



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

“Efecto de PET Reciclado en las Propiedades Físicas y Mecánicas del
Suelo para Subrasante en el Jirón Santa Ana, Huamachuco”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Melgarejo Caballero, Felder Agustin (orcid.org/0000-0002-4244-9063)

Ramos Carrion, Brian Jorge (orcid.org/0000-0002-7967-423X)

ASESOR:

Mg. Horna Araujo, Luis Alberto (orcid.org/0000-0002-3674-9617)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático.

TRUJILLO – PERÚ

2022

Dedicatoria

En primer lugar, a Dios ya que mi vida depende de él, y porque sus propósitos conmigo son perfectos, pues en su infinita voluntad me permitió desarrollarme en lo que más me gusta en la vida.

Felder Melgarejo Caballero

El presente trabajo de investigación lo dedico a mis padres, por inculcarme valores y enseñanzas para hacerme un hombre de bien; por su apoyo incondicional, por su amor, trabajo y sacrificio, sin ustedes nada de esto hubiera sido posible.

Brian Jorge Ramos Carrión

Agradecimiento

A la Universidad Cesar Vallejo, por permitirme ser parte de esta generación de profesionales triunfadores.

Además, agradecer a todos mis familiares por su motivación, por no dejarme caer a pesar de la adversidad que conlleva cada año a un nuevo desafío, y todo esto agradezco eternamente.

Felder Melgarejo Caballero

A la Universidad César Vallejo, asesores y docentes; por todas sus enseñanzas y por permitirnos superarnos día a día.

A mis padres y hermanos que me aconsejan y me motivan a no decaer y seguir adelante para lograr todo lo que me he propuesto.

Brian Jorge Ramos Carrión

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras.....	vii
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	10
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	11
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.5. Procedimientos	14
3.6. Método de análisis de datos	16
3.7. Aspectos éticos	17
IV. RESULTADOS	18
4.1. Resultados del primer objetivo.....	18
4.1.1. <i>Propiedades físicas del suelo patrón.</i>	18
4.1.2. <i>Propiedades mecánicas del suelo patrón.</i>	21
4.2. Resultados del segundo objetivo.....	24
4.2.1. <i>Propiedades Mecánicas adicionando PET pasantes de la malla N° 4 y retenidos en la malla N° 5:</i>	24
4.2.2. <i>Propiedades Mecánicas adicionando PET pasantes de la malla N° 8 y retenidos en la malla N° 10:</i>	36

4.3. Resultados del tercer objetivo.....	46
<i>4.3.1. Comparación de CBR con diferentes tamaños y porcentajes de PET:.....</i>	<i>47</i>
V. DISCUSIÓN.....	49
VI. CONCLUSIONES.....	52
VII. RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS.....	54
ANEXOS.....	61

Índice de tablas

Tabla 01: Dosificación Suelo-PET y total de ensayos.....	12
Tabla 02: Propiedades físicas del suelo patrón.....	18
Tabla 03: Propiedades mecánicas del suelo patrón.....	21
Tabla 04: Valores de Proctor Modificado con 0.4 % de PET "A"	25
Tabla 05: Valores de Proctor Modificado con 0.7 % de PET "A"	27
Tabla 06: Valores de Proctor Modificado con 1.0 % de PET "A"	28
Tabla 07: Resumen CBR de la calicata C-1 y C-2 con adición de 0.4% de PET "A".	30
Tabla 08: Resumen CBR de la calicata C-1 y C-2 con adición de 0.7% de PET "A".	32
Tabla 09: Resumen CBR de la calicata C-1 y C-2 con adición de 1.0% de PET "A".	34
Tabla 10: Valores de Proctor Modificado con 0.4 % de PET "B".....	36
Tabla 11: Valores de Proctor Modificado con 0.7 % de PET "B".....	38
Tabla 12: Valores de Proctor Modificado con 1.0 % de PET "B".....	39
Tabla 13: Resumen CBR de calicata C-1 y C-2 con adición de 0.4% de PET "B".....	41
Tabla 14: Resumen CBR de calicata C-1 y C-2 con adición de 0.7% de PET "B".....	43
Tabla 15: Resumen CBR de calicata C-1 y C-2 con adición de 1.0% de PET "B".....	45

Índice de figuras

Figura 01: Clasificación de la investigación.....	11
Figura 02: Diagrama del Procedimiento Experimental.....	14
Figura 03: Curva Granulométrica de la C-1.....	19
Figura 04: Curva Granulométrica de la C-2.....	19
Figura 05: Límite Líquido C-1.....	20
Figura 06: Limite Líquido C-2.....	20
Figura 07: Curva de Compactación C-1.....	22
Figura 08: Curva de Compactación C-2.....	22
Figura 09: Curva Densidad Seca Vs. CBR de la Calicata C-1.....	23
Figura 10: Curva Densidad Seca Vs. CBR de la Calicata C-2.....	23
Figura 11: Curva de Compactación de C-1 con 0.4% de PET "A".....	25
Figura 12: Curva de Compactación de C-2 con 0.4% de PET "A".....	26
Figura 13: Curva de Compactación de C-1 con 0.7% de PET "A".....	27
Figura 14: Curva de Compactación de C-2 con 0.7% de PET "A".....	28
Figura 15: Curva de Compactación de C-1 con 1.0% de PET "A".....	29
Figura 16: Curva de Compactación de C-2 con 1.0% de PET "A".....	29
Figura 17: Valores CBR de la C-1 con 0.4% de PET "A".....	31
Figura 18: Valores CBR de la C-2 con 0.4% de PET "A".....	31
Figura 19: Valores CBR de la C-1 con 0.7% de PET "A".....	33
Figura 20: Valores CBR de la C-2 con 0.7% de PET "A".....	33
Figura 21: Valores CBR de la C-1 con 1.0% de PET "A".....	35
Figura 22: Valores CBR de la C-2 con 1.0% de PET "A".....	35
Figura 23: Curva de Compactación de C-1 con 0.4% de PET "B".....	37
Figura 24: Curva de Compactación de C-2 con 0.4% de PET "B".....	37
Figura 25: Curva de Compactación de C-1 con 0.7% de PET "B".....	38
Figura 26: Curva de Compactación de C-2 con 0.7% de PET "B".....	39
Figura 27: Curva de Compactación de C-1 con 1.0% de PET "B".....	40
Figura 28: Curva de Compactación de C-2 con 1.0% de PET "B".....	40
Figura 29: Valores CBR de la C-1 con 0.4% de PET "B".....	41
Figura 30: Valores CBR de la C-2 con 0.4% de PET "B".....	42

Figura 31: Valores CBR de la C-1 con 0.7% de PET "B"	43
Figura 32: Valores CBR de la C-2 con 0.7% de PET "B"	44
Figura 33: Valores CBR de la C-1 con 1.0% de PET "B"	45
Figura 34: Valores CBR de la C-2 con 1.0% de PET "B"	46
Figura 35: Comparación de CBR de la C-1 con diferentes tamaños y % de PET.....	47
Figura 36: Comparación de CBR de la C-2 con diferentes tamaños y % de PET.....	48

Resumen

El presente informe de investigación es de suma importancia ya que abundan en el mundo restos de botellas plásticas que producen contaminación del medio ambiente; pudiendo éstas ser aprovechadas para mejorar las propiedades de suelos arcillosos, mediante una estabilización química con la inclusión de tereftalato de polietileno (PET) reciclado. El objetivo principal es determinar el efecto que provoca este recurso en el suelo para subrasante, por lo cual se determinó las propiedades físicas y mecánicas del suelo patrón y del suelo alterado por PET reciclado.

Conforme a los resultados de laboratorio y las fuentes consultadas, se identificó una arcilla de baja plasticidad (CL) para ambas muestras de suelo, que al adicionar el 1% de PET reciclado de tamaño entre (2.00mm. a 2.36mm.) se observó un incremento máximo de CBR, con respecto a la muestra C-1 de 2.45% ; siendo esta proporción y el tamaño los más adecuados para su estabilización.

Palabras clave: PET reciclado, propiedades, subrasante.

Abstract

This research report is of the utmost importance since there are many remains of plastic bottles in the world that produce environmental pollution; These can be used to improve the properties of clay soils, through chemical stabilization with the inclusion of recycled polyethylene terephthalate (PET). The main objective is to determine the effect that this resource causes in the subgrade soil, for which the physical and mechanical properties of the standard soil and the soil altered by recycled PET were determined.

According to the laboratory results and the consulted sources, a clay with low plasticity (CL) was identified for both soil samples, which when adding 1% of recycled PET of size between (2.00mm. to 2.36mm.) was observed a maximum increase of CBR, with respect to sample C-1 of 2.45%; this proportion and size being the most suitable for its stabilization.

Keywords: recycled PET, properties, subgrade.

I. INTRODUCCIÓN

En todos los países en desarrollo las carreteras vienen a ser parte muy importante para el crecimiento económico de un país, ya que garantizan dinamismo e intercambio comercial en todo su territorio. Por tales motivos los gobiernos asignan significativos presupuestos para la inversión en el mejoramiento, rehabilitación, mantenimiento y creación de las redes viales.

Al construir una vía se presentan un sinnúmero de dificultades, entre ellas las vinculadas a la baja capacidad portante de algunos tipos de suelos; estos suelos al ser inestables afectan significativamente a cualquier infraestructura (Aguilar, y otros, 2015).

El Perú, no es ajeno al problema de la baja capacidad de soporte del suelo ya que cuenta con múltiples tipos de suelos y a su vez con diferentes tipos de climas, lo cual hace que el suelo baje sus propiedades.

Por otro lado, el Jirón Santa Ana está ubicado en la ciudad de Huamachuco, en la provincia de Sánchez Carrión. Este jirón se encuentra dañado debido a múltiples factores como el crecimiento urbano, comercial y poblacional; lo cual ocasiona mayor transitabilidad. El uso de esta vía ha cambiado a tránsito pesado, pues actualmente transitan vehículos que transportan minerales provenientes de actividades mineras de zonas aledañas hacia la ciudad de Trujillo; así mismo, por esta vía transitan camiones que distribuyen y abastecen a la ciudad de productos como papa y vegetales.

Cabe señalar que el jirón Santa Ana se encuentra en la zona más baja de la ciudad, al no contar con un buen sistema de drenaje se concentra una gran cantidad de agua de lluvia que al combinarse con la presión que ejercen los neumáticos de los vehículos pesados y la baja capacidad de soporte del suelo; se genera enlodamiento, baches y hundimientos que la vuelven intransitable, afectando a los transportistas y pobladores.

Frente a esta situación surgen alternativas constructivas, como la estabilización de suelos mediante agentes externos como cal, asfalto, cemento y polímeros, los

cuales mejoran considerablemente sus propiedades volviéndolos aptos para utilizarlos en las diferentes capas de un pavimento (Alarcón, y otros, 2020).

Al agregar fibras de PET que han sido recicladas mejora los valores de resistencia en suelos arcillosos (Gil, y otros, 2018).

En virtud de lo señalado, nos llevó al planteamiento del problema: ¿Cuál es el efecto del PET reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del suelo para subrasante en el Jirón Santa Ana, Huamachuco?

La presente investigación se justifica **técnicamente** por la necesidad de mejorar la transitabilidad vial, aumentando la capacidad de soporte CBR de la subrasante de esta zona, mediante la inclusión de PET reciclado. En el aspecto **social** la presente investigación se justifica por que contribuirá al fácil intercambio comercial y al desarrollo económico de la población, además ayudará a disminuir el impacto ambiental negativo que tienen los desechos plásticos PET en el medio ambiente. **Económicamente** la presente investigación se justifica debido a que se reducirá los costos de mantenimiento ya que este no se realizará con material proveniente de otro lugar o cantera sino con el material de la zona, a su vez el PET será proveniente del reciclaje.

En esta investigación de carácter experimental se tuvo la intención de estabilizar el tipo de suelo arcilloso de baja plasticidad del jirón Santa Ana, Huamachuco mediante la inclusión del polímero reciclado PET en la subrasante, estas muestras fueron evaluadas en un laboratorio de suelos que cuenta con instrumentos bien calibrados por lo cual se obtuvo resultados confiables. De esta manera se logró estabilizar este tipo de suelo, encontrando una alternativa de solución a la baja capacidad de soporte de subrasantes, que podría ser adoptada por entidades privadas y públicas para la elaboración de proyectos de infraestructura vial.

En base a lo expuesto, nuestra investigación tuvo como **objetivo general** determinar el efecto del PET reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del suelo para subrasante en el Jirón Santa Ana, Huamachuco; y como **objetivos específicos**; (1) Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo patrón

del Jirón Santa Ana, Huamachuco; (2) Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo alterado por PET reciclado en el Jirón Santa Ana, Huamachuco; (3) Comparar el valor de soporte (CBR) de la subrasante alterada por PET reciclado, con la subrasante natural del Jirón Santa Ana, Huamachuco.

Además, como hipótesis general se tuvo, que la adición de polímeros PET reciclados influye significativamente en el CBR de la subrasante en el Jirón Santa Ana, Huamachuco.

II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se describen los antecedentes correspondientes a esta investigación:

Según Nesterenko, (2018). En el Perú la optimización de los suelos utilizando polímeros es una alternativa que se encuentra en estudio, por ello, no existe una normativa que lo regule, las investigaciones al respecto determinan que son buenos estabilizadores y de manejo sencillo con resultados satisfactorios al mezclarlos con suelos arcillosos.

López, (2013). En su investigación llegó a la conclusión que es mejor incorporar fibras PET que varían entre 0.2 y 2.0% respecto al peso de la muestra, ya que permiten un mejor comportamiento del suelo arcilloso.

Asimismo, Albán, (2017) analizó y comparó la resistencia a la compresión de bloques los cuales fueron fabricados con suelo arcilloso y PET, el cual reemplaza a la piedra pómez y al agregado fino; para lo cual agregó los porcentajes de PET molido en 10%, 15% y 25% respecto al peso de la muestra, llegando a obtener una resistencia promedio de 19.09 kg/cm², 19.61 kg/cm² y 14.73 kg/cm² respectivamente, obteniendo la conclusión que el mejor porcentaje de PET para mejorar la resistencia a la compresión es de 15%.

También, Ravichandran, (2016) en su artículo tuvo como objetivo fundamental mejorar las características hidráulicas y mecánicas, bajo un tiempo de curado determinado, en situaciones controladas de temperatura y humedad relativa, de un tipo de suelo arcilloso, el cual es de procedencia del departamento de Vichada (Colombia). Pues no se cuenta con un material adecuado para la ejecución de obras de carreteras, ya que no se tiene canteras en disposición y en la zona las situaciones climáticas son desfavorables; es muy necesario la sustitución de material pues el suelo tiene muy poco soporte, esto se debe a la existencia de agua. Se realizó la estabilización del suelo empleando suplementos como las cenizas de cuesco de palma africana en un 7.5% y un 4% de cal. Esta investigación busca una buena solución ambiental y de poco presupuesto para mejorar suelos arcillosos utilizando

las cenizas sobrantes del proceso del fruto de la palma africana para poder construir la malla vial del departamento.

Hussain y otros, (2017). En su artículo tuvo como objetivo principal estabilizar el suelo expansivo de la subrasante de la carretera por medio de residuos de polvo de cantera y caucho. Se empleó una metodología experimental, agregando las partículas de caucho antes triturado al suelo de fundación en distintos porcentajes de 2%, 4%, 6%, 8% y 10% por peso del suelo, se determinó la cohesión y ángulo de fricción ya que las pruebas fueron sometidas a diferentes ensayos como el CBR, contenido de humedad, compresión triaxial y densidad máxima seca. Llegando a la conclusión que el polvo de cantera y las partículas de caucho recicladas llegan a ser un buen estabilizador de suelos expansivos en la subrasante, ya que incrementan la permeabilidad y la capacidad de carga consiguiendo una mejora en el rendimiento de la carretera y prolongando su vida útil y también ayuda a reducir la contaminación.

Así mismo, Leyva, (2016) en su investigación buscó hallar la posibilidad de mejora de suelos al integrar las bolsas de polietileno a la subrasante en el lugar de análisis. Para ello realizó calicatas en la carretera, con el objetivo de lograr muestras concretas para realizar los ensayos de laboratorio, además se realizó a las bolsas de polietileno ensayos químicos, por medio de estos ensayos se llegó conseguir una óptima dosificación de bolsas de polietileno fundido. Al final obtuvo la conclusión de que al agregar bolsas fundidas de polietileno ayudan al mejoramiento de las características mecánicas y físicas de la subrasante, ya que se logra un incremento de CBR en un 7.98% superior al permisible, de igual manera al realizar el diseño del pavimento el paquete estructural tendrá un espesor menor esto se debe a que el suelo de fundación va a tener más resistencia y resultará más económico.

A su vez, Vargas, (2017) en su trabajo buscó enseñar el impacto que crea el añadir a los suelos granulares de pavimentos las fibras de polímeros reciclados, aumentando su CBR. la muestra que se usó es el material que fue empleado en la subbase del pavimento, el material para la muestra se adquirió de la cantera y se realizó los respectivos ensayos de laboratorio, y para los polímeros, se reciclo

botellas de plástico, las cuales una vez adquiridas se procedió a realizar su limpieza, luego fueron cortadas en forma de tiras las cuales se iban incorporando de manera porcentual a la muestra para lograr así una óptima dosificación. Luego de realizar los distintos ensayos pertinentes se alcanzaron los resultados, obteniendo la conclusión que al añadir los polímeros reciclados en los porcentajes de 0.50% y 0.70% al suelo de fundación, dejará incrementar el CBR del suelo en un porcentaje de 28% de la inicial. Así mismo, el plan indica que para lograr mejores resultados se debería considerar la correcta dosificación de polímeros reciclables, pues aquellos componentes mal determinados, cambiarían los resultados, estos serían contrarios a los esperados, además, la implementación de polímeros reciclados para poder mejorar los suelos, es una buena idea ya que al utilizar un material que es muy difícil de degradar estamos contribuyendo a dejar de contaminar, pues a los polímeros les toma más de 150 años degradarse, contaminando los suelos naturales, siendo esto un impacto negativo podríamos aprovecharlo utilizándolo como material estabilizante para ayudar a suelos de baja capacidad portante.

Como parte del marco teórico teniendo en cuenta lo que se pretende investigar tenemos:

Según Hilário y otros, (2018). El **PET**; es un polímero que se obtiene de una reacción de policondensación entre el ácido tereftalático y el etilenglicol, este corresponde al grupo de materiales sintéticos, su fórmula molecular es: $[-CO-C_6H_4-CO-O-CH_2-CH_2-O-]$. Entre sus propiedades tenemos que es reciclable, es resistente a la química y térmica, tiene un buen coeficiente de deslizamiento, es muy resistente al desgaste y a la corrosión, es transparente, etc. Sus principales usos se dan en la industria textil, en envasados y como materia prima.

Resulta ser más económico adquirir PET reciclado en comparación con el PET virgen, pero muestra características inferiores; sin embargo, conserva características suficientes para ser usado en la optimización de suelos (Awaja, y otros, 2005).

En el tiempo en que vivimos, el **reciclaje** es de vital importancia; según el diario peruano La Prensa, en el Perú escasamente el 4% de las 900.000 toneladas de plástico que son desechadas se reciclan, para posteriormente ser usadas en la fabricación de nuevos envases. Por lo antes expuesto podemos decir que el reciclaje es poco usual en el Perú. En la ciudad de Huamachuco, prácticamente el reciclaje es mínimo, ya que no existen políticas gubernamentales locales que así lo demanden, así mismo existen pocas personas que se dedican a la labor del reciclaje por su propia cuenta. Esta investigación tiene la finalidad de mejorar los suelos arcillosos y limosos de esta localidad, a su vez reducir el impacto ambiental que generan las botellas plásticas PET reciclándolas y dándoles un nuevo uso en beneficio de su comunidad.

La **subrasante** es el terreno o suelo que tiene como fin servir como soporte de las cargas que son transmitidas por el pavimento, en la subrasante es apoyada la capa de afirmado . Para que el suelo sea usado como subrasante, debe estar a una profundidad no menor de 0.60m. a su vez debe contar con un CBR mayor o igual a 6%; si el CBR es menor del 6% se procederá a estabilizar el suelo (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Suelo es definido como una capa situada en la corteza terrestre, proveniente de la desintegración de las rocas preexistentes; cuenta con diferentes propiedades las cuales son obtenidas mediante ensayos realizados en laboratorio. (Leyva, 2016)

Para el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2014) la **granulometría** es el estudio que se da por medio del tamizado según especificaciones técnicas, con el fin de representar la distribución de los diferentes tamaños que tiene el material granular.

Al haber una apropiada distribución granulométrica habrá un buen comportamiento del suelo frente a los efectos de diferentes cargas a las que es sometida.

Índice de Plasticidad (Límites de Atterberg), es la estabilidad que presenta el suelo hasta un determinado límite de humedad, esta propiedad se da debido a los

elementos finos y gruesos que dispone el suelo. Al determinar los límites de Atterberg, podremos conocer el comportamiento que tiene el suelo de acuerdo con el contenido de humedad y nos da a saber si son un suelo sólido, líquido o plástico. El índice de plasticidad (IP) es igual al límite líquido (LL) menos el límite plástico (LP): $IP = LL - LP$.

Límite líquido se da en el momento que el suelo pasa de un estado semilíquido a un estado plástico lo que le permite moldearse, se determina utilizando el equipo copa de Casagrande.

Límite plástico ocurre en el momento que el suelo entra a un estado semisólido y se rompe, habiendo antes pasado por un estado plástico (Vargas, 2017).

Índice de grupo, su finalidad es clasificar a los suelos utilizando la norma AASHTO, y lo logra gracias a los límites de Atterberg (Flores, 2019).

Humedad Natural, de esta depende la resistencia del suelo. Asimismo, esta permite realizar una comparación de la humedad óptima la cual será conseguida al realizar el ensayo **Proctor**, llegando a determinar el CBR de la muestra del suelo. Para realizar el ensayo se tendrá en consideración la humedad natural pues en caso de que sea inferior a la humedad óptima, se procederá a hacer una compactación normal, pero si es superior se tendrá que incrementar la energía de compactación (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Clasificación de los Suelos; al llegar a determinar las características del suelo, se pasará a clasificar el cual puede realizarse por medio de dos sistemas AASHTO y ASTM, esta clasificación nos permite predecir el comportamiento que tendrá el suelo o terreno (Llamoga, 2016).

