiento de las vías en el distrito por medio de la estabilización mediante resultados e investigaciones de estudios que se realizarán en el laboratorio.

Justificación teórica: En esta investigación tiene aporte de mejora sobre la adición de polipropileno a la relación de las cargas y análisis microestructura, estableciendo mejoramiento en la compactación, resistencia al corte y consolidación con la adición de polipropileno se tiene un aumento de su densidad seca y disminución de su humedad óptima, y la disminución del índice de plasticidad, determinando que al estabilizar el suelo con 3% de polipropileno tiene una mejora en su propiedades mecánicas del suelo (Taha, Feng y Ahmed, 2020).

Objetivo General: Evaluar las propiedades mecánicas de la subrasante al incorporar polipropileno y polietileno en diferentes dosificaciones, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022.

Objetivos Específicos: Determinar los Limites de Atterberg cuando se incorpora polipropileno y polietileno en diferentes dosificaciones a la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022, Determinar la compactación cuando se incorpora polipropileno y polietileno en diferentes dosificaciones a la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022, Determinar la Capacidad portante cuando se incorpora polipropileno y polietileno en diferentes dosificaciones a la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022.

Hipótesis General: Las propiedades mecánicas de la subrasante mejoran significativamente al incorporar polipropileno y polietileno en diferentes porcentajes, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022.

Hipótesis Específicos: El polipropileno y el polietileno incorporados en diferentes dosificaciones, optimizan los Limites de Atterberg de la

subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022, La compactación de la subrasante mejora con la adición del polipropileno y polietileno en diferentes dosificaciones, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022, El polipropileno y el polietileno adicionados en diferentes dosificaciones mejoran la capacidad portante de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes nacionales tenemos: Según Torres (2019). Tuvo como objetivo conseguir el porcentaje idóneo de escoria de cobre como estabilizador para un material cohesivo arcilloso para ser usado como capa de subrasante con porcentajes de 10, 20, 30 y 40%, tipo de estudio experimental. su población camino carrozable del Centro Poblado de Shicuy, con muestra de 3 ensayo de CBR a una hondura de 1.5 m por kilómetro, teniendo como resultado que el 40% de escoria de acero el más óptimo con un valor de CBR alto, de manera similar se hizo un adicional con 27% de escoria de acero (EA) y 3% de cemento logrando un valor de 23.7% de CBR. concluyendo que es factible el uso de escoria de acero como estabilizador en suelos cohesivos-arcillosos con el fin de mejorar la subrasante.

De acuerdo con Ángulo y Zabaleta (2020), en su investigación. Tuvo como objetivo precisar el efecto de la estabilización del suelo arcilloso para el mejoramiento de las propiedades mecánicas y físicas de la capa superior con dosis de 2, 4 y 6% de cal viva e hidratada, tipo de estudio experimental y una población de intervalo que está conformado por 559 m en la extensión Navarro Cúper con muestra de dos calicatas, obteniendo como resultado que la cal viva incrementa la dureza, reduciendo sutilmente la densidad - plasticidad, en C-01 con 6% de cal viva genera un CBR de 88.91% y en la C-02 con un 2% de cal hidratada incrementa el CBR al 97.50%, por otra parte la cal hidratada no promete buena resistencia manteniendo una similitud en la plasticidad y densidad, concluyendo que para suelos arcillosos expandibles y con cuantiosa plasticidad es efectivo el uso de la cal viva, para zonas que no cuentan con capa superior.

Según, Márquez (2019). Tuvo como objetivo optimizar las propiedades de un suelo arcilloso con PET en el distrito de la Encantada, con un estudio cuantitativa tipo experimental con una población de todas las calicatas realizadas en el lugar de estudio y una muestra de CBR calculado con y sin la incorporación de PET(6%), consiguiendo un resultado donde el ensayo que fue ejecutado no presenta ninguna mejora con la dosificación de PET añadido a la muestra, ya que presentaron características incoherentes en

ambos ensayos, así mismo el CBR de la M2 con 6% de PET logra una mejora en conclusión al incorporar el 6% de PET se consigue un CBR mayor al 6% y los resultados alcanzados de granulometría, contenido de humedad, Atterberg revelan diferencias mínimas.

A nivel internacional contamos con Celi (2021), en su investigación. Tuvo como objetivo estudiar el California Bearing Ratio (CBR), del suelo de subrasante agregando polietileno y polipropileno para lograr una conveniente estabilidad, el tipo de estudio es experimental tomando como población los suelos granulares de las parroquias campesinas del cantón Ambato y una muestra de tres calicatas donde se obtuvo 6 muestras por cada uno con un peso de 25 kg, con un total de 18 muestras, teniendo como resultado la parroquia Montalvo al aumentar los estabilizadores, de 7.80% tuvo un incremento de CBR de 10.40% a 16.30% para la parroquia Juan Benigno sólo produjo un pequeño aumento de CBR del 1.8% y para Iزابamba con el 3.60% de estabilizante su CBR aumenta de 10.90% a 13.40%, concluyendo que en las 3 muestras al añadir PET y PP en porcentajes de 0, 3, 6, 9, 12 y 15% a la subrasante aumenta su CBR logrando una estabilización.

Parra (2018), en su investigación. Tuvo como objetivo lograr estabilizar el suelo mediante la cal y ceniza con porcentajes diversos para definir la dosificación ideal del estabilizador, la muestra se realizaron 20 ensayos de compresión inconfiada en un laboratorio para así determinar qué material proporciona mejor las características mecánicas con porcentajes de 0%, 2%, 4%, 6% y 8%, con resultado óptimo que el uso de la ceniza aumenta la rigidez con el 6% y la cal logra su máxima con el 8%, ambos se comportan de manera distinta a tracción teniendo una ligera ventaja uno del otro, en conclusión ambos aditivos aumentan la resistencia al suelo con elevado contenido de arcilla, para máximos esfuerzos y rigidez se recomienda el uso de la cal viva por la reacción que genera con el agua siendo una buena alternativa tanto económica como su uso factible para la estabilizar los suelos.



Según Ivanova (2019), en su investigación. Tuvo como objetivo mejorar la capacidad resistente para suelo granulares y arcillosos proponiendo emplear un proceso con precipitación de  $\text{CaCO}_3$  impulsada por bacterias *Sporosarcina pasteurii*, teniendo como población fue de dos probetas de tipos diferentes, los bioestabilizado se ejecutaron con diferentes intervalos de procedimientos y las de control sin tratamiento, para muestra se hizo ensayos de compresión, tensión y corte directo logrando un resultado de aumento en la resistencia axial no confinada de 790% a 900% en suelos con arena fina y gruesa en conclusión permitió poner en conocimiento los parámetros y procedimientos ideales que posibilitan aumentar el rendimiento de bio-estabilización de los distintos tipos de suelos que fueron estudiados.

Ahmed (2020) en su investigación. Tuvo como objetivo perfeccionar las propiedades del suelo con solidez al corte y capacidad de carga y la finalidad de eliminar los desechos de plásticos, con un estudio tipo experimental, se combinó una muestra de suelo arcilloso con plasticidad, añadiendo 0.2%, 0.3% y 0.4% de tiras de plástico en relación al peso del suelo y se realizaron ensayos de Atterberg, compactación estándar, compresión no confinada y el CBR, teniendo como resultado, el CBR incrementa con la adición del 0.4% de tiras de plásticos logrando un 145% de optimización del suelo estabilizado y una minoración de contracción en el suelo, en conclusión se recomienda el uso de plásticos para usar como estabilizador en la subrasante como una respuesta hacedera y económica para optimar un suelo, así mismo ayudamos al medio ambiente a reducir la contaminación que genera estos productos.

Taha, Fend y Ahmed (2020), en su estudio. Analizó la reacción de la fibra de PP en el comportamiento mecánico para suelos arcillosos, con métodos experimentales, el suelo usado en este estudio corresponde al subdistrito de La Bu Dalin de Erguna, el cual se usó fibras de PP de 0%, 1.5%, 2.5% y 3% de acuerdo al peso de la muestra y fueron sometidas a estudios de corte, compactación, California. Con resultados que muestran una mejora con la incorporación de PP, mientras se añade más fibras la densidad máxima seca se incrementa y reduce el contenido de humedad de la misma forma el

ángulo interno de fricción ascendió con una reducción en su coeficiente de cohesión. concluyendo que el 3% de fibras de PP es el adecuado, ya que mejoró las propiedades del suelo.

Bisht (2018) en su investigación. Tuvo como objetivo examinar el comportamiento de la estabilidad de suelo con el adiconamiento de botellas de plástico, en cantidades diferentes de 0%, 0.25%, 0.5% y 0.75% y con pequeñas cantidades de cemento de 1% y 1.5% de acuerdo al peso seco del suelo, población el suelo utilizado se extrajo de Rithala ubicado a 4 km de la Universidad Tecnológica de Delbi, con 9 muestras donde se realizaron ensayos de compresión no confinada (UCS), el resultado más favorable es el 1.5% de cemento con 0.5% de tiras de plástico incrementando la resistencia del suelo, por otro lado al añadir más tiras de plástico reduce la resistencia, en conclusión la resistencia del suelo aumenta cuando se adhiere más cemento, también hay una mejora con las botellas de plásticos, sin embargo no deben ser mayor al 0.5%, por ende se debe de tener en cuenta la dosificación óptima C 1.5% y PT 0.5%.

En los artículos tenemos: Alarcón, Jiménez y Benites (2020). Optimizar la subrasante para estructura del pavimento como una opción para sustituir los materiales tradicionales empleados en las capas granulares, las muestras son suelos granulares y arcillosos que se extrajeron de la región Tunja, al cual se le incorporó lodos aceitosos con porcentajes de 2%, 4%, 6% y 8% con ensayos diferentes como ensayo de CBR y triaxial en cada mezcla para ser analizados en campo, resultando que con el 6% de lodo aceitoso y material granular de 4% y un curado de 26 días se logra mejoras en las propiedades, en conclusión logra estabilizar el suelo con impactos satisfactorios con la dosificación correcta.

Cruz, Gaffaro y Quintana (2021) en su artículo. Identificar los resultados de la utilización de cenizas de biomasa en la subrasante como cuidado del medio ambiente, estas se adquieren de los desperdicios de maderas en la provincia de Corriente, donde se evaluaron ensayos de CBR, IP, módulo de elasticidad y periodo de curado, el resultado de las tres dosificaciones, con curados de siete días, la 1° - 3° cuentan con valores mínimos, siendo el 2°

con un valor aceptable con las medidas de 67% de suelo, 3% de cal pre tratada, 25% de biomasa y 5% de cal aérea hidráulica. En conclusión, las dosificaciones de la 2° asegura un estabilizada para suelos compactados de esta forma promueve la pérdida económica por la aglomeración de materiales que nos son comercializados como es la biomasa.

Ayala, Rosario y Durán (2019) en su artículo, tuvo como objetivo calcular el efecto de que produce al añadir ceniza de la quema del carbón y madera un suelo arcilloso, se añadió en porcentajes de 10%, 20%, 30% y 40% en relación al peso del material, se ejecutaron ensayos como Atterberg, granulometría, Proctor modificado, CBR. con resultado demostraron una estabilidad en las propiedades mecánicas siendo el más óptimo la M3 con el 20% de ceniza logrando un valor de 1.1%. En conclusión, el estabilizador utilizado muestra características puzolánicas el cual proporciona una reactividad de la ceniza cuando entra en contacto con la arcilla, siendo viable el uso de la ceniza.

Teorías que guardan relación con nuestra investigación son las siguientes:

Normas Técnicas peruanas (NTP)-Perú, Normas ASTM - Perú, Manual de carreteras, sección suelos y pavimentos – Perú-2014, Normas de suelos y cimentaciones – Perú - E.050.

Subrasante: es una capa de cimiento o fundación de la estructura de pavimentos que tiene la función de soportar cargas que transmiten los pavimentos ofreciendo un apoyo uniforme con resistencias adecuadas y que tenga la mantención de propiedades bajo las inclemencias del tiempo (SNIP, 2015).

Características: El suelo es aceptado como óptimo para la subrasante tiene que efectuarse, a una altura debajo de 0.60m y tienen que ser suelos apropiados y estables con un CBR  $\geq 6\%$  si presenta este caso corresponde estabilizar tomando en cuenta las normas técnicas y económicas según (MTC-2014).

Categorías de subrasante: Según (MTC,2014), categoriza la subrasante con parámetros con la adecuada realización de ensayos del CBR. teniendo en cuenta la siguiente tabla.

**Tabla 1.** Categoría de subrasante.

Categoría de la subrasante	CBR (California Bearing Ratio)
S0: Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante insuficiente	De CBR $\geq 3\%$ a CBR < 6%
S2: Subrasante regular	De CBR $\geq 6\%$ a CBR < 10%
S3: Subrasante buena	De CBR $\geq 10\%$ a CBR < 20%
S4: Subrasante muy buena	De CBR $\geq 20\%$ a CBR < 30%
S5: Subrasante excelente	CBR $\geq 30\%$

Fuente: MTC (2014)

Suelo: según Editorial Etecé (2021, párr. 4). Los suelos se forman por la rotura de rocas y la acumulación de diversas sustancias a lo largo de los siglos, en los que intervienen muchos cambios físicos, químicos y biológicos, que dan como consecuencia una colocación ordenada en capas que se puede percibir como grietas de la corteza terrestre. En donde la fase de los sólidos está compuesta de partículas minerales ( $V_s$ ), la fase de los líquidos por el agua y los gaseosos ( $V_v$ .)

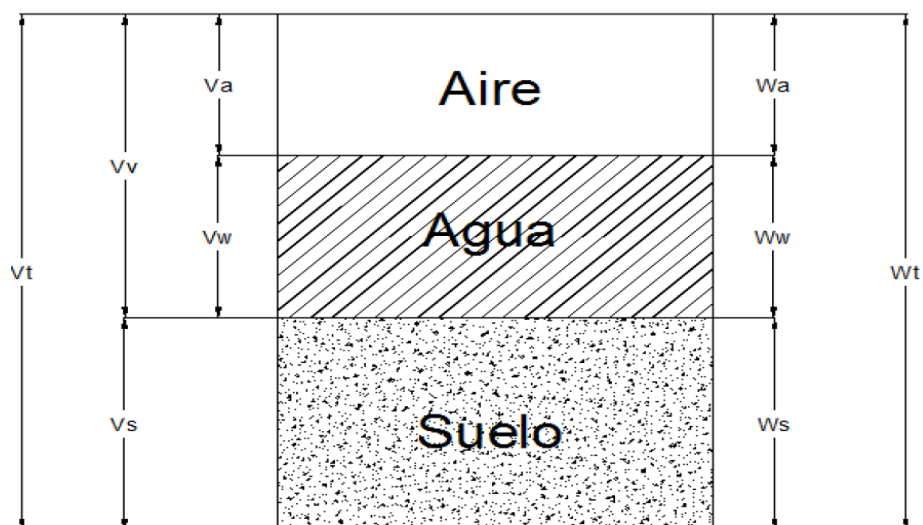


Figura 1. Fases principales del suelo.

Fuente: Botía (2015)

Suelos arenosos: son suelos que sufren de escasez en retención de agua y materias orgánicas, por lo cual se consideran poco fértiles y tienen partículas de diámetros mayores a 2mm.

Suelos arcillosos: los suelos arcillosos tienen una composición de granos finos que permite retener fácilmente los líquidos y sus partículas tienen diámetros de  $D < 0.002\text{mm}$ .

Suelos calizos: son suelos que tienen una abundancia de minerales calcáreos y sales donde forman materiales de dureza de color blanco sus partículas tienen un diámetro de  $0.07 < D < 2\text{mm}$

Suelos humíferos: son suelos que están formados por tierra negra, por lo cual contienen materias orgánicas en descomposición, esto hace de que puedan retener líquidos y son altamente fértiles.

Suelos pedregosos: están conformados por rocas de diferentes tamaños, lo cual no tienen la facilidad de retener los líquidos.

Suelos mixtos: son suelos de una combinación o mezcla de suelos arenosos y arcillosos.

Propiedades mecánicas de suelos: Propiedades físicas: Son partículas que están compuestas por minerales, materia orgánica, aire y agua donde los minerales forman 50% del volumen total y las cantidades de arena, limo y arcilla determinan su textura.

Propiedades químicas: Donde se presentan partículas de arena, limo, y arcilla y a su vez la materia orgánica asimismo con la interacción química de estos intercambia nutrientes a su absorción.

Propiedades biológicas: Son partículas que presentan bacterias, hongos, algas, etc. Tiene la influencia de formar agregados estructurales en la retención de la humedad y movimiento del agua.

Según (Atterberg), define como límite de consistencias de un suelo fino, con la finalidad de caracterizar sus comportamientos mediante los límites:

cohesión, pegajoso, contracción o también considerados límite plástico y límite líquido.

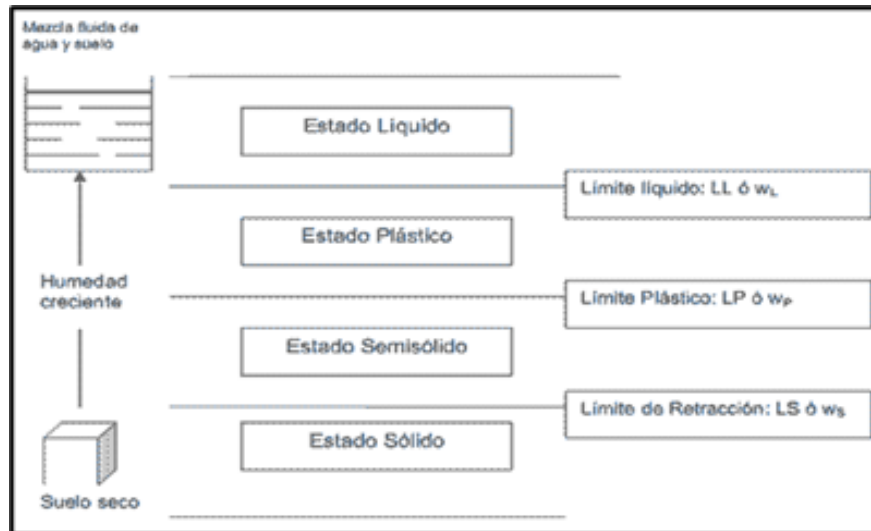


Figura 2. Límites de Atterberg.

Fuente: ASTM D 4318- 00 (1983)

Límite Líquido (LL), contenido porcentaje de la humedad que define el límite de consistencia plástico y semisólido. Es determinado por el método de Casagrande, empleando cuchara de Casagrande y muestra de partículas que pasaron por tamiz N°40(0.4mm).



Figura 3. Aparato de casa grande

Fuente: <https://www.diccionario.geotecnia.online/palabra/aparato-de-casagrande/>

Límite Plástico (LP), contenido de humedad, bajo la superficie se comporta como un sólido y están en límite de estados de consistencia plástico y semisólido. (ASTM D4318).

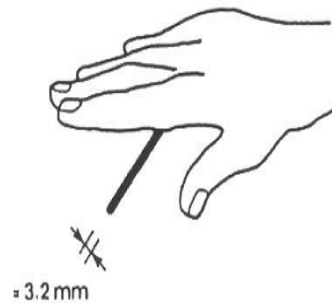


Figura 4. Consistencia del suelo.

Fuente: [http://geotecnia-sor.blogspot.com/2010/11/consistencia-del-suelo-limites-de\\_25.html](http://geotecnia-sor.blogspot.com/2010/11/consistencia-del-suelo-limites-de_25.html)

Índice de plasticidad (IP): Diccionario Geotecnia (2021, párr. 1). El grado de plasticidad del suelo se da absolutamente dentro del rango de humedad del suelo como material plástico, y el índice de plasticidad corresponde numéricamente a la diferencia entre el límite líquido y el plástico.

$$IP = LL - LP$$

Límite de Contracción (retracción), en cuanto el suelo atraviesa de estado sólido a semisólido y deja de reducir al perder humedad. Se clasifican en:

## Gráfica de plasticidad del USCS

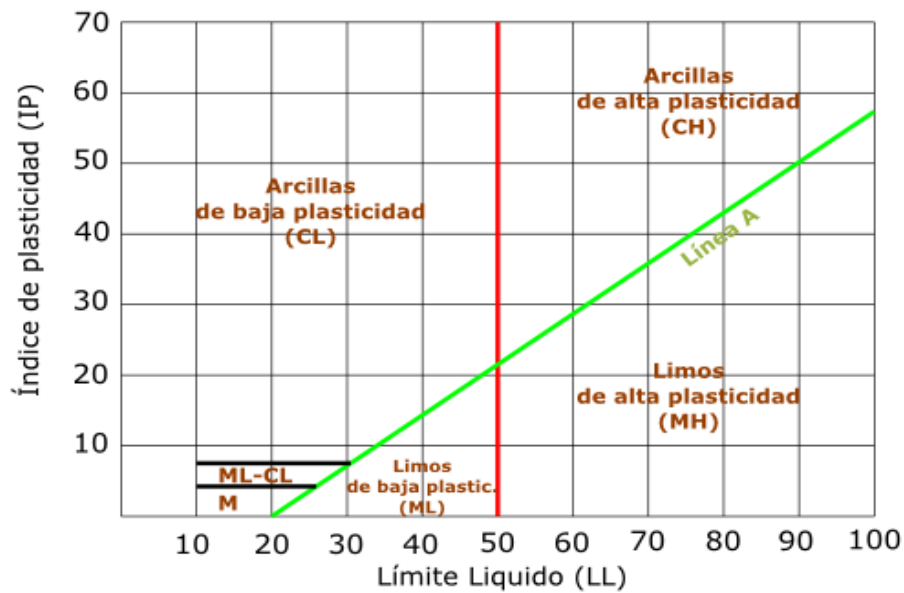


Figura 5. Sistema unificado de clasificación de suelos (USCS).

Fuente: <https://www.diccionario.geotecnia.online/palabra/propiedad-indice/>

Líquido (LL, MTC - E - 110), el límite plástico (LP, MTC - E - 111) y el límite de contracción (LC, MTC - E - 112).

**Tabla 2.** Clasificación de índice de plasticidad.

Índice de plasticidad	Plasticidad	Características
$IP > 20$	Alta	Suelos muy arcillosos
$IP \leq 20$	Media	Suelos arcillosos
$IP > 7$		
$IP > 7$	Baja	Suelo poco arcillosos plasticidad
$IP = 0$	No plástico (NP)	suelos exentos de arcilla

Fuente: MTC MC-05-14 (2014)

Ensayos CBR: Según Raymundo (2018, pág. 2). El California Bearing Ratio (CBR) mide la resistencia a la erosión del suelo (esfuerzo cortante). En estado de humedad y dimensiones controladas, la ASTM llama a esta prueba como "relación de soporte". Es de aplicación para evaluar la calidad



comparativa de la capa del suelo, algunos materiales de subsuelos y suelos granulares.

El ensayo del CBR se realiza para evaluar muestras con diámetros máximo de las partículas es de  $\frac{3}{4}$ , lo cual es pieza clave para examinar la resistencia máxima de los materiales de las bases y subbase. asimismo, brinda informaciones de expansión. Cuyo objetivo es de obtener datos contenido humedad y densidad seca, porcentaje de expansión, cálculo del CBR a 0.1 y 0.2 de inserción, curva de obligues de penetración.

**Tabla 3. Clasificación de suelos según CBR. (En Anexo)**

Los ensayos de CBR nos permite determinar la capacidad portante de los terrenos. Procedimientos para los ensayos del CBR: Determinación de las humedades optimas y máxima de las muestras del suelo empleando el ensayo Proctor modificado.

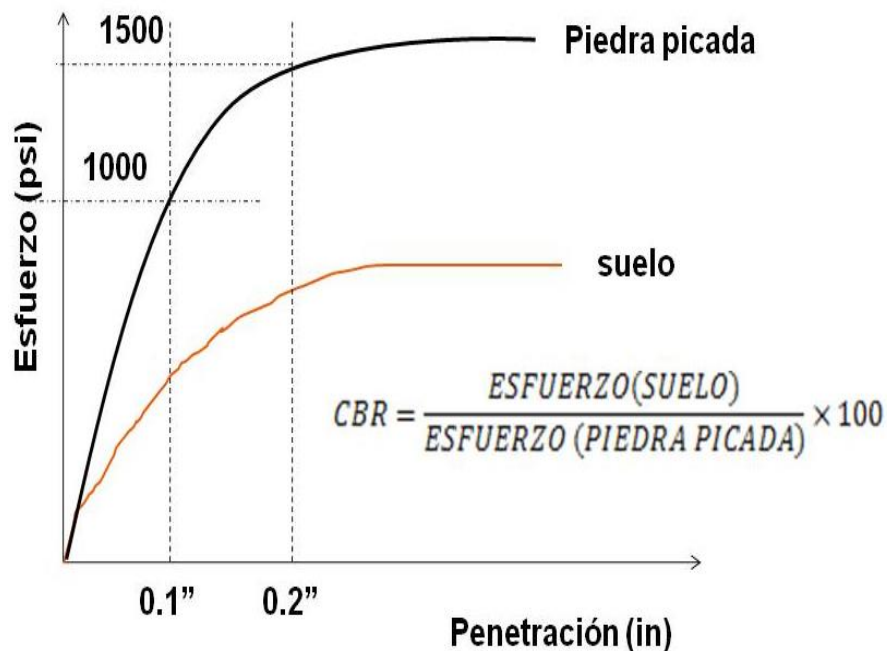


Figura 6. Índice de CBR

Fuente: Sánchez (2012)

Para lograr la humedad adecuada se debe añadir agua, compactando las muestras en tres moldes de CBR estandarizados de 15.24cm de diámetro y

17.78cm. de altura, se compactan capas de tres niveles por molde con 15.30, 60 golpes por capa con una maza de 2.5 kg que cae a 305 mm, los moldes se colocan en fuentes en agua, aunque en algunas modificaciones este paso es evitado, se coloca una placa perforada y el vástago, así mismo el peso es esencial para el cálculo de sobrecarga, colocar el trípode sobre el extremo del molde encajando el vástago del micro compactador, se deben tomar precauciones diarias del micro compactador por 4 días, se retira la muestra escurriendo y secarlo, se aplican cargas en el pistón de penetración, por medio de la prensa CBR y analizar la curva presión de penetración.

Al finalizar los ensayos se verifican los resultados que se muestran en los gráficos, densidad seca, índice de CBR, el CBR no es una propiedad característica de los suelos, ya que requiere de las condiciones de humedad-densidad de suelo, con una relación del módulo de elasticidad,  $E=65*(CBR)^{0.65}$  en kg.

Ensayos granulométricos de suelos: Cotecno (2022, párr. 6). Mediante el análisis de las partículas, se puede obtener información importante, como los cálculos del tamaño y el origen de las partículas, las propiedades mecánicas y la frecuencia de cada tamaño de partícula dentro de la escala de partículas utilizada para clasificar los diámetros de las partículas en agregados individuales. Esta práctica es necesaria y previa a la construcción en terrenos seleccionados para este fin. El suelo examinado también se puede usar en mezclas de asfalto o concreto.

Análisis granulométrico: Geotecnia Fácil (2022, párr. 1). Es una prueba básica y sencilla para la delimitación de suelos, pero no menos importante. Esencialmente, solo esta prueba da acceso a las propiedades geotécnicas clave del suelo, como la capacidad de carga, la deformación o la permeabilidad.

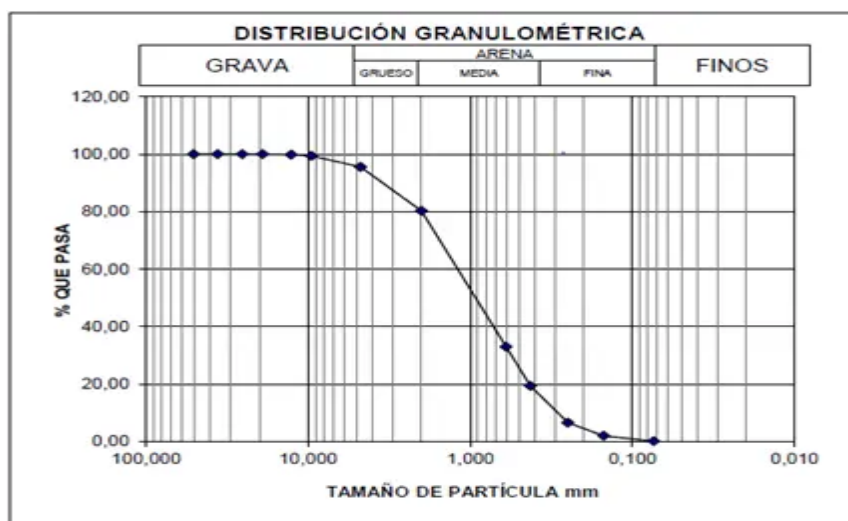


Figura 7. Curva granulométrica

Fuente: Norma ASTM – D422

Análisis granulométrico con tamizado: Este ensayo es un método mecánico que se realiza mediante el tamizado de muestras de agregados, para poder clasificar y reconocer los diferentes tamaños de partículas sedimentados que compone una muestra y se emplean en distinto tipos de trabajo, los ensayos se desarrollan en materiales de muestra seca, y por serie de tamices de 3 pulgadas hasta 0.0074mm.

Para poder realizar un tamizado correcto se debe tener en cuenta lo siguiente:

Uso de tamices ensamblados, la muestra se agrega en tamices más gruesos, los tamices se colocan en una máquina especial para someterse a movimientos vibratorios y de rotación, el tamiz se retira por separado tomando el peso de cada tamiz que retuvo el material, elaboración de curvas granulométricas con el peso total y los retenidos.

Análisis de tamizado: Es la determinación cuantitativa en la distribución de tamaño de partículas de suelos que pasan por los diferentes tamices en todas las series de ensayos.

Tamiz: Los tamices son instrumentos que se utilizan para la separación de materiales según su tamaño, son instrumentos de marco metálico y

alambres que se interceptan perpendicularmente, tiene medidas en pulgadas y números, según (ASTM).



*Figura 8. Tamices con malla cuadrada*

Fuente. FIC UNI (2006)

Los análisis con tamices se realizan con muestras enteras o separando los finos por lavado, si en los finos estos lavados no se pueden examinar visualmente se procede al secado en horno, con mínimas porciones de humedad en seguida se evalúa su resistencia con los dedos rompiendo el material seco. Si se logra desmoronar fácilmente o el material fino se pulveriza bajo la presión, por ende, el análisis con tamices se puede realizar sin previo lavado.

**Tabla 4. Serie de tamices. (En Anexo)**

Balanza: (para obtener el peso del material Con sensibilidad de 0.1 g), estufa: (para soportar temperaturas uniformemente y persistente de  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F)), bandejas, (en secado de las muestras con facilidad de manejo), cepillo y brocha: (para hacer limpieza a las mallas de los tamices).

Estabilización de suelos y tipos: (MTC-2014), explica como aumenta las resistencias mecánicas y propiedades físicas de un suelo con materiales sintéticos o naturales, mediante procedimientos mecánicos o con adición de un producto químico. Generalmente se estabilizan los suelos de un sub

rasante inapropiados, al adicionar cal cemento, escorias, geo sintéticos o suelo asfalto etc. la metodología de estabilización son:

Estabilización química: Estabilización con cal, cemento, cenizas, etc.

Estabilización mecánica: Estabilización por compactación dinámica, Precompresión, drenes de arena.

Estabilización con geo sintéticos: son la estabilización con materiales de polímeros y sintéticos que tienen un diseño para las construcciones.

Polímeros: Según Zschimmer & Schwarz (2020, párr. 1). Los polímeros son macromoléculas formadas por más de unas unidades químicas (llamadas monómeros) que se reiteren a lo largo de la cadena. Por ejemplo, considere una fila de canicas. Cada cuenta se llama monómero y toda la cadena se llama polímero. Es uno de los materiales más versátiles; se utiliza para construir grandes estructuras de ingeniería y el uso para diferentes ámbitos de trabajo.

Polipropileno: Los polipropilenos son materiales sintéticos que tienen una fabricación de catalítica del propeno, lo cual permite que estos materiales sean resistentes a altas temperaturas tiene propiedades muy equilibradas y un comportamiento excelente a la resistencia química, baja absorción de agua y a la aislación de fluidos eléctricos. Están compuestos por:

**Tabla 5:** *Elementos del polipropileno.*

Elementos	porcentaje (%)
Nitrógeno	0.40%
Etileno	0.14%
Etano	0.85%
Propano	37.06%
Propileno	58.80%

Fuente. Elaboración propia

Según Curso de Fundamentos de Ciencia de Materiales, el polipropileno (PP) son polímeros que están compuestos de termoplásticos y

semicristalino, que son utilizados ampliamente en textiles en 30%, piezas de plásticos 20%, fabricación de alfombras 10%, industrias de la construcción en 10%, etc. Estos materiales son resistentes y tienen la ventaja de ser materiales menos costosos.

Propiedades y características del polipropileno, son materiales sintéticos que poseen un coeficiente de fricción alta y la baja densidad con la comparación de otros plásticos lo cual permite tener propiedades fáciles de manejabilidad teniendo como características:

Polietilenos: Según Curso de Fundamentos de Ciencia de, menciona que son polímeros muy simples que se obtienen de polimerización de etileno y es uno de los materiales de fabricación más económicos. Está conformado estructuralmente por átomos de carbono cuatro hidrógenos (CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub>).

Ensayo Proctor Modificado: Son procesos artificiales o ensayos de procesos de compactación realizados en laboratorios para tener una humedad – peso unitario en gráfico. (curva de compactación), apiñados en un molde de cuatro o seis pulgadas, pisón de (44.5N) que desciende desde una altura (45.7mm) generando una energía de (2700 kN-m/m<sup>3</sup>). Teniendo en cuenta que este tipo de ensayos se realizan solo para los suelos que obtienen el 30% menor de su peso de sus fragmentos contenidas en el tamiz 3/4” pulgada (19,0 mm). Según (ASTM D-422, AASHTO T88, J. E. Bowles).

El ensayo Proctor modificado tiene como propósito obtener datos de los suelos, el peso unitario seco máximo, contenido de la humedad óptima, contenido de humedad peso unitario en gráfico.

Estos ensayos toman los datos para definir una curva que tienen relación de la humedad y la densidad de la muestra.

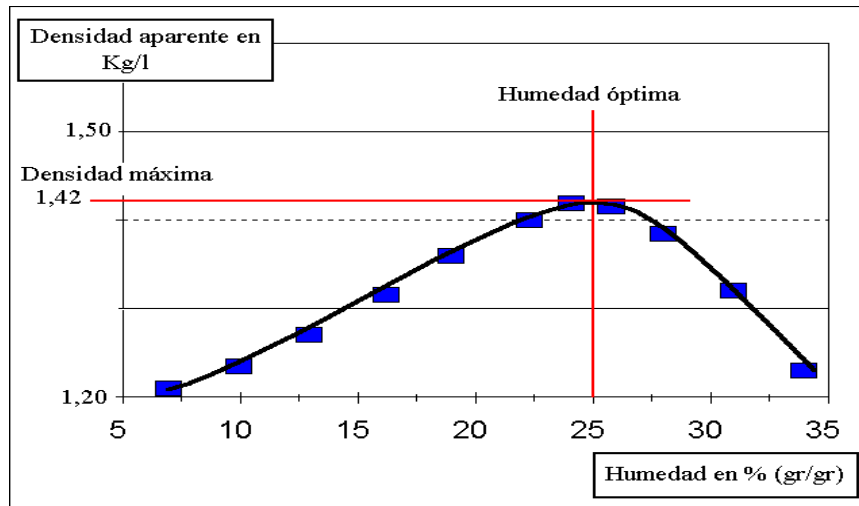


Figura 9. Curvatura de Proctor Modificado

Fuente: [http://rafaela.inta.gov.ar/productores97\\_98/p108.htm](http://rafaela.inta.gov.ar/productores97_98/p108.htm)

Herramientas para realizar este ensayo:

Herramienta de forma cilíndrica de compactación de acero o aluminio, base metálica para que descansa el molde, tornillos que permite la adaptación de la camisa superior con el molde, uso de moldes de diámetro 6" con alturas 116.4m.

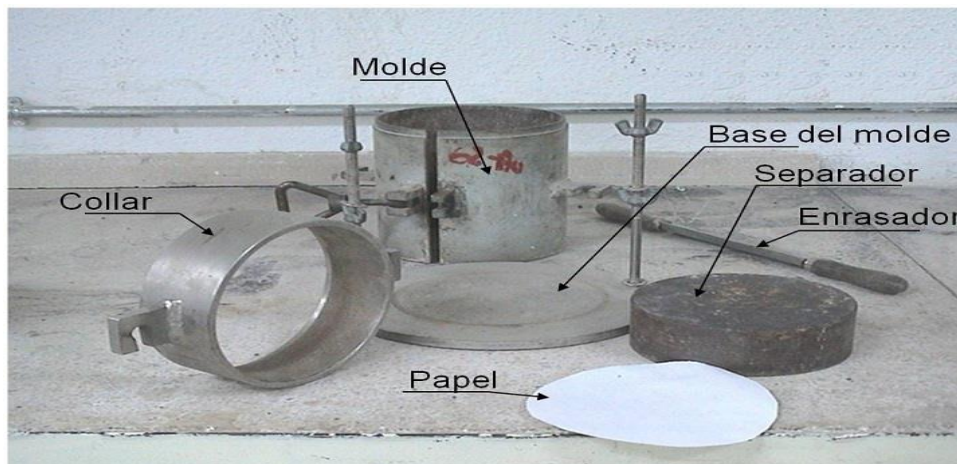


Figura 10. Material para ensayo de Proctor Modificado

Fuente:

[http://www2.caminos.upm.es/departamentos/ict/lcweb/ensayos\\_suelos/proctor\\_modificado.html](http://www2.caminos.upm.es/departamentos/ict/lcweb/ensayos_suelos/proctor_modificado.html)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación.

**3.1.1 Tipo de investigación:** Es aplicada, debido a que determina problemas enfocados con el estudio y el conocimiento para comprobar la autenticidad y de esta forma beneficiarse en desarrollo cultural y científico.

**3.1.2 Diseño de investigación:** Esta investigación es de diseño experimental, porque se puede manipular intencionalmente la variable y de esta manera se busca descifrar la causa y efecto. Las dos variables que se emplearan son: variable independiente y dependiente, donde la (V.I) será alterada y la (V.D) será medida.

Nivel de investigación explicativa porque responde y extiende las ideas ya concretadas, así conocer más detalle los fenómenos, ya que dicho nivel es preciso.

La investigación explicativa tiene como objetivo fundamental encontrar la justificación del por qué suceden ciertos eventos, como bien el nombre hace referencia busca explicar el problema del que se desea disponer información.

#### 3.2. Variable y operacionalización:

Las variables de investigación son términos que se emplean para referirse a algún tipo de vínculo de causa-efecto. Subsisten diversos tipos de variables que se constituye gracias a su conexión con otras, lo cual depende del estudio que se va a realizar. Para nuestra investigación contamos con las variables dependiente, que se determina por medio de experimentos científicos y varían cuando el experimentador modifica la (V.I), por otro lado, la independiente se examina para saber los efectos en la (V.D).

##### **Variable independiente (X1): Polipropileno.**

Polímero termoplástico blanco semicristalino comercializado en varias calidades compuesto principalmente al termoformado de plásticos, se usa



por defecto en partes de la estructura que requieren resistencia química (Amaya, Molina y Sánchez, 2018).

**Definición operacional**

Estas variables serán medidas aplicando dosificaciones de 10%, 20% y 30%.

**Dimensión:**

- Dosificaciones (%)

**Indicadores:**

Porcentajes de dosificación 10%, 20%, 30%

**Escala de medición:** De razón.

**Variable independiente (X2):** Polietileno.

**Definición conceptual:**

Es una resina sintética polifuncional ligera obtenida por polimerización de etileno. Un miembro importante de la familia de las resinas (Enciclopedia Británica, 2019, párr.1).

**Dimensión:**

- Dosificaciones (%)

**Indicadores:**

Porcentajes de dosificación 10% de PP y PE, 20% de PP y PE, 30% de PP y PE.

**Escala de medición:** De razón.

**Variable dependiente (Y):** Propiedades mecánicas de la subrasante.

**Definición conceptual:**

Las propiedades mecánicas (deformabilidad, permeabilidad y resistencia), son las únicas que son utilizadas directamente en el diseño de cimentaciones (Ocampo y Castro, 2021, p. 12).

**Definición operacional:**

Esta variable será medida mediante ensayos de límite de Atterberg, compactación y capacidad portante.

**Dimensión 1:**

- Límites de Atterberg.

**Indicadores:** Limite líquido, limite plástico.

**Dimensión 2:**

- Compactación.

**Indicadores:** Ensayo de Proctor modificado (DMS - OCH).

**Dimensión 3:**

- Capacidad portante.

**Indicadores:** Ensayo de CBR.

**Escala de medición:** De razón.

**3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.**

**3.3.1. Población:** Moreno (2021, párr. 2). Conjunto de individuos, objetos o masas con algunas características comunes que se pueden observar en un lugar y tiempo determinados.

Para esta investigación tenemos como población el suelo natural de la Asociación Nueva Primavera, Santa Clara con el fin de realizar una estabilización.

**3.3.2. Muestra:** Lugo (2020, párr. 13). Porción de elemento que se elige dentro de la población para realizar el estudio correspondiente, puesto que analizar todos los componentes sería complicado.

La muestra está conformada de 400 metros de la av. Nueva primavera, las calicatas fueron extraídas en la progresiva 00+000 y la progresiva 00+240.

**3.3.3. Muestreo:** Hernández y Carpio (2019, p. 76). Instrumento de investigación científica con el objetivo principal de determinar la participación de la población que se estudiará.

El muestreo es de tipo no probabilístico porque no todo el sector es seleccionado para elaborar el estudio, dado a que elegimos los puntos más convenientes.

**3.3.4. Unidad de análisis:** Arteaga (2022, párr. 1). Son los parámetros principales que se investigan en un proyecto o estudio de investigación y el tipo de unidad está determinado por el análisis de datos real realizado en el proyecto o estudio.

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

Para la recolección de datos serán las pruebas de laboratorio donde se investiga, estudia y de esta forma efectuar resultados de forma organizada.

Los instrumentos serán acotados según formatos establecidos por el laboratorio de suelos como se muestra en la tabla.

**Tabla 6. Formatos.** (En Anexo)

También se debe seguir dos características esenciales que son:

**Validez:** Según Villasís, et al. (2018), son resultados que se consideran validos cuando no se tiene ningún tipo de error, con el fin de garantizar que la búsqueda obtenida sea coherente.

**Confiabilidad:** Hace relación a la medida donde el instrumento de investigación alcanza meticulosamente semejantes resultados al ser usados en reiteradas ocasiones. Existen distintos tipos de confiabilidad donde

correlacionan los resultados, a través del coeficiente de correlación de Pearson que varían entre los límites +1 y -1, como se evidencia en la tabla.

**Tabla 7. Escala de interpretación. (En Anexo)**

**3.5. Procedimientos:**

FASE I: Reciclado de envases de plástico

Se realizó el reciclaje de los materiales de polipropileno (envases de plástico) y polietileno (etiquetas de envases), para luego ser lavados y cortados.



*Figura 11. Envases de bebidas*

Fuente: Toma propia

Triturado de los materiales, polipropileno en trozos con formas variadas no mayor de 1 cm x 1cm y el polietileno en tiras de 3 a 5 cm de largo y un ancho de 2 a 5 mm.



Figura 12. Trozos de polipropileno.

Fuente: Toma propia



Figura 13. Tiras de polietileno.

Fuente: Toma propia

**FASE II: Ubicación donde se realizaron las calicatas.**

**Ubicación geográfica**

**Departamento:** Lima

**Distrito:** Ate Vitarte

**Centro poblado:** Santa Clara

Ubicación geográfica: Coordenadas 12°02'33.9"S 76°52'27.0"W, del centro poblado Santa Clara, donde se realizaron las calicatas para el estudio de suelo.

Lugar de estudio seleccionado para la estabilización de suelo de la Av. Nueva Primavera, con el propósito de tener una vía más segura y amigable con el entorno.

Se realizó 2 calicatas en el lugar de estudio (Av. Nueva Primavera) con una hondura de 1.50 metros y 1.20 metros de ancho y largo, se tuvo en cuenta la normativa de Pavimentos urbanos CE - 010 y el manual de ensayo de materiales para el estudio de suelo.



Figura 14. Ubicación del lugar de estudio.

Fuente: Google Maps.



Figura 15. Trabajos de la calicata C-01.

Fuente: Toma propia.



Figura 16. Trabajos de la calicata C-02.

Fuente: Toma propia.

### **FASE III: Ensayos de laboratorio.**

#### **Granulometría del suelo natural**

Con las muestras llevadas al laboratorio se realiza el ensayo por tamizado, para ello agito de manera manual por un periodo de 5 a 10 minutos para poder dividir la muestra por partículas que van desde la malla 3" hasta la N°200, al final se realiza el pesado por cada tamiz retenido con el propósito de tener la curva granulométrica, como se muestra en la figura 17.



Figura 17. Análisis granulométrico de las muestras.

Fuente: Toma propia.

En el ensayo de Proctor modificado se obtiene la humedad óptima, la muestra fue 4600 gramos y se realizó el compactado en un molde con 5 capas cada una con 56 golpes teniendo en cuenta la altura máxima de caída, seguidamente es pesado y llevado al horno para poder obtener la gráfica de relación MDS-OCH.



Figura 18. Análisis granulométrico de las muestras.

Fuente: Toma propia.



### **3.6. Método de análisis de datos**

El método es a través de la observación directa donde se pretende investigar fenómenos en el que se tiene contacto con ellos y de esta manera obtener resultados con cálculos originales y analizados.

### **3.7. Aspectos éticos**

Mi responsabilidad como investigador es ofrecer una investigación terminada con toda la información acertada que se obtuvo en el campo y en los resultados de laboratorio. Se asegura la originalidad y propio de la obtención de resultados, de la misma forma la inquisición de información con los parámetros indicados y sujetos a una investigación para su autenticidad.

#### IV. RESULTADOS

En el grafico 1 y 2 se observa la curva granulométrica en relación al % que pasa y el diámetro de partículas (mm). En la tabla 8 y 9

**Tabla 8.** Análisis granulométrico C-01 (progresiva 00+000).

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, ASTM - D 6913-17			
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	Malla		% que pasa
	N.º	Abertura (mm)	
	3 "	75.000	100.0
	2 "	50.000	98.2
	1 1/2 "	37.500	96.5
	1 "	25.000	89.6
	3/4"	19.000	84.5
	3/8"	9.500	74.7
	N.º 4	4.750	63.0
	N.º 10	2.000	46.5
	N.º 20	0.850	29.6
	N.º 40	0.425	18.9
	N.º 60	0.250	13.4
	N.º 140	0.106	7.7
	N.º 200	0.075	6.5

Fuente: Elaboración propia.

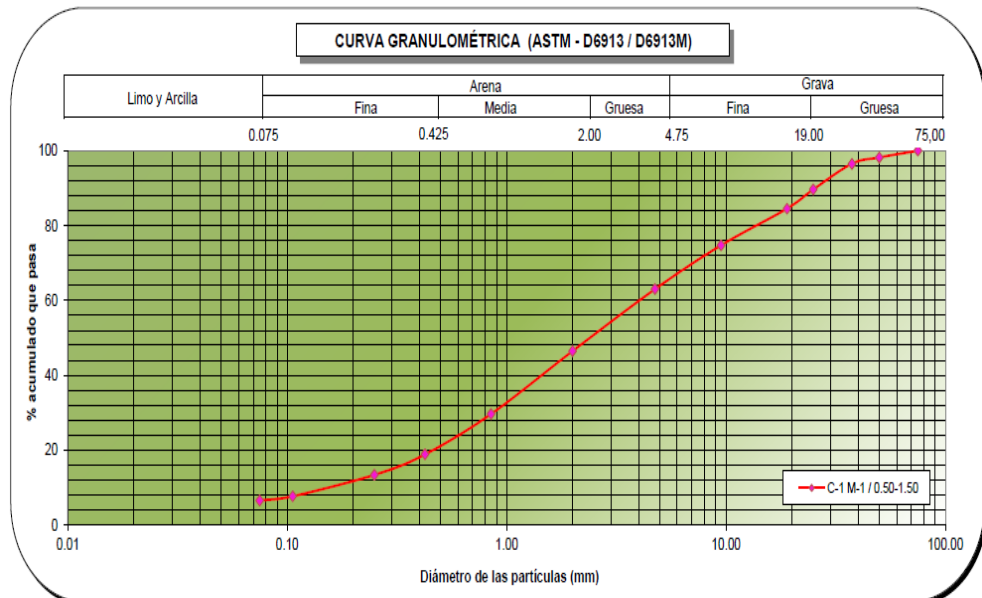


Gráfico 1. Curva granulométrica C-01.

Fuente: Elaboración propia.