Ensayo **CBR**; permite determinar el valor de soporte del suelo. El valor de soporte de la subrasante es aquella fuerza apta para tolerar las diferentes cargas sin que estas produzcan hundimientos en la misma. Al terminar la clasificación de los suelos, se pasará a efectuar un perfil estratigráfico esto se realizará para cada sector homogéneo; de estos se decidirá que suelos controlarán el diseño y se implantará el programa de ensayos y correlaciones para el CBR, referido al 95% de

la máxima densidad seca (MDS) a una penetración de carga de 2.54 milímetros (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Estabilización de Suelos; para realizar una estabilización de suelos se debe contar con un suelo pobre con el fin de mejorar sus propiedades físicas con distintos procedimientos ya sean mecánicos o agregando productos químicos, sintéticos y naturales. Para realizar una mejora de la estabilización del suelo existen dos tipos, las cuales son: Estabilización mecánica, granulométrica o natural, la cual se basa en la mezcla de diferentes tipos de suelos que presenten distinta granulometría y que sean complementarios. Estabilización química, se suele usar algún ligante o algunos productos, este es añadido al suelo que requiere mejorar y así poder reducir su índice de plasticidad, algunos productos empleados son: la cal, la cual ayuda a disminuir la plasticidad de los suelos arcillosos, el cemento portland aumenta a la resistencia de la arena fina o graba, productos asfálticos es ideal para mejorar la cohesión de los suelos, es usado en suelos sin cohesión, cloruro de calcio y sodio ayuda a la impermeabilidad de los suelos limosos y arcillosos, etcétera (Hussain, y otros, 2017).

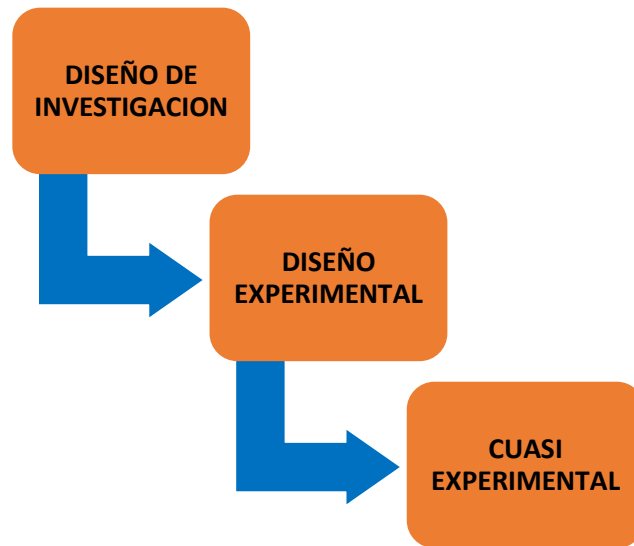
III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación: Según su propósito nuestra investigación es de tipo aplicada, contando con la base de los conocimientos adquiridos y teorías existentes para incrementar los conocimientos científicos; puesto que se empleó polímeros PET reciclados en la subrasante para aumentar la resistencia del suelo arcilloso.

3.1.2. Diseño de investigación: Para nuestro trabajo se empleó el tipo de diseño “Experimental” pues se realizó una manipulación de la variable independiente “utilización de PET reciclado” de modo premeditado, a fin de evaluar los posibles efectos que tendría sobre la variable dependiente que es “la mejora de la subrasante”, la presente investigación tuvo como base la mejora de las características físicas de la subrasante, haciendo uso de polímeros PET reciclados, para lo cual se ejecutaron distintos ensayos, en los cuales se buscó mejorar la capacidad portante del suelo, haciendo uso de la variable independiente, para determinar el efecto del PET reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del suelo para subrasante en el Jirón Santa Ana, Huamachuco.

Figura 01: *Clasificación de la investigación.*



Fuente: Elaboración propia.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variable Independiente: En nuestra investigación la variable independiente vendría a ser el PET reciclado, pues este material provocó un efecto considerable en las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la subrasante. (ver anexo 01)

3.2.2. Variable Dependiente: Como Nuestra variable dependiente tenemos el efecto en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, pues las propiedades de la subrasante varían según se agregue el PET reciclado. (ver anexo 02)

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población: Para nuestra investigación, la población utilizada fue todo el suelo del jirón Santa Ana, Huamachuco, el cual se encuentra ubicado en la provincia de Sánchez Carrión, departamento La Libertad. (ver Anexo 03). En este jirón se tomaron muestras de dos calicatas, a tales muestras se le realizaron ensayos de laboratorio, con la finalidad de mejorar las

características y propiedades del suelo para su pavimentación ya que dicho sector se encuentra sin pavimentar o con el pavimento dañado.

3.3.2. Muestra: Las muestras utilizadas en nuestro trabajo fueron recolectadas de las dos calicatas realizadas en el tramo de la vía del jirón Santa Ana, Huamachuco; el cual está sin pavimentar por lo que es el más crítico. A la muestra recolectada de la calicata 1 la denominamos C-1 y la muestra recolectada de la calicata 2 la denominamos C-2.

Tabla 01: Dosificación Suelo-PET y total de ensayos.

ENSAYOS PARA LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ADICIONANDO PET															
Muestras	C 1	C 2	C-1		C-2		C-1		C-2		C-1		C-2		Parcial
Tamaño PET(mm.)			2.0 0- 2.3 6	4.0 0- 4.7 5	2.0 0- 2.3 6	4.0 0- 4.7 5	2.0 0- 2.3 6	4.0 0- 4.7 5	2.0 0- 2.3 6	4.0 0- 4.7 5	2.0 0- 2.3 6	4.0 0- 4.7 5	2.0 0- 2.3 6	4.0 0- 4.7 5	
Proporción PET (%)			0.4		0.7		1.0		0.4		0.7		1.0		
	ENSAYOS														
Granulometría	1	1													2
Límite Líquido	1	1													2
Límite Plástico	1	1													2
Humedad	1	1													2
Proctor modif.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
CBR	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14
			Total												36

Fuente: Elaboración propia.

3.3.3. Muestreo: El muestreo que empleamos en nuestra investigación fue de método no probabilístico por conveniencia y juicio ya que se realizó la exploración de los suelos de la subrasante, del cual se seleccionó bajo criterio personal el suelo más crítico.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

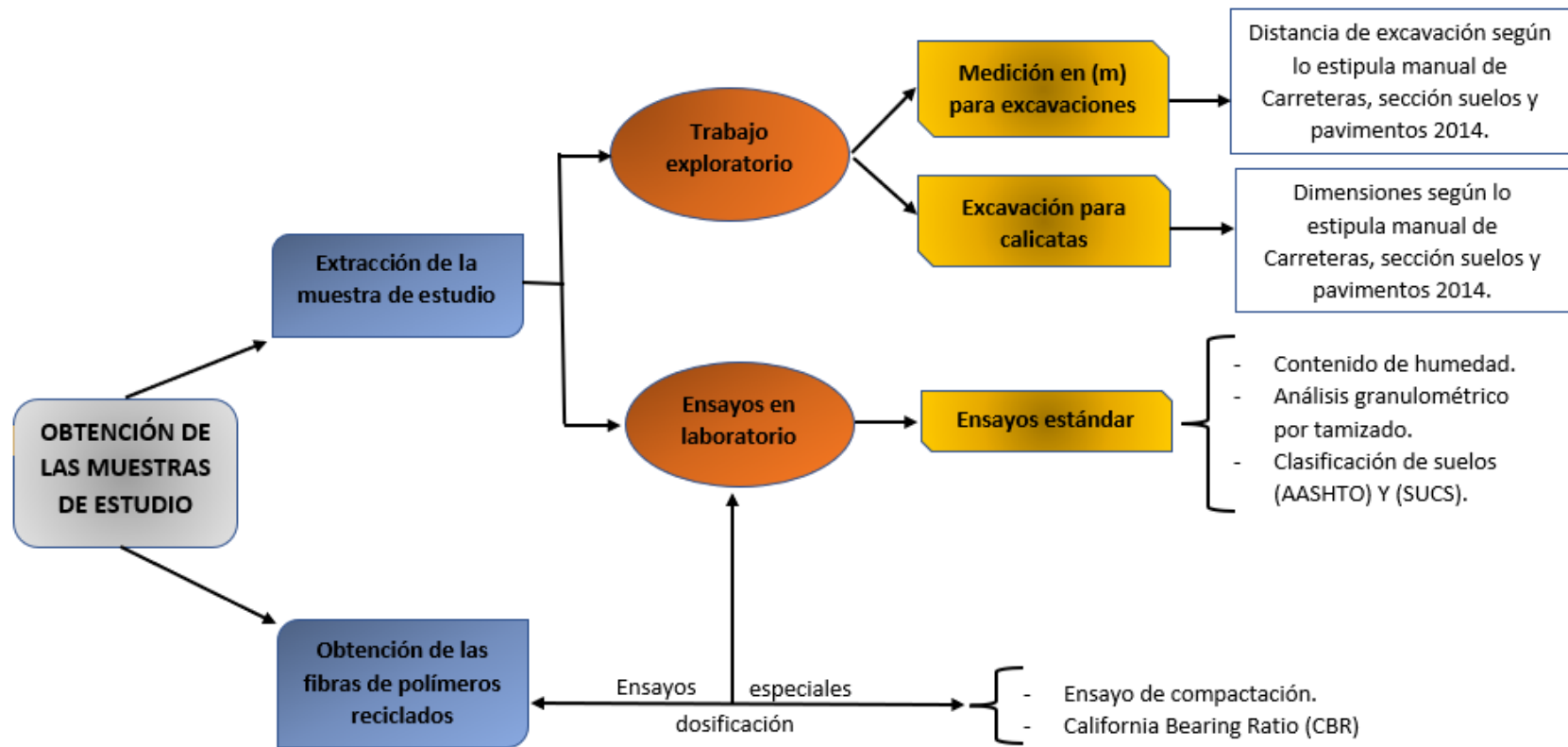
3.4.1. Técnica: Para nuestra investigación se empleó la observación como método de toma de datos, esto nos permitió conseguir un registro visual

del comportamiento de las diversas materias en una situación real, se seleccionó como tramo de estudio al jirón Santa Ana, Huamachuco. Donde se realizó la excavación de calicatas según lo estipula el MTC para la extracción y el traslado de la muestra al laboratorio, donde se analizó las características mecánicas y físicas del suelo.

3.4.2. Instrumento: Los instrumentos utilizados en campo son guías de observación (ver anexo 04), en las cuales se anotaron las premisas requeridas; en laboratorio se utilizó formatos estándares de recolección de datos para cada ensayo.

3.5. Procedimientos

Figura 02: Diagrama del Procedimiento Experimental.



Fuente: Elaboración propia.

3.5.1. Obtención del polímero (PET)

Se obtuvieron los polímeros PET mediante reciclaje.

Tamaño: se contó con dos tamaños de PET; el primer tamaño fueron los polímeros PET pasantes de la malla N° 4 y retenidos en la malla N° 5 al cual para fines prácticos denominaremos PET "A"; el segundo tamaño fue los polímeros PET pasantes de la malla N° 8 y retenidos en la malla N° 10 al cual denominaremos PET "B".

Dosificación: La inclusión de PET reciclado se realizó mediante porcentajes de peso de 0.4%, 0.7% y 1.0% para cada molde ensayado.

3.5.2. Extracción de las muestras del suelo

El trabajo exploratorio se llevó a cabo en el jirón Santa Ana en la ciudad de Huamachuco, donde se realizaron 02 calicatas con dimensiones de 1.0m. de largo x 1.0m. de ancho x 1.5m. de profundidad.

De las calicatas se extrajeron muestras las cuales fueron estudiadas en el laboratorio JVC de la provincia de Trujillo, en dicho laboratorio se realizaron los siguientes ensayos: Análisis Granulométrico, Contenido de Humedad, Clasificación de los Suelos por el Método (SUCS), Clasificación de los Suelos por el Método (AASHTO), Proctor Modificado, California Bearing Ratio (CBR).

3.5.3. Ensayos de Laboratorio

3.5.3.1. Ensayos estándar:

- **Análisis granulométrico por Tamizado (MTC E107 - ASTM D 422)**
- **Contenido de Humedad (MTC E 108– ASTM D 2216).**
- **Límites de Atterberg:**
 - Límite líquido (*LL*):
 - Límite plástico (*LP*):
- **Clasificación de suelos AASHTO y SUCS.**

- **AASHTO**
- **SUCS**

3.5.3.2. Ensayos especiales:

- **Proctor modificado (ASTM D-1557)**
- **Ensayo de CBR (ASTM D-1883)**

3.6. Método de análisis de datos

Nuestra investigación fue de diseño experimental, por lo cual tuvimos que realizar estudios en campo y laboratorio, análisis y procesamiento de datos apoyándonos del software Excel , así mismo tuvimos que emplear gráficos estadísticos y lineales los cuáles nos permitieron observar con mayor facilidad los datos obtenidos en el laboratorio.

Para el caso de nuestro primer objetivo específico que es determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo patrón del Jirón Santa Ana-Huamachuco, se realizaron dos calicatas con dimensiones de 1.0m. de largo x 1.0m. de ancho x 1.5m. de profundidad.; se hizo uso de herramientas manuales para realizar las calicatas tales como, pico y barreta, palana, wincha, bolsas que se emplearon para transportar las diferentes muestras, también se empleó equipos de protección personal. Posteriormente de haber obtenido las muestras de las diferentes calicatas a realizarse , se llevaron al Laboratorio de suelos para realizar los ensayos ya mencionados anteriormente.(Ver anexo 01)

Para nuestro segundo objetivo específico que es determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo alterado con polímeros PET en el jirón Santa Ana, Huamachuco; se tuvo que conseguir una cantidad ideal de polímeros PET reciclados, con la finalidad de ser empleados para el mejoramiento de la subrasante del Jirón Santa Ana- Huamachuco. Esto se llevó a cabo reciclando botellas del material PET, al obtenerlas se procedió a lavar, secar y luego triturar empleando una máquina trituradora, llegando a obtener partículas finas las cuales posteriormente se agregaron a las muestras de suelo obtenidas de las calicatas. Posteriormente se llevó a cabo el Ensayo de compactación (Proctor modificado) (ASTM D-698, D-1557) y Ensayo de CBR (NTP. 339.145 – 1999),

esto se hizo con la finalidad de conocer los distintos valores que se obtuvo de estos ensayos.

En el caso de nuestro tercer y último objetivo específico que es hacer una comparación del valor de soporte (CBR) de la subrasante del Jirón Santa Ana-Huamachuco, con la subrasante a la que agregamos PET reciclado; se tomaron los resultados de Ensayo de compactación (Proctor modificado) (ASTM D-698, D-1557) y Ensayo de CBR (NTP. 339.145 – 1999) de las muestras de suelo natural y de las muestras que han sido agregados los PET reciclados, con la finalidad de conocer los valores de diferencia que hubo de la subrasante de suelo natural y la subrasante del suelo alterado por PET reciclado.

3.7. Aspectos éticos

Nuestra investigación presenta objetivos reales los cuales son explicados en el desarrollo de la investigación, los datos son de fuentes confiables, los cuales son procesados por el investigador mismo quien cuenta con la capacidad suficiente para analizar e interpretar cada proceso descrito.

Así también, se aplicó al proyecto de investigación los valores éticos y la moral, toda la información que se recopiló de otros autores se encuentran respectivamente citados conforme especifica la norma ISO con el fin de dar validación; a su vez, para que no haya duda sobre la autenticidad del proyecto se realizó la validación pasando por el programa TURNITIN lo cual nos arrojó un resultado de similitud menor del 19% por lo tanto se da conformidad y se muestra que se respetó la ética y moral en todo sentido.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados del primer objetivo

Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo patrón del Jirón Santa Ana, Huamachuco.

4.1.1. Propiedades físicas del suelo patrón.

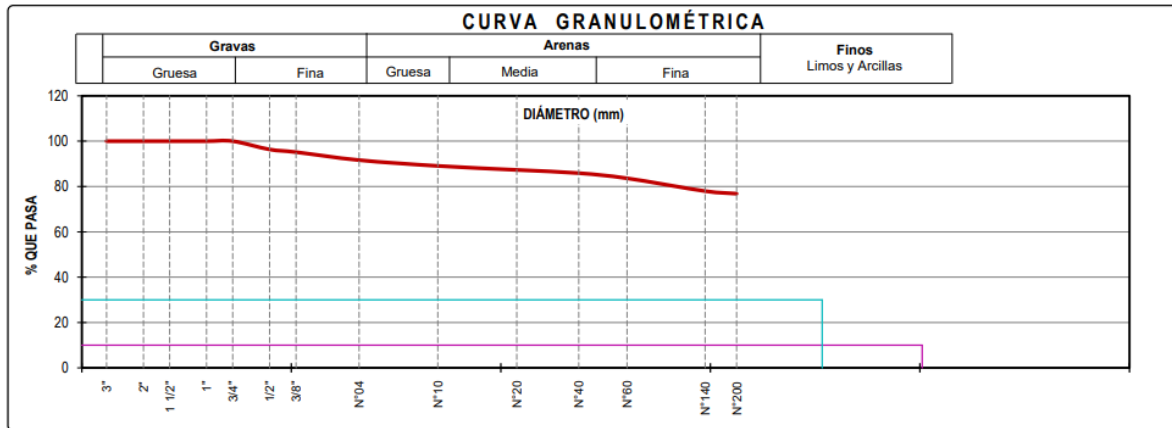
Tabla 02: *Propiedades físicas del suelo patrón.*

PROPIEDADES FÍSICAS	C-1	C-2
CONTENIDO DE HUMEDAD	16.83%	22.91%
PORCENTAJE DEL SUELO		
Grabas < N°04	8.37%	0.03%
Arenas N°04 - N°200	14.80%	12.18%
Finos > N°200	76.83%	87.79%
LÍMITES DE ATTERBERG		
Límite Líquido	41.00%	38.00%
Límite Plástico	19.00%	20.00%
Índice de Plasticidad	22.00%	18.00%
CLASIFICACIÓN DEL SUELO		
SUCS	CL	CL
Denominación	Arcilla de baja plasticidad	Arcilla de baja plasticidad
AASHTO		
Índice de Grupo	A-7-6(13)	A-6(11)
Denominación	Suelo arcilloso	Suelo arcilloso

Fuente: Elaboración propia.

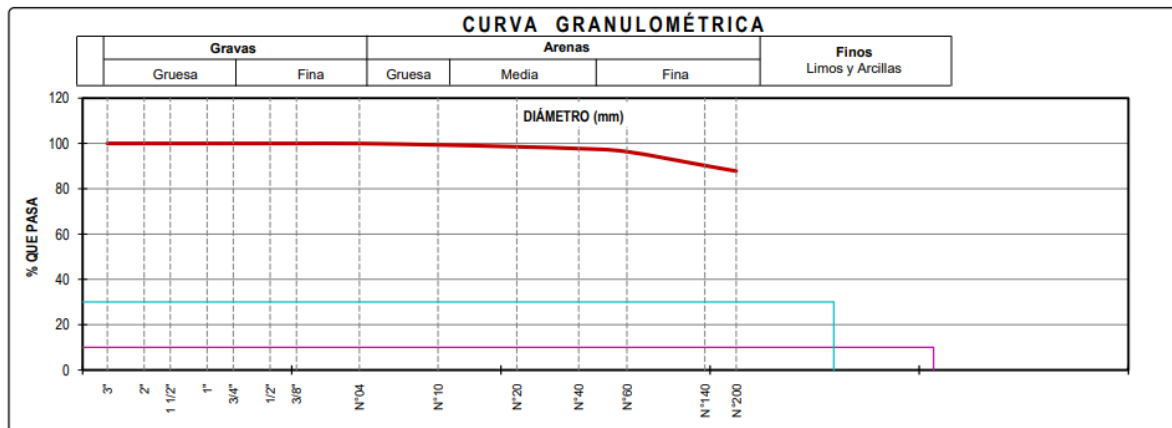
Interpretación: En la tabla 2, llegamos a apreciar todos los valores respecto a las propiedades físicas del suelo patrón ensayado en laboratorio.

Figura 03: Curva Granulométrica de la C-1.



Fuente: Certificados del Laboratorio.

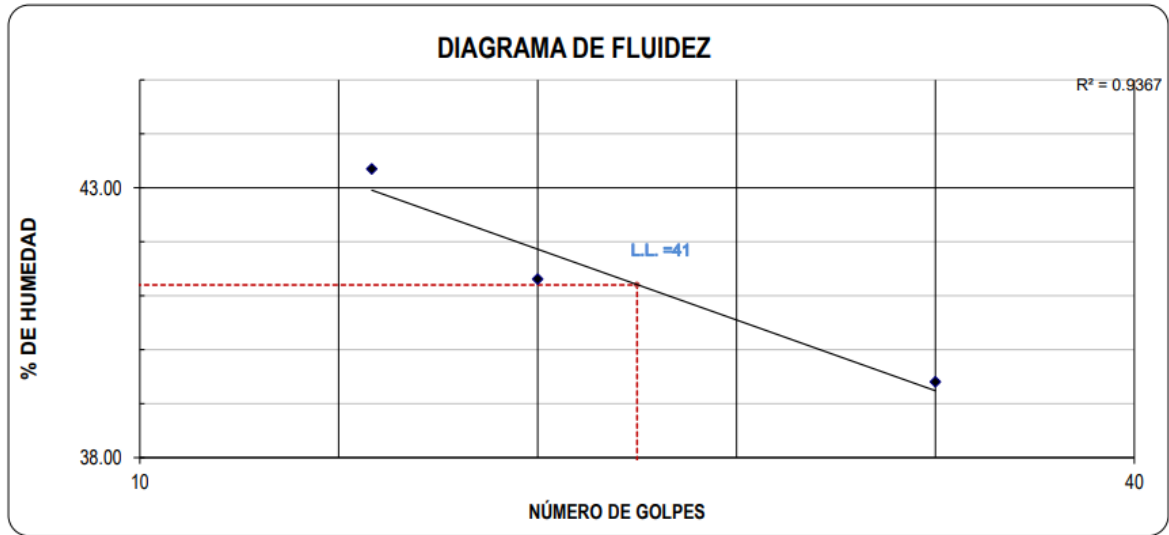
Figura 04: Curva Granulométrica de la C-2.



Fuente: Certificados del Laboratorio.