**TABLA 9.** Análisis granulométrico C-02 (progresiva 00+240)

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, ASTM - D 6913-17			
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	Malla		% que pasa
	N°	Abertura (mm)	
	3 "	75.000	100.0
	2 "	50.000	97.6
	1 1/2 "	37.500	91.9
	1 "	25.000	80.7
	3/4"	19.000	73.3
	3/8"	9.500	57.8
	N.º 4	4.750	45.0
	N.º 10	2.000	31.5
	N.º 20	0.850	19.5
	N.º 40	0.425	12.0
	N.º 60	0.250	8.2
	N.º 140	0.106	4.3
	N.º 200	0.075	3.4

Fuente: Elaboración propia

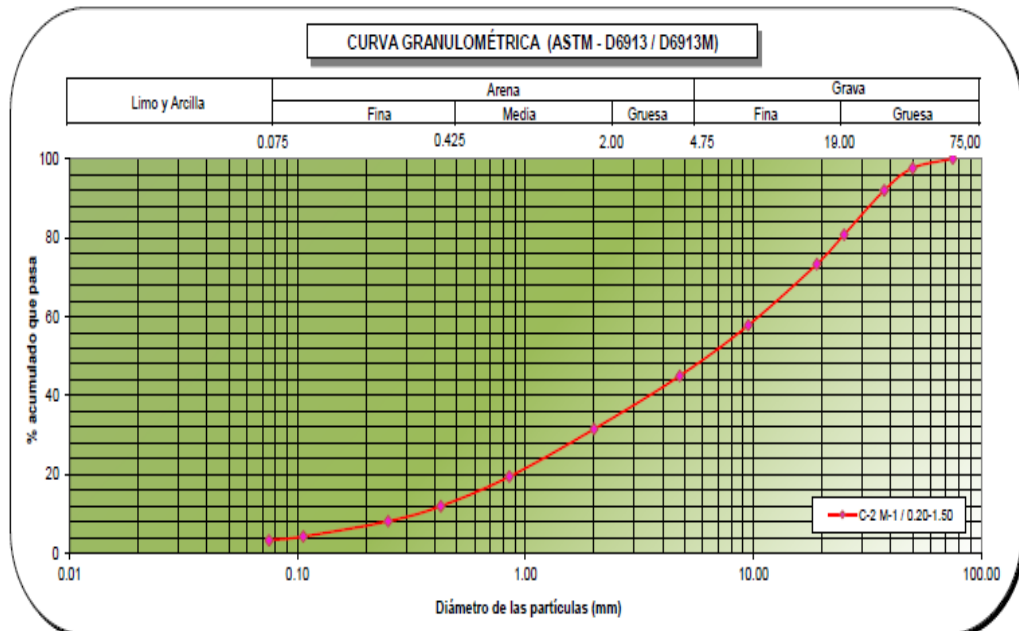


Gráfico 2. Curva granulométrica C-02.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 10 y 11 se observa el tipo de suelo de cada muestra que da como resultado del ensayo, para la C-01 la clasificación según AASHTO resultó un suelo A-1-a, en la clasificación SUCS fue SW-SM (Arena bien graduada con limo y grava), en la C-02 clasificación según AASHTO se obtuvo un suelo A-1-a y en la clasificación de SUCS fue un suelo GP (Grava pobremente graduada con arena).

**Tabla 10.** *Distribución de suelo C-01.*

<b>Distribución Granulométrica</b>			
% Grava	GG%	15.5	37.0
	GF%	21.5	
% Arena	AG%	16.5	56.5
	AM%	27.6	
	AF%	12.4	
% Finos N°200		6.5	
<b>Clasificación ASTM - D 2487 / D 3282</b>			
Clasificación (SUCS)		SW - SM	
Clasificación (AASHTO)		A-1-a	
Índice de Grupo		0	
<b>Nombre de Grupo (SUCS)</b>			
Arena bien graduada con limo y grava			

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11.** *Distribución de suelo C-02.*

<b>Distribución Granulométrica</b>			
% Grava	GG%	26.7	55.0
	GF%	28.3	
% Arena	AG%	13.5	41.6
	AM%	19.5	
	AF%	8.6	
% Finos N°200		3.4	
<b>Clasificación ASTM - D 2487 / D 3282</b>			
Clasificación (SUCS)		GP	
Clasificación (AASHTO)		A-1-a	
Índice de Grupo		0	
<b>Nombre de Grupo (SUCS)</b>			
Grava pobremente graduada con arena			

Fuente: Elaboración propia

### Límites de Atterberg

Suelen determinar el comportamiento de los suelos finos consiguiendo el rango de humedad donde el suelo permanece en estado plástico de esta manera nos da a conocer la calidad de suelo, para ambas muestras el suelo no presentó límite plástico (NP), por lo que son considerados materiales buenos, como se muestra a continuación en la tabla 12.

**Tabla 12.** Límites de Atterberg (suelo natural).

Límites de Consistencia, ASTM - D 4318				
CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
C-01	1.5	NP	NP	NP
C-02	1.5	NP	NP	NP

Fuente: elaboración propia

En la tabla 13 se muestra el contenido de humedad que sirve para conocer la cantidad presente de agua en el suelo y que están presentados en porcentajes, se pesan antes y después de su secado para conseguir los resultados. Donde la C-01 tuvo un H de 2.4% y la C-02 de 1.3%.

**Tabla 13.** Contenido de humedad (suelo natural).

Contenido de Humedad, ASTM - D 2216	
CALICATA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)
C-01	2.4
C-02	1.3

Fuente: Elaboración propia.

### Compactación o Proctor modificado

Nos ayuda a conocer la relación densidad máxima seca-humedad óptima, la C-01 contó con un MDS de 2.197 gr/cm<sup>3</sup> y un OCH de 6.5% por otro lado la C-02 extrajo un MDS de 2.240 gr/cm<sup>3</sup> con un OCH de 6%, como se observa en la siguiente tabla.

**Tabla 14.** Proctor modificado (suelo natural).

PROCTOR MODIFICADO		
CALICATA	DENSIDAD MÁXIMA (gr/cm <sup>3</sup> )	HUMEDAD ÓPTIMA (%)
C-01	2.197	6.5
C-02	2.240	6

Fuente: Elaboración propia

### Capacidad portante o ensayo CBR

Esto se lleva a cabo para evaluar la resistencia de la subrasante, para la C-01 se obtuvo un 40.8 de CBR al 100% de y un 20.0 de CBR al 95%, para la C-02 resultó un 71.9 de CBR al 100% con un 59.2 de CBR al 95%, resultados que muestran en la tabla 15.

**Tabla 15.** Ensayo de CBR (suelo natural).

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)					
CALICATA	PROFUNDIDAD (m)	CBR al 100% de la MDS		CBR al 95% de la MDS	
		0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
C-01	1.5	40.8	59.6	20.0	27.7
C-02	150	71.9	83.2	51.6	59.2

Fuente: Elaboración propia

### Resultados en los ensayos en el suelo estabilizado con polipropileno y polietileno.

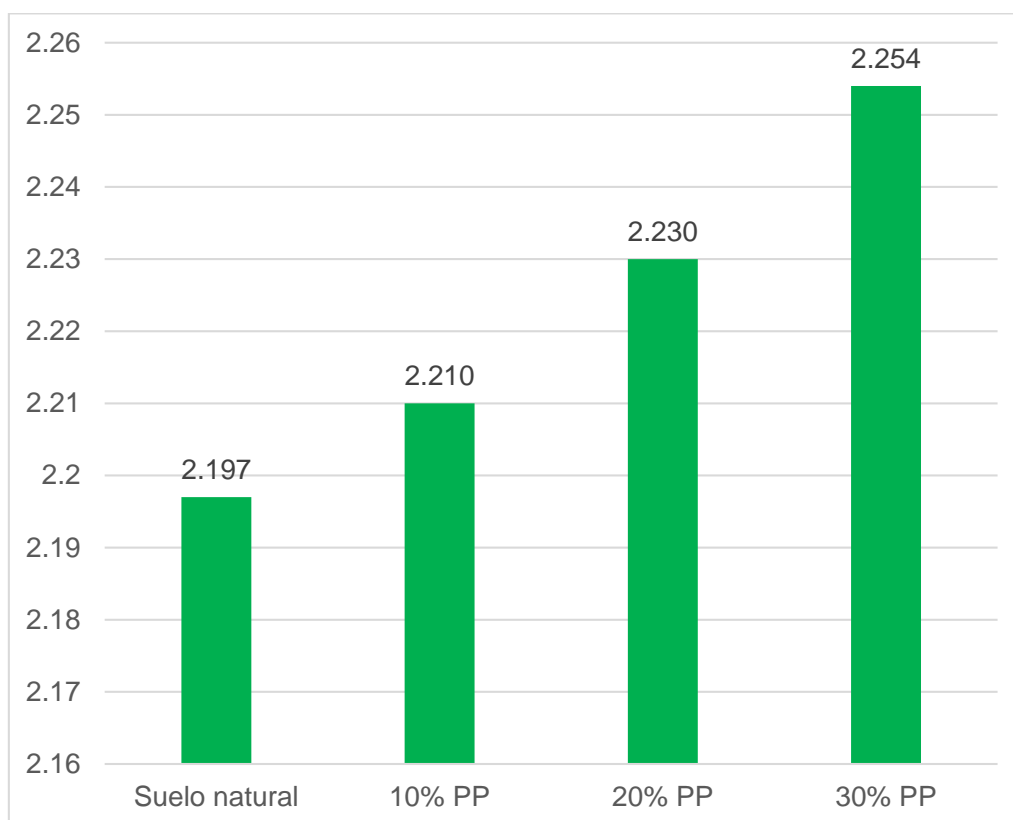
**Límites de Atterberg**, para todos los ensayos de LL, LP y IP los resultados de ambas calicatas no registraron dichos límites, por lo tanto, se cataloga como NO PLÁSTICO, no presenta límite líquido al ser materiales de arena bien graduada con limo y grava para la C-01 y para la C-02 presenta un material de grava pobremente graduada con arena, el índice de plasticidad al ser la diferencia de LL y LP tiene como resultado un valor de cero.

Luego de obtener resultados de muestras de suelo natural, se realizó los ensayos con la calicata C-01 usando polipropileno y para la calicata C-02 se usó el polietileno, con el propósito de señalar de qué manera influye la incorporación de PP y PE con dosificaciones de 10%, 20% y 30%.

**Tabla 16.** Proctor modificado añadiendo polipropileno C-01.

CALICATA C-01	Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	Humedad óptima (%)
Suelo natural	2.197	6.50
10% PP	2.210	6.57
20% PP	2.230	6.76
30% PP	2.254	7.00

Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 3.** Densidad máxima seca + polipropileno C-01.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 16 y gráfico 3 con los porcentajes de 10%, 20% y 30% de polipropileno añadido se tuvo como resultado la densidad máxima seca, en la muestra de suelo natural surgió con un valor de 2.197gr/cm<sup>3</sup>, y con el 10% de PP sostuvo un 2.210gr/cm<sup>3</sup>, así mismo al añadir 20% de PP resultó un 2.230gr/cm<sup>3</sup>, por último, al agregar 30% de PP se obtuvo 2.254gr/cm<sup>3</sup>.

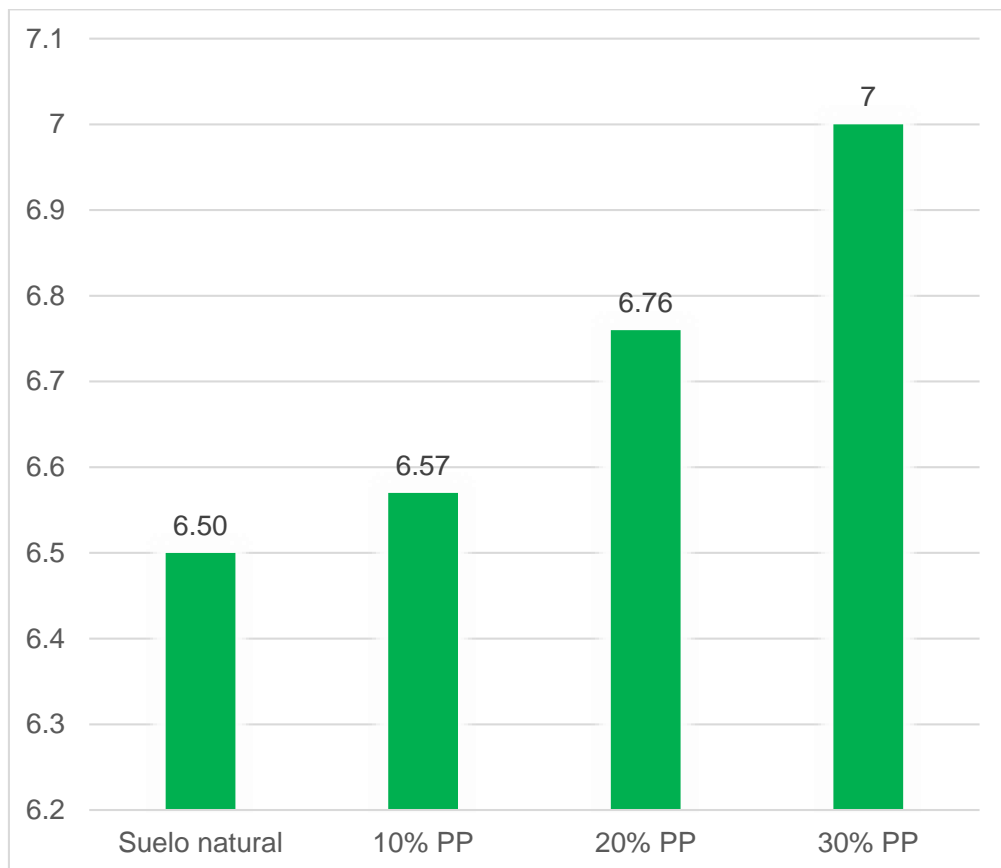


Gráfico 4. Humedad óptima + polipropileno C-01.

Fuente: Elaboración propia.

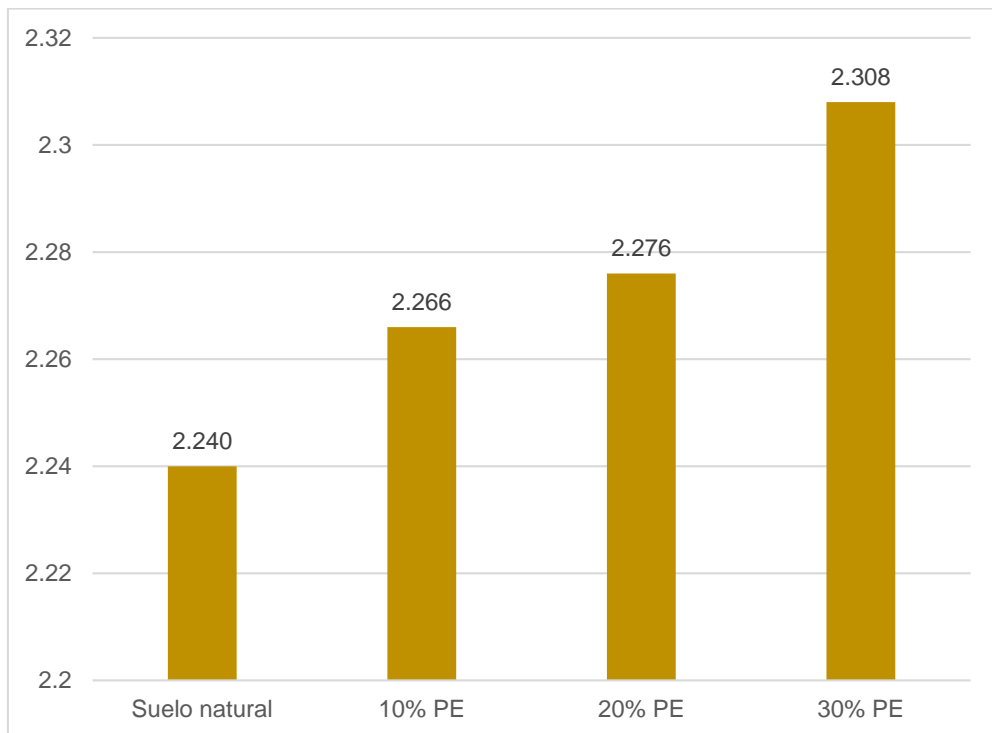
En la tabla 16 y gráfico 4 se realizó el ensayo de Proctor modificado con porcentajes de 10%, 20% y 30% de polipropileno para conocer la humedad óptima, para el suelo natural resultó un valor de 6.50%, al agregar un 10% de PP obtuvo un 6.57%, mientras que al usar un 20% de PP tuvo un 6.76%, y con el último porcentaje de 30% se apreció un 7.00%.



**Tabla 17. Proctor modificado agregando polietileno C-02.**

<b>CALICATA C-02</b>	<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Humedad óptima (%)</b>
<b>Suelo natural</b>	2.240	6.00
<b>10% PE</b>	2.266	6.11
<b>20% PE</b>	2.276	6.30
<b>30% PE</b>	2.308	6.52

Fuente: Elaboración propia



**Gráfico 5. Densidad máxima seca + polietileno C-02.**

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 17 y gráfico 5 se muestran los resultados de la densidad máxima seca al añadir 10%, 20% y 30% de polietileno, donde se obtuvo 2.240gr/cm<sup>3</sup> para el suelo natural, al usar 10% de PE resultó un 2.266gr/cm<sup>3</sup>, de tal forma al añadir 20% de PE se tuvo un 2.276gr/cm<sup>3</sup> y al agregar 30% de PE se obtuvo un 2.308gr/cm<sup>3</sup>.

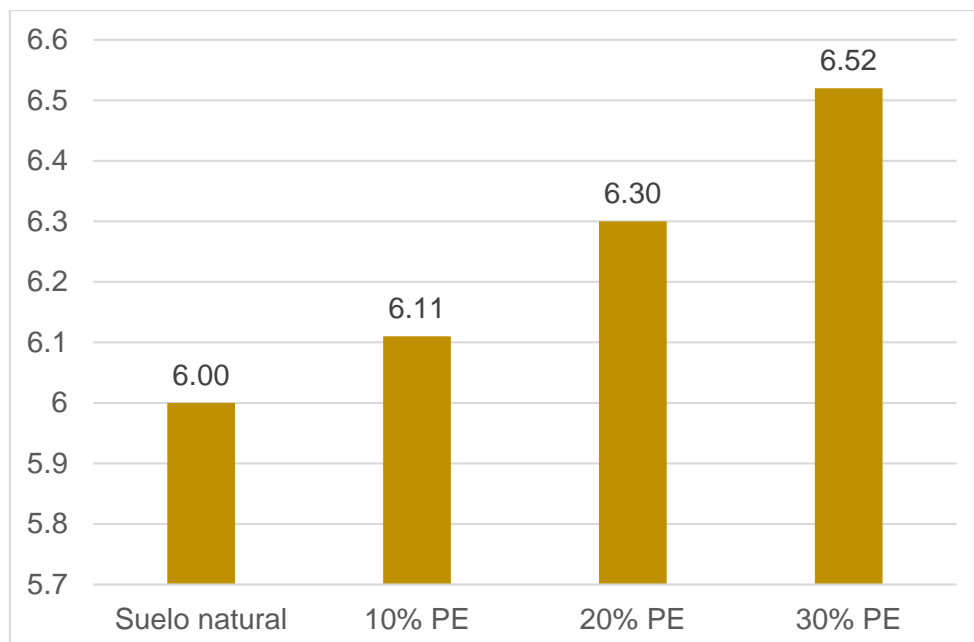


Gráfico 6. Humedad óptima + polietileno C-02.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17 y gráfico 6 se observa el resultado del ensayo de Proctor modificado usando porcentajes de 10%, 20% y 30% de polietileno teniendo como producto la humedad óptima, para el suelo natural surgió un 6.00%, al usar 10% de PE surgió un 6.11%, de tal forma al agregar 20% de PE tuvo un 6.30% y con la adición de 30% de resultó un 6.52%.

**CBR** usando polipropileno y polietileno con dosificaciones de 10%, 20% y 30%, para este ensayo se usó la misma metodología del suelo natural, su finalidad fue determinar cómo influye la incorporación PE en la capacidad portante de la subrasante.

Tabla 18. Capacidad portante añadiendo polipropileno C-01.

CALICATA	DOSIFICACIONES	CBR al 100% de la MDS		CBR al 95% de la MDS	
		0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
C-01	Suelo natural	40.8	59.6	20	27.7
	10% PP	44	58.9	26.2	34
	20% PP	50.3	63.7	37	45
	30% PP	60.4	70.9	38.7	44.7

Fuente: Elaboración propia.

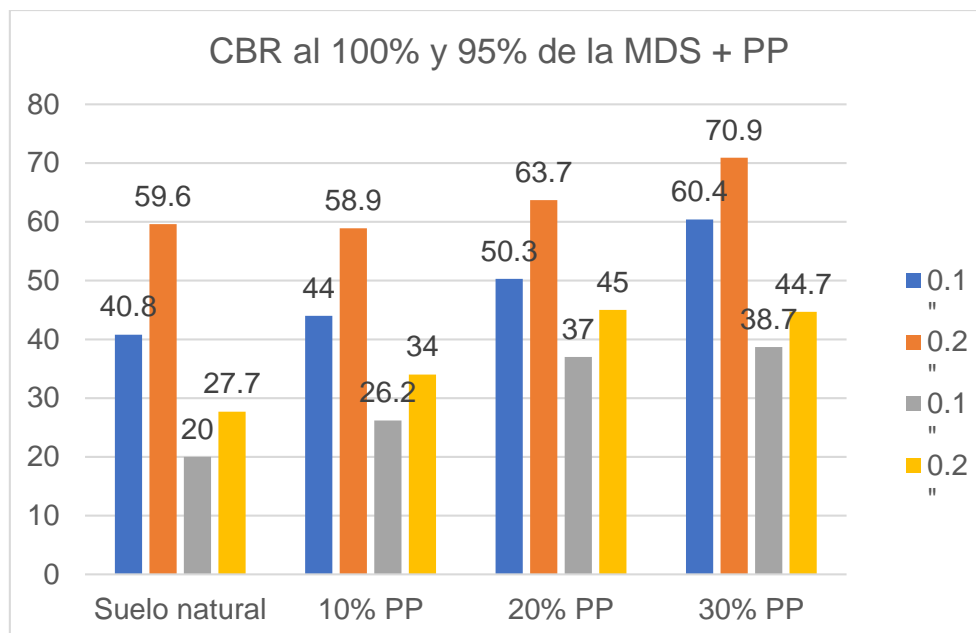


Gráfico 7. CBR al 100% y 95% + polipropileno C-01.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 18 y gráfico 7 se acotan los resultados del CBR al 100% y 95% de la MDS de la C-01 más el polipropileno, para el suelo natural se tuvo un CBR al 100% (0.1",0.2") de 48.8 y 59.6, con el 10% de PP se obtuvo un CBR al 100% de 44% y 58.9%, en un 20% de PP el CBR al 100% tuvo un 50.3% y 63.7 y por último con el 30% de PP se consiguió el 60.4 y 70.9. Por otro lado, con el CBR al 95% (0.1",0.2") del suelo natural resultó un 20% y 20.7%, para el 10% de PP un CBR al 95% de 26.2% y 34%, para la segunda adición del 20% se tuvo un CBR al 95% de 37% y 45%, con última incorporación de 30% de PP resultó un CBR al 95% de 38.7% y 44.7%.

**TABLA 19.** Capacidad portante añadiendo polietileno C-02.

CALICATA	DOSIFICACIONES	CBR al 100% de la MDS		CBR al 95% de la MDS	
		0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
C-02	Suelo natural	71.9	83.2	51.6	59.2
	10% PE	76.9	87.6	48.5	54.7
	20% PE	84.8	93.6	52.5	57.8
	30% PE	94.2	101.4	61.6	65.9

Fuente: Elaboración propia.

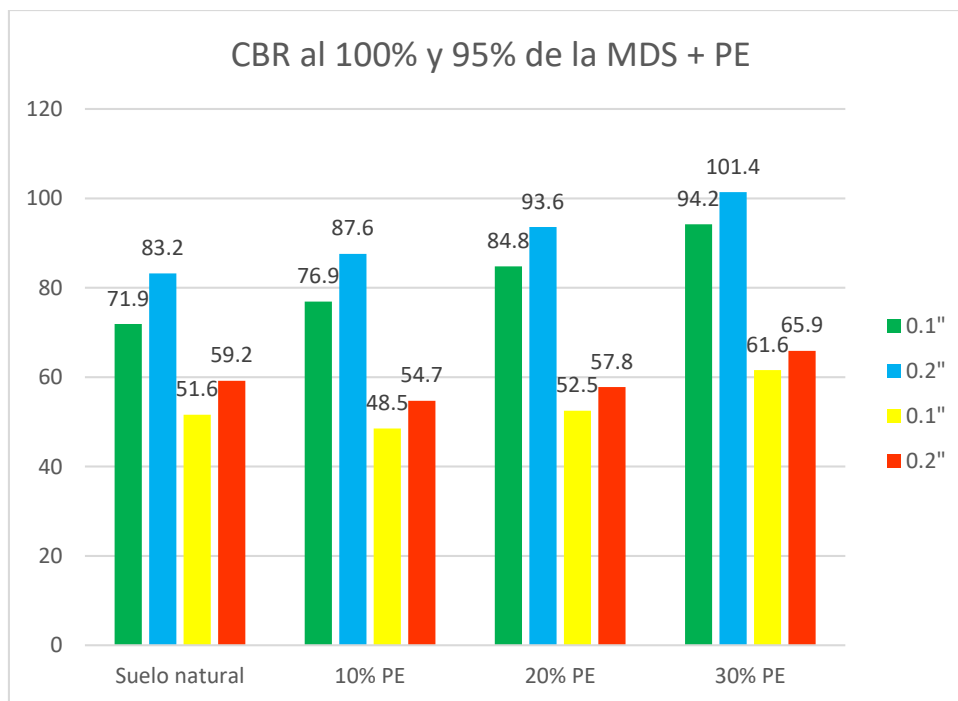


Gráfico 8. CBR al 100% y 95% + polietileno C-02.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 19 y gráfico 8 se muestra los resultados del CBR de la C-02 agregando el polietileno con dosificaciones de 10%, 20% y 30%, el CBR al 100% de la MDS (0.1",0.2") de la muestra natural fue de 71.9% y 83.2%, al añadir 10% de PE se tuvo un 76.9% y 87.6%, con el 20% de PE surgió un 84.8% y 93.6%, y para el 30% de PE resultó un 94.2% y 101.4%. De la misma manera para el CBR al 95% de la MDS (0.1",0.2"), el suelo natural tuvo un 51.6% y 59.2%, con el 10% de PE se obtuvo un 48.5% y 54.7%, la segunda adición del 20% mostró un 52.5% y 57.8%, por último, el 30% de PE resultó un 61.6% y 65.9%.