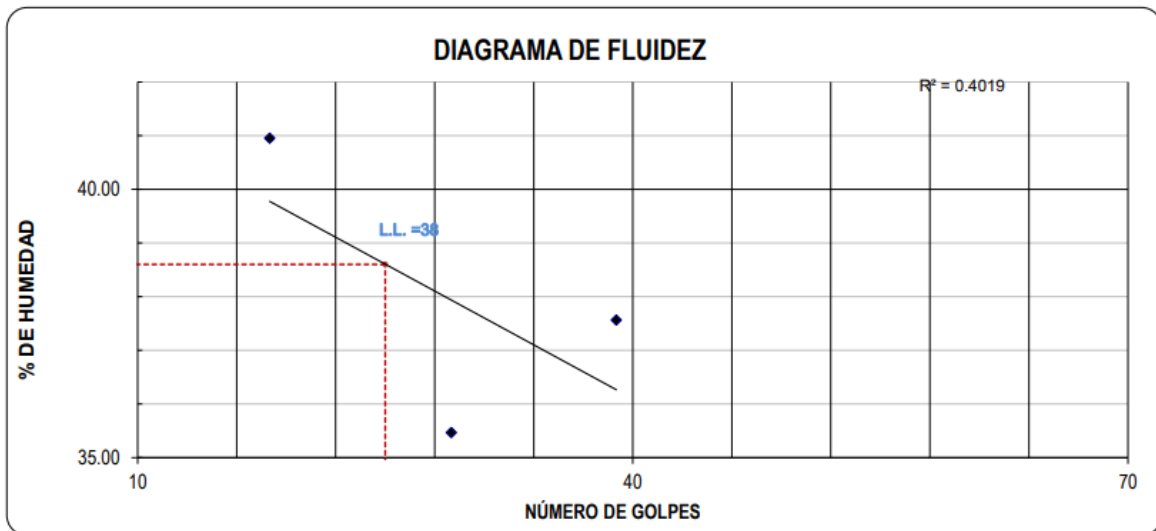
Interpretación: se logra apreciar en porcentaje los tipos de suelo que presentan las dos calicatas; predominando en ambas calicatas los finos.

Figura 05: Límite Líquido C-1.



Fuente: Certificados del Laboratorio.

Figura 06: Límite Líquido C-2.



Fuente: Certificados del Laboratorio.

Interpretación: Los diagramas de fluidez presenta 41.00% de limite líquido para la C-1 y 38.00% para la C-2

4.1.2. Propiedades mecánicas del suelo patrón.

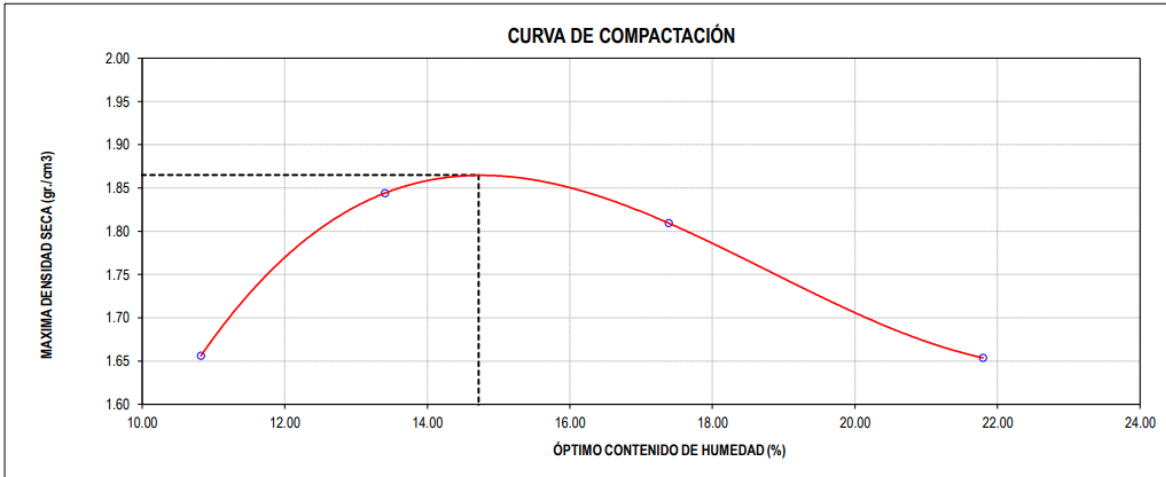
Tabla 03: Propiedades Mecánicas del suelo patrón.

PROPIEDADES MECÁNICAS	C-1	C-2
ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO		
Humedad Óptima	14.72%	17.92%
Densidad Máxima (gr/cm ³)	1.865	1.800
ENSAYO DE CBR		
Penetración 0.1" (95% M.D.S. (56 golpes))	7.60%	6.60%
% de Expansión	0.40%	0.40%

Fuente: Elaboración propia.

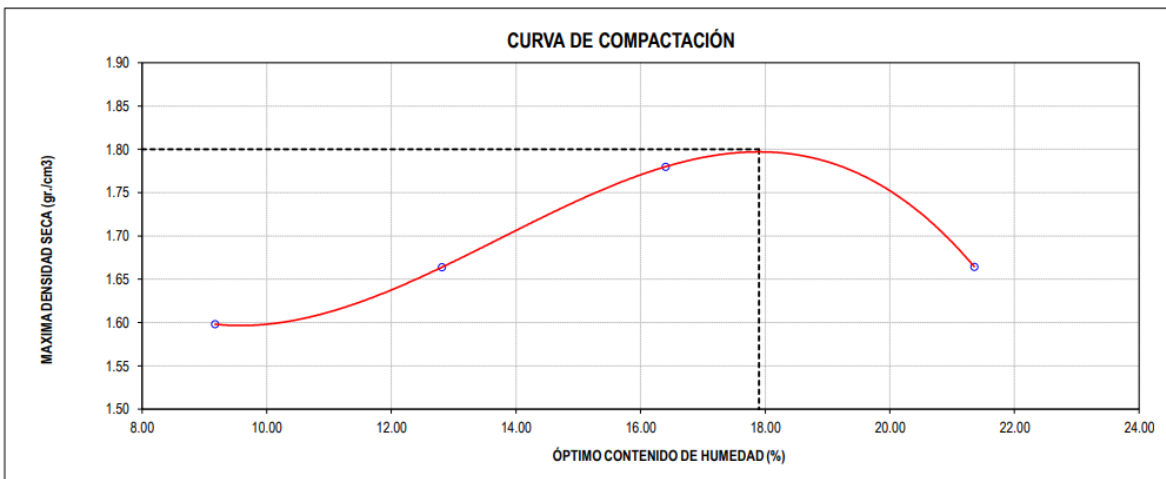
Interpretación: En la tabla 3, llegamos a apreciar todos los valores respecto a las propiedades mecánicas del suelo patrón ensayado en laboratorio.

Figura 07: Curva de Compactación C-1.



Fuente: Certificados del Laboratorio.

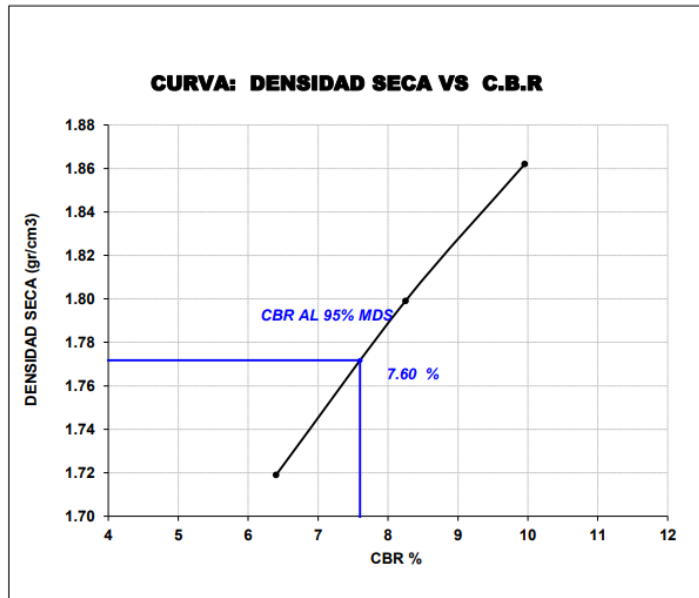
Figura 08: Curva de Compactación C-2.



Fuente: Certificados del Laboratorio.

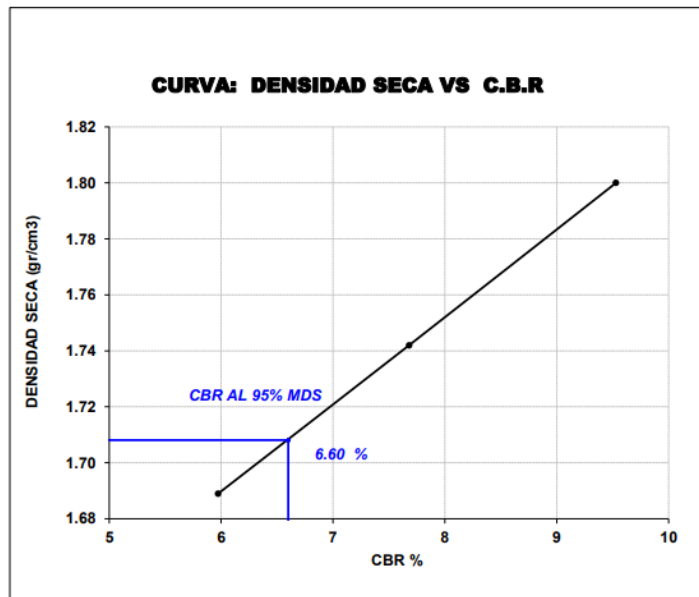
Interpretación: En la figura 07 y 08 la C-1 presentó una humedad óptima de 14.72% y una densidad máxima seca de 1.865gr/cm³, la C-2 presentó una humedad óptima de 17.90% y una densidad máxima seca de 1.800gr/cm³.

Figura 09: Curva Densidad Seca VS CBR de la Calicata C-1.



Fuente: Certificados del Laboratorio.

Figura 10: Curva Densidad Seca Vs. CBR de la Calicata C-2.



Fuente : Certificados del Laboratorio.

Interpretación: En la figura 09 y 10 podemos apreciar los resultados del ensayo CBR a una penetración de 0.1” para cada calicata, donde las dos muestras tuvieron un 0.40% de expansión y de capacidad de soporte distintos porcentajes, para la C-1 un 7.60% y para la C-2 un 6.60%.

4.2. Resultados del segundo objetivo

Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo alterado por PET reciclado en el Jirón Santa Ana, Huamachuco.

Ante la baja capacidad portante del suelo estudiado, se optó por usar PET reciclado triturado, el cual se adicionó en dos tamaños diferentes el primer tamaño son los polímeros PET “A” que pasaron la malla N°4 y fueron retenidos en la malla N°5 y el segundo tamaño son los polímeros PET “B” que pasaron la malla N°8 y fueron retenidos en la malla N°10; de cada tamaño se agregó tres valores de porcentaje, siendo estos 0.4%, 0.7% y el 1.0% del peso de la muestra, para el ensayo de compactación y el ensayo de CBR, se obtuvo los siguientes resultados:

4.2.1. Propiedades Mecánicas adicionando PET pasantes de la malla N° 4 y retenidos en la malla N° 5:

- **Ensayo de Proctor Modificado por cada calicata agregando el 0.4%, 0.7% y el 1.0% de polímeros PET.**

En el ensayo Proctor Modificado se determinó la humedad óptima y la máxima densidad seca del suelo.

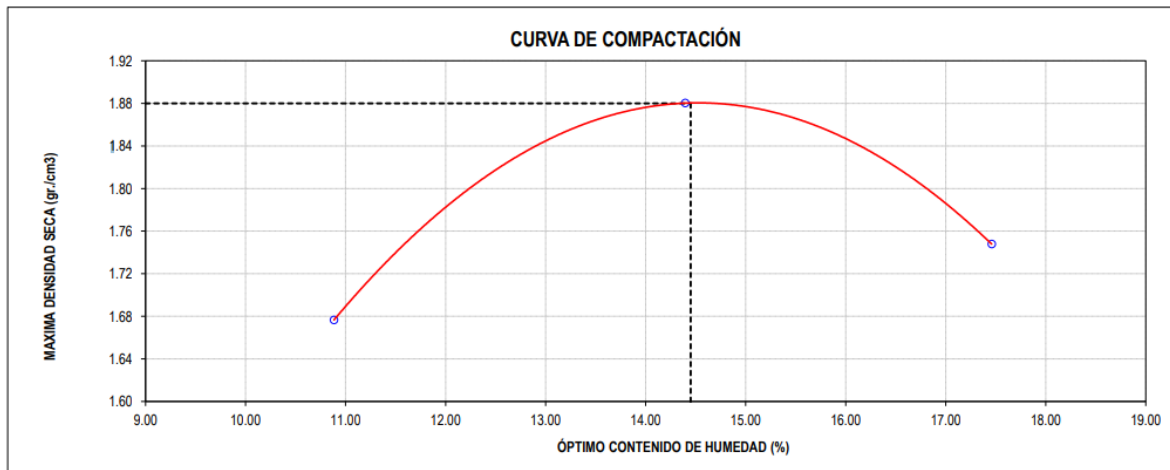
- C-1 y C-2:

Tabla 04: Valores de Proctor Modificado con 0.4 % de PET "A".

Calicata	Humedad Óptima	M.D.S. (gr/cm3)
C-1	14.45%	1.880
C-2	13.15%	1.822

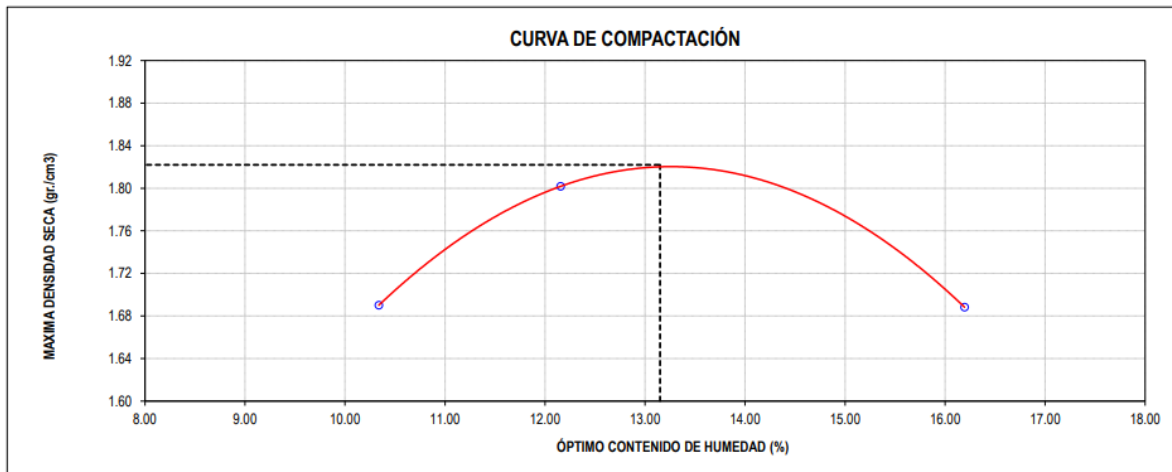
Fuente : Elaboración Propia.

Figura 11: Curva de Compactación de C-1 con 0.4% de PET "A".



Fuente: Certificados del Laboratorio.

Figura 12: Curva de Compactación de C-2 con 0.4% de PET "A".



Fuente: Certificados del Laboratorio.

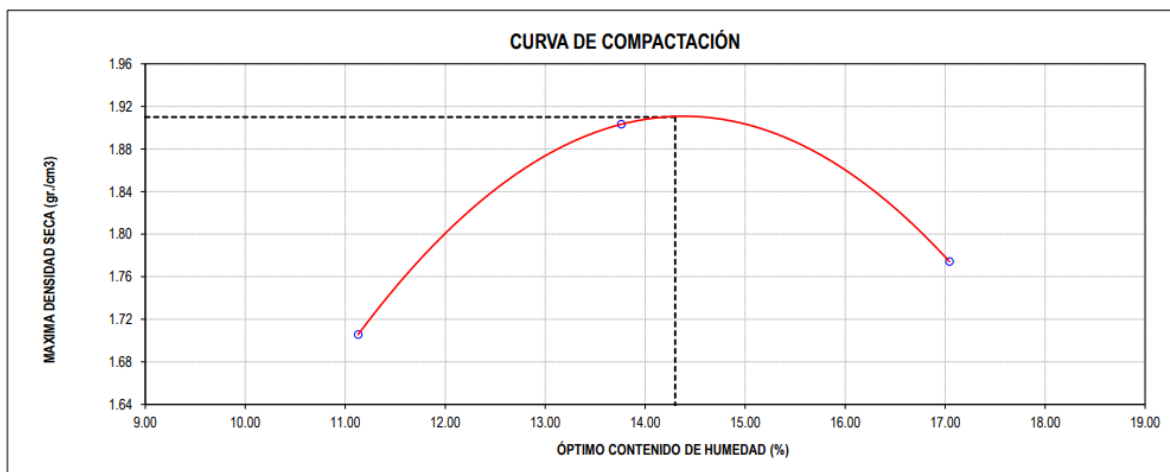
Interpretación: La tabla 04, nos presenta los resultados de la humedad óptima y densidad máxima seca de cada una de las muestras de las calicatas añadiendo un 0.4% de PET respecto al peso de la muestra. En la C-1 se obtuvo un 14.45% de humedad y una densidad máxima seca de 1.880 gr/cm³ y en la C-2 se obtuvo de humedad óptima 13.15% y una densidad máxima seca de 1.822 gr/cm³.

Tabla 05: Valores de Proctor Modificado con 0.7 % de PET "A".

Calicata	Humedad Óptima	M.D.S. (gr/cm ³)
C-1	14.30%	1.910
C-2	12.98%	1.863

Fuente: Elaboración Propia.

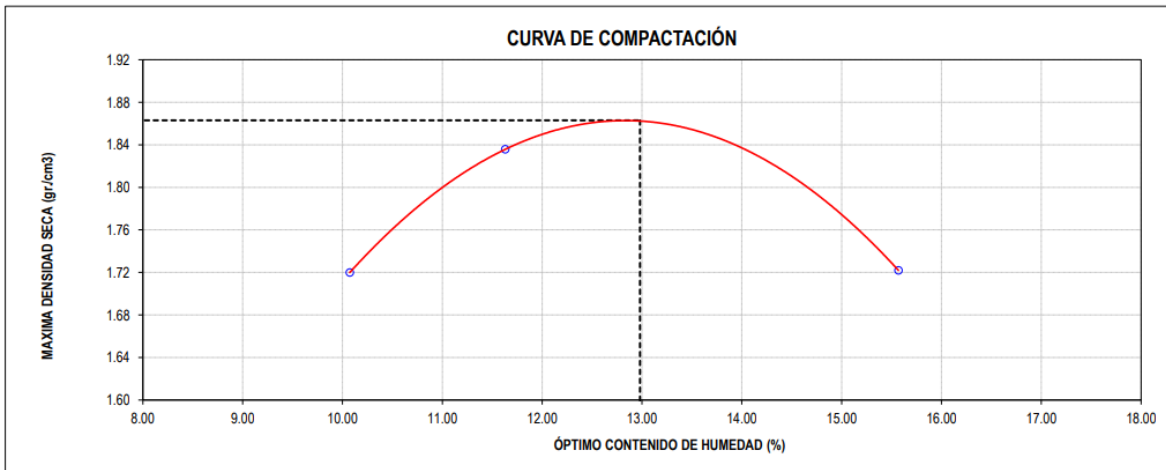
Figura 13: Curva de Compactación de C-1 con 0.7% de PET "A".



Fuente: Certificados del Laboratorio.

Figura 14: Curva de Compactación de C-2 con 0.7% de PET "A".

Fuente: Certificados del Laboratorio.



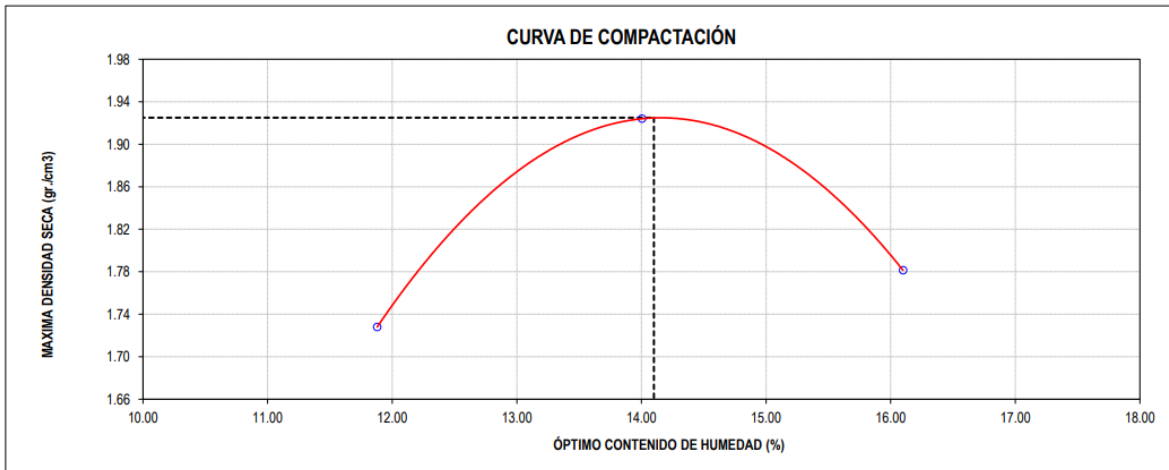
Interpretación: La tabla 05, nos presenta los resultados de la humedad óptima y densidad máxima seca de cada una de las muestras de las calicatas añadiendo un 0.7% de PET respecto al peso de la muestra. En la C-1 se obtuvo un 14.30% de humedad y una densidad máxima seca de 1.910 gr/cm³ y en la C-2 se obtuvo de humedad óptima 12.98% y una densidad máxima seca de 1.863 gr/cm³.

Tabla 06: Valores de Proctor Modificado con 1.0 % de PET "A".