## V. DISCUSIÓN

Para los **límites de Atterberg** según la ASTM D4318 donde se determina el índice de plasticidad. Con los datos que se obtuvieron del laboratorio para esta investigación resultó en suelos no plásticos (NP), es decir, no es realizable el índice de plasticidad por ende el valor es 0.

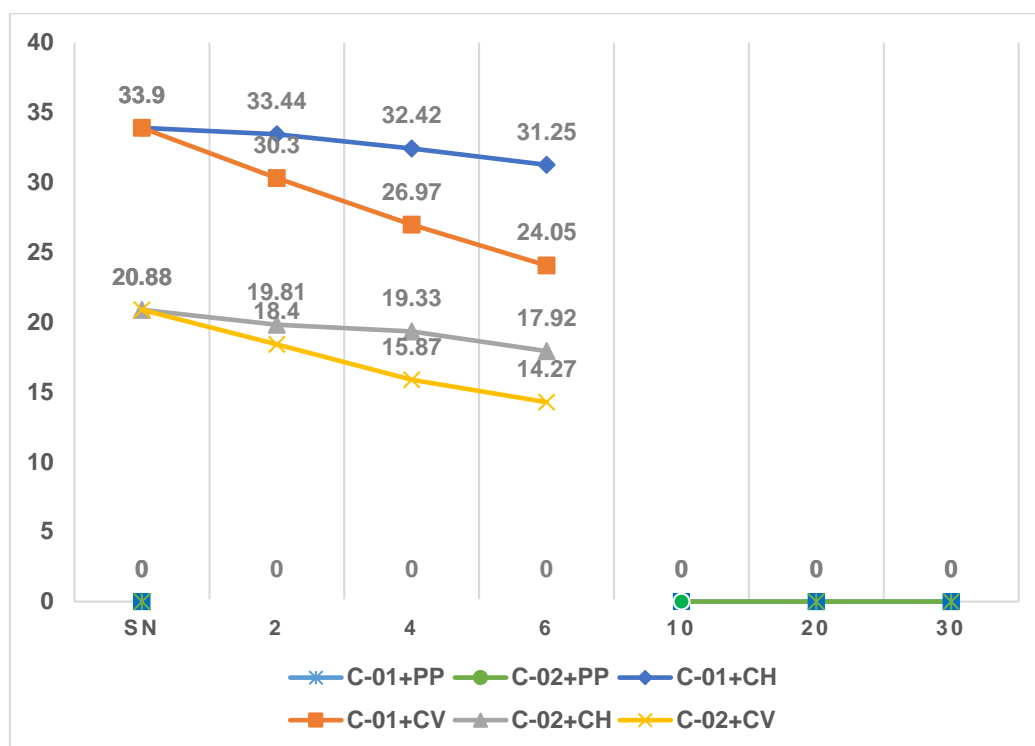


Gráfico 9. Comparación del índice de plasticidad.

Fuente: Elaboración propia.

**Según Angulo y Zabaleta (2019)**, para el índice de plasticidad se realizó dos calicatas usando cal viva e hidratada con porcentajes de 2,4 y 6%. Para la C-01+CH y CV se obtuvo un índice de 33.9% para el suelo natural, con 2%CH+CV obtuvo 33.4% y 30.3%, el 4% tuvo 32.42% y 26.97% y para el 6% resultó 31.25% y 24.05%. En la C-02+CH y CV, para el suelo natural un 20.88% con la adición del 2% fue 19.81% y 18.4%, en el 4% sostuvo 19.33% y 15.87% y para el 6% tuvo 17.92% y 14.27%. Se puede observar que con la cal hidratada la disminución del IP suele ser más pequeña que la cal viva.

Interpretando los resultados de Angulo y Zabaleta corresponden a suelos arcillosos por ende cuentan con los LL y LP de la diferencia surge el IP, por otro lado, mis muestras no cuentan con los límites de Atterberg por ser un suelo arenoso o también conocidos como NP.

**Ensayos de compactación o Proctor modificado** según ASTM D1557 donde se obtiene la MDS (gr/cm<sup>3</sup>) y el OCH (%). Para la C-01+PP, tuvo 2.197 de MDS y 6.5OCH en el suelo natural, al 10%PP sostuvo 2.210 y 6.57, con 20%PP obtuvo 2.30 y 6.76 y más el 30%PP resultó 2.254 y 7. En la C-02+PE se obtuvo 2.240MDS y 6.00OCH, al adicionar 10%PE resultó 2.266 y 6.11, con el 20%PE tuvo 2.276 y 6.3 y para el 30% fue de 2.308 y 6.52.

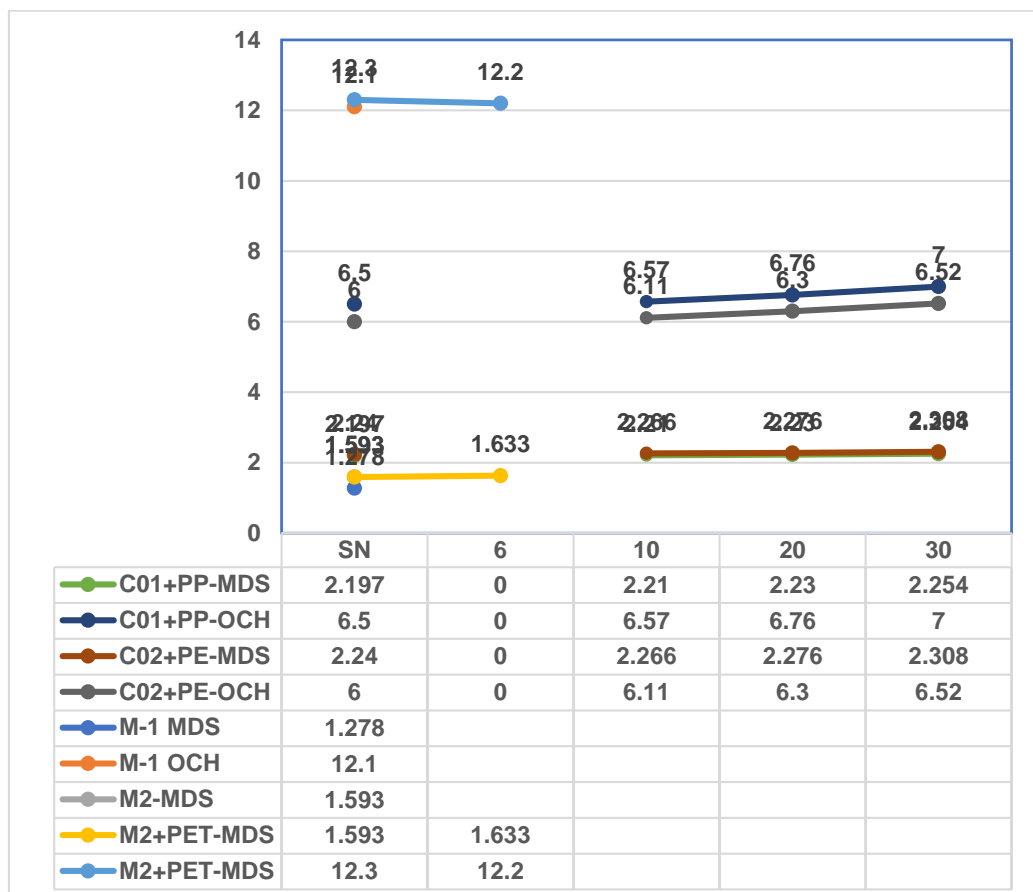


Gráfico 10. Comparación del Proctor modificado.

Fuente: Elaboración propia.

**Márquez (2019)**, en sus ensayos de compactación para el suelo natural en la M-1 del suelo natural fue de 1.278gr/cm<sup>3</sup> de MDS y 12.10% de OCH y la M-2 el suelo natural tuvo 1.593gr/cm<sup>3</sup> de MDS y 12.30% de OCH, en la M-2 agregando 6% de PET resultó 1.633gr/cm<sup>3</sup> densidad máxima seca y 12.20% de contenido de humedad optima.

En ambos resultados se puede interpretar el incremento de la humedad optima con la adición del PET, polipropileno y polietileno, los resultados varían según el tipo de suelo y los porcentajes de aditivos que se van a añadir.

**Ensayos de capacidad portante (CBR)**, según el ASTM D1883, en base al peso seco del suelo. los resultados la C-01+PP para el suelo natural obtuvo un CBR al 100% de 48.85 y al 95% un 20%, al añadir el primer porcentaje del 10% de polipropileno resultó un CBR al 100% de 44% y al 95% un CBR de 26.2%, con la segunda adición del 20% de polipropileno tuvo un CBR al 100% de 50.3% y al 95% un CBR de 37% y el tercer porcentaje del 30% de polipropileno sostuvo un CBR al 100% de 60.4% y con el 95% un CBR de 38.7%. La C-02+PE el suelo natural tuvo un CBR al 100% de 71.9% al 95% de CBR un 51.6%, con el 10% de polietileno sostuvo un CBR al 100% de 76.9% al 95% de CBR un 48.5%, la segunda adición del 20% de polietileno resultó un CBR al 100% de 84.8% al 95% un CBR de 52.5% mientras con el 30% de polietileno sostuvo un CBR al 100% de 94.2% y al 95% un CBR de 61.6%.

**Celi (2021)**. Según ASTM D1883, sector Montalvo el suelo natural tuvo un CBR al 95% de 8.95%, con el 3% de PET, PP y PE tuvo 10.20%, con el 6% tuvo un CBR al 95% de 14.10%, el 9% sostuvo un CBR al 95% de 14.70%, al añadir 9% obtuvo un CBR al 95% de 11.40% con el 15% resultó un CBR de 9.20%. Sector Juan Benigno el suelo natural tuvo un CBR de 13.70%, con la adición del 3% de PET, PP y PE tuvo un CBR de 14.90%, con el 6% un CBR de 15.10%, con 9% un CBR de 14.60% al 12% un CBR de 12.90% con la incorporación del 15% un CBR de 10.70% y para el sector Izabamba el suelo natural tuvo un CBR de 9%, con la adición de 3% de aditivo resultó un CBR de 12.20%, con 6% un CBR de 11.20%, el 9% resultó un CBR de

10.50%, 12% de aditivo sostuvo un CBR de 10.80% con el 15% un CBR de 8.30%.

**Según Angulo y Zabaleta (2019)**, en su ensayo de CBR ASTM D1883 en la C-01+cal hidratada el suelo natural tuvo un CBR al 100% de 3.30%, con el 2%CH tuvo un CBR al 100% de 3.39%, con el 4%CH obtuvo un CBR al 100% de 4.23%, al 6%CH resultó un CBR al 100% de 3.15%. Con la incorporación de 2% de CAL VIVA tuvo un CBR al 100% de 21.78%, al agregar 4% CV un CBR al 100% de 40.31% y con el porcentaje de 6% CV tuvo un CBR al 100% de 88.91%. Para la C-02 el suelo natural tuvo un CBR al 100% de 8.07%, al añadir 2% de cal hidratada sostuvo un CBR al 100% de 4.90%, con segunda de 4%CH obtuvo 4.42% al 100% y 6%CH un CBR al 100% de 6.82%, utilizando la cal viva en porcentajes de 2% tuvo un CBR al 100% de 97.50%, con 4% un CBR al 100% de 48.27% y con 6%CH un CBR al 100% de 37.65%.

**Por otro lado, Márquez (2019)**, ensayo de CBR (0.1") a 56, 25 y 10 golpes para la M-01 el suelo natural se obtuvo 8.30%, 4.70% y 3.30%, la M-02 agregando plástico (PET) en porcentaje de 6% tuvo un CBR de 14.30% con 56 golpes, con 25 golpes obtuvo un CBR de 9.80% mientras en los 10 golpes tuvo un CBR de 7.40%.

La contribución de los autores, Angulo & Zabaleta, Márquez y Celi y mis resultados de laboratorio se llegó a la deducción que al añadir estabilizantes como tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP), polietileno (PE), plástico (PET), cal viva y cal hidratada se observó un aumento firme en la capacidad portante del suelo.



## VI. CONCLUSIONES

- 1) En sustento al objetivo general, se concluye que al agregar polipropileno y polietileno la subrasante logra una estabilización positiva en la Av. Nueva Primavera, en los resultados de laboratorio se pudo observar que los valores de cada ensayo con respecto a la muestra del suelo natural tienen un incremento y esto depende del porcentaje que se le adiciona.

En respuesta a los objetivos específicos.

- 2) Para los límites de Atterberg el suelo no cuenta con LL, LP y el IP, porque, está conformado por arena y grava (material bueno), el cual fue clasificado como material no plástico. Concluyendo que la incorporación del polipropileno y el polietileno no influyen en los límites de Atterberg.
- 3) La incorporación del polipropileno y polietileno influye en el incremento de MDS y OCH con respecto al suelo natural, el PP en porcentajes de 10%, 20% y 30% los valores alcanzados en MDS fueron 2.210, 2.230 y 2.254gr/cm<sup>3</sup> y el OCH con valores de 6.57%, 6.76% y 7%, mientras con el PE los valores de MDS fueron 2.266, 2.276 y 2.308gr/cm<sup>3</sup> el OCH en 6.11%, 6.30% y 6.52% del orden dado. concluyendo que con el PP y PE logra mayores resultados en comparación al suelo natural.
- 4) La incorporación del polipropileno y polietileno influye de manera óptima en la capacidad portante, el PP en dosificaciones de 10%, 20% y 30% el CBR al 100% fue de 44%, 50.3% y 60.4%, al 95% un 26.2%, 37% y 38.7% y con el PE alcanzó un CBR al 100% 76.9%, 84.4% y 94.2% al 95% del CBR un 48.5%, 52.5% y 61.6% según el orden dado. Los valores del CBR con el PP y PE son superiores a la muestra natural.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Para investigaciones futuras se recomienda el uso de los polímeros polipropileno y polietileno como estabilizantes debido a que se pudo apreciar que produce cambios positivos en los ensayos realizados, por otro lado, se puede realizar estudios involucrando en otros tipos de suelo, de esta manera se puede mitigar la contaminación con los plásticos dando un uso más productivo.

Es recomendable realizar un estudio de estos materiales plásticos donde se pueda hacer una comparación en los resultados del material triturado con maquinarias especializadas ya sea en tiras, trozos o granulares y otra realizando los cortes de manera manual, ya sea con los porcentajes usados en otras investigaciones o según criterio del investigador.

Es recomendable tomar en cuenta los porcentajes de polímeros o aditivos que vayan a ser usados en sus investigaciones, porque los resultados suelen ser variado según el tipo de suelo, se pudo observar en otras investigaciones que mientras más débil sea el material es necesario el aumento del porcentaje en los aditivos.

Los polímeros polipropileno y el polietileno pueden ser usados para cualquier material que requiera estabilizar o reforzar, de la misma forma es recomendable tomar en cuenta las investigaciones de otros autores para poder tener una referencia con el tipo de suelo o con los porcentajes que se van a utilizar en los ensayos.

Como forma de disminuir la contaminación ambiental con el uso de plásticos y desechos de esta es recomendable usar estos polímeros (polipropileno y polietileno) en lugares que requieran un acceso de vía afirmado más eficiente y donde la economía no sea accesible para beneficiarse de una vía asfaltada, debido a que los plásticos son materiales comunes que usamos y desechamos diariamente.

## REFERENCIAS

MÁRQUEZ MARTINEZ, Diana Karolina. Mejoramiento de la estabilización en la subrasante de suelos arcillosos usando plásticos reciclados PET en el distrito la encantada, provincia de Morropón. Tesis, Universidad Nacional de Piura, 2019 [consultado el 10 de mayo de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2241/CIV-MAR-MAR-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

TORRES MORA, Yonatan Malco. Estabilización de suelos cohesivos utilizando escoria de cobre para su uso como subrasante mejorada. Tesis. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2019 [consultado el 15 de mayo de 2022]. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/19266>

CELI YANCHAPANTA, Kevin. Estabilización de suelos granulares de subrasante con finos de tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP) y polietileno (PE). 2021. Tesis de Licenciatura. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Civil. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32376>

ÁNGULO, Mariselva; Zavaleta, Cynthia. estabilización de suelos arcillosos con cal para el mejoramiento de las propiedades físico–mecánicas como capa de rodadura en la prolongación navarro cauper, distrito san juan–maynas–iQUITOS, 2019. Tesis. Universidad Científica del Perú. 2020. disponible en: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1220>

ALARCÓN, J. JIMÉNEZ, M. y BENÍTEZ, R. Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitosos. Rev. ing. constr. [online]. 2020, vol.35, n.1 [citado 2022-05-17], pp.5-20. ISSN 0718-5073 Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-50732020000100005&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732020000100005&lng=es&nrm=iso)

MTC, M. d. MANUAL DE CARRETERAS: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, MC-0514. Lima.: MTC, 2014. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html)

VILLASÍS KEEVER, Miguel Ángel, et al. Research protocol VII. Validity and reliability of the measurements. Revista Alergia México, 2018, vol. 65, no 4, p. 414-421. [fecha de consulta: 10 de mayo 2022].

DOI: <https://doi.org/10.29262/ram.v65i4.560>

BOTÍA DÍAZ, Wilmar Andrés. Manual de procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo. Tesis. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, 2015.

Disponible en:

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/6239/MANUAL%20DE%20PROCEDIMIENTOS%20DE%20ENSAYOS%20DE%20SUELOS.pdf;jsessionid=A60562C073140D5DB1265D89A87F8B46?sequence=1>

TAHA, Mazahir MM; FENG, Cheng Pei; AHMED, Sara HS. Influence of polypropylene fibre (PF) reinforcement on mechanical properties of clay soil. Advances in Polymer Technology, 2020, vol. 2020. Artículo ID 9512839, 15 páginas, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1155/2020/9512839>

AHMED, Imad Uddin. Usage of plastic bags as soil stabilizer: An environmental friendly solution. 2020. Tesis Doctoral. Near East University. Disponible en <http://docs.neu.edu.tr/library/6856033258.pdf>

BISHT, Diwakar. A study of soil stabilization using waste plastic bottle strips. Department of Environmental Engineering DELHI TECHNOLOGICAL UNIVERSITY. 2018. Tesis Doctoral. Disponible en: <http://dspace.dtu.ac.in:8080/jspui/bitstream/repository/16395/1/major%20finl%20%20cd.pdf>

AYALA, Guillermo. ROSARIO, Aldo. y DURÁN, Gary. "Study of the Effect of the Addition of Ash from Artisan Brick Kilns in the Stabilization of Clay Soils for Pavements. Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology 2019-July (2019). Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85073591185&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=estabilizaci%3%b3n+de+suelos&sid=f3d499a3c9f4617e7a1c41760>

[e4b2d4b&sot=b&sdt=b&sl=39&s=TITLE-ABS-KEY%28estabilizaci%c3%b3n+de+suelos%29&relpos=2&citeCnt=0&searchTerm=&featureToggles=FEATURE\\_NEW\\_DOC\\_DETAILS\\_EXPORT:1](https://hdl.handle.net/2117/182137)

IVANOVA TÉNEVA, Elitsa. Estabilización de suelos con bacterias *Sporosarcina pasteurii*. Tesis. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona. 2020. Disponible en: <http://hdl.handle.net/2117/182137>

CRUZ, María Pía, CAFFARO Gerónimo, & QUINTANA Enrique. Estabilización de subrasante arcillosas limosas con ceniza de biomasa forestal. Congreso Argentino de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica (Camsig XXV), Posadas Argentina. 2021. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.5841024>

PARRA GÓMEZ, Manuel Gerardo. *Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante*. Tesis. Universidad Católica de Colombia. 2018. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10983/22856>

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos MC-05-14* [en línea]. Perú, 2014. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/manuales.html](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/manuales.html)

Ministerio de Economía y Finanzas. *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras*. SNIP [en línea]. Perú, 2015. Disponible en: [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas\\_Pavimentos.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf)

ASTMD-422, AASHTOT88, J. E. Bowles (ExperimentoNº5), MTC, E107-2000. FIC UNI. Disponible en: <https://docplayer.es/20162547-Analisis-granulometrico-de-suelos-por-tamizado-astm-d-422-aashto-t88-j-e-bowles-experimento-no-5-mtc-e-107-2000.html>

AMAYA, Eduardo; MOLINA, Facundo y SÁNCHEZ, Mauricio. Producción de polipropileno. Tesis (Doctoral). Argentina: Universidad Nacional de Cuyo. Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria. 2018. Disponible en: [https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos\\_digitales/11477/proyectorfinal-v.3.1.pdf](https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/11477/proyectorfinal-v.3.1.pdf)

JUÁREZ, Eulalio y RICO, Alfonso, mecánica de suelos, Tomo 1, fundamentos de la mecánica de suelos (Pág. 61). (México): Limusa. 2005. En línea [https://suelos.milaulas.com/pluginfile.php/128/mod\\_resource/content/1/Mecanica%20de%20suelos%20-%20Juarez%20Badillo.pdf](https://suelos.milaulas.com/pluginfile.php/128/mod_resource/content/1/Mecanica%20de%20suelos%20-%20Juarez%20Badillo.pdf)

E. BOWLES, Joseph. Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil (Pág. 11-12). (México): Mc GRAW-HILL. ASTM D2216-71. 1981. Disponible en: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/08/josephe-e-bowles-manual-de-laboratorio-de-suelos.pdf>

SANCHEZ, Fredy, 2012. ¿puede haber un CBR mayor que 100%? *Ramcodes* [En línea]. Disponible en: <http://blogramcodes.blogspot.com/2012/08/puede-haber-un-cbr-mayor-que-100.html>

FLORES, Deyvis; ZEA, Henry. Plástico reciclado en la estabilización de suelos cohesivos para mejorar la subrasante de una vía multicarril, Juliaca 2021. Tesis. Lima: Universidad César Vallejo, 2021. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/68779>

LUGO, Zara. Población y muestra [en línea] 2020. Consultado [fecha de Consulta 26 de septiembre del 2022]. Disponible en: [file:///C:/Users/aange/Downloads/pdf-poblacion-y-muestra-cientifica\\_compress.pdf](file:///C:/Users/aange/Downloads/pdf-poblacion-y-muestra-cientifica_compress.pdf)

OCAMPO, Nancy y CASTRO, Fidel. Análisis de las propiedades físico-mecánicas y CBR de suelos cohesivos de subrasante mezclados con partículas de tereftalato de polietileno (PET). Tesis [Licenciatura]. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, 2021. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/33593>

Concepto. Suelo [en línea] ed. Etecé, 2021. Consultado [fecha de Consulta 04 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://concepto.de/suelo/>

Diccionario geotecnia. Índice de plasticidad [en línea], 2021. [fecha de Consulta 04 de octubre del 2022]. Disponible en: <https://www.diccionario.geotecnia.online/palabra/indice-de-plasticidad/>

REYMUNDO SOTELO, Miguel. Ensayos de CBR [en línea]. Scribd, 2018. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/383471250/Ensayo-de-Cbr>

Granulometría de suelo por tamizado [Información en un blog]. Geotecnia Fácil. México. 2022. [fecha de Consulta 02 de octubre del 2022]. Recuperado de: <https://geotecniafacil.com/granulometria-de-suelos-por-tamizado/>

Granulometría: Análisis granulométrico de suelo por tamizado [Información en un blog]. Cotecno. Santiago de Chile. 2022. [fecha de Consulta 02 de octubre del 2022]. Recuperado de: <https://www.cotecno.cl/granulometria-analisis-granulometrico-suelos/>

¿Qué son los polímeros y cómo se clasifican? [información en la web]. Empresa Zschimmer & Schwarz. España. 2020. [fecha de Consulta 02 de octubre del 2022]. Recuperado de: <https://www.zschimmer-schwarz.es/noticias/que-son-los-polimeros-y-como-se-clasifican/>

Británica, T. Editores de la Enciclopedia. Polietileno [En línea]. Enciclopedia Británica, 15 de noviembre de 2019. [fecha de Consulta 06 de octubre del 2022]. Recuperado de: <https://www.britannica.com/science/polyetileno>

HERNÁNDEZ, ÁVILA, Enrique; CARPIO, ESCOBAR, Adelina. Introducción a los tipos de muestreo. Alerta, Revista científica del Instituto Nacional de Salud, 2019, vol. 2, no 1 (enero-junio), p. 75-79. [fecha de Consulta 06 de octubre del 2022]. DOI: <https://doi.org/10.5377/alerta.v2i1.7535>