Calicata	Humedad Óptima	M.D.S. (gr/cm ³)
C-1	14.10%	1.925
C-2	12.81%	1.873

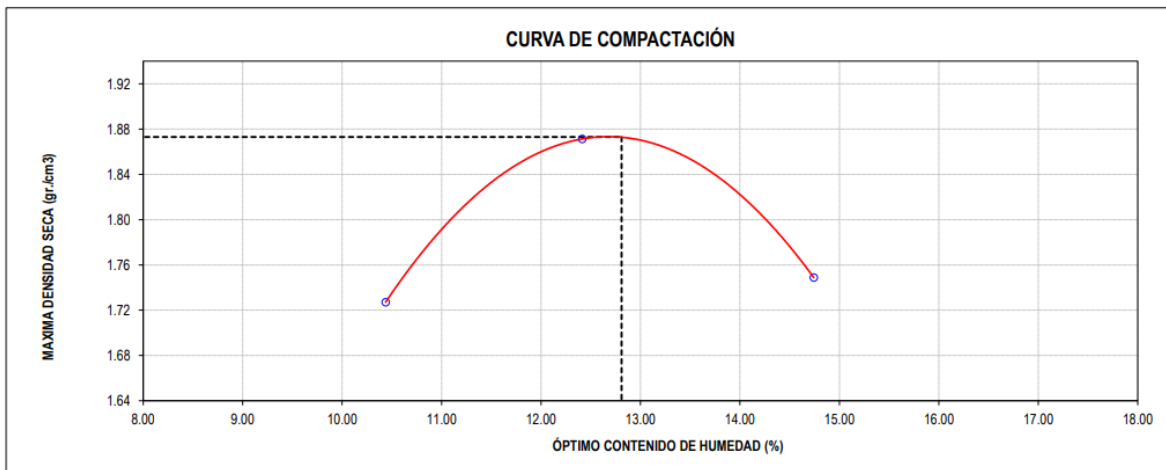
Fuente : Elaboración Propia.

Figura 15: Curva de Compactación de C-1 con 1.0% de PET "A".



Fuente: Certificados del Laboratorio.

Figura 16: Curva de Compactación de C-2 con 1.0% de PET "A".



Fuente: Certificados del Laboratorio.

Interpretación: La tabla 06, nos presenta los resultados de la humedad óptima y densidad máxima seca de cada una de las muestras de las calicatas añadiendo un 1.0% de PET respecto al peso de la muestra. En la C-1 se obtuvo un 14.10% de humedad y una densidad máxima seca de 1.925 gr/cm³ y en la C-2 se obtuvo de humedad óptima 12.81% y una densidad máxima seca de 1.873 gr/cm³.

- **Ensayo de CBR por cada calicata agregando el 0.4%, 0.7% y el 1.0% de PET.**

El ensayo CBR se determinó la capacidad portante del suelo.

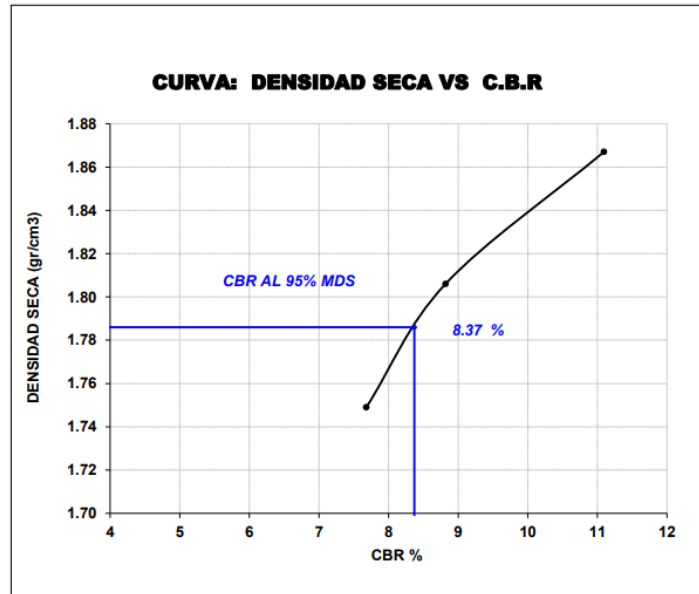
- **C-1 y C-2:**

Tabla 07: *Resumen CBR de la calicata C-1 y C-2 con adición de 0.4% de PET "A".*

Calicata	Penetración 0.1"	% de Expansión
	95% M.D.S. (56 golpes)	
C-1	8.37%	0.36%
C-2	7.80%	0.34%

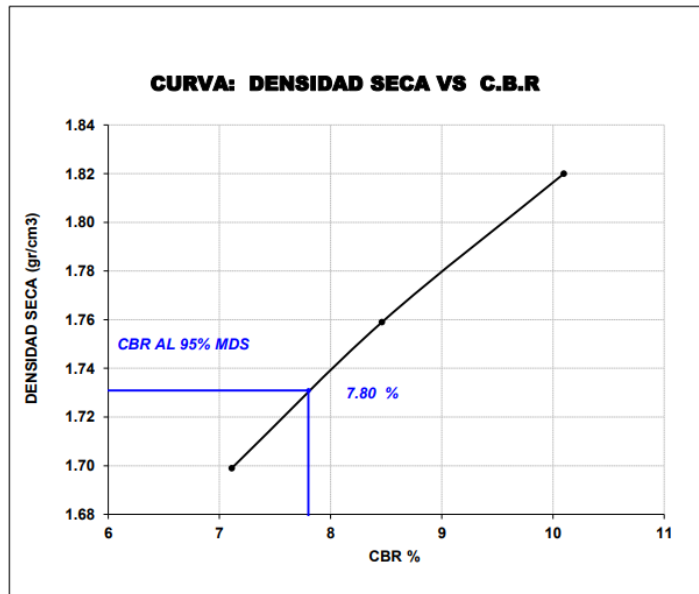
Fuente: Resultados de Laboratorio.

Figura 17: Valores CBR de la C-1 con 0.4% de PET "A".



Fuente: Certificados del Laboratorio.

Figura 18: Valores CBR de la C-2 con 0.4% de PET "A".



Fuente: Certificados del Laboratorio.

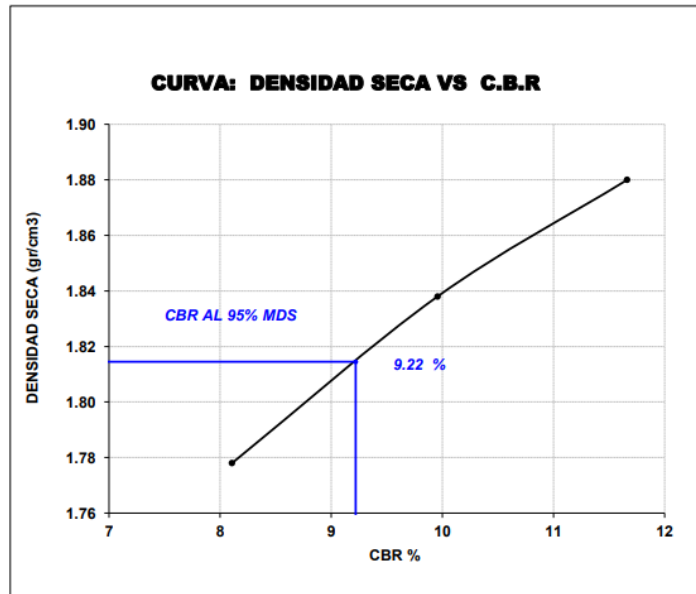
Interpretación: La tabla 07, nos presenta los resultados del ensayo CBR realizada a cada calicata las cuales fueron sometidas a una penetración de 0.1", donde C-1 presenta 0.36% de porcentaje de expansión y de capacidad de soporte un 8.37%; en la C-2 presenta un 0.34 % de porcentaje de expansión y de capacidad de soporte un 7.80%.

Tabla 08: *Resumen CBR de la calicata C-1 y C-2 con adición de 0.7% de PET "A".*

Calicata	Penetración 0.1"	% de Expansión
	95% M.D.S. (56 golpes)	
C-1	9.22%	0.32%
C-2	8.90%	0.34%

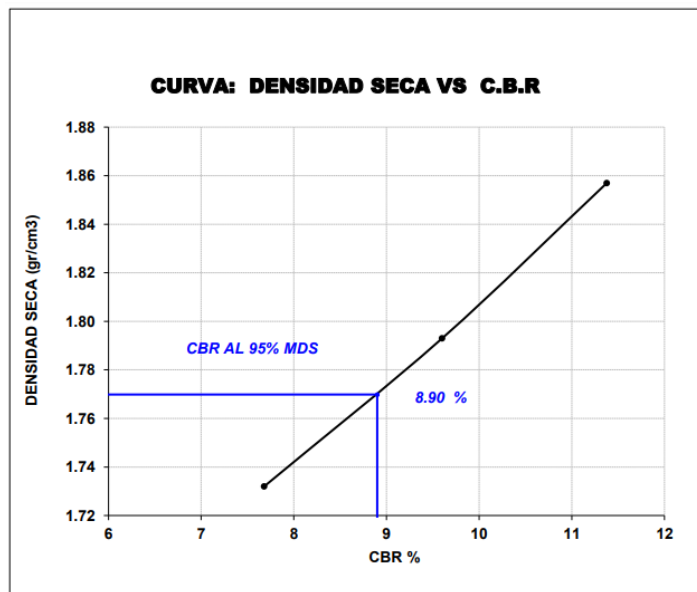
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 19: Valores CBR de la C-1 con 0.7% de PET "A".



Fuente: Certificados del Laboratorio.

Figura 20: Valores CBR de la C-2 con 0.7% de PET "A".



Fuente: Certificados del Laboratorio.

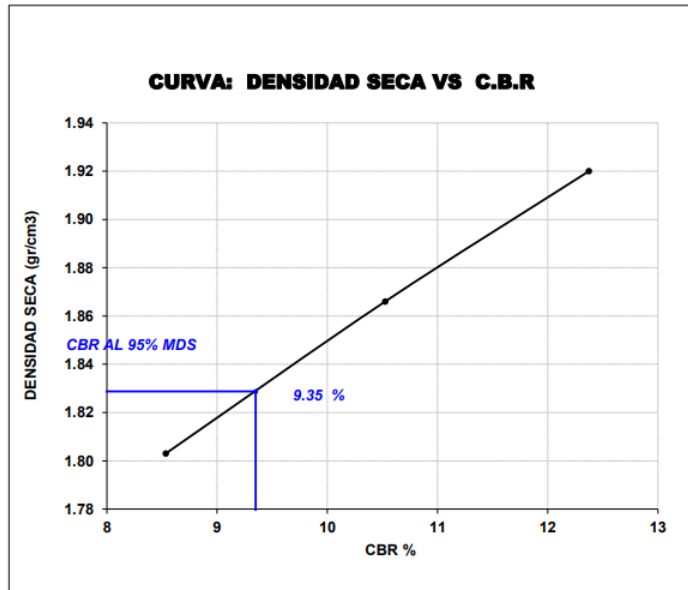
Interpretación: La tabla 08, nos presenta los resultados del ensayo CBR realizada a las dos calicatas, las cuales fueron sometidas a una penetración de 0.1", donde C-1 presenta 0.32% de porcentaje de expansión y de capacidad de soporte un 9.22%; en la C-2 presenta un 0.34% de porcentaje de expansión y de capacidad de soporte un 8.90%.

Tabla 09: *Resumen CBR de la calicata C-1 y C-2 con adición de 1.0% de PET "A".*

Calicata	Penetración 0.1"	% de Expansión
	95% M.D.S. (56 golpes)	
C-1	9.35%	0.38%
C-2	9.33%	0.36%

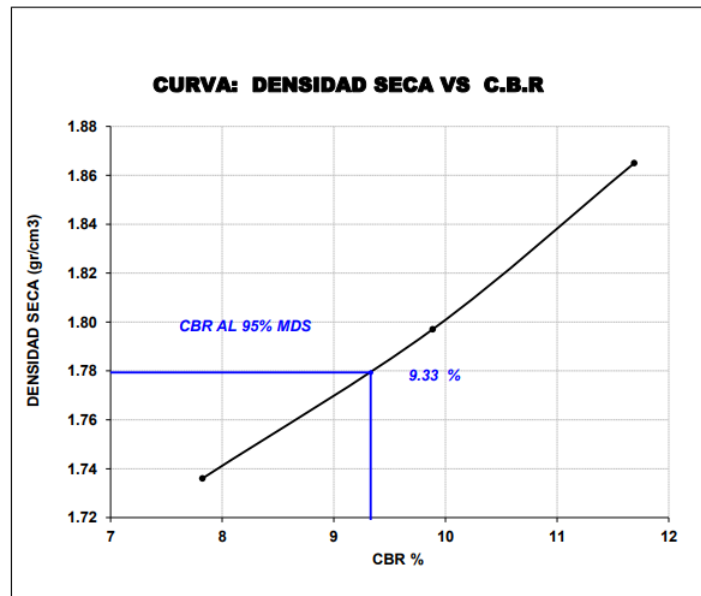
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 21: Valores CBR de Calicata C-1 con 1.0% de PET "A".



Fuente: Certificados del Laboratorio.

Figura 22: Valores CBR de la calicata C-2 con 1.0% de PET "A".



Fuente: Certificados del Laboratorio.

Interpretación: La tabla 09 muestra resultados del ensayo CBR de cada una de calicatas sometidas a una penetración de 0.1”, de lo cual C-1 presenta 0.38% de porcentaje de expansión y de capacidad de soporte un 9.35%; en la C-2 presenta un 0.36% de porcentaje de expansión y de capacidad de soporte un 9.33%.

4.2.2. Propiedades Mecánicas adicionando PET pasantes de la malla N° 8 y retenidos en la malla N° 10:

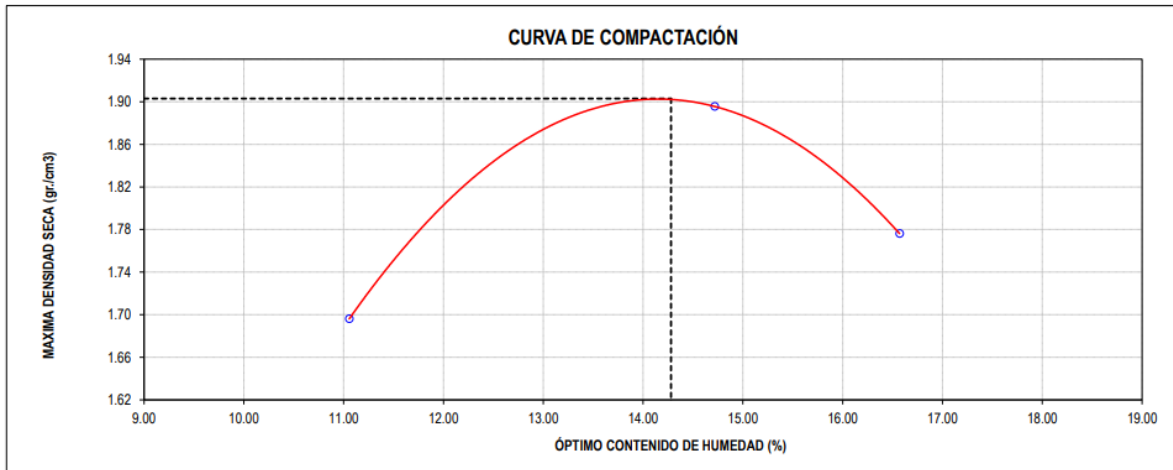
- **Ensayo Proctor Modificado por cada calicata agregando el 0.4%, 0.7% y el 1.0% de polímeros PET.**
 - **C-1 y C-2:**

Tabla 10: *Valores de Proctor Modificado con 0.4 % de PET “B”.*

Calicata	Humedad Óptima	D.M.S. (gr/cm³)
C-01	14.28%	1.903
C-02	12.90%	1.844

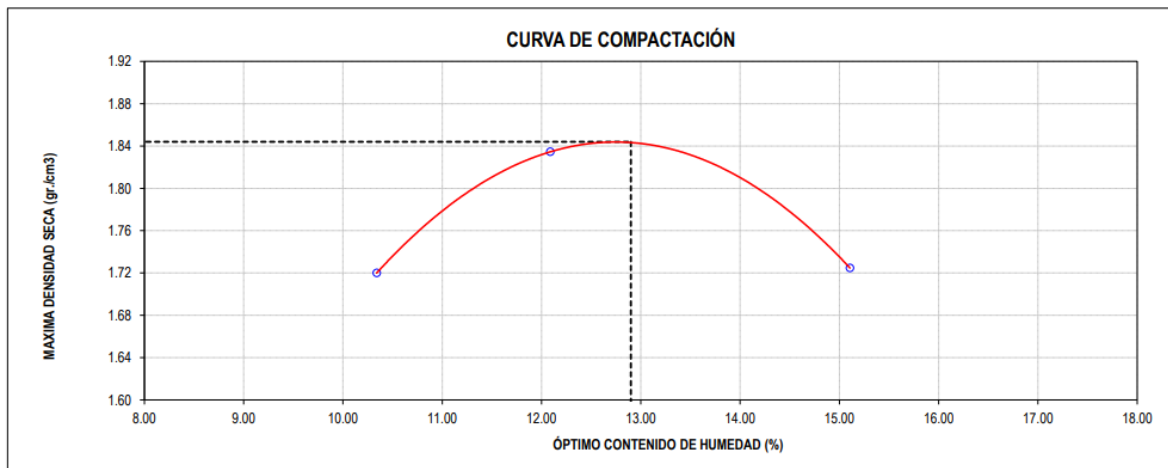
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 23: Curva de Compactación de C-1 con 0.4% de PET "B".



Fuente: Certificados del Laboratorio.

Figura 24: Curva de Compactación de C-2 con 0.4% de PET "B".



Fuente: Certificados del Laboratorio.

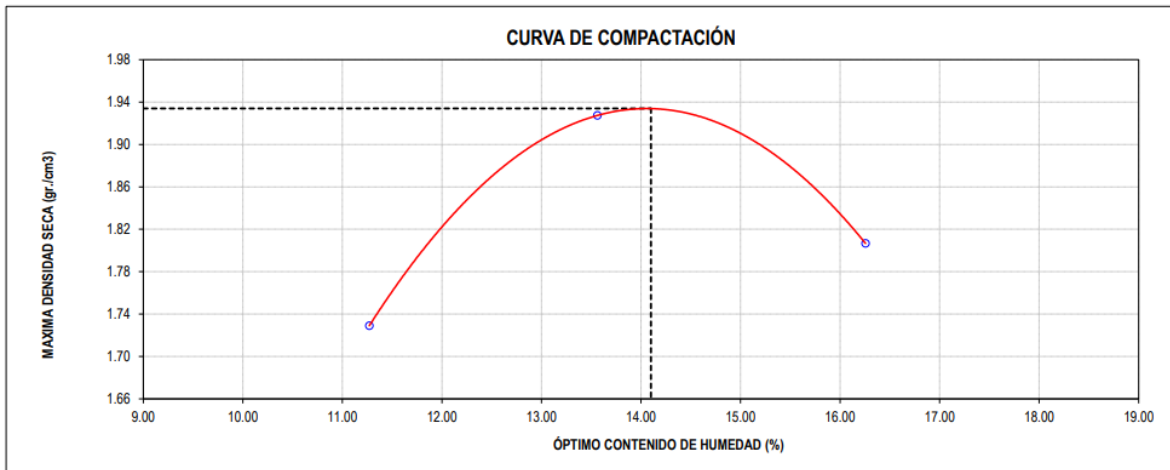
Interpretación: Mediante el ensayo de compactación la tabla 10 determina la humedad óptima y máxima densidad seca de la muestra de la calicata C-1 y C-2; con un valor de PET de 0.4% del peso. En la C-1 se obtuvo un 14.28% de humedad óptima y una máxima densidad seca de 1.903 gr/cm³ y en la C-2 se obtuvo 12.90% de humedad óptima y una máxima densidad seca de 1.844 gr/cm³.

Tabla 11: Valores de Proctor Modificado con 0.7 % de PET “B”.

Calicata	Humedad Óptima	M.D.S. (gr/cm ³)
C-1	14.10%	1.934
C-2	12.83%	1.885

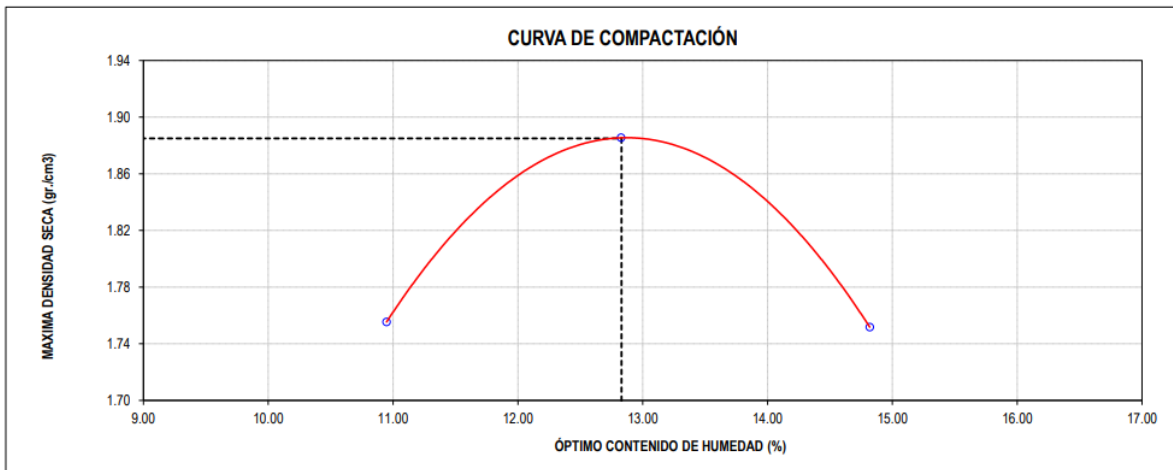
Fuente : *Elaboración Propia.*

Figura 25: Curva de Compactación de C-1 con 0.7% de PET “B”.



Fuente: Certificados del Laboratorio.

Figura 26: Curva de Compactación de C-2 con 0.7% de PET “B”.



Fuente: Certificados del Laboratorio.

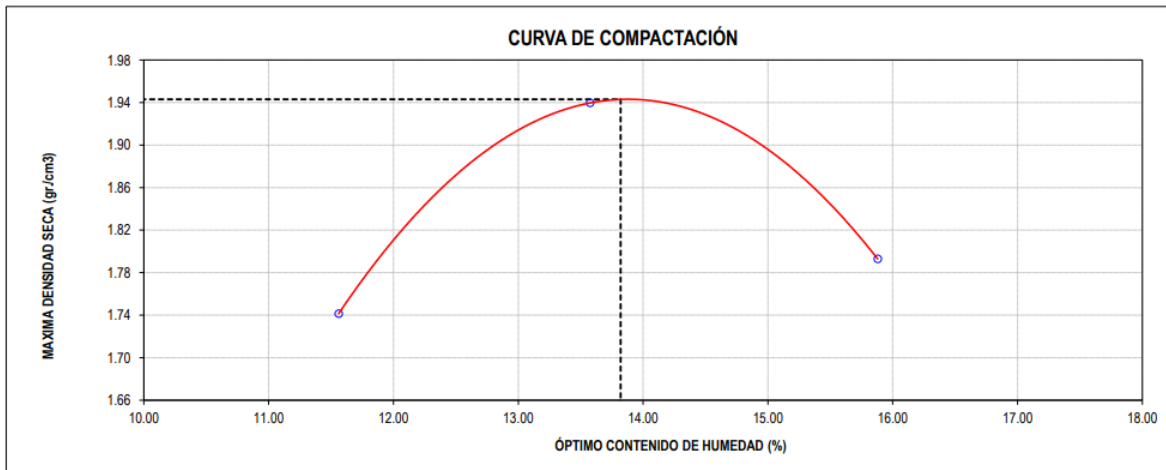
Interpretación: Mediante el ensayo de compactación la tabla 11 determina la humedad óptima y máxima densidad seca de la muestra de la calicata C-1 y C-2; con un valor de PET de 0.7% del peso. En la C-1 se obtuvo un 14.10% de humedad óptima y una máxima densidad seca de 1.934 gr/cm³ y en la C-2 se obtuvo 12.83% de humedad óptima y una máxima densidad seca de 1.885 gr/cm³.

Tabla 12: Valores de Proctor Modificado con 1.0 % de PET “B”.

Calicata	Humedad Óptima	D.M.S. (gr/cm ³)
C-1	13.82%	1.943
C-2	12.79%	1.894

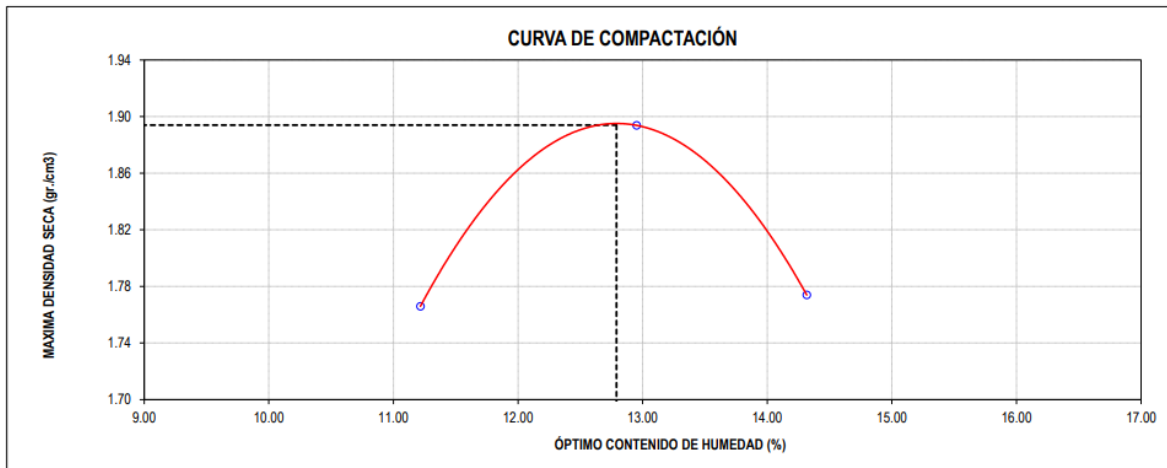
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 27: Curva de Compactación de C-1 con 1.0% de PET "B".



Fuente: Certificados del Laboratorio.

Figura 28: Curva de Compactación de C-2 con 1.0% de PET "B".



Fuente: Certificados del Laboratorio.

Interpretación: Mediante el ensayo de compactación la tabla 12 determina la humedad óptima y máxima densidad seca de la muestra de la calicata C-1 y C-2; con un valor de PET de 1.0% del peso. En la C-1 se obtuvo un 13.82% de humedad óptima y una máxima densidad seca de 1.943 gr/cm³ y en la C-2 se obtuvo 12.79% de humedad óptima y una máxima densidad seca de 1.894 gr/cm³.

➤ Ensayo CBR por cada calicata agregando el 0.4%, 0.7% y el 1.0% de polímeros PET.

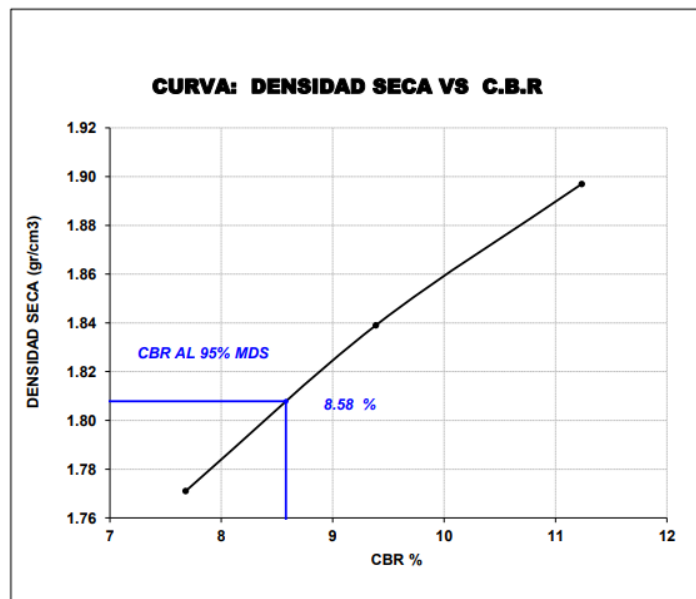
- C-1 y C-2:

Tabla 13: Resumen de CBR de calicata C-1 y C-2 con adición de 0.4% de PET "B".

Calicata	Penetración 0.1"	% de Expansión
	95% M.D.S. (56 golpes)	
C-1	8.58%	0.34%
C-2	7.98%	0.30%

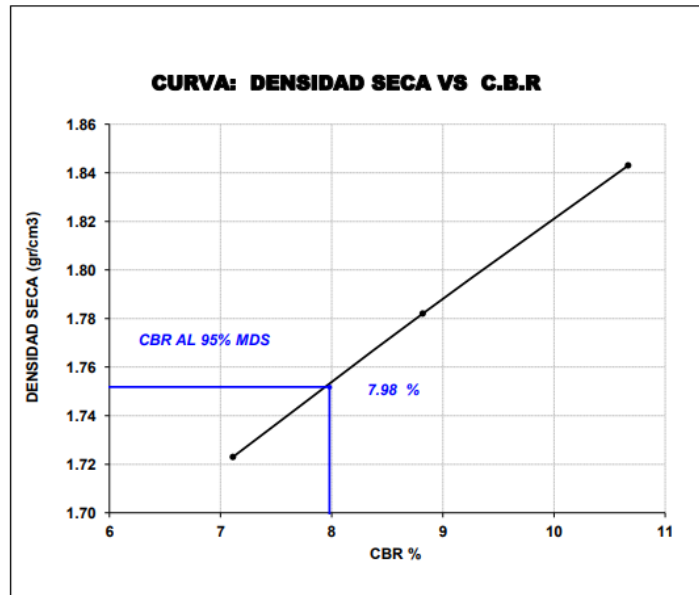
Fuente: Elaboración Propia

Figura 29: Valores CBR de la Calicata C-1 con 0.4% de PET "B".



Fuente: Certificados del Laboratorio.

Figura 30: Valores CBR de la Calicata C-2 con 0.4% de PET "B".



Fuente: Certificados del Laboratorio.

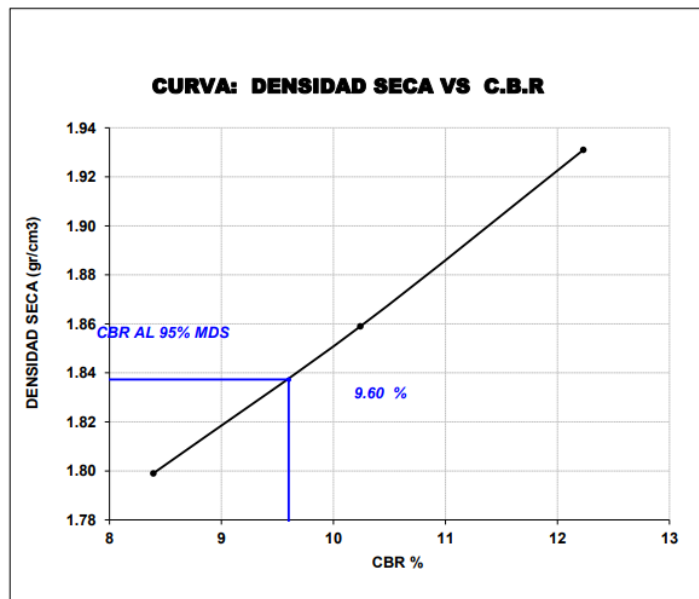
Interpretación: La tabla 13 muestra valores CBR de las 2 calicatas sometidas a una penetración de 0.1", donde C-1 presenta 0.34% de porcentaje de expansión y de capacidad de soporte un 8.58%; en la C-2 presenta un 0.30% de porcentaje de expansión y de capacidad de soporte un 7.98%.

Tabla 14: Resumen CBR de calicata C-1 y C-2 con adición de 0.7% de PET "B".

Calicata	Penetración 0.1"	% de Expansión
	95% M.D.S. (56 golpes)	
C-1	9.60%	0.36%
C-2	9.05%	0.36%

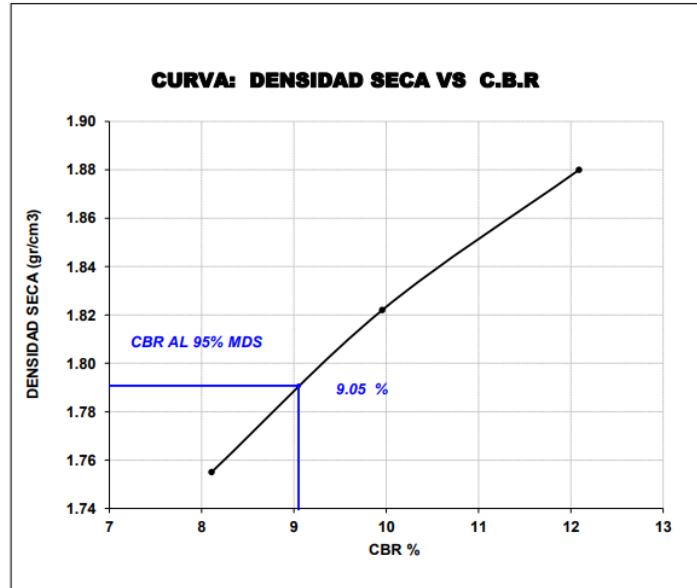
Fuente: Elaboración Propia.

Imagen 31: Valores CBR de la C-1 con 0.7% de PET "B".



Fuente: Certificados del Laboratorio.

Imagen 32: Valores CBR de la C-2 con 0.7% de PET “B”.



Fuente: Certificados del Laboratorio.

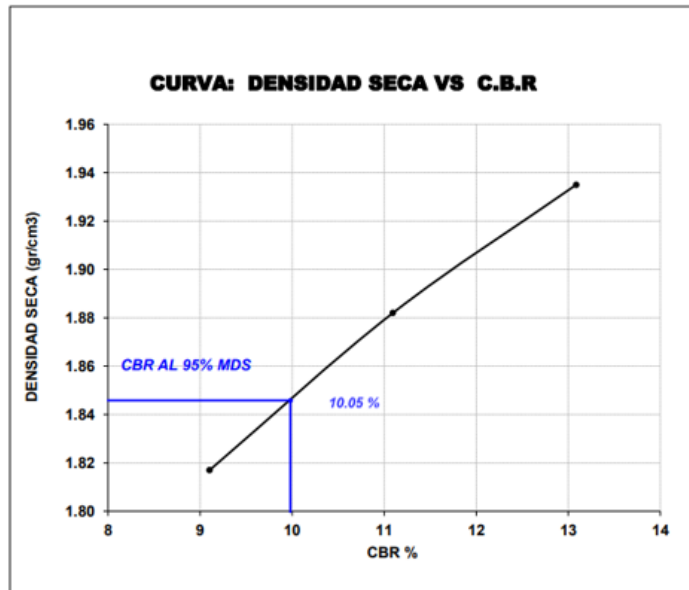
Interpretación: La tabla 14 muestra valores CBR de las 2 calicatas sometidas a una penetración de 0.1”, donde C-1 presenta 0.36% de porcentaje de expansión y de capacidad de soporte un 9.60%; en la C-2 presenta un 0.36% de porcentaje de expansión y de capacidad de soporte un 9.05%.

Tabla 15: Resumen de CBR de calicata C-1 y C-2 con adición de 1.0% de PET "B".

Calicata	Penetración 0.1"	% de Expansión
	95% M.D.S. (56 golpes)	
C-1	10.05%	0.40%
C-2	9.23%	0.40%

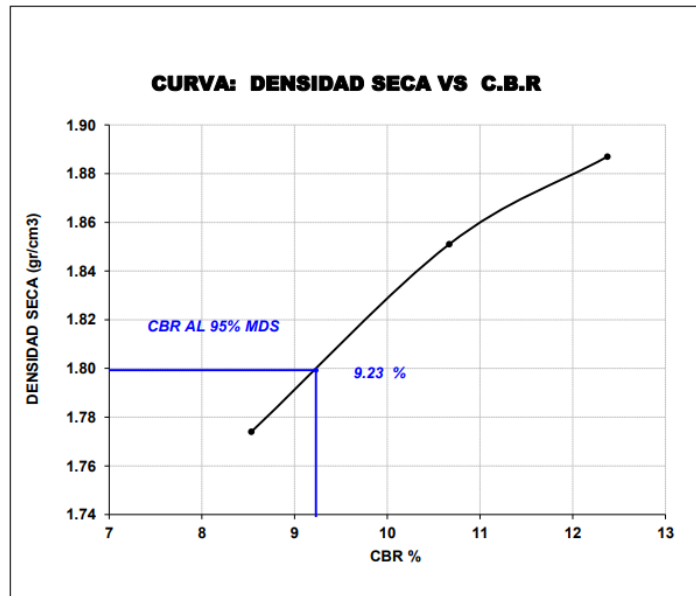
Fuente: Elaboración Propia.

Imagen 33: Valores CBR de la C-1 con 1.0% de PET "B".



Fuente: Certificados del Laboratorio.

Figura 34: Valores CBR de la C-2 con 1.0% de PET "B".



Fuente: Certificados del Laboratorio.

Interpretación: La tabla 15 muestra valores CBR de las 2 calicatas sometidas a una penetración de 0.1", donde C-1 presenta 0.40% de porcentaje de expansión y de capacidad de soporte un 10.05%; en la C-2 presenta un 0.40% de porcentaje de expansión y de capacidad de soporte un 9.23%.

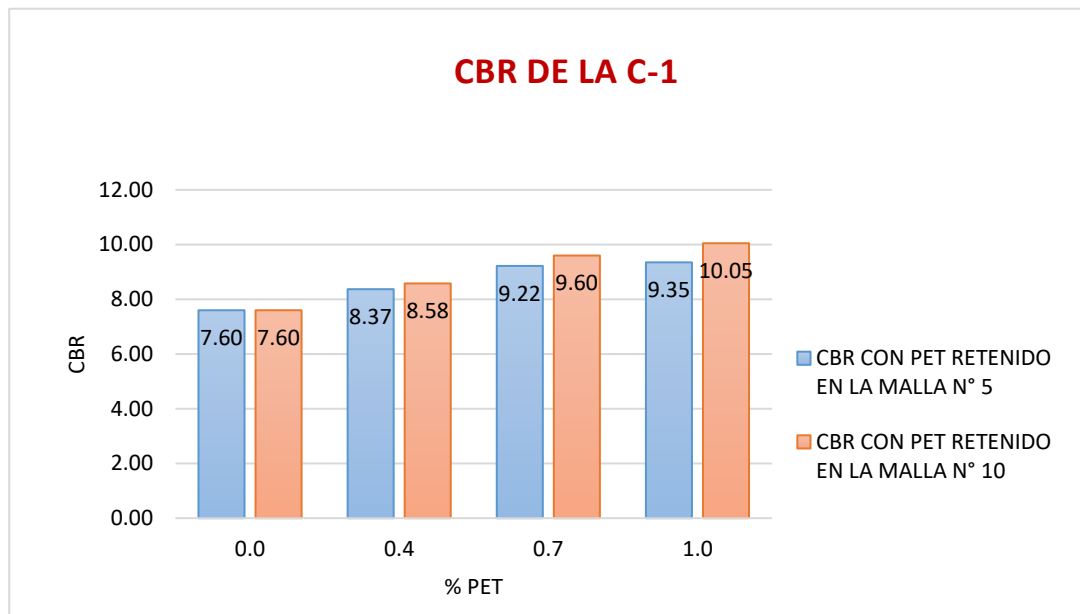
4.3. Resultados del tercer objetivo

Comparar el valor de soporte (CBR) de la subrasante alterada por PET reciclado, con la subrasante natural del Jirón Santa Ana, Huamachuco.

4.3.1. Comparación de CBR con diferentes tamaños y porcentajes de PET:

➤ C-1 y C-2:

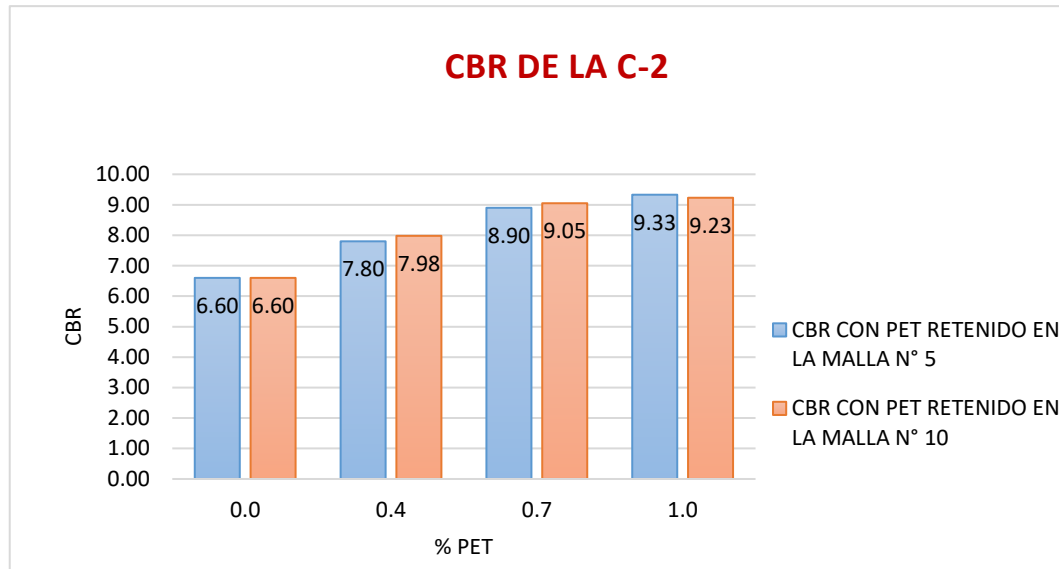
Figura 35: Comparación de CBR de la C-1 con diferentes tamaños y % de PET.



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la figura 35 se observa que el valor CBR de la muestra C-1 de tipo de suelo A-7-6 (13) según AASHTO fue de 7.60%, a su vez se observa los valores CBR para las muestras alteradas con polímeros de tamaños entre (4.00mm. y 4.75mm.) y entre (2.00mm. y 2.36mm.) agregando 0.4%, 0.7% y 1.0% de peso del suelo; al comparar estos valores inducimos que para todas las proporciones estudiadas el valor CBR es mayor para el suelo alterado con polímeros PET de tamaño entre (2.00mm y 2.36mm.) que para para el suelo alterado con polímeros PET de tamaño entre (4.00mm. y 4.75mm.).

Figura 36: Comparación de CBR de la C-2 con diferentes tamaños y % de PET.



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la figura 36 se observa que el valor CBR de la calicata C-2 de tipo de suelo A-6 (12) según AASHTO fue de 6.60%, a su vez se observa los valores CBR para las muestras alteradas con polímeros de tamaños entre (4.00mm. y 4.75mm.) y entre (2.00mm y 2.36mm.) a 0.4%, 0.7% y 1.0% de peso del suelo; al comparar estos valores inducimos que para las proporciones estudiadas de 0.4% y 0.7% el valor CBR es mayor para el suelo alterado con polímeros PET de tamaño entre (2.00mm y 2.36mm.) que para para el suelo alterado con polímeros PET de tamaño entre (4.00mm. y 4.75mm.), ocurrió lo contrario con el suelo alterado con proporción de 1.0%.

V. DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta los resultados del capítulo anterior se realizó la siguiente discusión para nuestra investigación.

5.1. Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo patrón.

Se aprecia que existe un mayor porcentaje de humedad en la calicata 2, con 22.91%; En tanto en la calicata 1, se observa un contenido de humedad de 16.83%.

Se afirma que tenemos la presencia de un suelo fino para ambas muestras ya que el porcentaje que pasa la malla N°200 es mayor al 50%; se puede observar que hay mayor presencia de finos en la muestra de la calicata 2 con un 87.79% que en la muestra de la calicata 1 ya que se observa un 76.83%. Por lo tanto, al encontramos con este tipo de suelo se realizó el ensayo de Límites de Atterberg mediante el cual clasificamos el suelo por el método SUCS y AASHTO siguiendo los parámetros correspondientes. Con base a estos resultados se clasificó a los suelos patrón por el método SUCS obteniendo que la muestra patrón de la calicata 1 y 2 es arcilla de baja plasticidad (CL). En cuanto a su clasificación por el método AASHTO, resultó que en la muestra patrón de la calicata 1 predominan los suelos de tipo A-7-6 de subrasante regular y la muestra patrón de la calicata 2 de tipo A-6 de subrasante también regular, son suelos arcillosos.

Según el ensayo de Compactación (Proctor Modificado) se obtuvo una máxima densidad seca de 1.865 gr/cm³ para la muestra C-1 y de 1.880 gr/cm³ para la muestra C-2, datos esenciales para el ensayo de CBR, el cual nos dio como resultado para la muestra de la calicata 1 un CBR de 6.60% y para la muestra de la calicata 2 un CBR de 7.60% ambos ensayos con una penetración de 0.1" a 56 golpes, características que determinan que a la subrasante se le denomina "regular" de acuerdo al MTC.

5.2. Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo alterado por PET reciclado.