MORENO GALINDO, Eliseo. Metodología de Investigación, pautas para hacer Tesis [información en un blog]. Blogger. 2021. [fecha de Consulta 06 de octubre del 2022]. Recuperado de: <https://tesis-investigacion-cientifica.blogspot.com/2013/08/que-es-la-poblacion.html>

ARTEAGA, Gabriel. La unidad de análisis explicada [en línea]. Testsiteforme. 2022. [fecha de Consulta 06 de octubre del 2022]. Recuperado de: <https://www.testsiteforme.com/unidad-de-analisis/>

## **ANEXOS**





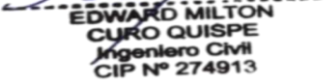
## ANEXO 1. Matriz de consistencia



<b>TITULO:</b>	Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022						
<b>AUTOR:</b>	Alejo Arcayo, Angelo Helard						
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGIA
¿Cómo influye la incorporación del polipropileno y el polietileno en diferentes dosificaciones en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022 ?	Evaluar las propiedades mecánicas de la subrasante al incorporar polipropileno y polietileno en diferentes dosificaciones, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022.	Las propiedades mecánicas de la subrasante mejoran significativamente al incorporar polipropileno y polietileno en diferentes porcentajes, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022.	<b>Variable Independiente(X1)</b> Polipropileno <b>Variable Independiente(X2)</b> Polietileno	Dosificaciones	(+) 10% de PP y PE (+) 20% de PP y PE (+) 30% de PP y PE	Para laboratorio MTC E132	<b>Método:</b> Científico  <b>Tipo de investigación:</b> Aplicada.  <b>Diseño de investigación:</b> Experimental <b>Nivel</b> de la investigación: Explicativo  <b>Técnica:</b> Observación directa  <b>Instrumento:</b> Formatos realizados del estudio
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	<b>Variable Dependiente(Y)</b> Propiedades mecánicas de la subrasante	Limites de Atterberg	Limite Liquido Limite Plastico	MTC E110 MTC E111	
¿Cómo influye la incorporación del polipropileno y el polietileno en diferentes dosificaciones en los Limites de Atterberg de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022 ?	Determinar los Limites de Atterberg cuando se incorpora polipropileno y polietileno en diferentes dosificaciones a la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022.	El polipropileno y el polietileno incorporados en diferentes dosificaciones, optimizan los Limites de Atterberg de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022		Compactación	Ensayo de Proctor modificado (DMS - OCH)	Compactación MTC E115	
¿Cómo influye la incorporación del polipropileno y el polietileno en diferentes dosificaciones en la compactación de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022 ?	Determinar la compactación cuando se incorpora polipropileno y polietileno en diferentes dosificaciones a la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022.	La compactación de la subrasante mejora con la adición del polipropileno y polietileno en diferentes dosificaciones, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022		Capacidad portante	Ensayo de CBR (California Bearing Ratio)	Para laboratorio MTC E132	

## ANEXO 2. Matriz de operacionalización de variables


VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Dependiente	Propiedades mecánicas de la subrasante (Y)	"Las propiedades mecánicas (deformabilidad, permeabilidad y resistencia), son las únicas que son utilizadas directamente en el diseño de cimentaciones" (Ocampo, 2021)	Esta variable será medida mediante ensayos de límite de Atterberg, compactación y capacidad portante	Límites de Atterberg	Limite Líquido Limite Plástico	De razón
				Compactación	Ensayo de Proctor modificado (DMS - OCH)	
				Capacidad portante	Ensayo de CBR	
Variable Independiente	Polipropileno (X1)	"Es un polímero termoplástico comercial, semicristalino, blanco, semicopado, y que actualmente se elabora en una amplia variedad de calidades y modificaciones" (Amaya, Molina y Sánchez, 2018)	Estas variables serán medidas aplicando dosificaciones de 10%, 20% y 30%	Dosificaciones (%)	(+ ) 10% de PP y PE (+ ) 20% de PP y PE (+ ) 30% de PP y PE	De razón
	Poliétileno (X2)	Es una resina sintética polifuncional ligera obtenida por polimerización de etileno. Un miembro importante de la familia de las resinas (Enciclopedia Británica, 2019, párr.1).				

### Anexo 3: Instrumento de recolección de datos

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO					
AUTOR:	Alejo Arcayo, Angelo Helard		 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA		
PROYECTO:	Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022				
LUGAR:					
FECHA:					
TAMIZ	ABERTURA (mm)	Pesos retenido	% Pesos	%ACUMULADO	
3"				RETENIDO	PASA
2"					
1 1/2"					
1"					
3/4"					
1/2"					
3/8"					
1/4"					
N°4					
N°10					
N°20					
N°30					
N°40					
N°60					
N°100					
N°200					
< N°200					
DATOS DEL ESPECIALISTA			FIRMA Y SELLO		
Apellidos y Nombres:					
Especialidad					
CIP N°					
					

ENSAYO CBR					
<b>AUTOR:</b>	Alejo Arcayo, Angelo Helard				 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>
<b>PROYECTO:</b>	Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva primavera, santa clara 2022.				
<b>LUGAR:</b>					
<b>FECHA:</b>					
					FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
VOL. MOLDE :			N° DE CAPAS :		
N° DEMOLDE					
N° DE GOLPES					
VOLUMEN DE MOLDE		cm <sup>3</sup>			
P. MOLDE + S. HÚMEDO, g		(g)			
PESO MOLDE, g		(g)			
PESO SUELO HÚMEDO, g		(g)			
N° TARRO		(g)			
P. TARRO + S. HÚMEDO, g		(g)			
P. TARRO + S. SECO, g		(g)			
PESO DE AGUA, g		(g)			
PESO DE TARRO, g		(g)			
PESO SUELO SECO, g		(g)			
CONTENIDO DE HUMEDAD, g		(g)			
DENSIDAD HÚMEDA, g/cm <sup>3</sup>		(g/cm <sup>3</sup> )			
DENSIDAD SECA, g/cm <sup>3</sup>		(g/cm <sup>3</sup> )			
EXPANSIÓN					
FECHA	HORA	LEC. DIAL	LEC. DIAL	LEC. DIAL	
EXPANSIÓN (%)					
PENETRACION					
PENETRACION		LEC. DIAL	LEC. DIAL	LEC. DIAL	
CORRECCION	Libras				
	Libras/pulg <sup>2</sup>				
DATOS DEL ESPECIALISTA			SELLO Y FIRMA		
Apellidos y Nombres:					
Especialidad:					
CIP N°:					
 <b>EDWARD MILTON</b> <b>CURO QUISPE</b> <b>Ingeniero Civil</b> <b>CIP N° 274913</b>					

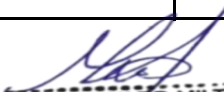
**INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**



<b>AUTOR:</b>	Alejo Arcayo, Angelo Helard	 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
<b>PROYECTO :</b>	Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva primavera, santa clara 2022.	
<b>LUGAR:</b>		
<b>FECHA</b>		

MTC E115		ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO			
Nº de capas:	Altura caída de pisón	Peso del pisón:	Volumen del molde:		
<b>Energía de compactación modificada:</b>					
Peso Suelo Húmedo + Molde	(g)				
Peso del Molde	(g)				
Peso Suelo Húmedo	(g)				
Volumen del Molde	(cm <sup>3</sup> )				
Densidad Suelo Húmedo	(g/cm <sup>3</sup> )				
Tarro N°					
Peso suelo húmedo + tarro	(g)				
Peso suelo seco + tarro	(g)				
Peso del agua	(g)				
Peso del tarro	(g)				
Peso suelo seco	(g)				
Contenido de Humedad	(%)				
Promedio de Humedad	(%)				
Densidad del Suelo Seco	(g/cm <sup>3</sup> )				

<b>MDS</b>	
<b>OCH</b>	

DATOS DEL ESPECIALISTA		FIRMA Y SELLO	
<b>Apellidos y Nombres:</b>			
<b>Especialidad:</b>			
<b>CIP N°</b>			

  
 EDWARD MILTON  
 CURO QUISPE  
 Ingeniero Civil  
 CIP N° 274913

LÍMITES DE CONSISTENCIA				
<b>AUTOR:</b>	Alejo Arcayo, Angelo Helard			 FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
<b>PROYECTO :</b>	Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva primavera, santa clara 2022.			
<b>LUGAR:</b>				
<b>FECHA:</b>				
<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>				
N° DE LATA				
PESO DE SUELO HÚMEDO + LATA (gr.):				
PESO DE SUELO SECO + LATA (gr.):				
PESO DE LATA (gr.):				
PESO DE SUELO SECO (gr.):				
PESO DE AGUA (gr.):				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%):				
N° DE GOLPES:				
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>				
N° DE LATA				
PESO DE SUELO HÚMEDO + LATA (gr.):				
PESO DE SUELO SECO + LATA (gr.):				
PESO DE LATA (gr.):				
PESO DE SUELO SECO (gr.):				
PESO DE AGUA (gr.):				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)				
LÍMITE LÍQUIDO (LL)				%
LÍMITE PLÁSTICO (LP)				%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD				%
<b>DATOS DEL ESPECIALISTA</b>			<b>FIRMA Y SELLO</b>	
<b>Apellidos y Nombres:</b>				 EDWARD MILTON CUERO QUISPE Ingeniero Civil CIP N° 274913
<b>Especialidad:</b>				
<b>CIP N°</b>				

## ANEXO 4: Tablas

**Tabla 3.**

Valor CBR	Clasificación General	Usos
0--3	Muy Pobre	Subrasante
3--7	Pobre a Regular	Subrasante
7--20	Regular	Sub-base
20--50	Bueno	Base, Subbase
>50	Excelente	Base

Fuente: Juárez y Rico (2005).

**Tabla 4. Serie de tamices**

TAMIZ	DIÁMETRO (mm)	TAMIZ	DIÁMETRO (mm)
3"	76.20	10	2.000
2½"	63.50	20	0.840
2"	50.80	40	0.420
1½"	38.10	50	0.297
1"	25.40	60	0.250
¾ "	19.05	70	0.210
½ "	12.70	80	0.180
⅜ "	9.53	100	0.149
No. 4	4.750	200	0.075

Fuente: Juárez y Rico (2005)

**Tabla 6.**

Formato	Clasificación
Contenido de Humedad (MTC E 108-ASTM D2216)	Suelos método SUCS (ASTM D2487)
Análisis Granulométrico por Tamizado (MTC E 107-ASTM D422)	Suelos método AASHTO (ASTM D3282)
Límite líquido (MTC E 110-ASTM D4318)	
Límite plástico (MTC E 111-ASTM D4318)	
Índice de Plasticidad (MTC E 111-ASTM D4318)	
Proctor Modificado (MTC E 115-ASTMD1557)	
California Bearing Ratio (MTC E 132-ASTM D1883)	

Fuente: Flores y Zea (2021)

**Tabla 7.**

**Escala de interpretación del coeficiente de correlación**

Valor	Valor Significado
Correlación negativa grande y perfecta	-1
Correlación negativa muy alta	-0,9 a -0,99
Correlación negativa alta	-0,7 a -0,89
Correlación negativa moderada	-0,4 a -0,69
Correlación negativa baja	-0,2 a -0,39
Correlación negativa muy baja	-0,01 a -0,19
Correlación nula	0
Correlación positiva muy baja	0,01 a 0,19
Correlación positiva baja	0,2 a 0,39
Correlación positiva moderada	0,4 a 0,69
Correlación positiva alta	0,7 a 0,89
Correlación positiva muy alta	0,9 a 0,99
Correlación positiva grande y perfecta	1

Fuente: Suarez (2017)



**ANEXO 5:** Trabajos realizados en la calicata 01 progresiva 00+000 usando PP.



Trabajos realizados en la calicata 02 progresiva 00+240 usando PE.



# ANEXO 6: Ensayos de laboratorio C-01 granulometría



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

## ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (ASTM D2216, ASTM D6913, ASTM D4318, ASTM D2487)

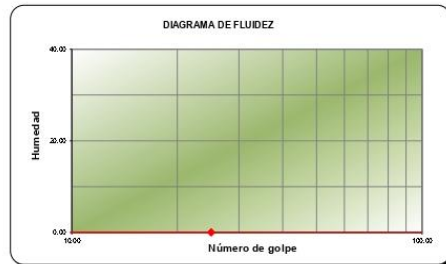
**PROYECTO** : Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022  
**SOLICITANTE** : Ángelo Helard Alejo Arcayo  
**UBICACIÓN** : Santa Clara - Ate Vitarte - Lima  
**Zona / Sector** : AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 1 (0+000)  
**Sondaje** : C - 1  
**Muestra** : M - 1  
**Profundidad (m)** : 0.50 - 1.50

**Fecha de emisión :** 07/10/2022  
**Fecha de recepción :** 26/09/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, ASTM - D 6913-17			
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	Malla		% que pasa
	N°	Abertura (mm)	
	3 "	75.000	100.0
	2 "	50.000	98.2
	1 1/2 "	37.500	96.5
	1 "	25.000	89.6
	3/4 "	19.000	84.5
	3/8 "	9.500	74.7
	N° 4	4.750	63.0
	N° 10	2.000	46.5
	N° 20	0.850	29.6
	N° 40	0.425	18.9
	N° 60	0.250	13.4
N° 140	0.106	7.7	
N° 200	0.075	6.5	

Contenido de Humedad, ASTM - D 2216	
Contenido de Humedad (%)	2.4

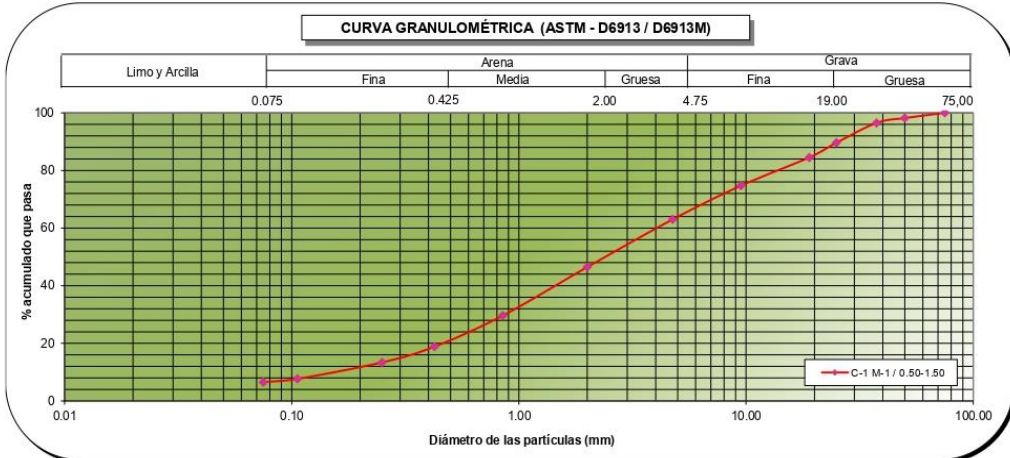
Límites de Consistencia, ASTM - D 4318	
Límite Líquido (LL) (%)	NP
Límite Plástico (LP) (%)	NP
Índice Plástico (IP) (%)	NP



Distribución Granulométrica			
% Grava	GG%	15.5	37.0
	GF%	21.5	
% Arena	AG%	16.5	56.5
	AM%	27.6	
	AF%	12.4	
% Finos		6.5	

Clasificación ASTM - D 2487 / D 3282	
Clasificación (SUCS)	SW - SM
Clasificación (AASHTO)	A-1-a
Índice de Grupo	0
<b>Nombre de Grupo (SUCS)</b>	
Arena bien graduada con limo y grava	

Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)	0
Coefficiente de Curvatura (CC)	1.24
Coefficiente de Uniformidad (CU)	27.08



Observaciones : --

**Referencias :** ASTM D2216-19 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass  
 ASTM D4318-17e1 Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils  
 ASTM D6913 / D6913M Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis  
 ASTM D2487 - 17e1 Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
 Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
 Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
 E-mail: info@gmgingenieros.com / www.gmgingenieros.com

**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

# PROCTOR MODIFICADO C-01 (suelo natural)



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

## PRÓCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

**PROYECTO** : Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

**SOLICITANTE** : Ángel Helard Alejo Arcayo

**UBICACIÓN** : Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

**Fecha de emisión** : 07/10/2022  
**Fecha de recepción** : 26/09/2022

**Zona / Sector** : AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 1 (0+000)

**Clasificación SUCS** : SW-SM

**Sondaje** : C - 1 (Suelo 100%)

**Clasificación AASHTO** : A-1-a (0)

**Muestra** : M - 1

**Método de compactación** : C

**Prof. (m)** : 0.50 - 1.50

**Método de preparación** : Húmeda

**Retenidos 3/4** : 15.47

**Contenido de Humedad recibido (%)** : ---

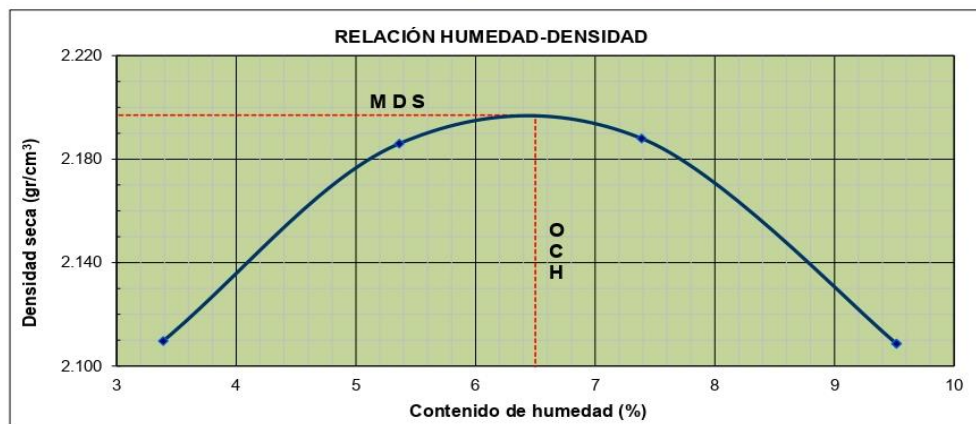
**3/8** : 9.81

**Descripción del pisón** : Manual

**Nº4** : 11.71

**Gravedad específica** : ---

Peso suelo compactado + molde (g)	11266.00	11524.00	11622.00	11537.00
Peso molde (g)	6657.00	6657.00	6657.00	6657.00
Peso suelo húmedo compactado (g)	4609.00	4867.00	4965.00	4880.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2113.09	2113.09	2113.09	2113.09
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.18	2.30	2.35	2.31
Recipiente Nº	E22	E36	E19	E44
Peso muestra húmeda + tara (g)	642.30	586.70	671.30	758.60
Peso muestra seca + tara (g)	626.20	564.50	635.60	706.00
Peso de tara (g)	151.10	150.60	152.40	153.40
Peso de agua (g)	16.10	22.20	35.70	52.60
Peso de la muestra seca (g)	475.10	413.90	483.20	552.60
Contenido de humedad (%)	3.4	5.4	7.4	9.5
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.110	2.186	2.188	2.109
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>				<b>2.197</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>				<b>6.50</b>



**Observaciones:** ---

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
E-mail: info@gmigingeneros.com / www.gmigingeneros.com

*Carlos Enrique Tito Silva*  
CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

# Proctor modificado C-01 + 10% de Polipropileno.



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

## PRÓCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

**PROYECTO** : Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

**SOLICITANTE** : Ángel Helard Alejo Arcayo

**UBICACIÓN** : Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

**Fecha de emisión** : 10/10/2022  
**Fecha de recepción** : 26/09/2022

**Zona / Sector** : AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 1 (0+000)

**Clasificación SUCS** : SW-SM

**Sondaje** : C - 1 (Suelo, 10% Polipropileno)

**Clasificación AASHTO** : A-1-a (0)

**Muestra** : M - 1

**Método de compactación** : C

**Prof. (m)** : 0.50 - 1.50

**Método de preparación** : Húmeda

**Retenidos 3/4** : 15.47

**Contenido de Humedad recibido (%)** : ---

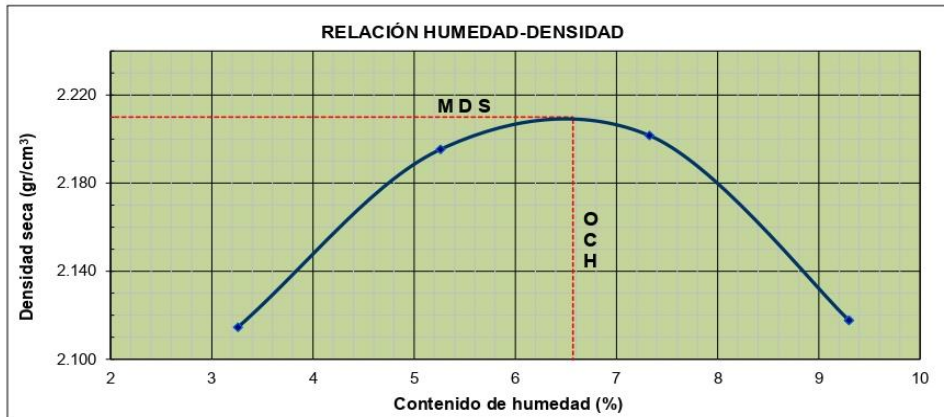
**3/8** : 9.81

**Descripción del pisón** : Manual

**Nº4** : 11.71

**Gravedad específica** : ---

Peso suelo compactado + molde (g)	11271.00	11540.00	11650.00	11548.00	
Peso molde (g)	6657.00	6657.00	6657.00	6657.00	
Peso suelo húmedo compactado (g)	4614.00	4883.00	4993.00	4891.00	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2113.09	2113.09	2113.09	2113.09	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.18	2.31	2.36	2.31	
Recipiente Nº	A 71	A 79	A 181	A 177	
Peso muestra húmeda + tara (g)	825.40	925.50	987.10	974.20	
Peso muestra seca + tara (g)	805.20	887.60	930.40	905.30	
Peso de tara (g)	185.50	167.20	156.40	164.20	
Peso de agua (g)	20.20	37.90	56.70	68.90	
Peso de la muestra seca (g)	619.70	720.40	774.00	741.10	
Contenido de humedad (%)	3.3	5.3	7.3	9.3	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.115	2.195	2.202	2.118	
<b>Densidad máxima (g/cm<sup>3</sup>)</b>					<b>2.210</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>					<b>6.57</b>



**Observaciones:** ---

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
E-mail: info@gmigingeneros.com / www.gmigingeneros.com

*Carlos Enrique Tito Silva*  
CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

# Proctor modificado C-01 + 20% de Polipropileno.



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

## PRÓCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

**PROYECTO** : Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

**SOLICITANTE** : Ángel Helard Alejo Arcayo

**UBICACIÓN** : Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

**Fecha de emisión** : 10/10/2022

**Fecha de recepción** : 26/09/2022

**Zona / Sector** : AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 1 (0+000)

**Clasificación SUCS** : SW-SM

**Sondaje** : C - 1 (Suelo, 20% Polipropileno)

**Clasificación AASHTO** : A-1-a (0)

**Muestra** : M - 1

**Método de compactación** : C

**Prof. (m)** : 0.50 - 1.50

**Método de preparación** : Húmeda

**Retenidos 3/4** : 15.47

**Contenido de Humedad recibido (%)** : ---

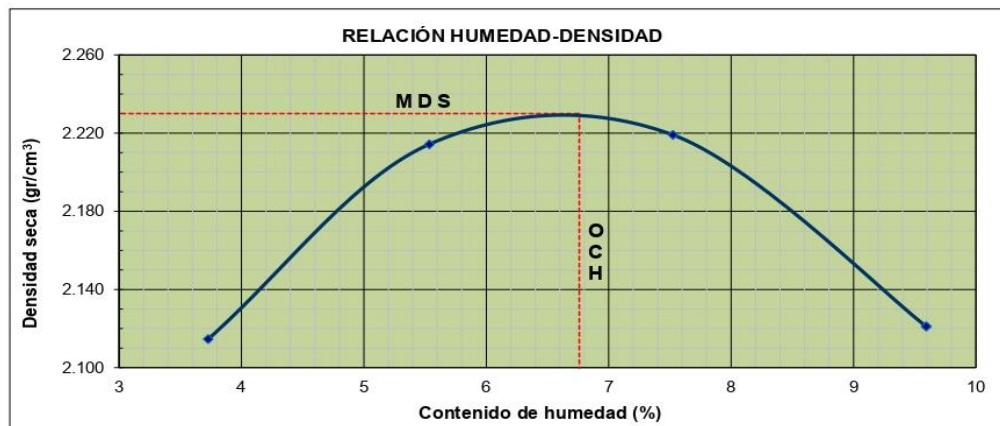
**3/8** : 9.81

**Descripción del pisón** : Manual

**Nº4** : 11.71

**Gravedad específica** : ---

Peso suelo compactado + molde (g)	11292.00	11595.00	11699.00	11569.00	
Peso molde (g)	6657.00	6657.00	6657.00	6657.00	
Peso suelo húmedo compactado (g)	4635.00	4938.00	5042.00	4912.00	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2113.09	2113.09	2113.09	2113.09	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.19	2.34	2.39	2.32	
Recipiente Nº	A 84	A 74	A 62	A 98	
Peso muestra húmeda + tara (g)	833.50	915.80	975.60	966.90	
Peso muestra seca + tara (g)	810.10	876.99	919.20	897.50	
Peso de tara (g)	182.50	175.80	169.70	174.20	
Peso de agua (g)	23.40	38.81	56.40	69.40	
Peso de la muestra seca (g)	627.60	701.19	749.50	723.30	
Contenido de humedad (%)	3.7	5.5	7.5	9.6	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.115	2.214	2.219	2.121	
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>				<b>2.230</b>	
<b>Humedad óptima (%)</b>				<b>6.76</b>	