Según el Ensayo de Expansión se obtuvo una disminución significativa en el porcentaje de expansión para todas las muestras alteradas por PET reciclado. Considerando un promedio de disminución de 0.5% de expansión por cada muestra, con respecto al porcentaje de expansión de la muestra de la calicata 1 y 2 las cuales son de 0.40%. Por lo cual, nos lleva a decir que, si llega a ocurrir un aumento de agua en la subrasante del suelo, éste suelo alterado por PET reciclado se encontrará menos propenso a un hinchamiento que pueda dañar la infraestructura vial. Por tales razones concordamos con la investigación realizada por Flores, (2019), en la cual indica que el suelo alterado por PET de 1 pulgada de tamaño y a 1.15% de peso de adición, en presencia de agua es menos susceptible al hinchamiento.

En cuanto al CBR para las muestras alteradas con PET de tamaños entre (4.00mm. y 4.75mm.) PET "A" y entre (2.00mm. y 2.36mm.) PET "B" a 0.4%, 0.7% y 1.0% de peso del suelo presenta una influencia positiva para todas las muestras.

Siendo las más favorables en cuanto al CBR para el suelo natural C-1 las muestras alteradas con 1% de PET reciclado. De acuerdo a resultados obtenidos, la muestra alterada por PET "A" presentó un incremento de 1.75%, así mismo, para la muestra alterada con PET "B" presentó un incremento de 2.45%.

También las muestras más favorables en cuanto al CBR para el suelo natural C-2 son aquellas muestras alteradas con 1% de PET reciclado. De acuerdo a resultados obtenidos, la muestra alterada por PET "A" presentó un incremento de 2.73%, así mismo, para la muestra alterada con PET "B" presentó un incremento de 2.65%.

Flores, (2019) en su investigación concluye que el suelo alterado por PET de 1" de tamaño y a 1.15% de peso de adición, mejora en un 4.2% al CBR obtenido del terreno natural.

Por tal razón podemos decir que estamos de acuerdo con su investigación, ya que Flores obtuvo valores similares de aumento de CBR, añadiendo PET de un tamaño y proporción similar al que usamos en nuestra investigación.

5.3. Comparar el valor de soporte (CBR), de la subrasante alterada por polímeros PET reciclado con el de la subrasante natural.

Se logró obtener resultados favorables, ya que hubo un aumento en el CBR para todas las muestras ensayadas con diferentes tamaños y proporciones.

Para la muestra de la calicata C-1 hubo un aumento máximo de 2.45% agregando el 1.0% de PET "B" respecto al peso de la muestra y para la muestra de la calicata C-2 un aumento máximo de 2.73% de CBR agregando el 1.0% de PET "A" respecto al peso de la muestra. Cabe indicar que en cuanto al tamaño de las partículas de PET se concluye que para la muestra de la calicata C-1 el PET "B" de tamaño entre (2.00mm. y 2.36mm.) obtiene resultados más favorables de CBR en comparación con el PET "A" de tamaño entre (4.00mm. y 4.75mm.) para todas las proporciones estudiadas. De igual manera sucede con las proporciones estudiadas para la muestra de la calicata C-2, salvo excepción de la proporción de 1.0% en el cual se obtuvo valores más favorables para la muestra de suelo con adición de PET "A" de tamaño (4.00mm. y 4.75mm.). Por lo que estamos de acuerdo con el trabajo realizado por Quispe y otros, (2019); donde obtuvo un aumento de CBR de 3.40% promedio para todas sus proporciones del PET agregado al terreno natural.

VI. CONCLUSIONES

1. Después de analizados los resultados de las propiedades físicas y mecánicas del suelo patrón, obtuvimos como resultado para la muestra C-1 y C-2 un suelo arcilloso de baja plasticidad (CL) de clasificación SUCS y según la clasificación AASHTO para la C-1 un suelo arcilloso de índice de grupo A-7-6 y para la C-2 un suelo arcilloso de índice de grupo A-6. Así mismo, se obtuvo un índice de plasticidad de 22.00% para la C-1 y de 18.00% para la C-2. También se determinó el ensayo CBR del cual obtuvimos como resultado para la C-1 un CBR de 7.6% y para la C-2 un CBR de 6.6%.
2. Para todas las muestras alteradas por PET reciclado en sus diferentes proporciones y tamaños, concluimos que el PET disminuye en promedio su expansión en 0.05%, con respecto al porcentaje de expansión de las muestras del suelo patrón. A su vez, concluimos que la adición de PET reciclado en todas sus proporciones y tamaños ensayados en esta investigación, mejoran los valores CBR del suelo natural.
3. Al comparar los resultados CBR de las muestras del suelo alterado por PET reciclado, con las muestras del suelo natural; se concluye que el porcentaje de adición de PET óptimo que mejora el valor CBR del suelo arcilloso es el de 1.0%. Cabe indicar que se logró alcanzar la estabilización del suelo natural añadiendo 1.0% de PET "B", al obtener un valor CBR de 10.05%; siendo este considerado un suelo bueno para subrasante.

VII. RECOMENDACIONES

1. Para futuras investigaciones se recomienda estudiar adiciones de PET reciclado mayores al 1.0% del peso de muestra para su estabilización, ya que se observó que para proporciones menores de adición su capacidad portante no es la mejor. Así mismo recomendar repetir los ensayos de laboratorio para obtener resultados más certeros.
2. Se recomienda tanto a sectores públicos como privados considerar en sus proyectos el uso de PET reciclado como agente estabilizador de suelos arcillosos, ya que mejora considerablemente el CBR; siendo una alternativa económica.
3. Se sugiere a investigadores peruanos continuar con estudios relacionados a estabilización de suelos con diferentes polímeros, para tener suficiente información sobre este tema, para que en un futuro este tipo de estabilización llegue a ser normada en el país.

REFERENCIAS

ALARCÓN, J., JIMÉNEZ, M. y BENITEZ, R. Stabilization of soils through the use of oily sludge por J. Alarcón J. Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Revista ingeniería de construcción, 35 (1): 5-20, 2020.

ALMACAÑA, Juan y PAREDES, Víctor. (2017). Estudio Comparativo del Comportamiento a Compresión de Pavimentos Asfálticos a Base de Polímeros y Pavimentos Flexibles Tradicionales. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2017.

Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25265>

CHAUDHARY Deepack. Analysis of the Influence of Polymeric Fabric Waste on Soil Subgrade. Revista: Springer: Department of Civil Engineering [en línea]., 2021 vol. 88. [Fecha de consulta: 11 de abril de 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/2Xm6YqO>

FARHAT, Hussain y AMANULLAH, Khan. Sustainability of using crumb rubber and quarry dust for stabilization of expansive soils in road subgrade: a review. Revista: International Journal of Civil Engineering and Technology [en línea]. Diciembre 2017, vol.8. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2022].

Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Amanullah_Khan10/publication/329589291_Sustainability_of_using_Crumb_Rubber_and_Quarry_Dust_for_Stabilization_of_Expansive_Soils_in_Road_Subgrade_A_Review/links/5c11380a299bf139c7537936/Sustainability-of-using-Crumb-Rubber-and-Quarry-Dust-for-Stabilizationof-Expansive-Soils-in-Road-Subgrade-A-Review.pdf

FATEMEH, Mousavi, MOHAMMAD, Avatefi, EHSAN, Abdi & AMIRHOSSEIN, Nouroosi. The effect of polymer materials on the stabilization of forest road subgrade. Revista: International Journal of Forest Engineering [en línea]. Mayo 2021. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/3DQzr7P>

FLORES, Paola. Evaluación de la Adición de Fibras PET Provenientes del Reciclaje de Botellas a la Subrasante del Suelo, en el Área de Estacionamiento de la Clínica USAT. Tesis (título de ingeniería civil). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Facultad de Ingeniería, 2019.

GAERTNER, M., STAUB DE MELO, J., & VILLENA, J. The influence of the wave loads in the estimation of life to the fatigue of asphalt layer in pavement structure. Revista: ingeniería de construcción [en línea]. enero 2019, vol. 34. [Fecha de consulta: 23 de abril de 2022].

Disponible en: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732019000200136>

HUSSAIN, Farhat. y KHAN, Amanullah. (diciembre, 2017) Sustainability of using crumb rubber and quarry dust for stabilization of expansive soils in road subgrade: a review. International Journal of Civil Engineering and Technology, 8(12) Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/329589291_Sustainability_of_using_Crumb_Rubber_and_Quarry_Dust_for_Stabilization_of_Expansive_Soils_in_Road_Subgrade_A_Review

IYENGAR, Srinath, MASAD, Eyad., RODRIGUEZ, Ana, BAZZI, Hassan, LITTLE, Dallas, and HANLEY, Howard. Pavement Subgrade Stabilization Using Polymers: Characterization and Performance. Revista: American Society of Civil Engineers [en línea]. abril 2013. [Fecha de consulta: 15 de abril de 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/3n2nncW>

LEYVA, Roly. Utilización de bolsas de polietileno para el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el jr. Arequipa, progresiva km 0+000 - km 0+100, distrito de Orcotuna, concepción. Tesis (título de ingeniería civil). Huancayo: universidad nacional del centro del Perú, 2016.

Disponible en <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1181/Leiva%20Gonzales%20Roly%20Roberth%20-%202016%20-%20Pregrado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

LLAMOGA Vásquez, Luz. Evaluación del potencial de expansión y capacidad portante de suelos arcillosos usados en subrasantes al adicionar ceniza de cascarilla de arroz, Cajamarca 2016. Tesis (título de ingeniería civil). Cajamarca: universidad privada del norte, 2017.

Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/11195/Llamoga%20V%c3%a1squez%2c%20Luz%20Yanet.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MÁRQUEZ Martínez, Diana. Mejoramiento De La Estabilización En La Subrasante De Suelos Arcillosos Usando Plásticos Reciclados PET En El Distrito La Encantada, Provincia De Morropón-Piura 2019. Tesis (título de ingeniería civil). Piura: Universidad Nacional de Piura, 2019.

Disponible en <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12676/2241/CIV-MAR-MAR-2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

Ministerio de Transportes y comunicaciones, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. 2008b. Manual de especificaciones técnicas generales para construcción de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Lima: s.n., 2008b.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Dirección general de Caminos y Ferrocarriles. 2013b. Manual de pavimentos: suelos, geología, geotecnia y pavimentos. Lima: s.n., 2013b.

PARK, H., LEE, H. & VIMONSATIT, V. Investigation of Pindan soil modified with polymer stabilisers for road pavement. Revista: Infrastruct Preserv Resil [en línea]. junio 2020, n° 9. [Fecha de consulta: 15 de mayo de 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/3pkbp0W>

RAVICHANDRAN, P. Effect of Addition of Waste Tyre Crumb Rubber on Weak Soil Stabilisation. Revista: Indian Journal of Science and Technology [en línea]. Febrero 2016, n° 9. [Fecha de consulta: 04 de mayo de 2022].

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/297651029_Effect_of_Addition_of_Waste_Tyre_Crumb_Rubber_on_Weak_Soil_Stabilisation

RHEOLOGICAL evaluation of binder modified with Micronized Polyethylene Terephthalate (PET) por ALMEIDA, José [et al]. Río de Janeiro: Materia [En línea]. Marzo, 2018. [Fecha de consulta: 06 de abril de 2022]. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/s1517-707620170001.0287>.

ISSN 1517-7076

SÁNCHEZ, Maria, PAVÓN, Devorah y TEJEDA, Eduardo. Proposal of new coefficients of equivalence for the design of flexible pavements. Revista: de Arquitectura e Ingeniería [en línea]. Febrero 2020, n° 14. [Fecha de consulta: 20 de mayo de 2022].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/1939/193962633005/>

ŠIUKŠČIUS, Aurimas, VOROBOVAS, Viktoras. y VAITKUS, Audrius. Geogrid reinforced subgrade influence to ensure paved road durability. Revista: Environmental Engineering [en línea]. Abril 2017. [Fecha de consulta: 18 de abril de 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.3846/enviro.2017.148>

VARGAS Quispe, Nadia. Efectos de la adición de fibra de polímeros reciclados en el valor del CBR de suelos granulares en pavimentos. Tesis (título de ingeniería civil). Huancayo: universidad continental, 2017.

Disponible en:

https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/3371/1/INV_FIN_105_TE_Vargas_Quispe_2017.pdf.

WU, Hao, LI, Zhe, SONG, Weimin, ZOU, Jingfen, LIU, Weizhen, and YU, Jia. Experimental Study on Moisture Susceptibility of Subgrade Soil with Superabsorbent Polymers. Revista: American Society of Civil Engineers (ASCE) [en línea]. Julio 2019, vol. 31. [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/3jeasmV>

CORREIA, Antonio Y RASTEIRO, Maria. Nanotechnology applied to chemical soil stabilization. Revista: Procedia Engineering [en línea]. Junio 2016, Vol. 143. [Fecha de consulta: 18 de mayo de 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/3DWilQF>

GEORGEES, Romel, HASSAN, Rayya, EVANS, Roberth Y JEGATHEESAN, Piratheepan. Effect of the Use of a Polymeric Stabilizing Additive on Unconfined Compressive Strength of Soils. revista: Swinburne University of Technology [en línea]. Enero 2015, vol. 2473. [Fecha de consulta: 17 de mayo de 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/3pgHreb>

MIRZABABAEI, M., ARULRAJAH, A., OUSTON, M. Polymers for Stabilization of Soft Clay Soils. Revista: Transportation Geotechnics and Geoecology [en línea]. Mayo 2017, n° 189. [Fecha de consulta: 27 de mayo de 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/3pdn4ie>

ZHANG, J., PENG, J., ZENG, L., LI, J., and LI, F. Rapid estimation of resilient modulus of subgrade soils using performance-related soil properties. Revista: International Journal of Pavement Engineering [en línea]. Julio 2019. [Fecha de consulta: 30 de mayo de 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.1080/10298436.2019.1643022>

KHAN, Feroz. Analysis of the influence of waste polymer on soil subgrade. revista: . International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), vol. 03: 2-8, 2016.

ISSN: 2395-0072

LIU, J., WANG, Y., and LU, Y. Effect of polyvinyl acetate stabilization on the swelling-shrinkage properties of expansive soil. Revista: International Journal of Polymer Science [en línea]. Agosto 2017. [Fecha de consulta: 30 de mayo de 2022].

Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/ijps/2017/8128020/>

MIRZABABAEI, M., MOHAMED, M. H., ARULRAJAH, A., HORPIBULSUK, S., & ANGGRAINI, V. Practical approach to predict the shear strength of fibre-reinforced clay. Revista: Geosynthetics International [en línea]. Septiembre 2018, vol. 25. [Fecha de consulta: 9 de mayo de 2022].

Disponible en:
https://www.researchgate.net/publication/320544820_Practical_approach_to_predict_the_shear_strength_of_fibre-reinforced_clay

AYELDEE, M., and KITAZUME, M. Using fiber and liquid polymer to improve the behaviour of cement-stabilized soft clay. Revista: Geotextiles and Geomembranes [en línea]. Diciembre 2017, vol. 45. [Fecha de consulta: 9 de abril de 2022].

Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0266114417300614#:~:text=Fi bers%20can%20be%20used%20to,in%20improving%20the%20soft%20clay.>

IYENGAR, S., MASAD, E., RODRIGUEZ, A., BAZZI, H., LITTLE, D., and HANLEY, H. Pavement Subgrade Stabilization Using Polymers: Characterization and Performance. Revista: American Society of Civil Engineers [en línea]. Abril 2013. [Fecha de consulta: 4 de abril de 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/3n2nncW>

FATEMEH, M., MOHAMMAD, A., EHSAN, A., & AMIRHOSSEIN, N. The effect of polymer materials on the stabilization of forest road subgrade. Revista: International Journal of Forest Engineering [en línea]. Mayo 2021. [Fecha de consulta: 4 de mayo de 2022].

Disponible en: <https://bit.ly/3DQzr7P>

ŠIUKŠČIUS, A.; VOROBOVAS, V.; VAITKUS, A.. Geogrid reinforced subgrade influence to ensure paved road durability. Revista: Vilnius Gediminas Technical University [en línea]. Agosto 2017. [Fecha de consulta: 14 de mayo de 2022].

Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/319589550_Geogrid_Reinforced_Subgrade_Influence_to_Ensure_Paved_Road_Durability

AWAJA, F. and PAVEL, D. Recycling of PET. Revista: European Polymer Journal [en línea]. Julio 2005, vol. 41. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2022].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2005.02.005>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de Consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION	INSTRUMENTO
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE				
¿De qué manera afecta el PET reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del suelo para subrasante en el Jirón Santa Ana, Huamachuco?	Determinar el efecto del PET reciclado en las propiedades físicas y mecánicas del suelo para subrasante en el Jirón Santa Ana, Huamachuco.	La adición de PET reciclado afecta significativamente en el CBR de la subrasante, para el pavimento flexible en el Jirón Santa Ana, Huamachuco.	Vi: Polímeros PET reciclados	Dosificación	0.4%, 0.7% Y 1.0% PET	Kg - %	Balanza de medición de peso.
				fibra PET	Dimensiones del PET	mm	Formato de ensayo de tamizado
PROBLEMA ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPÓTESIS ESPECIFICOS	VARIABLE DEPENDIENTE				
¿Cuáles serán las propiedades físicas y mecánicas del suelo patrón del Jirón Santa Ana, Huamachuco?	Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural del Jirón Santa Ana, Huamachuco.	Se podrá determinar las propiedades mecánicas y físicas que intervienen en la capacidad	Vd: Efecto en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante	Evaluación del terreno natural (Propiedades Físicas y Mecánicas).	Análisis Granulométrico NTP. 339.128 – 1999	mm	Formatos de ensayos
					Contenido de Humedad NTP. 339.127 – 1999	%	

¿Cuáles serán las propiedades físicas y mecánicas del suelo alterado por PET reciclado en el Jirón Santa Ana, Huamachuco?	Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo alterado por PET reciclado en el Jirón Santa Ana, Huamachuco.	Se podrá determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo alterado por PET reciclado en el Jirón Santa Ana, Huamachuco.			Límites de Atterberg AASHTO T- 89, T-90, ASTM D 4318	%
¿En qué medida variará el valor de soporte (CBR) de la subrasante alterada por PET reciclado con la subrasante natural del Jirón Santa Ana, Huamachuco?	Comparar el valor de soporte (CBR) de la subrasante alterada por PET reciclado, con la subrasante natural del Jirón Santa Ana, Huamachuco.	Es posible que exista una considerable diferencia entre el valor de soporte (CBR) de la subrasante alterada por PET reciclado con la subrasante natural del Jirón Santa Ana, Huamachuco.			Clasificación de Suelos ASTM 2487 y AASHTO M 145	Simbología
					Ensayo de Compactación ASTM D-698, D -1557	ρ (gr/cm ³) / W optimo (%)
					Ensayo de CBR NTP. 339.145 – 1999	%

Fuente: *Elaboración Propia.*

Anexo 02: Matriz de Operacionalización

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de Medición
Vi: Polímeros PET reciclados	“Es un polímero no renovable, proveniente del petróleo y procesado con el antimonio para obtener el PET (Tereftalato de Polietileno) en pequeñas partículas” (Infante & Vásquez, 2014)	La variable independiente que son los polímeros PET reciclados, tiene dos dimensiones, dos indicadores y un instrumento con la que será medido.	Dosificación	0.4%, 0.7% Y 1.0% PET	Razón
			Fibra PET	Dimensiones del PET	
Vd: efecto en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante	“La subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, para constituir un cuerpo estable” (MTC,2016)	La variable dependiente tiene una dimensión y seis indicadores los cuales tienen un instrumento con la que serán medidos.	Evaluación del terreno natural (Propiedades Físicas y Mecánicas).	Análisis Granulométrico NTP. 339.128 – 1999	Intervalo-Razón-Nominal
				Contenido de Humedad NTP. 339.127 – 1999	
				Límites de Atterberg AASHTO T- 89, T-90, ASTM D 4318	
				Clasificación de Suelos ASTM 2487 y AASHTO M 145	
				Ensayo de Compactación ASTM D-698, D -1557	
				Ensayo de CBR NTP. 339.145 – 1999	

Fuente: *Elaboración Propia.*

Anexo 03: Plano de ubicación.



PLANO DE LOCALIZACIÓN JIRÓN SANTA ANA-HUAMACHUCO


DPTD.	LA LIBERTAD	ESCALA:	Indicada
PROV.:	SÁNCHEZ CARRIÓN	FECHA:	10/07/2022

A-01



Fuente: *Elaboración Propia.*

Anexo 04: Guía de Observación

GUIA DE OBSERVACIÓN	
CALLE	Jr. Santa Ana-Huamachuco
TIPO DE PAVIMENTO	Afirmado
TIPO DE TRANSITO	a) Liviano b) Pesado c) Muy pesado
DEFICIENCIA ENCONTRADA	a) Drenaje inadecuado b) Ahuellamiento c) Desprendimiento de agregado d) Huecos en la vía
NIVEL DE SEVERIDAD	a) Bajo b) Medio c) Alto
DIMENSIONES DE LA FALLA	a) 1 m2 -5 m2 b) 5 m2 -10 m2 c) Toda la calzada
POSIBLES CAUSAS	a) Materiales Inadecuados b) Inadecuado mantenimiento c) otros
EVIDENCIA	
	

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 05: Bases Teóricas

Base 01: Tipo de Material.

Tipo de Material	Tamaño de Partículas
Grava	75 mm - 4.75 mm
	Arena Gruesa: 4.75 mm - 2.00 mm
Arena	Arena Media: 2.00 mm - 0.425 mm
	Arena Fina: 0.425 mm - 0.075 mm
Material Fino	Limo 0.075 mm - 0.005 mm
	Arcilla menor a 0.005 mm

Fuente: Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos (MTC, 2014)

Base 02: Índice de Plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Características
$IP > 20$	Alta	Suelo muy arcillosos
$IP < 20$ e $IP > 7$	Media	Suelos arcillosos
$IP < 7$	Baja	Suelos arcillosos plasticidad
$IP = 0$	No Plástico	Suelos extensos de arcilla

Fuente: Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos (MTC, 2014).

Base 03: Índice de Grupo

Índice de Grupo	Suelo de Subrasante
IG > 9	Muy Pobre
IG está entre 4 a 9	Pobre
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 – 2	Bueno
IG está entre 0 – 1	Muy Bueno

Fuente: Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos (MTC, 2014)

Base 04: Clasificación de Suelos.

Clasificación de suelos ASSHTO	Clasificación de suelos ASTM
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Fuente: Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos (MTC, 2014)

Base 5: Categorización de subrasante.

Categorías de Subrasante	CBR
So= Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1= Subrasante Pobre	De CBR > 3% a CBR < 6%
S2= Subrasante Regular	De CBR > 6% a CBR < 10%
S3= Subrasante Buena	De CBR < 10% a CBR < 20%
S4= Subrasante Muy buena	De CBR < 20% a CBR < 30%
S5= Subrasante Excelente	De CBR > 30%

Fuente: Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos (MTC, 2014)

Base 06: Numero de Calicatas Para Exploración de Suelos.

Autopistas:	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> ● Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido ● Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido ● Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada

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

Fuente: Manual de Carreteras, sección suelos y pavimentos (MTC, 2014)

Anexo 04: Ensayos de Laboratorio:

ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA LA C-1:



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D6913**

PROYECTO : EFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO

SOLICITANTE : MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE

UBICACIÓN : HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2022

DATOS :

Sondaje/Muestra : CALICATA C-1 / E-1

Código de Muestra : HUAMACHUCO

Observación : COLOR AMARILLO

Coordenadas :
 Norte : N
 Este : E
 Cota :
 Progresiva : ---

ENSAYO :

Masa Seca de Fracción : 944.4 gr. Masa de Finos Eliminados : 725.40 gr.

Masa de Fracción Limpia y Seca : 219.0 gr. Error de Tamizado : 0.00%

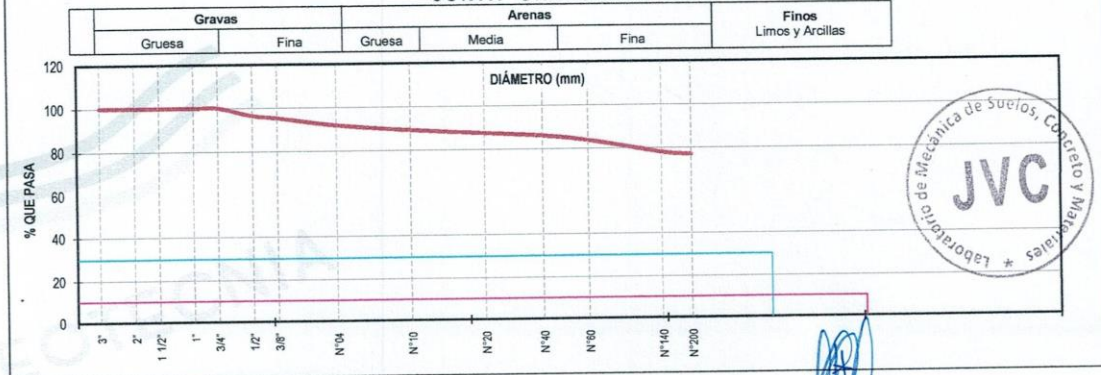
Masa de Fracción Tamizada : 219.0 gr.

HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216		
Sh + Tara	1,046.60 gr.	1,086.70 gr.
Ss + Tara	914.20 gr.	943.40 gr.
Tara	115.10 gr.	105.30 gr.
Humedad(%)	16.57	17.10
Humedad Prom(%)	16.83	

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación Técnica	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA NTP 339.129
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Líquido : 41
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Plástico : 19
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00		Ind. Plástico : 22
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN / ASTM
1/2"	12.700	34.50	3.65	3.65	96.35		Clas. SUCS (ASTM D2487) : CL
3/8"	9.500	11.20	1.19	4.84	95.16		Clas. AASHTO (ASTM D3282) : A-7-6 (13)
N°04	4.750	33.30	3.53	8.37	91.63		
N°10	2.000	24.10	2.55	10.92	89.08		NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA
N°20	0.840	16.70	1.77	12.69	87.31		Arcilla de baja plasticidad con arena
N°40	0.425	13.40	1.42	14.10	85.90		
N°60	0.250	21.50	2.28	16.38	83.62		
N°100	0.106	53.30	5.64	22.02	77.98		
N°200	0.075	10.80	1.14	23.17	76.83		PROF. MUESTREO (m) : 1.50
< 200	Plato	0.20	76.83	100.00	0.00		ESTRATO C-1 / E-1 : 0.30 - 1.50
Total		219.00					PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA
DIAMETROS EFECTIVOS	D10 = 0.71 D30 = 0.36 D60 = 0.13	COEF. UNIF. Y CURVATURA	CU = 0.19 CC = 1.40				% Grava = 8.37 % Arena = 14.80 % Finos = 76.83

CURVA GRANULOMÉTRICA



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

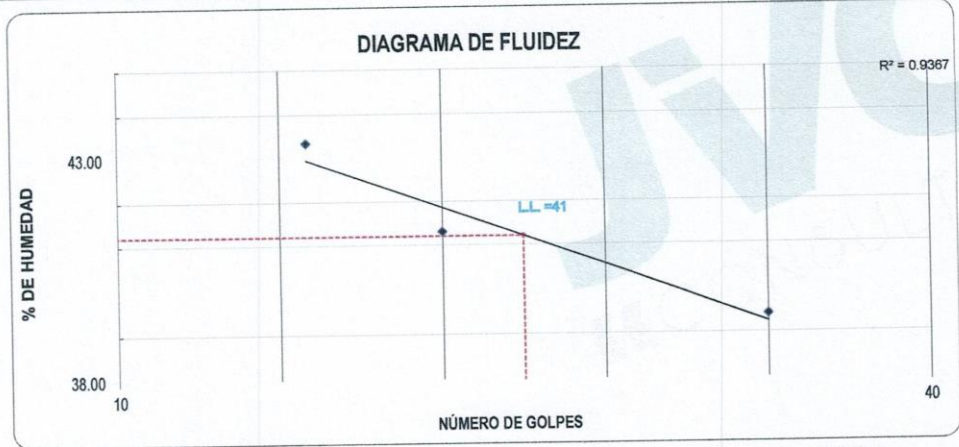
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Telef.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D4318**

PROYECTO : EFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
 SOLICITANTE : MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
 UBICACIÓN : HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
 FECHA : MAYO DEL 2022

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	17	22	34		
Nº de golpes				14.48	13.66
Peso tara (gr.)	12.36	12.75	11.74	21.06	21.84
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	36.07	34.85	35.09	20.00	20.50
Peso tara + suelo seco (gr.)	28.90	28.39	28.49	19.20	19.59
Humedad %	43.35	41.30	39.40		
Límites		41.00		19.00	



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

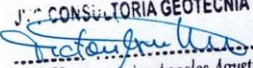
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES	
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
PROYECTO	: EFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE	: MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN	: HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA	: MAYO DEL 2022

Prof. de Muestreo : 1.50 m.
 Calicata / Muestra : CALICATA C-1 / E-1
 Estrato : 0.30 - 1.50 m.

Analisis Preliminar (Separación)
 Tamaño Máximo : N° 04
 Tamiz Separador : No Requerido

CONTENIDO DE HUMEDAD D-2216		
DESCRIPCIÓN	C-2	C-1
Masa de Recipiente (gr.)	115.10	105.30
Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.)	1,046.60	1,086.70
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	916.55	945.73
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	914.20	943.40
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	914.20	943.40
Masa de Suelo Seco (gr.)	799.10	838.10
Masa de Agua (gr.)	132.40	143.30
Contenido de Humedad (%)	16.57	17.10
Clasificación Visual - Manual	CL	CL
Contenido de Humedad Promedio (%)	16.83	



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

 Ing. Victorino de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL


 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

ENSAYO DE COMPACTACION Y CBR PARA LA C-1:



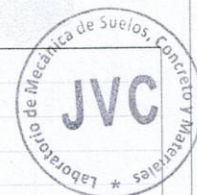
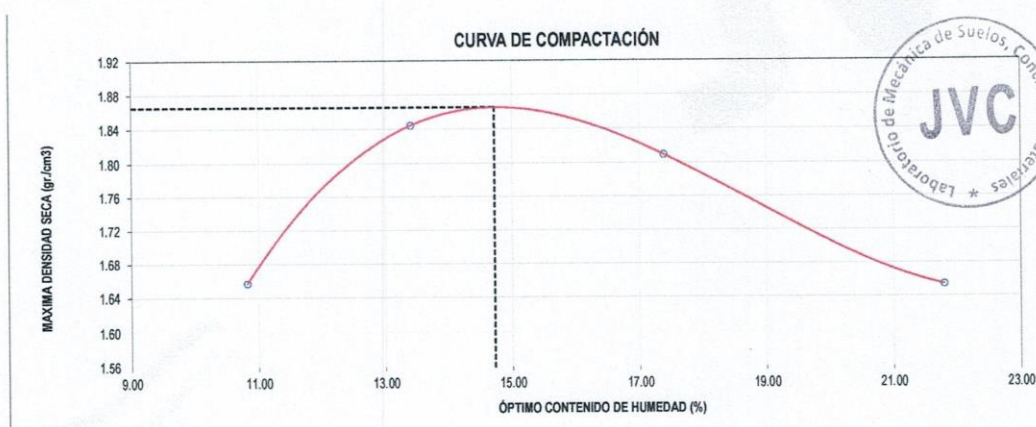
RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR MÉTODO C ASTM D-1557 / ASTM D1883	
PROYECTO :	EFEECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022

Material :	CARRETERA	Profundidad:	-	m
Procedencia :	Calicata	Norte:	-	N
Nº de Muestra :	C-1/E-1	Este:	-	E
Ubicación :	HUAMACHUCO	Cota:	-	msnm

Molde Nº	S - 123
Peso del Molde gr.	6,733
Volumen del Molde cm ³	2,114
Nº de Capas	5
Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10,613	11,154	11,223	10,991		
Peso de Molde (gr.)	6,733	6,733	6,733	6,733		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	3,880	4,421	4,490	4,258		
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.84	2.09	2.12	2.01		
CAPSULA Nº	C-3	C-15	C-4			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	1,287.6	1,326.5	1,060.3	1,019.9		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	1,172.7	1,182.8	920.0	857.8		
Peso de Agua (gr)	114.9	143.7	140.3	162.1		
Peso de Cápsula (gr.)	111.2	110.9	113.1	114.1		
Peso de Suelo Seco (gr.)	1,061.5	1,071.9	806.9	743.7		
% de Humedad	10.82	13.41	17.39	21.80		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.66	1.84	1.81	1.65		



Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.865
Óptimo Contenido de Humedad (%)	14.72

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (ASTM - D1883)	
PROYECTO :	EFFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022

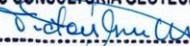
CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CÁPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8140	8215	8610	8710	8860	8995
Peso de Molde (gr.)	3560	3560	4200	4200	4630	4630
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4580	4655	4410	4510	4230	4365
Volumen de Molde (cm3)	3228	3228	3228	3228	3229	3229
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.14	2.17	2.06	2.11	1.97	2.04
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	138.0	149.6	144.5	146.8	129.4	158.44
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	122.9	130.3	128.8	126.0	115.3	135.24
Peso de Agua (gr)	15.05	19.33	15.69	20.82	14.08	23.20
Peso de Cápsula (gr.)	21.12	22.17	20.69	20.73	20.19	21.57
Peso de Suelo Seco (gr.)	101.78	108.10	108.11	105.22	95.11	113.67
% de Humedad	14.79	17.88	14.51	19.79	14.80	20.41
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	1.86	1.84	1.80	1.76	1.72	1.69

ENSAYO DE EXPANSIÓN									
MOLDE	LECT. DIAL	MOLDE 1 - 56 GOLPES		MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		
		EXPANSION		EXPANSION			EXPANSION		
		LECT. DIAL	mm	%	LECT. DIAL	mm	%	LECT. DIAL	mm
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
24 hrs	8	0.203	0.16	10	0.254	0.20	13	0.330	0.26
48 hrs	16	0.406	0.32	17	0.432	0.34	20	0.508	0.40
72 hrs	19	0.483	0.38	21	0.533	0.42	23	0.584	0.46
96 hrs	20	0.508	0.40	23	0.584	0.46	25	0.635	0.50

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN									
ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION
	kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²	
0.000	0.00	0.0	7.0	0.00	0.0	5.8	0.00	0.0	4.5
0.025	35	1.7		30	1.5		15	0.7	
0.050	80	4.0	13.0	70	3.5	13.5	45	2.2	9.0
0.075	115	5.7		100	5.0		65	3.2	
0.100	155	7.7	130	6.4	100	5.0			
0.150	215	10.6	185	9.2	145	7.2			
0.200	265	13.1	225	11.1	175	8.7			
0.300	355	17.6	305	15.1	220	10.9			
0.400	425	21.0	350	17.3	260	12.9			
0.500	465	23.0	375	18.6	280	13.9			
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

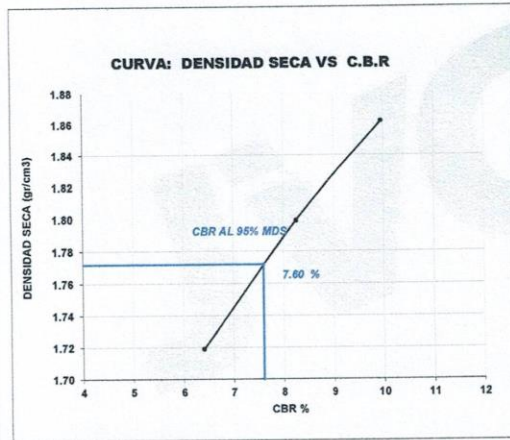
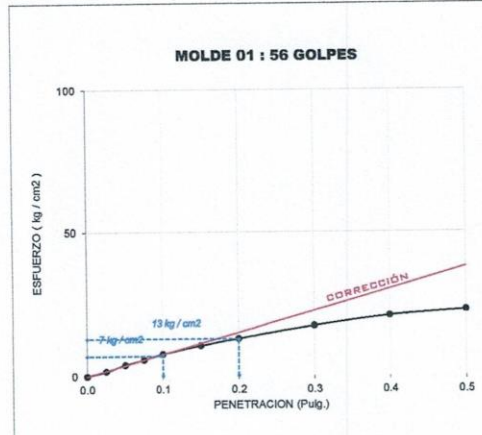
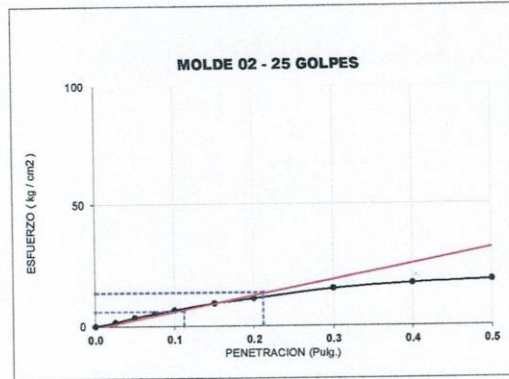
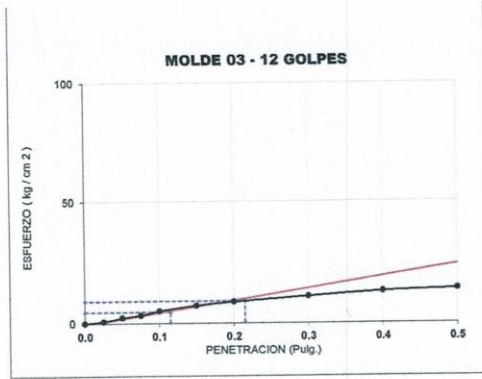

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





CURVAS - VALORES PRELIMINARES

Calicata C-1/E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓN N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	7.0	70.307	9.96	1.862
2	0.1	5.8	70.307	8.25	1.799
3	0.1	4.5	70.307	6.40	1.719

MOLDE Nº	PENETRACIÓN N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	13.0	105.46	12.33	1.862
2	0.2	13.5	105.46	12.80	1.799
3	0.2	9.0	105.46	8.53	1.719

METODO DE COMPACTACIÓN	ASTM D1557
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	1.87
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.77
ÓPTIMO Contenido de Humedad	14.72%

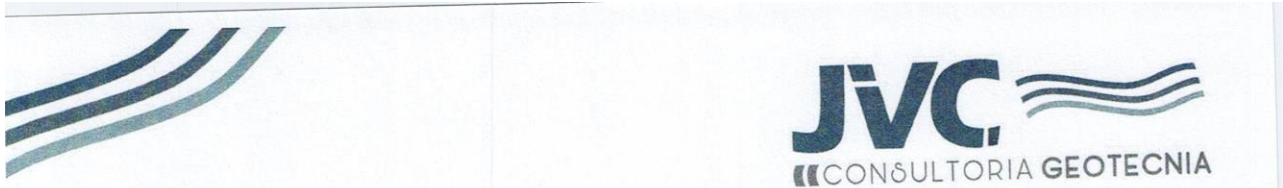
RESULTADOS	
Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	9.96%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	7.60%



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

ENSAYO DE COMPACTACION Y CBR AGREGANDO EL 0.4% DE PET DE TAMAÑO (4.00 mm - 4.75 mm) para la C-1:



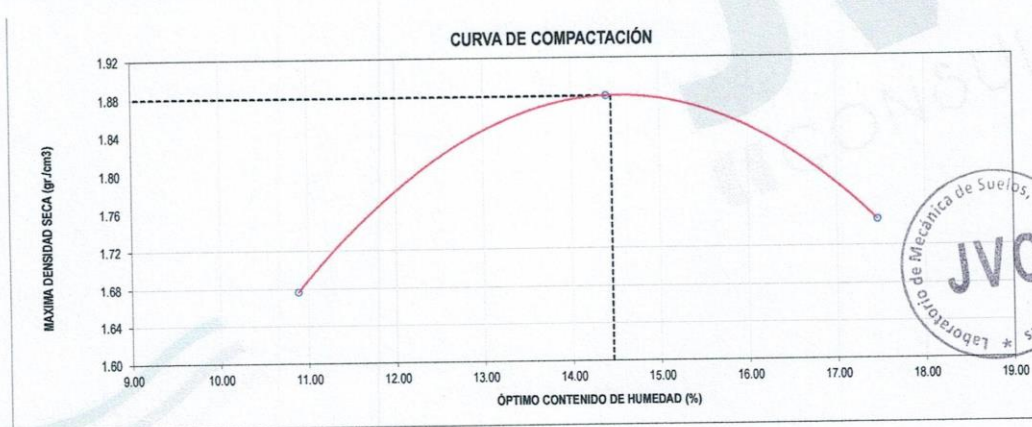
RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR MÉTODO C ASTM D-1557 / ASTM D1883	
PROYECTO :	EFEECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022

Material :	CARRETERA	Profundidad:	-	m
Procedencia :	Calicata	Norte:	-	N
N° de Muestra :	C-1/E-1+0.4% Peles PET	Este:	-	E
Ubicación :	HUAMACHUCO	Cota:	-	msnm

Molde N°	S-123
Peso del Molde gr.	6,733
Volumen del Molde cm ³	2,114
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10,663	11,280	11,073			
Peso de Molde (gr.)	6,733	6,733	6,733			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	3,930	4,547	4,340			
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.86	2.15	2.05			
CAPSULA N°	C-3	C-15	C-4			
Peso de suelo Húmedo + Capsula (gr.)	1,192.0	1,230.9	964.7			
Peso de suelo seco + Capsula (gr.)	1,086.1	1,090.2	838.4			
Peso de Agua (gr)	105.9	140.7	126.3			
Peso de Capsula (gr.)	113.1	112.8	115.0			
Peso de Suelo Seco (gr.)	973.0	977.4	723.4			
% de Humedad	10.88	14.40	17.46			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.68	1.88	1.75			



Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.880
Óptimo Contenido de Humedad (%)	14.45

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (ASTM - D1883)	
PROYECTO :	EFFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5888		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8190	8265	8680	8760	8970	9045
Peso de Molde (gr.)	3610	3610	4250	4250	4680	4680
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4580	4655	4430	4510	4290	4365
Volumen de Molde (cm ³)	3228	3228	3226	3226	3229	3229
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.14	2.17	2.07	2.11	2.00	2.04
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	143.5	155.2	150.1	152.4	135.0	164.10
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	128.1	135.5	133.7	131.5	120.6	140.30
Peso de Agua (gr)	15.40	19.70	16.39	20.87	14.38	23.80
Peso de Cápsula (gr.)	21.90	22.50	21.40	21.60	20.70	22.30
Peso de Suelo Seco (gr.)	106.20	113.00	112.30	109.90	99.90	118.00
% de Humedad	14.50	17.43	14.59	18.99	14.39	20.17
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.87	1.85	1.81	1.77	1.75	1.89

ENSAYO DE EXPANSIÓN									
MOLDE	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		
	TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION
				mm		%			mm
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
24 hrs	10	0.254	0.20	11	0.279	0.22	13	0.330	0.26
48 hrs	13	0.330	0.26	14	0.356	0.28	16	0.406	0.32
72 hrs	16	0.406	0.32	17	0.432	0.34	18	0.457	0.36
96 hrs	18	0.457	0.36	21	0.533	0.42	23	0.584	0.46

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN											
ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA			CORRECCION	CARGA			CORRECCION	CARGA		
	kg	kg/cm ²	kg/cm ²		kg	kg/cm ²	kg/cm ²		kg	kg/cm ²	kg/cm ²
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0			
0.025	45	2.2		35	1.7		20	1.0			
0.050	95	4.7		75	3.7		50	2.5			
0.075	125	6.2		105	5.2		70	3.5			
0.100	160	7.9	7.8	135	6.7	6.2	105	5.2	5.4		
0.150	220	10.9		190	9.4		150	7.4			
0.200	270	13.4	13.4	230	11.4	11.4	180	8.9	8.9		
0.300	360	17.8		310	15.3		225	11.1			
0.400	430	21.3		355	17.6		265	13.1			
0.500	470	23.3		380	18.8		285	14.1			
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES				