**Observaciones:** ---

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
E-mail: info@gmigingenieros.com / www.gmigingenieros.com

*Carlos Enrique Tito Silva*  
-----  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

# Proctor modificado C-01 + 30% de Polipropileno.



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

## PRÓCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

**PROYECTO** : Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

**SOLICITANTE** : Ángel Helard Alejo Arcayo

**UBICACIÓN** : Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

**Fecha de emisión** : 10/10/2022  
**Fecha de recepción** : 26/09/2022

**Zona / Sector** : AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 1 (0+000)

**Sondaje** : C - 1 (Suelo, 30% Polipropileno)

**Muestra** : M - 1

**Prof. (m)** : 0.50 - 1.50

**Clasificación SUCS** : SW-SM

**Clasificación AASHTO** : A-1-a (0)

**Método de compactación** : C

**Método de preparación** : Húmeda

**Contenido de Humedad recibido (%)** : ---

**Descripción del pisón** : Manual

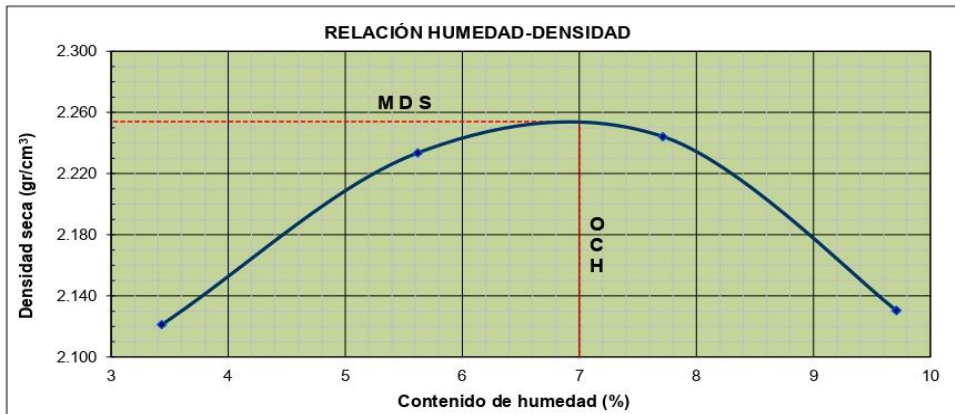
**Gravedad específica** : ---

**Retenidos 3/4** : 15.47

**3/8** : 9.81

**Nº4** : 11.71

Peso suelo compactado + molde (g)	11293.00	11642.00	11765.00	11596.00	
Peso molde (g)	6657.00	6657.00	6657.00	6657.00	
Peso suelo húmedo compactado (g)	4636.00	4985.00	5108.00	4939.00	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2113.09	2113.09	2113.09	2113.09	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.19	2.36	2.42	2.34	
Recipiente Nº	C 65	C 57	C 82	C 22	
Peso muestra húmeda + tara (g)	856.80	945.60	987.00	962.90	
Peso muestra seca + tara (g)	834.60	904.80	928.50	893.30	
Peso de tara (g)	187.80	178.90	170.10	176.50	
Peso de agua (g)	22.20	40.80	58.50	69.60	
Peso de la muestra seca (g)	646.80	725.90	758.40	716.80	
Contenido de humedad (%)	3.4	5.6	7.7	9.7	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.121	2.234	2.244	2.130	
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>					<b>2.254</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>					<b>7.00</b>



**Observaciones:** ---

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
E-mail: info@gmigingenieros.com / www.gmigingenieros.com

*Carlos Enrique Tito Silva*  
-----  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

# CBR C-01 (suelo natural)



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

## ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883

**Proyecto:** Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

**Solicitante:** Ángel Helard Alejo Arcayo  
**Ubicación:** Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

**Fecha de emisión:** 07/10/2022  
**Fecha de recepción:** 26/09/2022

Ensayo	Método
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D 1883 - 07e2 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils
California Bearing Ratio (CBR)	SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio

<b>Código:</b> ---	<b>Sondeo:</b> C - 1 (Suelo 100%)	<b>Muestra:</b> M - 1
<b>Profundidad (m):</b> 0.50 - 1.50	<b>Progresiva:</b> ---	<b>Tipo de Material:</b> Suelo
<b>Zona / Sector:</b> AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 1 (0+000)		<b>Condición de la muestra:</b> Muestra Alterada

**Método de preparación:** Húmeda  
**Sobrepeso:** 4.54  
**Clasificación SUCS:** SW-SM  
**Clasificación AASHTO:** A-1-a (0)  
**Método de compactación:** ASTM D1557

### COMPACTACION

	18		20		22	
Molde N°	5		5		5	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12411.7	12435.2	12132.0	12203.3	12568.4	12685.5
Peso de molde (g)	7447.0	7447.0	7337.0	7337.0	8005.0	8005.0
Peso del suelo húmedo (g)	4964.7	4988.2	4795.0	4866.3	4563.4	4680.5
Volumen del molde (cm³)	2119.0	2119.0	2111.0	2111.0	2115.0	2115.0
Densidad húmeda (g/cm³)	2.343	2.354	2.271	2.305	2.158	2.213
Tara (N°)	A 21	A 47	A 76	A 147	A 84	A 38
Peso suelo húmedo + tara (g)	972.2	980.4	933.3	942.1	996.1	962.7
Peso suelo seco + tara (g)	923.0	926.2	885.5	883.3	948.0	895.0
Peso de tara (g)	166.6	184.9	155.2	187.7	212.2	193.3
Peso de agua (g)	49.2	54.2	47.8	58.8	48.1	67.7
Peso de suelo seco (g)	756.4	741.3	730.3	695.6	735.8	701.7
Contenido de humedad (%)	6.50	7.31	6.55	8.45	6.54	9.65
Densidad seca (g/cm³)	2.200	2.194	2.132	2.126	2.025	2.018

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
No expansivo											

### PENETRACION

PENETRACION (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	(kg)	(kg)	CBR (%)	Dial (div)	(kg)	(kg)	CBR (%)	Dial (div)	(kg)	(kg)	CBR (%)
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		18	125			11	94			5	68		
1.270		43	234			26	159			13	103		
1.905		80	395			49	260			24	151		
2.540	70.5	120	571	556.2	40.8	73	365	358.0	26.3	35	199	197.0	14.5
3.810		191	883			117	557			56	290		
5.080	105.7	265	1209	1217.6	59.5	162	755	761.9	37.2	78	387	392.3	19.2
6.350		342	1550			209	962			100	483		
7.620		411	1857			251	1147			121	575		
10.160		509	2295			311	1413			149	698		
12.700		550	2479			336	1524			161	751		

**Observaciones:** ---

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
E-mail: info@gmigingeneros.com / www.gmigingeneros.com

*Carlos Enrique Tito Silva*  
CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173



**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883**

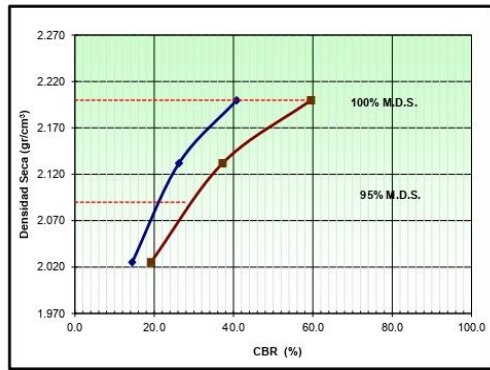
**Proyecto:** Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

**Solicitante:** Ángel Helard Alejo Arcayo  
**Ubicación:** Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

**Fecha de emisión:** 07/10/2022  
**Fecha de recepción:** 26/09/2022

Ensayo	Método
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D1883 - 07e2 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils
California Bearing Ratio (CBR)	SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio

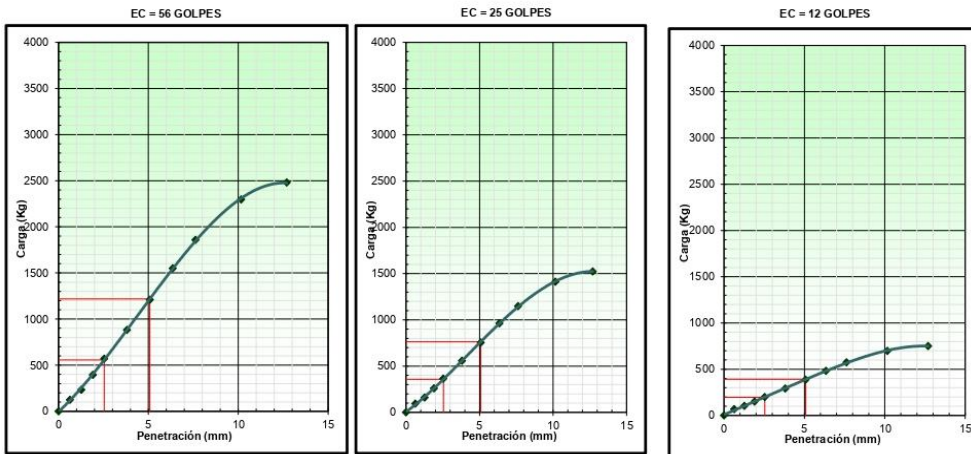
<b>Código:</b> ---	<b>Sondeo:</b> C - 1 ( Suelo 100%)	<b>Muestra:</b> M - 1
<b>Profundidad (m):</b> 0.50 - 1.50	<b>Progresiva:</b> ---	<b>Tipo de Material:</b> Suelo
<b>Zona / Sector:</b> AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 1 (0+000)		<b>Condición de la muestra:</b> Muestra Alterada



**Datos de la Muestra:**  
 Clasificación SUCS : SW-SM  
 Clasificación AASHTO : A-1-a (0)  
 Método de compactación : ASTM D1557  
 Máxima densidad seca (g/cm³) : 2.200  
 Óptimo contenido de humedad (%) : 6.50  
 95% Máxima densidad seca (g/cm³) : 2.090

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 40.8	0.2": 59.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 20.0	0.2": 27.7

**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 40.8 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 20.0 (%)



**Observaciones:** ---

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
 Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
 Telefono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
 E-mail: info@gmigingeneros.com / www.gmigingeneros.com

**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

# CBR C-01 + 10% de Polipropileno.



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

## ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883

**Proyecto:** Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

**Solicitante:** Ángelo Helard Alejo Arcaño

**Fecha de emisión:** 07/10/2022

**Ubicación:** Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

**Fecha de recepción:** 26/09/2022

Ensayo	Método
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D1883 - 07a2 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils
California Bearing Ratio (CBR)	SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio

**Código:** --- **Sondeo:** C - 1 (Suelo, 10% Polipropileno) **Muestra:** M - 1  
**Profundidad (m):** 0.50 - 1.50 **Progresiva:** --- **Tipo de Material:** Suelo  
**Zona / Sector:** AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 1 (0+000) **Condición de la muestra:** Muestra Alterada

**Método de preparación:** Húmeda **Clasificación SUCS:** SW-SM  
**Sobrepeso:** 4.54 **Clasificación AASHTO:** A-1-a (0)  
**Método de compactación:** ASTM D1557

### COMPACTACION

Molde N°	18		20		22	
	56		25		12	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12221.7	12263.3	11886.6	11980.2	12448.4	12576.6
Peso de molde (g)	7225.5	7225.5	7056.5	7056.5	7852.2	7852.2
Peso del suelo húmedo (g)	4996.2	5037.8	4830.1	4923.7	4596.2	4724.4
Volumen del molde (cm³)	2118.0	2118.0	2113.0	2113.0	2110.0	2110.0
Densidad húmeda (g/cm³)	<b>2.359</b>	<b>2.379</b>	<b>2.286</b>	<b>2.330</b>	<b>2.178</b>	<b>2.239</b>
Tara (N°)	B 52	B 47	B 84	B 88	B 105	B 63
Peso suelo húmedo + tara (g)	985.2	975.2	925.4	938.7	989.9	954.8
Peso suelo seco + tara (g)	935.9	918.1	878.5	875.8	941.0	885.3
Peso de tara (g)	185.5	178.8	168.5	172.8	202.2	190.8
Peso de agua (g)	49.3	57.1	46.9	62.9	48.9	69.5
Peso de suelo seco (g)	750.4	739.3	710.0	703.0	738.8	694.5
Contenido de humedad (%)	6.57	7.72	6.61	8.95	6.62	10.01
Densidad seca (g/cm³)	<b>2.214</b>	<b>2.208</b>	<b>2.144</b>	<b>2.139</b>	<b>2.043</b>	<b>2.035</b>

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
No expansivo											

### PENETRACION

PENETRACION (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		Dial (div)	(kg)	CORRECCION (kg)	CBR (%)	Dial (div)	(kg)	CORRECCION (kg)	CBR (%)	Dial (div)	(kg)	CORRECCION (kg)	CBR (%)
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		26	159			18	125			10	90		
1.270		55	286			39	216			23	146		
1.905		95	461			67	338			39	216		
2.540	70.5	128	606	599.8	44.0	90	439	434.8	31.9	52	273	272.4	20.0
3.810		200	922			140	658			81	400		
5.080	105.7	260	1187	1205.5	58.9	182	843	858.1	42.0	106	509	518.2	25.3
6.350		323	1466			226	1037			131	619		
7.620		390	1764			273	1244			158	737		
10.160		481	2170			337	1528			195	900		
12.700		521	2349			365	1652			212	975		

**Observaciones:** ---

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
 Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
 Telefono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
 E-mail: info@gmigingenieros.com / www.gmigingenieros.com

**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883**

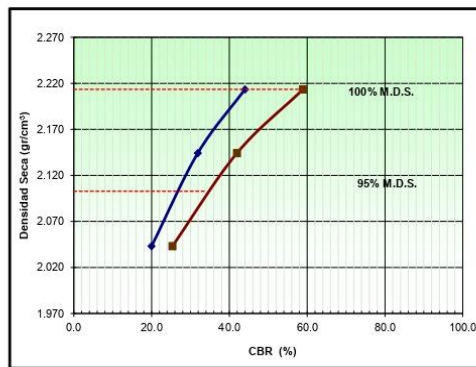
**Proyecto:** Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

**Solicitante:** Ángel Helard Alejo Arcayo  
**Ubicación:** Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

**Fecha de emisión:** 07/10/2022  
**Fecha de recepción:** 26/09/2022

Ensayo	Método
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D1883 - 07e2 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils
California Bearing Ratio (CBR)	SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio

**Código:** --- **Sondeo:** C - 1 (Suelo, 10% Polipropileno) **Muestra:** M - 1  
**Profundidad (m):** 0.50 - 1.50 **Progresiva:** --- **Tipo de Material:** Suelo  
**Zona / Sector:** AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 1 (0+000) **Condición de la muestra:** Muestra Alterada



**Datos de la Muestra:**

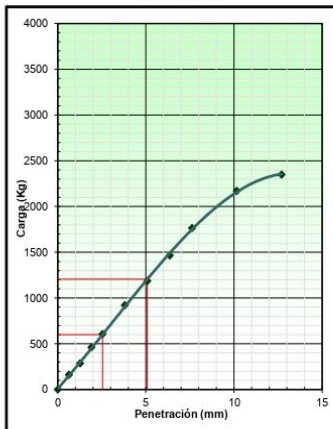
Clasificación SUCS: SW-SM  
 Clasificación AASHTO: A-1-a (0)  
 Método de compactación: ASTM D1557  
 Máxima densidad seca (g/cm³): 2.214  
 Óptimo contenido de humedad (%): 6.57  
 95% Máxima densidad seca (g/cm³): 2.103

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 44.0	0.2": 58.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 26.2	0.2": 34.0

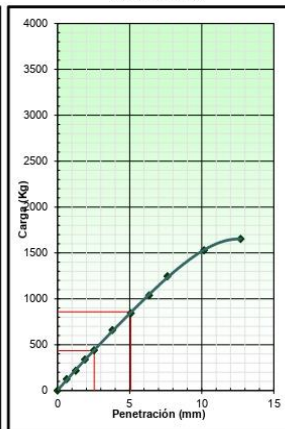
**RESULTADOS:**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 44.0 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 26.2 (%)

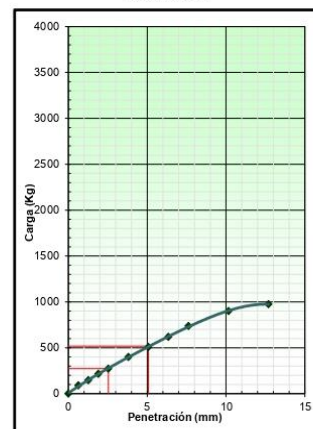
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



**Observaciones:** ---

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
 Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
 Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
 E-mail: info@gmigingenieros.com / www.gmigingenieros.com

  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

# CBR C-01 + 20% de Polipropileno.



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

## ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883

**Proyecto:** Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

**Solicitante:** Angelo Helard Alejo Arcayo

**Fecha de emisión:** 07/10/2022

**Ubicación:** Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

**Fecha de recepción:** 26/09/2022

Ensayo	Método
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D1883 - 07e2 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils
California Bearing Ratio (CBR)	SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio

<b>Código:</b> ---	<b>Sondeo:</b> C - 1 (Suelo, 20% Polipropileno)	<b>Muestra:</b> M - 1
<b>Profundidad (m):</b> 0.50 - 1.50	<b>Progresiva:</b> ---	<b>Tipo de Material:</b> Suelo
<b>Zona / Sector:</b> AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 1 (0+000)		<b>Condición de la muestra:</b> Muestra Alterada

**Método de preparación:** Húmeda  
**Sobrepeso:** 4.54  
**Clasificación SUCS:** SW-SM  
**Clasificación AASHTO:** A-1-a (0)  
**Método de compactación:** ASTM D1557

### COMPACTACION

	18		20		22	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	18		20		22	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12185.7	12271.3	12136.6	12263.5	12431.4	12558.6
Peso de molde (g)	7145.5	7145.5	7258.5	7258.5	7789.3	7789.3
Peso del suelo húmedo (g)	5040.2	5125.8	4878.1	5005.0	4642.1	4769.3
Volumen del molde (cm³)	2115.0	2115.0	2112.0	2112.0	2116.0	2116.0
Densidad húmeda (g/cm³)	2.383	2.424	2.310	2.370	2.194	2.254
Tara (N°)	A 78	A 65	A 87	A 95	A 28	A 19
Peso suelo húmedo + tara (g)	875.3	868.8	834.7	825.7	871.5	945.6
Peso suelo seco + tara (g)	831.6	812.6	792.5	767.0	829.0	876.9
Peso de tara (g)	185.5	178.8	168.5	172.8	202.2	190.8
Peso de agua (g)	43.7	56.2	42.2	58.7	42.5	68.7
Peso de suelo seco (g)	646.1	633.8	624.0	594.2	626.8	686.1
Contenido de humedad (%)	6.76	8.87	6.76	9.88	6.78	10.01
Densidad seca (g/cm³)	2.232	2.226	2.163	2.157	2.055	2.049

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
No expansivo											

### PENETRACION

PENETRACION (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION		
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		30	177			27	164			19	129		
1.270		72	360			60	308			43	234		
1.905		98	474			87	426			62	317		
2.540	70.5	148	693	685.2	50.3	119	566	568.8	41.7	85	417	418.9	30.7
3.810		225	1032			180	834			128	606		
5.080	105.7	285	1298	1300.4	63.6	226	1037	1049.0	51.3	161	751	759.6	37.1
6.350		346	1568			275	1253			195	900		
7.620		400	1808			318	1444			226	1037		
10.160		490	2210			386	1746			274	1249		
12.700		542	2444			429	1938			305	1386		

**Observaciones:** ---

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
 Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
 Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
 Telefono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
 E-mail: info@gmigingenieros.com / www.gmigingenieros.com

*Carlos Enrique Tito Silva*  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883**

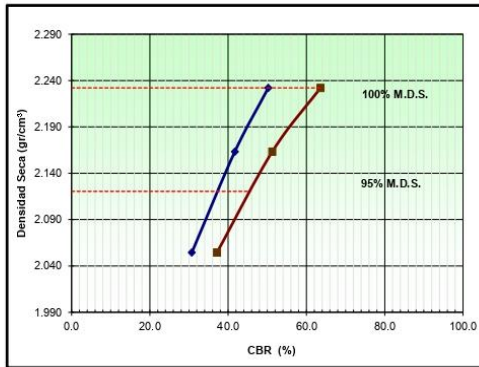
**Proyecto:** Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

**Solicitante:** Ángelo Helard Alejo Arcayo  
**Ubicación:** Santa Clara - Ate Vitearte - Lima

**Fecha de emisión:** 07/10/2022  
**Fecha de recepción:** 26/09/2022

Ensayo	Método
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D1883 - 07e2 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils
California Bearing Ratio (CBR)	SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio

<b>Código:</b> ---	<b>Sondeo:</b> C - 1 (Suelo, 20% Polipropileno)	<b>Muestra:</b> M - 1
<b>Profundidad (m):</b> 0.50 - 1.50	<b>Progresiva:</b> ---	<b>Tipo de Material:</b> Suelo
<b>Zona / Sector:</b> AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 1 (0+000)		<b>Condición de la muestra:</b> Muestra Alterada

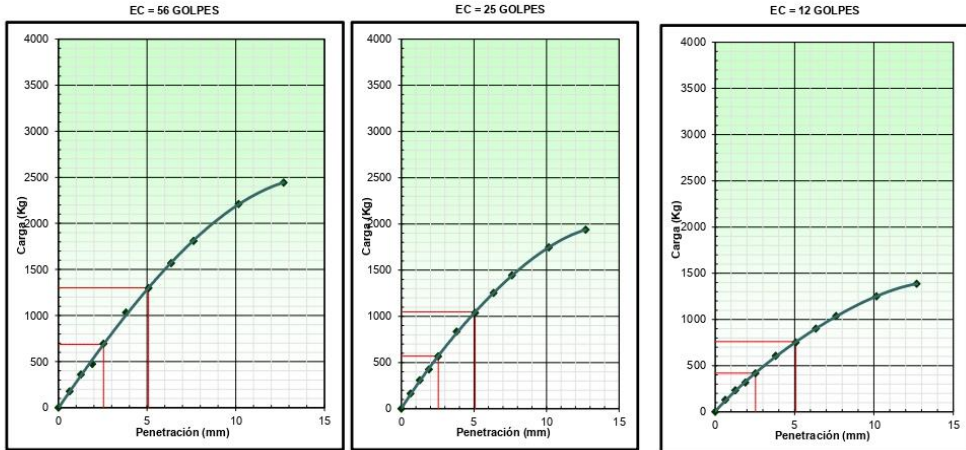


**Datos de la Muestra:**

Clasificación SUCS:	SW-SM
Clasificación AASHTO:	A-1-a (0)
Método de compactación:	ASTM D1557
Máxima densidad seca (g/cm³):	2.232
Óptimo contenido de humedad (%):	6.76
95% Máxima densidad seca (g/cm³):	2.120

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 50.3	0.2": 63.7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 37.0	0.2": 45.0

**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 50.3 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 37.0 (%)



**Observaciones:** ---

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
 Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
 Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
 Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
 E-mail: info@gmigingenieros.com / www.gmigingenieros.com

  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

# CBR C-01 + 30% de Polipropileno.



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

## ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883

Proyecto: Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

Solicitante: Ángelo Helard Alejo Arcayo  
Ubicación: Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

Fecha de emisión: 07/10/2022  
Fecha de recepción: 26/09/2022

Ensayo	Método
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D 1883 - 07e2 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils
California Bearing Ratio (CBR)	SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio

Código:	---	Sondeo: C - 1 (Suelo, 30% Polipropileno)	Muestra: M - 1
Profundidad (m):	0.50 - 1.50	Progresiva: ---	Tipo de Material: Suelo
Zona / Sector:	AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 1 (0+000)		Condición de la muestra: Muestra Alterada

Método de preparación: Húmeda  
Sobrepeso: 4.54  
Clasificación SUCS: SW-SM  
Clasificación AASHTO: A-1-a (0)  
Método de compactación: ASTM D1557

### COMPACTACION

	18		20		22	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	18		20		22	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12380.7	12422.0	12426.6	12510.3	12601.4	12722.2
Peso de molde (g)	7272.5	7272.5	7474.6	7474.6	7878.4	7878.4
Peso del suelo húmedo (g)	5108.2	5149.5	4952.0	5035.7	4723.0	4843.8
Volumen del molde (cm³)	2120.0	2120.0	2118.0	2118.0	2119.0	2119.0
Densidad húmeda (g/cm³)	2.410	2.429	2.338	2.378	2.229	2.286
Tara (N°)	C 74	C 81	C 56	C 24	C 86	C 37
Peso suelo húmedo + tara (g)	888.5	876.9	848.8	847.8	889.6	921.7
Peso suelo seco + tara (g)	842.6	825.0	805.0	792.3	844.0	854.0
Peso de tara (g)	182.7	180.9	178.8	186.9	194.8	187.5
Peso de agua (g)	45.9	51.9	43.8	55.5	45.6	67.7
Peso de suelo seco (g)	659.9	644.1	626.2	605.4	649.2	666.5
Contenido de humedad (%)	6.96	8.06	6.99	9.17	7.02	10.16
Densidad seca (g/cm³)	2.253	2.248	2.185	2.178	2.083	2.075

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
No expansivo											

### PENETRACION

PENETRACION (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION		
		Dial (div)	(kg)	(kg)	CBR (%)	Dial (div)	(kg)	(kg)	CBR (%)	Dial (div)	(kg)	(kg)	CBR (%)
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		48	255			36	203			24	151		
1.270		95	461			71	356			47	251		
1.905		135	636			101	487			67	338		
2.540	70.5	175	812	821.9	60.3	131	619	626.8	46.0	87	426	430.7	31.6
3.810		257	1174			193	891			127	601		
5.080	105.7	315	1430	1449.0	70.8	236	1081	1096.8	53.6	156	729	740.9	36.2
6.350		375	1697			281	1280			186	861		
7.620		428	1933			321	1457			212	975		
10.160		512	2309			384	1737			253	1156		
12.700		570	2569			427	1929			282	1284		

Observaciones: ---

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
E-mail: info@gmigingeneros.com / www.gmigingeneros.com

*Carlos Enrique Tito Silva*  
CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883**

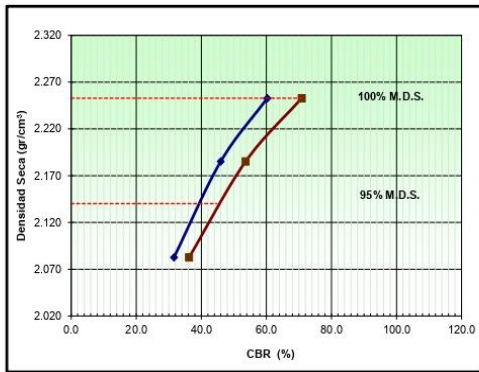
**Proyecto:** Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

**Solicitante:** Ángelo Helard Alejo Arcayo  
**Ubicación:** Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

**Fecha de emisión:** 07/10/2022  
**Fecha de recepción:** 26/09/2022

Ensayo	Método
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D1883 - 07e2 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils
California Bearing Ratio (CBR)	SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio

<b>Código:</b> ---	<b>Sondeo:</b> C - 1 (Suelo, 30% Polipropileno)	<b>Muestra:</b> M - 1
<b>Profundidad (m):</b> 0.50 - 1.50	<b>Progresiva:</b> ---	<b>Tipo de Material:</b> Suelo
<b>Zona / Sector:</b> AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 1 (0+000)		<b>Condición de la muestra:</b> Muestra Alterada

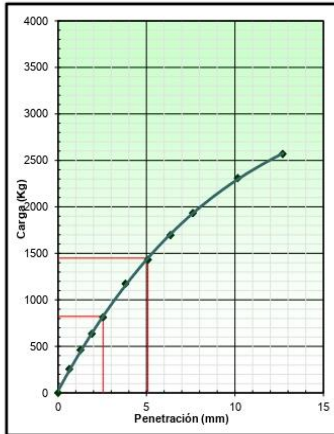


**Datos de la Muestra:**  
 Clasificación SUCS : SW-SM  
 Clasificación AASHTO : A-1-a (0)  
 Método de compactación : ASTM D1557  
 Máxima densidad seca (g/cm³) : 2.253  
 Óptimo contenido de humedad (%) : 6.96  
 95% Máxima densidad seca (g/cm³) : 2.140

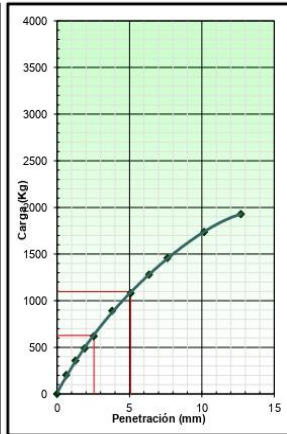
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 60.4	0.2": 70.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 38.7	0.2": 44.7

**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 60.4 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 38.7 (%)

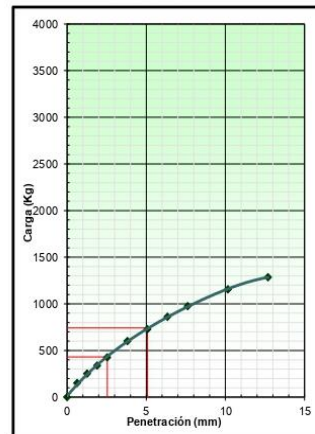
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



**Observaciones:** ---

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
 Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
 Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
 E-mail: info@gmigingenieros.com / www.gmigingenieros.com

**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

# ANEXO 7. Ensayo de laboratorio C-02 granulometría.



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

## ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (ASTM D2216, ASTM D6913, ASTM D4318, ASTM D2487)

**PROYECTO** : Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022  
**SOLICITANTE** : Ángelo Helard Alejo Arcayo  
**UBICACIÓN** : Santa Clara - Ate Vitarte - Lima  
**Zona / Sector** : AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 7 (0+240)  
**Sondaje** : C - 2  
**Muestra** : M - 1  
**Profundidad (m)** : 0.20 - 1.50

**Fecha de emisión** : 07/10/2022  
**Fecha de recepción** : 26/09/2022

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO, ASTM - D 6913-17			
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)	Malla		% que pasa
	N°	Abertura (mm)	
	3 "	75.000	100.0
	2 "	50.000	97.6
	1 1/2 "	37.500	91.9
	1 "	25.000	80.7
	3/4 "	19.000	73.3
	3/8 "	9.500	57.8
	N° 4	4.750	45.0
	N° 10	2.000	31.5
	N° 20	0.850	19.5
	N° 40	0.425	12.0
	N° 60	0.250	8.2
	N° 140	0.106	4.3
	N° 200	0.075	3.4

Contenido de Humedad, ASTM - D 2216	
Contenido de Humedad (%)	1.3

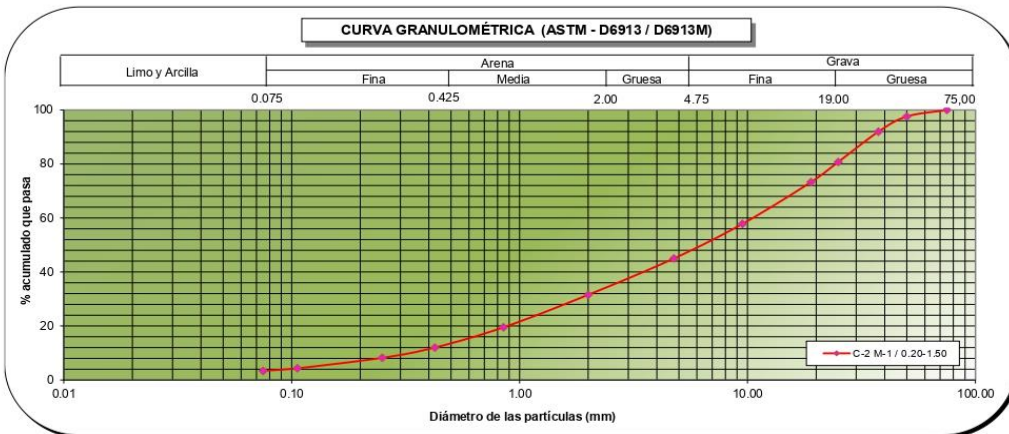
Límites de Consistencia, ASTM - D 4318	
Límite Líquido (LL) (%)	NP
Límite Plástico (LP) (%)	NP
Índice Plástico (IP) (%)	NP



Distribución Granulométrica			
% Grava	GG%	26.7	55.0
	GF%	28.3	
	AG%	13.5	
% Arena	AM%	19.5	41.6
	AF%	8.6	
	% Finos	3.4	

Clasificación ASTM - D 2487 / D 3282	
Clasificación (SUCS)	GP
Clasificación (AASHTO)	A-1-a
Índice de Grupo	0
Nombre de Grupo (SUCS)	
Grava pobremente graduada con arena	

Porcentaje retenido en la 3 pulg (%)	0
Coefficiente de Curvatura (CC)	0.96
Coefficiente de Uniformidad (CU)	32.61



Observaciones : ---

**Referencias** : ASTM D2216-19 Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass  
 ASTM D4318-17e1 Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils  
 ASTM D6913 / D6913M Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis  
 ASTM D2487 - 17e1 Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
 Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
 Telefono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
 E-mail: info@gmgingenieros.com / www.gmgingenieros.com

**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173



# PROCTOR MODIFICADO C-02 (suelo natural).



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

## PRÓCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

**PROYECTO** : Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

**SOLICITANTE** : Ángel Helard Alejo Arcayo

**UBICACIÓN** : Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

**Fecha de emisión** : 07/10/2022  
**Fecha de recepción** : 26/09/2022

**Zona / Sector** : AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 7 (0+240)

**Clasificación SUCS** : GP

**Clasificación AASHTO** : A-1-a (0)

**Sondaje** : C - 2 (Suelo 100%)

**Muestra** : M - 1

**Prof. (m)** : 0.20 - 1.50

**Método de compactación** : C

**Método de preparación** : Húmeda

**Retenidos 3/4** : 26.72

**Contenido de Humedad recibido (%)** : ---

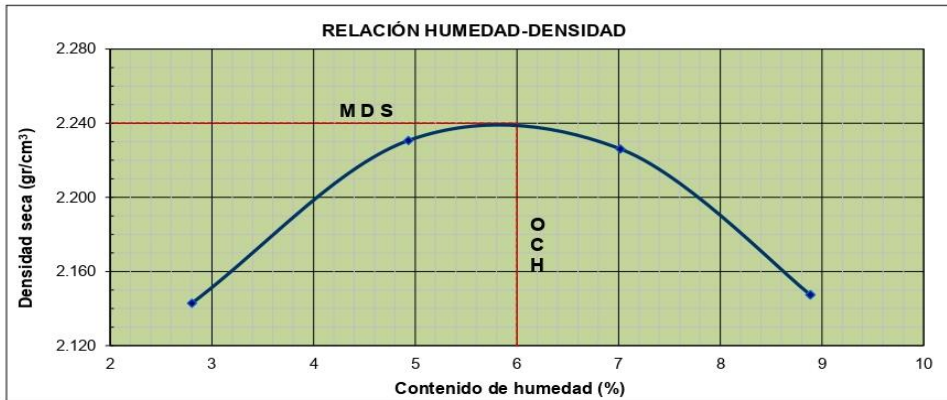
**3/8** : 15.47

**Descripción del pisón** : Manual

**Nº4** : 12.82

**Gravedad específica** : ---

Peso suelo compactado + molde (g)	11312.00	11603.00	11691.00	11598.00	
Peso molde (g)	6657.00	6657.00	6657.00	6657.00	
Peso suelo húmedo compactado (g)	4655.00	4946.00	5034.00	4941.00	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2113.09	2113.09	2113.09	2113.09	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.20	2.34	2.38	2.34	
Recipiente N°	J25	J09	J13	J36	
Peso muestra húmeda + tara (g)	586.70	645.30	685.60	725.30	
Peso muestra seca + tara (g)	574.80	622.10	650.70	678.70	
Peso de tara (g)	150.30	151.70	153.40	154.20	
Peso de agua (g)	11.90	23.20	34.90	46.60	
Peso de la muestra seca (g)	424.50	470.40	497.30	524.50	
Contenido de humedad (%)	2.8	4.9	7.0	8.9	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.143	2.231	2.226	2.147	
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>					<b>2.240</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>					<b>6.00</b>



**Observaciones:** ---

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
E-mail: info@gmigingenieros.com / www.gmigingenieros.com

*Carlos Enrique Tito Silva*  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

# PROCTOR MODIFICADO C-02 + 10% de Polietileno.



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

## PRÓCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

**PROYECTO** : Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

**SOLICITANTE** : Ángel Helard Alejo Arcayo

**UBICACIÓN** : Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

**Fecha de emisión** : 07/10/2022  
**Fecha de recepción** : 26/09/2022

**Zona / Sector** : AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 7 (0+240)

**Clasificación SUCS** : GP  
**Clasificación AASHTO** : A-1-a (0)  
**Método de compactación** : C

**Sondaje** : C - 2 (Suelo, 10% Polietileno)

**Muestra** : M - 1

**Prof. (m)** : 0.20 - 1.50

**Método de preparación** : Húmeda

**Retenidos 3/4** : 26.72

**Contenido de Humedad recibido (%)** : ---

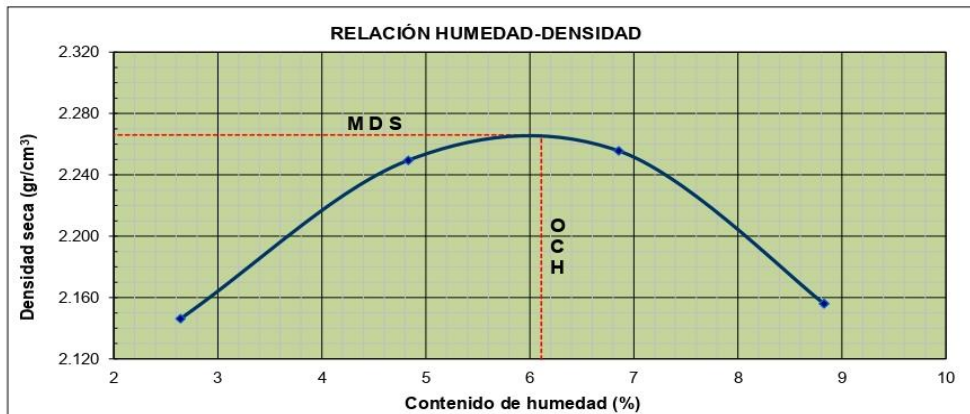
**3/8** : 15.47

**Descripción del pisón** : Manual

**Nº4** : 12.82

**Gravedad específica** : ---

Peso suelo compactado + molde (g)	11312.00	11640.00	11750.00	11615.00	
Peso molde (g)	6657.00	6657.00	6657.00	6657.00	
Peso suelo húmedo compactado (g)	4655.00	4983.00	5093.00	4958.00	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2113.09	2113.09	2113.09	2113.09	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.20	2.36	2.41	2.35	
Recipiente Nº	A 11	A 77	A 85	A 33	
Peso muestra húmeda + tara (g)	888.80	924.70	952.70	945.80	
Peso muestra seca + tara (g)	871.20	891.20	904.50	884.20	
Peso de tara (g)	205.00	197.80	201.20	186.50	
Peso de agua (g)	17.60	33.50	48.20	61.60	
Peso de la muestra seca (g)	666.20	693.40	703.30	697.70	
Contenido de humedad (%)	2.6	4.8	6.9	8.8	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.146	2.249	2.256	2.156	
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>				<b>2.266</b>	
<b>Humedad óptima (%)</b>				<b>6.11</b>	



**Observaciones:** ---

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
E-mail: info@gmigingenieros.com / www.gmigingenieros.com

*Carlos Enrique Tito Silva*  
CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

# PROCTOR MODIFICADO C-02 + 20% de Polietileno.



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

## PRÓCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

**PROYECTO** : Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

**SOLICITANTE** : Ángel Helard Alejo Arcayo

**UBICACIÓN** : Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

**Fecha de emisión** : 07/10/2022

**Fecha de recepción** : 26/09/2022

**Zona / Sector** : AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 7 (0+240)

**Clasificación SUCS** : GP

**Sondaje** : C - 2 (Suelo, 20% Polietileno)

**Clasificación AASHTO** : A-1-a (0)

**Muestra** : M - 1

**Método de compactación** : C

**Prof. (m)** : 0.20 - 1.50

**Método de preparación** : Húmeda

**Retenidos 3/4** : 26.72

**Contenido de Humedad recibido (%)** : ---

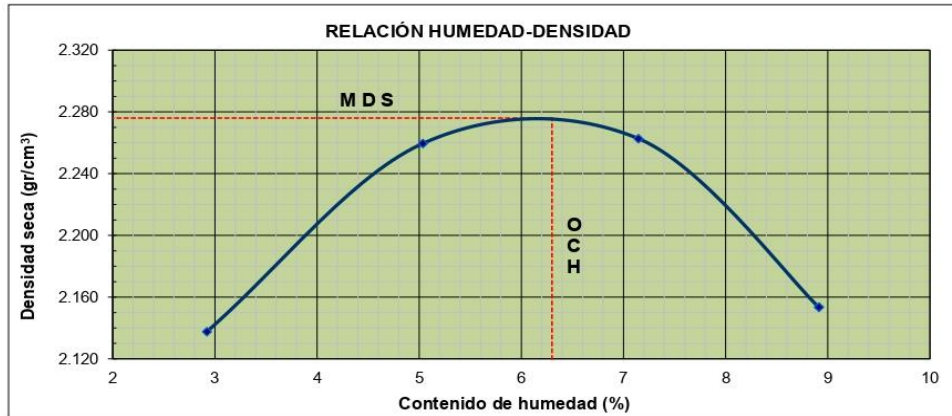
**3/8** : 15.47

**Descripción del pisón** : Manual

**Nº4** : 12.82

**Gravedad específica** : ---

Peso suelo compactado + molde (g)	11306.00	11672.00	11780.00	11613.00
Peso molde (g)	6657.00	6657.00	6657.00	6657.00
Peso suelo húmedo compactado (g)	4649.00	5015.00	5123.00	4956.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2113.09	2113.09	2113.09	2113.09
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.20	2.37	2.42	2.35
Recipiente Nº	B 69	B 81	B 32	B 25
Peso muestra húmeda + tara (g)	865.10	919.90	946.00	935.20
Peso muestra seca + tara (g)	845.80	884.40	893.90	873.60
Peso de tara (g)	185.20	179.40	164.80	182.40
Peso de agua (g)	19.30	35.50	52.10	61.60
Peso de la muestra seca (g)	660.60	705.00	729.10	691.20
Contenido de humedad (%)	2.9	5.0	7.1	8.9
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	2.138	2.260	2.263	2.153
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>				<b>2.276</b>
<b>Humedad óptima (%)</b>				<b>6.30</b>



**Observaciones:** ---

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
E-mail: info@gmigenieros.com / www.gmigenieros.com

*Carlos Enrique Tito Silva*  
-----  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

# PROCTOR MODIFICADO C-02 + 30% de Polietileno.



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

## PRÓCTOR MODIFICADO ASTM D 1557

**PROYECTO** : Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

**SOLICITANTE** : Ángelo Helard Alejo Arcayo

**UBICACIÓN** : Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

**Fecha de emisión** : 07/10/2022  
**Fecha de recepción** : 26/09/2022

**Zona / Sector** : AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 7 (0+240)

**Sondaje** : C - 2 (Suelo, 30% Polietileno)

**Muestra** : M - 1

**Prof. (m)** : 0.20 - 1.50

**Clasificación SUCS** : GP

**Clasificación AASHTO** : A-1-a (0)

**Método de compactación** : C

**Método de preparación** : Húmeda

**Retenidos** 3/4 : 26.72

**Contenido de Humedad recibido (%)** : ---

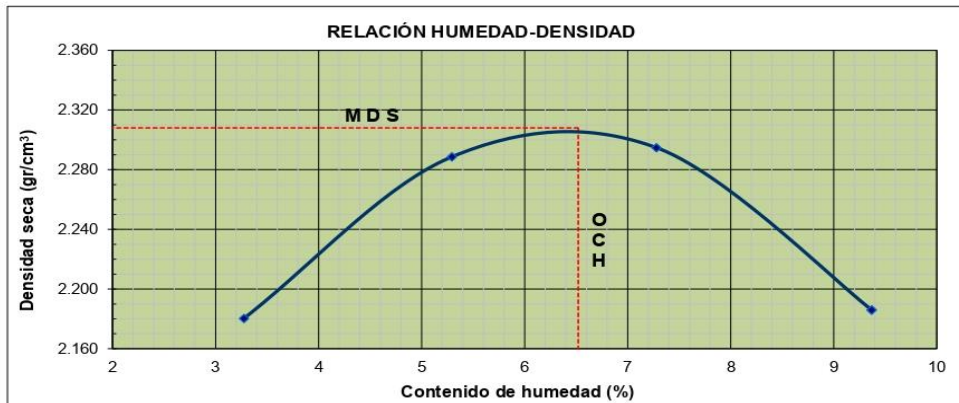
3/8 : 15.47

**Descripción del pisón** : Manual

Nº4 : 12.82

**Gravedad específica** : ---

Peso suelo compactado + molde (g)	11415.00	11749.00	11859.00	11709.00	
Peso molde (g)	6657.00	6657.00	6657.00	6657.00	
Peso suelo húmedo compactado (g)	4758.00	5092.00	5202.00	5052.00	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2113.09	2113.09	2113.09	2113.09	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.25	2.41	2.46	2.39	
Recipiente N°	C 95	C 21	C 154	C 44	
Peso muestra húmeda + tara (g)	871.90	909.90	938.50	929.70	
Peso muestra seca + tara (g)	850.50	873.90	888.02	866.70	
Peso de tara (g)	197.00	193.80	194.60	194.20	
Peso de agua (g)	21.40	36.00	50.48	63.00	
Peso de la muestra seca (g)	653.50	680.10	693.42	672.50	
Contenido de humedad (%)	<b>3.3</b>	<b>5.3</b>	<b>7.3</b>	<b>9.4</b>	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	<b>2.180</b>	<b>2.289</b>	<b>2.295</b>	<b>2.186</b>	
<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>				<b>2.308</b>	
<b>Humedad óptima (%)</b>				<b>6.52</b>	



**Observaciones:** ---

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
E-mail: info@gmigingenieros.com / www.gmigingenieros.com

*Carlos Enrique Tito Silva*  
CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

# CBR C-02 (suelo natural).



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

## ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883

**Proyecto:** Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

**Solicitante:** Angelo Helard Alejo Arcayo  
**Ubicación:** Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

**Fecha de emisión:** 07/10/2022  
**Fecha de recepción:** 26/09/2022

Ensayo	Método
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D 1883 - 07e2 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils
California Bearing Ratio (CBR)	SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio

**Código:** --- **Sondeo:** C - 2 ( Suelo 100%) **Muestra:** M - 1  
**Profundidad (m):** 0.20 - 1.50 **Progresiva:** --- **Tipo de Material:** Suelo  
**Zona / Sector:** AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 7 (0+240) **Condición de la muestra:** Muestra Alterada

**Método de preparación:** Húmeda **Clasificación SUCS:** SW-SM  
**Sobrepeso:** 4.54 **Clasificación AASHTO:** A-1-a (0)  
**Método de compactación:** ASTM D1557

### COMPACTACION

	18		20		22	
	5	5	5	5	5	5
Capas Nº	56		25		12	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12477.7	12515.2	11952.0	12035.2	12555.4	12675.5
Peso de molde (g)	7422.0	7422.0	7058.0	7058.0	7889.0	7889.0
Peso del suelo húmedo (g)	5055.7	5093.2	4894.0	4977.2	4666.4	4786.5
Volumen del molde (cm³)	2117.0	2117.0	2114.0	2114.0	2118.0	2118.0
Densidad húmeda (g/cm³)	2.388	2.406	2.315	2.354	2.203	2.260
Tara (Nº)	A 101	A 254	A 741	A 123	A 218	A 275
Peso suelo húmedo + tara (g)	972.2	980.4	933.3	942.1	996.1	962.7
Peso suelo seco + tara (g)	927.0	927.9	890.0	885.2	951.0	897.9
Peso de tara (g)	176.8	184.5	169.8	184.6	205.5	198.4
Peso de agua (g)	45.2	52.5	43.3	56.9	45.1	64.8
Peso de suelo seco (g)	750.2	743.4	720.2	700.6	745.5	699.5
Contenido de humedad (%)	6.03	7.06	6.01	8.12	6.05	9.26
Densidad seca (g/cm³)	2.252	2.247	2.184	2.178	2.078	2.068

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
No expansivo											

### PENETRACION

PENETRACION (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE Nº				MOLDE Nº				MOLDE Nº			
		CARGA	CORRECCION	CORRECCION	CBR (%)	CARGA	CORRECCION	CORRECCION	CBR (%)	CARGA	CORRECCION	CORRECCION	CBR (%)
		Dial (div)	(kg)	(kg)	CBR (%)	Dial (div)	(kg)	(kg)	CBR (%)	Dial (div)	(kg)	(kg)	CBR (%)
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		62	317			50	264			36	203		
1.270		120	571			97	470			69	347		
1.905		162	755			131	619			93	452		
2.540	70.5	218	1002	980.5	71.9	177	821	802.3	58.8	126	597	583.3	42.8
3.810		298	1355			241	1103			171	795		
5.080	105.7	371	1679	1701.6	83.2	301	1368	1386.0	67.8	214	984	997.3	48.8
6.350		438	1978			355	1608			252	1152		
7.620		500	2255			405	1831			288	1311		
10.160		591	2664			479	2161			340	1541		
12.700		655	2953			531	2394			377	1706		

**Observaciones:** ---

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
Telefono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
E-mail: info@gmigingeneros.com / www.gmigingeneros.com

CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP Nº 76173

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883**

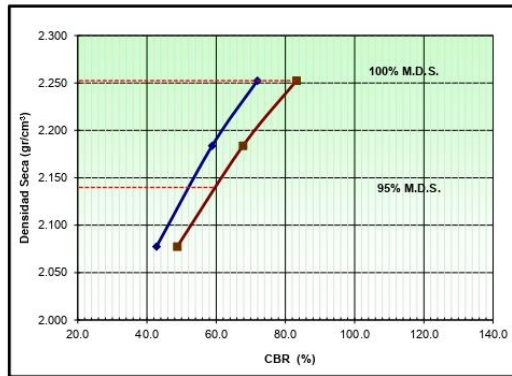
**Proyecto:** Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

**Solicitante:** Ángelo Helard Alejo Arcayo  
**Ubicación:** Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

**Fecha de emisión:** 07/10/2022  
**Fecha de recepción:** 26/09/2022

<b>Ensayo</b>	<b>Método</b>
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D1883 - 07e2 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils
California Bearing Ratio (CBR)	SUELOS, Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio

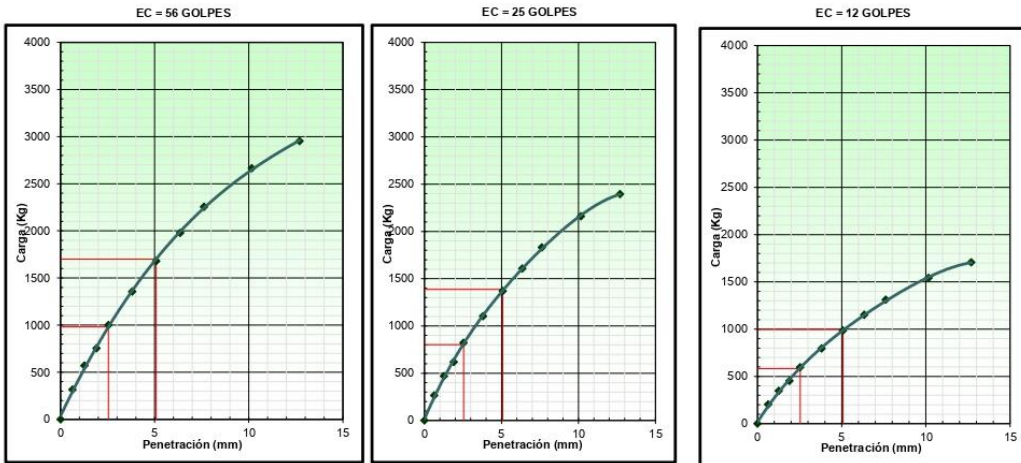
<b>Código:</b> --	<b>Sondeo:</b> C - 2 (Suelo 100%)	<b>Muestra:</b> M - 1
<b>Profundidad (m):</b> 0.20 - 1.50	<b>Progresiva:</b> --	<b>Tipo de Material:</b> Suelo
<b>Zona / Sector:</b> AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 7 (0+240)		<b>Condición de la muestra:</b> Muestra Alterada



**Datos de la Muestra:**  
 Clasificación SUCS : GP  
 Clasificación AASHTO : A-1-a (0)  
 Método de compactación : ASTM D1557  
 Máxima densidad seca (g/cm³) : 2.252  
 Óptimo contenido de humedad (%) : 6.03  
 95% Máxima densidad seca (g/cm³) : 2.140

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 71.9	0.2": 83.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 51.6	0.2": 59.2

**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 71.9 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 51.6 (%)



**Observaciones:** --

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
 Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
 Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
 Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
 E-mail: info@gmigingenieros.com / www.gmigingenieros.com

  
 CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

# CBR C-02 + 10% de Polietileno.



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

## ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883

**Proyecto:** Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

**Solicitante:** Ángelo Helard Alejo Arcayo

**Fecha de emisión:** 07/10/2022

**Ubicación:** Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

**Fecha de recepción:** 26/09/2022

Ensayo	Método
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D 1883 - 07e2 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils
California Bearing Ratio (CBR)	SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio

<b>Código:</b> ---	<b>Sondeo:</b> C - 2 (Suelo, 10% Polietileno)	<b>Muestra:</b> M - 1
<b>Profundidad (m):</b> 0.20 - 1.50	<b>Progresiva:</b> ---	<b>Tipo de Material:</b> Suelo
<b>Zona / Sector:</b> AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 7 (0+240)		<b>Condición de la muestra:</b> Muestra Alterada

<b>Método de preparación:</b> Húmeda	<b>Clasificación SUCS:</b> SW-SM
<b>Sobrepeso:</b> 4.54	<b>Clasificación AASHTO:</b> A-1-a (0)
	<b>Método de compactación:</b> ASTM D1557

### COMPACTACION

	18		20		22	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	18		20		22	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12457.7	12485.2	12091.2	12165.2	12355.4	12459.5
Peso de molde (g)	7373.0	7373.0	7171.0	7171.0	7676.0	7676.0
Peso del suelo húmedo (g)	5084.7	5112.2	4920.2	4994.2	4679.4	4783.5
Volumen del molde (cm³)	2118.0	2118.0	2115.0	2115.0	2113.0	2113.0
Densidad húmeda (g/cm³)	2.401	2.414	2.326	2.361	2.215	2.264
Tara (N°)	B 71	B 125	B 66	B 204	B 147	B 81
Peso suelo húmedo + tara (g)	952.0	960.2	921.1	922.8	970.2	946.8
Peso suelo seco + tara (g)	907.5	910.0	878.0	867.5	925.6	883.5
Peso de tara (g)	179.3	187.9	169.8	185.2	200.2	195.7
Peso de agua (g)	44.5	50.2	43.1	55.3	44.6	63.3
Peso de suelo seco (g)	728.2	722.1	708.2	682.3	725.4	687.8
Contenido de humedad (%)	6.11	6.95	6.09	8.10	6.15	9.20
Densidad seca (g/cm³)	2.262	2.257	2.193	2.184	2.086	2.073

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
No expansivo											

### PENETRACION

PENETRACION (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	(kg)	(kg)	CBR (%)	Dial (div)	(kg)	(kg)	CBR (%)	Dial (div)	(kg)	(kg)	CBR (%)
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		68	343			50	264			33	190		
1.270		130	614			96	465			63	321		
1.905		175	812			130	614			86	422		
2.540	70.5	228	1046	1049.7	77.0	169	786	788.0	57.8	112	535	535.6	39.3
3.810		318	1444			235	1077			155	724		
5.080	105.7	393	1777	1791.4	87.6	291	1324	1335.2	65.3	192	887	895.7	43.8
6.350		460	2076			340	1541			224	1028		
7.620		522	2354			386	1746			254	1160		
10.160		612	2759			453	2045			299	1360		
12.700		696	3138			515	2322			340	1541		

**Observaciones:** ---

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
Av. Santa Rosa, Mz. E Lt 13 - SMP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
E-mail: info@gmigingeneros.com / www.gmigingeneros.com

*Carlos Enrique Tito Silva*  
CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883**

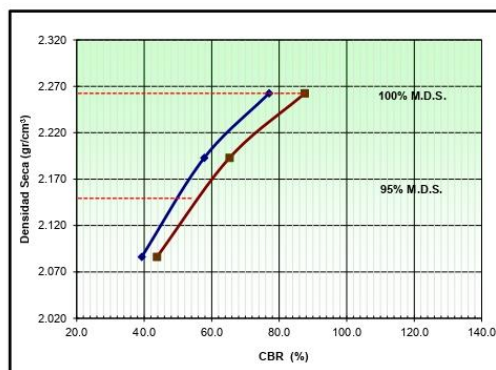
**Proyecto:** Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

**Solicitante:** Ángel Helard Alejo Arcayo  
**Ubicación:** Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

**Fecha de emisión:** 07/10/2022  
**Fecha de recepción:** 26/09/2022

Ensayo	Método
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D1883 - 07e2 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils
California Bearing Ratio (CBR)	SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio

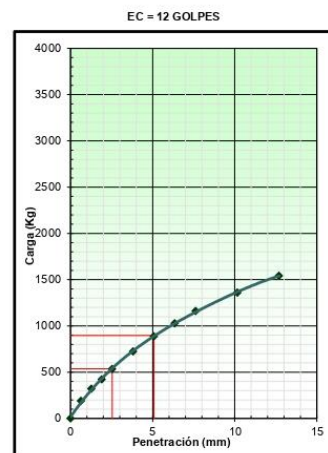
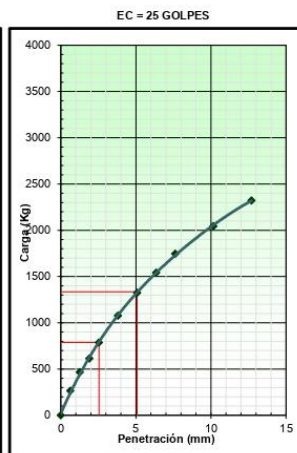
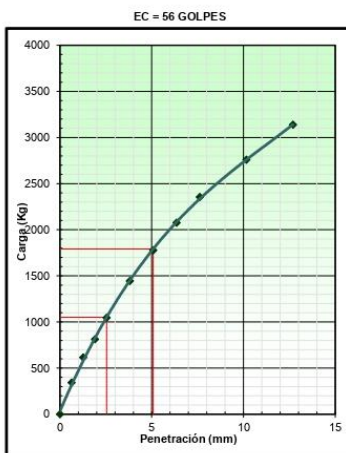
**Código:** --- **Sondeo:** C - 2 (Suelo, 10% Politétileno) **Muestra:** M - 1  
**Profundidad (m):** 0.20 - 1.50 **Progresiva:** --- **Tipo de Material:** Suelo  
**Zona / Sector:** AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 7 (0+240) **Condición de la muestra:** Muestra Alterada



**Datos de la Muestra:**  
 Clasificación SUCS : GP  
 Clasificación AASHTO : A-1-a (0)  
 Método de compactación : ASTM D1557  
 Máxima densidad seca (g/cm³) : 2.262  
 Óptimo contenido de humedad (%) : 6.11  
 95% Máxima densidad seca (g/cm³) : 2.149

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	0.2"
C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	76.9	87.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	48.5	54.7

**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 76.9 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 48.5 (%)

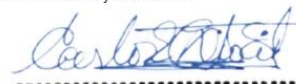


**Observaciones:** ---

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
 Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
 Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
 Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
 E-mail: info@gmigingenieros.com / www.gmigingenieros.com

  
 CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173



# CBR C-02 + 20% de Polietileno.



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

## ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883

**Proyecto:** Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

**Solicitante:** Angelo Helard Alejo Arcayo

**Fecha de emisión:** 07/10/2022

**Ubicación:** Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

**Fecha de recepción:** 26/09/2022

Ensayo	Método
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D1883 - 07e2 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils
California Bearing Ratio (CBR)	SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio

<b>Código:</b> ---	<b>Sondeo:</b> C - 2 (Suelo, 20% Polietileno)	<b>Muestra:</b> M - 1
<b>Profundidad (m):</b> 0.20 - 1.50	<b>Progresiva:</b> ---	<b>Tipo de Material:</b> Suelo
<b>Zona / Sector:</b> AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 7 (0+240)		<b>Condición de la muestra:</b> Muestra Alterada

**Método de preparación:** Húmeda  
**Sobrepeso:** 4.54

**Clasificación SUCS:** SW-SM  
**Clasificación AASHTO:** A-1-a (0)  
**Método de compactación:** ASTM D1557

### COMPACTACION

	18		20		22	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	18		20		22	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12617.7	12485.2	12355.2	12436.6	12335.4	12455.5
Peso de molde (g)	7475.0	7475.0	7371.0	7371.0	7581.0	7581.0
Peso del suelo húmedo (g)	5142.7	5010.2	4984.2	5065.6	4754.4	4874.5
Volumen del molde (cm³)	2120.0	2120.0	2117.0	2117.0	2119.0	2119.0
Densidad húmeda (g/cm³)	2.426	2.363	2.354	2.393	2.244	2.300
Tara (N°)	C 147	C 56	C 125	C 245	C 246	C 159
Peso suelo húmedo + tara (g)	958.0	957.5	932.5	942.7	961.8	935.4
Peso suelo seco + tara (g)	912.4	905.5	888.8	884.6	915.6	872.6
Peso de tara (g)	187.2	205.0	195.4	186.5	179.4	201.5
Peso de agua (g)	45.6	52.0	43.7	58.1	46.2	62.8
Peso de suelo seco (g)	725.2	700.5	693.4	698.1	736.2	671.1
Contenido de humedad (%)	6.29	7.42	6.30	8.32	6.28	9.36
Densidad seca (g/cm³)	2.282	2.200	2.215	2.209	2.111	2.104

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
No expansivo											

### PENETRACION

PENETRACION (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION		
0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.635		80	395			57	295			37	207		
1.270		146	685			106	509			68	343		
1.905		193	891			143	671			92	448		
2.540	70.5	252	1152	1155.5	84.7	189	874	869.3	63.8	121	575	573.4	42.1
3.810		346	1568			258	1178			165	768		
5.080	105.7	421	1902	1914.5	93.6	315	1430	1441.7	70.5	202	931	939.0	45.9
6.350		488	2201			366	1657			234	1072		
7.620		540	2435			406	1835			260	1187		
10.160		630	2840			474	2139			303	1377		
12.700		715	3224			538	2426			344	1559		

**Observaciones:** ---

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
E-mail: info@gmigingenieros.com / www.gmigingenieros.com

*Carlos Enrique Tito Silva*  
CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883**

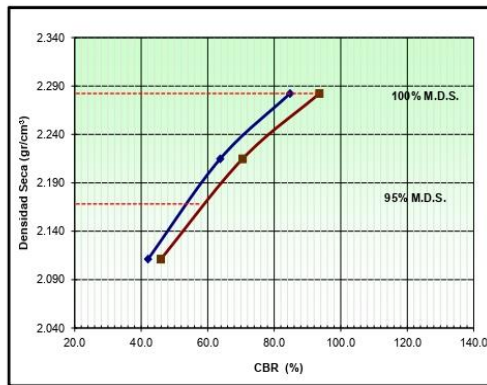
**Proyecto:** Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

**Solicitante:** Ángel Helard Alejo Arcayo  
**Ubicación:** Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

**Fecha de emisión:** 07/10/2022  
**Fecha de recepción:** 26/09/2022

Ensayo	Método
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D1883 - 07e2 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils
California Bearing Ratio (CBR)	SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio

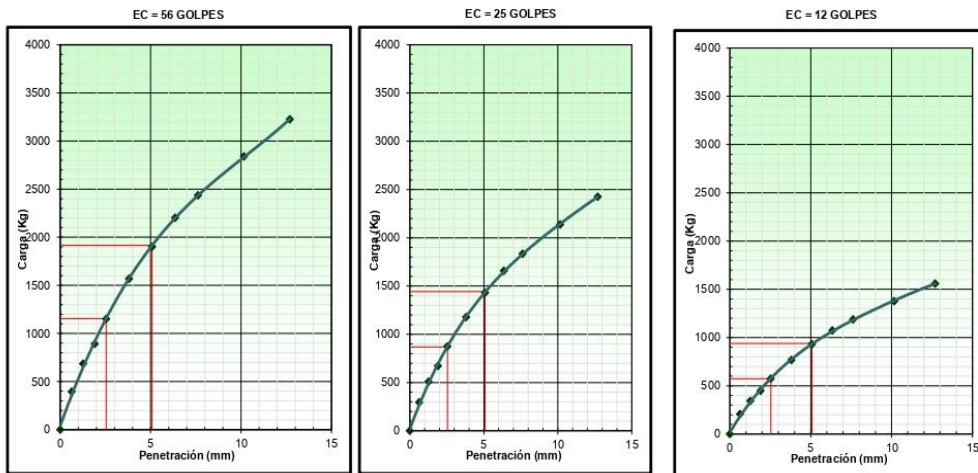
<b>Código:</b> ---	<b>Sondeo:</b> C - 2 (Suelo, 20% Politétileno)	<b>Muestra:</b> M - 1
<b>Profundidad (m):</b> 0.20 - 1.50	<b>Progresiva:</b> ---	<b>Tipo de Material:</b> Suelo
<b>Zona / Sector:</b> AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 7 (0+240)		<b>Condición de la muestra:</b> Muestra Alterada



**Datos de la Muestra:**  
 Clasificación SUCS : GP  
 Clasificación AASHTO : A-1-a (0)  
 Método de compactación : ASTM D1557  
 Máxima densidad seca (g/cm³) : 2.282  
 Óptimo contenido de humedad (%) : 6.29  
 95% Máxima densidad seca (g/cm³) : 2.168

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 84.8	0.2": 93.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 52.5	0.2": 57.8

**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 84.8 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 52.5 (%)



**Observaciones:** ---

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
 Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
 Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
 Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
 E-mail: info@gmigingenieros.com / www.gmigingenieros.com

**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

# CBR C-02 + 30% de Polietileno.



LABORATORIO GEOTÉCNICO Y DE CONCRETO

## ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883

Proyecto: Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

Solicitante: Ángel Helard Alejo Arcayo  
Ubicación: Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

Fecha de emisión: 07/10/2022  
Fecha de recepción: 26/09/2022

Ensayo	Método
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D1883 - 07e2 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils
California Bearing Ratio (CBR)	SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio

Código:	---	Sondeo: C - 2 (Suelo, 30% Polietileno)	Muestra: M - 1
Profundidad (m):	0.20 - 1.50	Progresiva: ---	Tipo de Material: Suelo
Zona / Sector:	AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 7 (0+240)		Condición de la muestra: Muestra Alterada

Método de preparación: Húmeda  
Sobrepeso: 4.54  
Clasificación SUCS: SW-SM  
Clasificación AASHTO: A-1-a (0)  
Método de compactación: ASTM D1557

### COMPACTACION

	18		20		22	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	18		20		22	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12587.7	12613.3	12565.2	12646.6	12411.4	12536.5
Peso de molde (g)	7385.0	7385.0	7528.0	7528.0	7621.0	7621.0
Peso del suelo húmedo (g)	5202.7	5228.3	5037.2	5118.6	4790.4	4915.5
Volumen del molde (cm³)	2121.0	2121.0	2119.0	2119.0	2117.0	2117.0
Densidad húmeda (g/cm³)	2.453	2.465	2.377	2.416	2.263	2.322
Tara (N°)	A 81	A 68	A 147	A 254	A 354	A 246
Peso suelo húmedo + tara (g)	944.3	950.0	922.8	931.8	954.4	925.0
Peso suelo seco + tara (g)	898.6	898.5	878.3	873.9	907.5	861.0
Peso de tara (g)	195.8	200.5	193.7	189.2	187.4	196.8
Peso de agua (g)	45.7	51.5	44.5	57.9	46.9	64.0
Peso de suelo seco (g)	702.8	698.0	684.6	684.7	720.1	664.2
Contenido de humedad (%)	6.50	7.38	6.50	8.46	6.51	9.64
Densidad seca (g/cm³)	2.303	2.296	2.232	2.227	2.124	2.118

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
No expansivo											

### PENETRACION

PENETRACION (mm)	CARGA ESTÁNDAR (kg/cm²)	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	(kg)	(kg)	CBR (%)	Dial (div)	(kg)	(kg)	CBR (%)	Dial (div)	(kg)	(kg)	CBR (%)
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		92	448			70	352			44	238		
1.270		162	755			124	588			79	391		
1.905		222	1019			170	790			108	518		
2.540	70.5	282	1284	1284.2	94.2	217	997	995.2	73.0	138	650	649.8	47.7
3.810		379	1715			291	1324			186	861		
5.080	105.7	456	2058	2074.7	101.4	351	1590	1602.5	78.3	224	1028	1038.4	50.8
6.350		520	2345			400	1808			256	1169		
7.620		575	2592			442	1996			282	1284		
10.160		660	2975			508	2291			325	1475		
12.700		751	3388			578	2605			369	1670		

Observaciones: ---

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas. Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
E-mail: info@gmigingeneros.com / www.gmigingeneros.com

CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) ASTM D 1883**

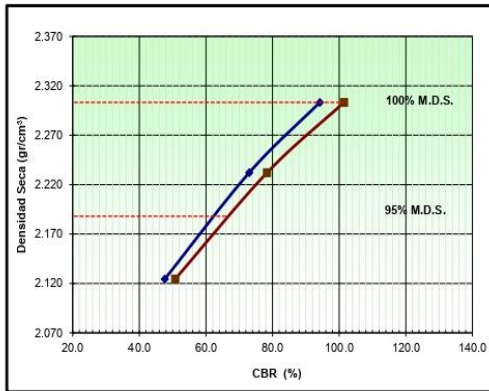
**Proyecto:** Evaluación del polipropileno y polietileno en las propiedades mecánicas de la subrasante, Asociación Nueva Primavera, Santa Clara 2022

**Solicitante:** Ángelo Helard Alejo Arcayo  
**Ubicación:** Santa Clara - Ate Vitarte - Lima

**Fecha de emisión:** 07/10/2022  
**Fecha de recepción:** 26/09/2022

Ensayo	Método
California Bearing Ratio (CBR)	ASTM D1883 - 07e2 Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils
California Bearing Ratio (CBR)	SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio

<b>Código:</b> ---	<b>Sondeo:</b> C - 2 (Suelo, 30% Polietileno)	<b>Muestra:</b> M - 1
<b>Profundidad (m):</b> 0.20 - 1.50	<b>Progresiva:</b> ---	<b>Tipo de Material:</b> Suelo
<b>Zona / Sector:</b> AV. NUEVA PRIMAVERA CUADRA 7 (0+240)		<b>Condición de la muestra:</b> Muestra Alterada

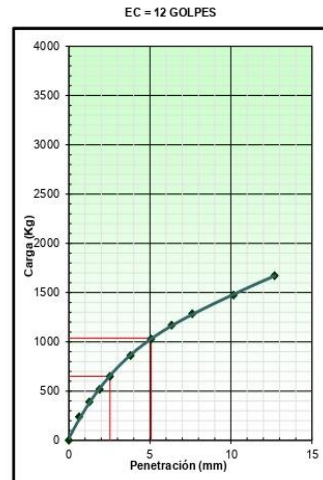
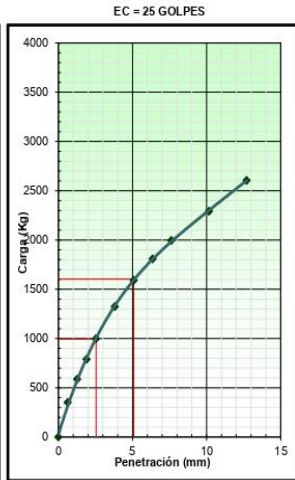
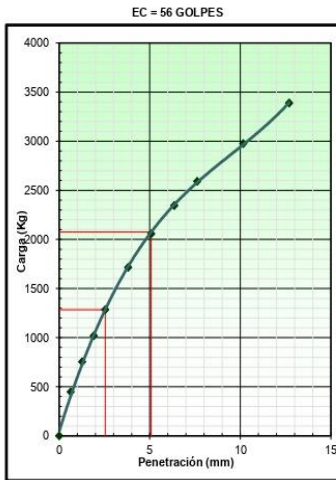


**Datos de la Muestra:**

Clasificación SUCS:	GP
Clasificación AASHTO:	A-1-a (0)
Método de compactación:	ASTM D1557
Máxima densidad seca (g/cm³):	2.303
Óptimo contenido de humedad (%):	6.50
95% Máxima densidad seca (g/cm³):	2.188

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 94.2	0.2": 101.4
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 61.6	0.2": 65.9

**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 94.2 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 61.6 (%)




**Observaciones:** ---

La MUESTRA ha sido identificada y entregada por el solicitante. Estos datos se aplican solo a las muestras indicadas.  
 Los resultados corresponden a los ensayos realizados sobre las muestras proporcionadas por el cliente al Laboratorio Geotécnico y de Concreto.



GMIG S.A.C. Laboratorio Geotécnico y de Concreto  
 Av. Santa Rosa, Mz. E Lt. 13 - SMP - Lima - Perú  
 Teléfono Of. Lima: (01) 6206981 / 969625105  
 E-mail: info@gmigingenieros.com / www.gmigingenieros.com

  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

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

Yo, PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "EVALUACIÓN DEL POLIPROPILENO Y POLIETILENO EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE, ASOCIACIÓN NUEVA PRIMAVERA, SANTA CLARA 2022", cuyo autor es ALEJO ARCAYO ANGELO HELARD, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, 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, 29 de Noviembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO <b>DNI:</b> 07732471 <b>ORCID:</b> 0000-0002-9573-0182	Firmado electrónicamente por: RPINTOBA el 18-12- 2022 21:00:05

Código documento Trilce: TRI - 0460332