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

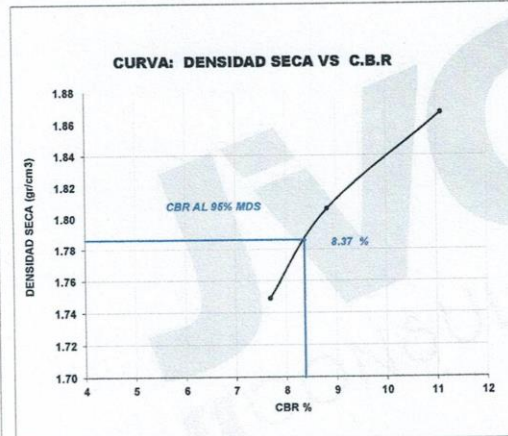
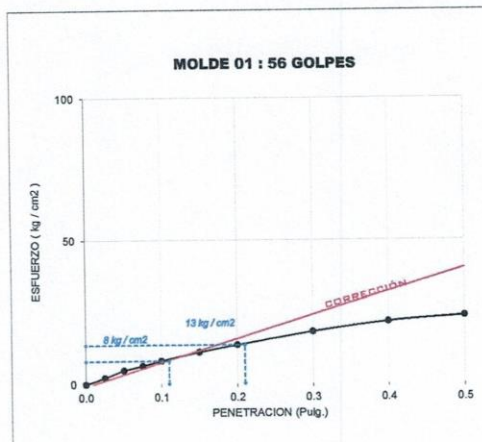
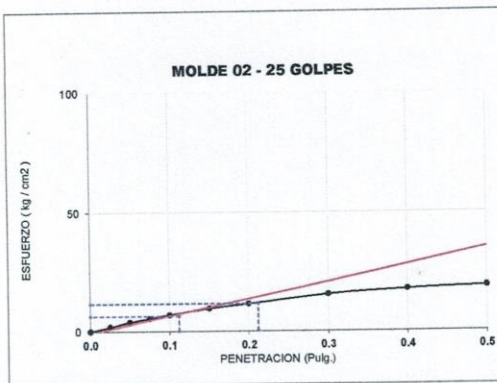
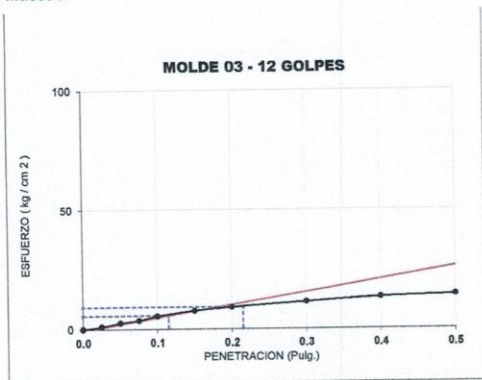
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

CURVAS - VALORES PRELIMINARES

Muestra : C-1/E-1+ 0.4% Peles PET



Valores Corregidos

MOLDE N°	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	7.8	70.307	11.09	1.867
2	0.1	6.2	70.307	8.82	1.806
3	0.1	5.4	70.307	7.68	1.749

MOLDE N°	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.2	13.4	105.46	12.68	1.867
2	0.2	11.4	105.46	10.81	1.806
3	0.2	8.9	105.46	8.45	1.749

METODO DE COMPACTACIÓ : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 100 %	1.88
Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 95 %	1.79
ÓPTIMO Contenido de Humedad	14.45%

RESULTADOS	
Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	11.09%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	8.37%



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

ENSAYO DE COMPACTACION Y CBR AGREGANDO EL 0.7% DE PET DE TAMAÑO (4.00 mm - 4.75 mm) para la C-1:



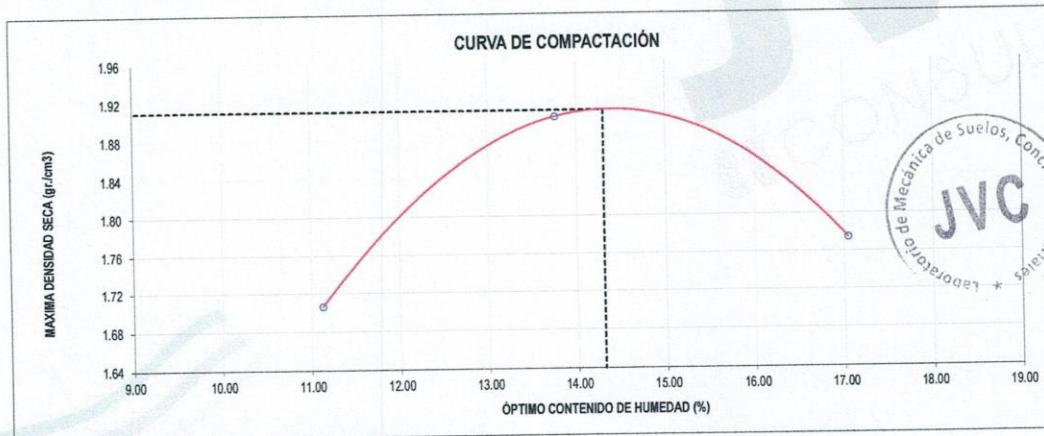
RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR MÉTODO C ASTM D-1557 / ASTM D1883	
PROYECTO :	EFFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022

Material : CARRETERA Profundidad: - m
 Procedencia : Calicata Norte: - N
 N° de Muestra : C-1E-1+0.7% Poles PET Este: - E
 Ubicación : HUAMACHUCO Cota: - msnm

Molde N°	S - 123
Peso del Molde gr.	6,733
Volumen del Molde cm ³ .	2,114
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10,740	11,310	11,123			
Peso de Molde (gr.)	6,733	6,733	6,733			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,007	4,577	4,390			
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.90	2.17	2.08			
CAPSULA N°	C-3	C-15	C-4			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	1,173.4	1,212.3	946.1			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	1,067.3	1,079.4	825.2			
Peso de Agua (gr)	106.1	132.9	120.9			
Peso de Cápsula (gr.)	113.9	113.6	115.8			
Peso de Suelo Seco (gr.)	953.4	965.8	709.4			
% de Humedad	11.13	13.76	17.04			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.71	1.90	1.77			



Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.910
Óptimo Contenido de Humedad (%)	14.30

OBSERVACION:
 Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (ASTM - D1883)	
PROYECTO :	EFEECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8215	8290	8705	8785	8995	9070
Peso de Molde (gr.)	3610	3610	4250	4250	4680	4680
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4605	4680	4455	4535	4315	4390
Volumen de Molde (cm3)	3228	3228	3226	3226	3229	3229
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.15	2.18	2.08	2.12	2.01	2.05
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	149.1	160.8	155.7	158.0	140.6	169.70
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	133.3	141.1	140.1	137.1	126.7	145.90
Peso de Agua (gr)	15.80	19.70	15.59	20.87	13.88	23.80
Peso de Cápsula (gr.)	22.70	23.30	22.20	22.40	21.50	23.10
Peso de Suelo Seco (gr.)	110.60	117.80	117.90	114.70	105.20	122.80
% de Humedad	14.29	16.72	13.22	18.20	13.19	19.38
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	1.88	1.87	1.84	1.79	1.78	1.72

ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	MOLDE 1 - 56 GOLPES				MOLDE 2 - 25 GOLPES				MOLDE 3 - 12 GOLPES			
	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION				
		mm	%		mm	%		mm	%			
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00			
24 hrs	9	0.229	0.18	10	0.254	0.20	11	0.279	0.22			
48 hrs	12	0.305	0.24	13	0.330	0.26	14	0.356	0.28			
72 hrs	15	0.381	0.30	15	0.381	0.30	16	0.406	0.32			
96 hrs	16	0.406	0.32	17	0.432	0.34	18	0.457	0.36			

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN	CARGA		CORRECCIÓN kg/cm ²	CARGA		CORRECCIÓN kg/cm ²	CARGA		CORRECCIÓN kg/cm ²
	kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²	
0.000	0.0	0.0	8.2	0.00	0.0	7.0	0.00	0.0	5.7
0.025	55	2.7		45	2.2		30	1.5	
0.050	105	5.2	85	4.2	60	3.0	9.4		
0.075	135	6.7	115	5.7	80	4.0			
0.100	170	8.4	145	7.2	115	5.7			
0.150	230	11.4	200	9.9	160	7.9			
0.200	280	13.9	240	11.9	190	9.4			
0.300	370	18.3	320	15.8	235	11.6			
0.400	440	21.8	365	18.1	275	13.6			
0.500	480	23.8	390	19.3	295	14.6			
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

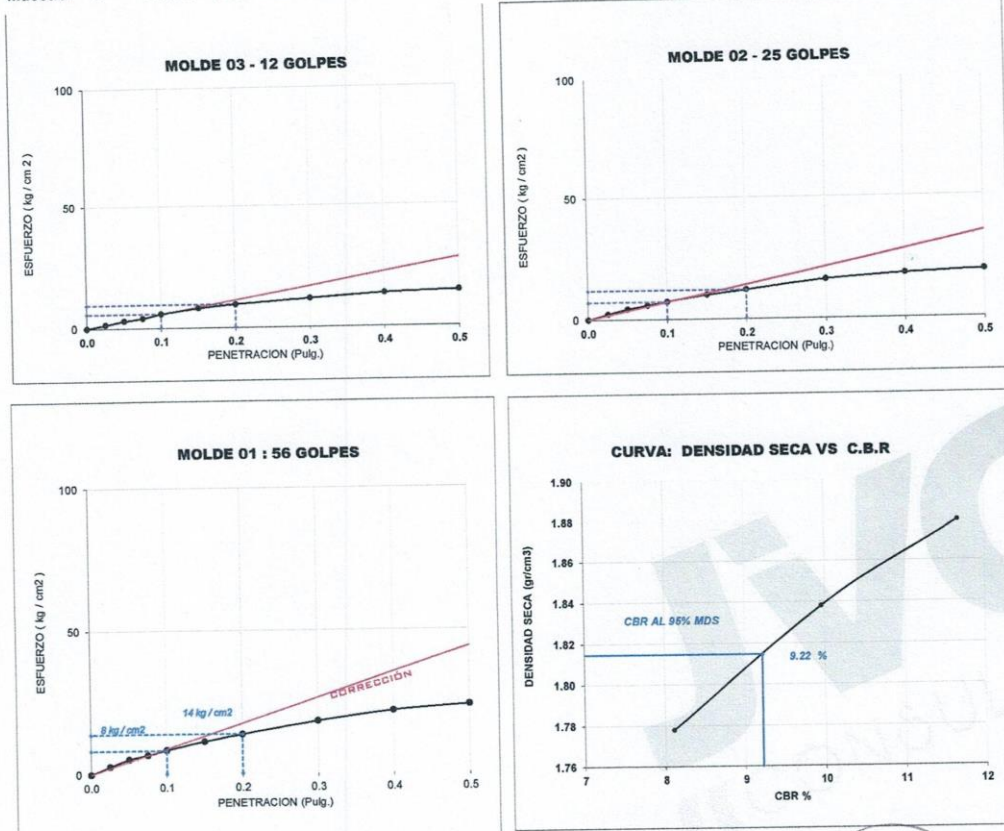


JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com



CURVAS - VALORES PRELIMINARES

Muestra : C-1/E-1+ 0.7% Peles PET



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	8.2	70.307	11.66	1.880
2	0.1	7.0	70.307	9.96	1.838
3	0.1	5.7	70.307	8.11	1.778

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.2	13.9	105.46	13.14	1.880
2	0.2	11.9	105.46	11.25	1.838
3	0.2	9.4	105.46	8.92	1.778

METODO DE COMPACTACIÓN :	ASTM D1557	
Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 100 %		1.91
Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 95 %		1.81
ÓPTIMO Contenido de Humedad		14.30%

RESULTADOS	
Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	11.66%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	9.22%

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com



ENSAYO DE COMPACTACION Y CBR AGREGANDO EL 1% DE PET DE TAMAÑO (4.00 mm - 4.75 mm) para la C-1:

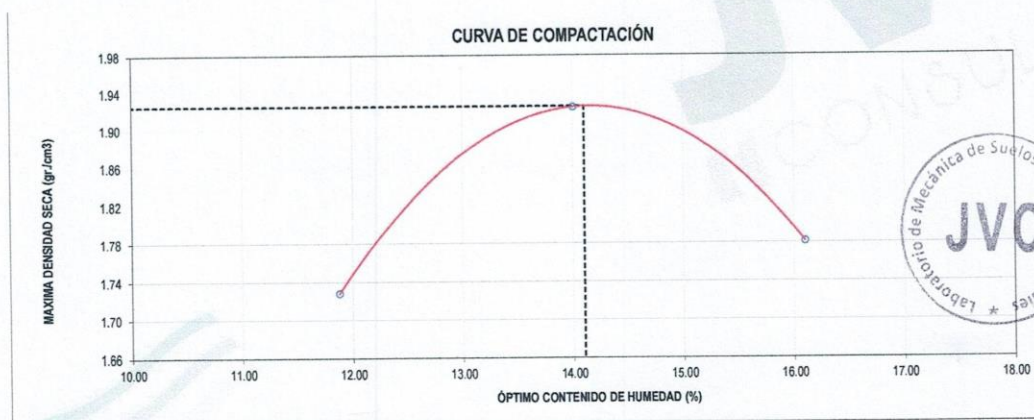


RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR MÉTODO C ASTM D-1557 / ASTM D1883	
PROYECTO :	EFFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022

Material :	CARRETERA	Profundidad:	-	m	Molde N°	S - 123
Procedencia :	Calicata	Norte:	-	N	Peso del Molde gr.	6,733
N° de Muestra :	C-1/E-1+ 1.0% Peles PET	Este:	-	E	Volumen del Molde cm ³ .	2,114
Ubicación :	HUAMACHUCO	Cota:	-	msnm	N° de Capas	5
					N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10,820	11,370	11,105			
Peso de Molde (gr.)	6,733	6,733	6,733			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,087	4,637	4,372			
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.93	2.19	2.07			
CAPSULA N°	C-3	C-15	C-4			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	993.4	1,093.7	887.5			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	900.1	973.4	780.6			
Peso de Agua (gr)	93.3	120.3	106.9			
Peso de Cápsula (gr.)	114.7	114.4	116.6			
Peso de Suelo Seco (gr.)	785.4	859.0	664.0			
% de Humedad	11.88	14.00	16.10			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.73	1.92	1.78			



Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.925
Óptimo Contenido de Humedad (%)	14.10

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (ASTM - D1883)	
PROYECTO :	EFEECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8305	8315	8810	8810	9090	9095
Peso de Molde (gr.)	3610	3610	4250	4250	4680	4680
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4695	4705	4560	4560	4410	4415
Volumen de Molde (cm3)	3228	3228	3228	3228	3229	3229
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.19	2.20	2.13	2.13	2.06	2.06
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	154.7	166.4	181.3	163.6	146.2	175.30
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	138.5	146.7	144.2	142.7	130.9	151.50
Peso de Agua (gr.)	16.20	19.70	17.09	20.87	15.28	23.80
Peso de Cápsula (gr.)	23.80	24.40	23.30	23.50	22.60	24.20
Peso de Suelo Seco (gr.)	114.70	122.30	120.90	119.20	108.30	127.30
% de Humedad	14.12	16.11	14.14	17.51	14.11	18.70
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	1.92	1.89	1.87	1.81	1.80	1.74

ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	MOLDE 1 - 56 GOLPES				MOLDE 2 - 25 GOLPES				MOLDE 3 - 12 GOLPES			
	TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION			
			mm	%		mm	%		mm	%		
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00			
24 hrs	11	0.279	0.22	12	0.305	0.24	14	0.356	0.28			
48 hrs	14	0.356	0.28	15	0.381	0.30	16	0.406	0.32			
72 hrs	17	0.432	0.34	18	0.457	0.36	18	0.457	0.36			
96 hrs	19	0.483	0.38	19	0.483	0.38	20	0.508	0.40			

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION
	kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²	
0.000	0.0	0.0	8.7	0.00	0.0	7.4	0.00	0.0	6.0
0.025	55	2.7		50	2.5		35	1.7	
0.050	100	5.0	95	4.7	70	3.5			
0.075	145	7.2	125	6.2	90	4.5			
0.100	180	8.9	155	7.7	125	6.2			
0.150	240	11.9	210	10.4	170	8.4			
0.200	290	14.4	250	12.4	200	9.9			
0.300	380	18.8	330	16.3	245	12.1			
0.400	450	22.3	375	18.6	285	14.1			
0.500	490	24.3	400	19.8	305	15.1			
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

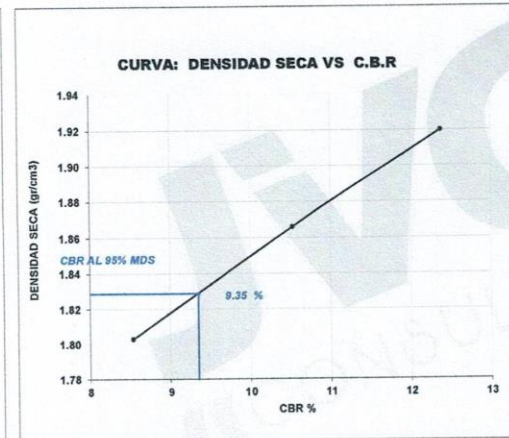
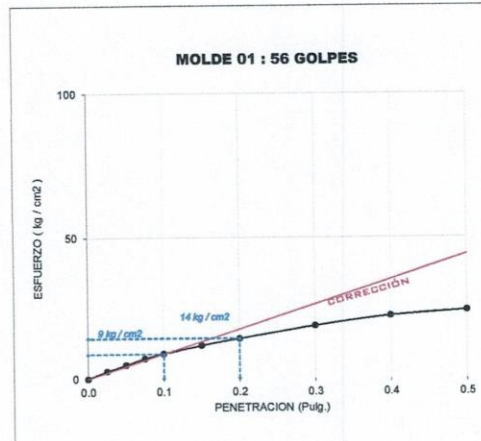
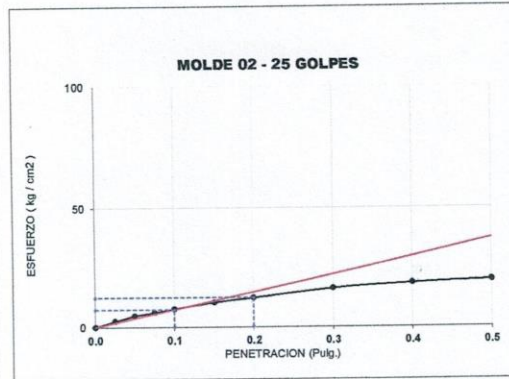
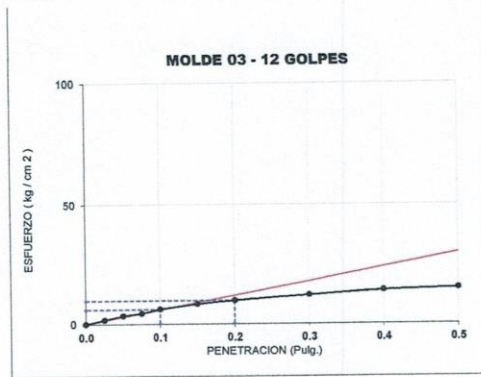


JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com



CURVAS - VALORES PRELIMINARES

Muestra : C-1/E-1+ 1.0% Peles PET



Valores Corregidos

MOLDE N°	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	8.7	70.307	12.37	1.920
2	0.1	7.4	70.307	10.53	1.866
3	0.1	6.0	70.307	8.53	1.803

MOLDE N°	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	14.4	105.46	13.65	1.920
2	0.2	12.4	105.46	11.76	1.866
3	0.2	9.9	105.46	9.39	1.803

METODO DE COMPACTACIÓN	ASTM D1557
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	1.93
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.83
ÓPTIMO Contenido de Humedad	14.10%

RESULTADOS	
Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	12.37%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	9.35%



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL



ENSAYO DE COMPACTACION Y CBR AGREGANDO EL 0.4% DE PET DE TAMAÑO (2.00 mm – 2.36 mm) para la C-1:

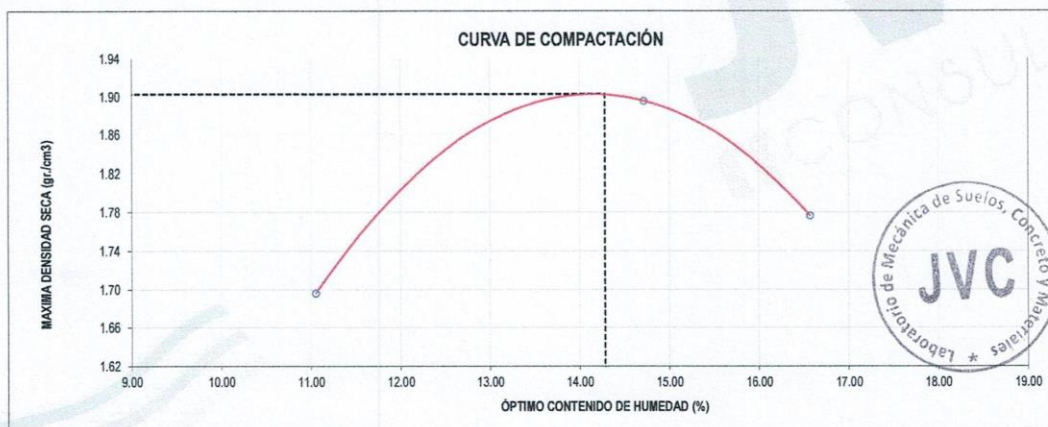


RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR MÉTODO C ASTM D-1557 / ASTM D1883	
PROYECTO	: EFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA – HUAMACHUCO
SOLICITANTE	: MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN	: HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA	: MAYO DEL 2022

Material	: CARRETERA	Profundidad:	: - m		
Procedencia	: Calicata	Norte:	: - N	Molde N°	S - 123
N° de Muestra	: C-1/E-1+ 0.4% Polvo PET	Este:	: - E	Peso del Molde gr.	6.733
Ubicación	: HUAMACHUCO	Cota:	: - msnm	Volumen del Molde cm ³ .	2.114
				N° de Capas	5
				N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10,715	11,330	11,110			
Peso de Molde (gr.)	6,733	6,733	6,733			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	3,982	4,597	4,377			
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.88	2.17	2.07			
CAPSULA N°	C-3	C-15	C-4			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	1,008.0	1,046.9	1,080.7			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	919.1	927.3	943.7			
Peso de Agua (gr)	88.9	119.6	137.0			
Peso de Cápsula (gr.)	115.0	114.7	116.9			
Peso de Suelo Seco (gr.)	804.1	812.6	826.8			
% de Humedad	11.06	14.72	16.57			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.70	1.90	1.78			



Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.903
Óptimo Contenido de Humedad (%)	14.28

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (ASTM - D1883)	
PROYECTO	EFFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA	MAYO DEL 2022

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5888		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8255	8315	8750	8810	9020	9095
Peso de Molde (gr.)	3610	3610	4250	4250	4680	4680
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4645	4705	4500	4560	4340	4415
Volumen de Molde (cm ³)	3228	3228	3226	3226	3229	3229
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.17	2.20	2.10	2.13	2.02	2.06
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	149.1	160.8	155.7	158.0	140.6	169.70
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	133.9	141.1	139.5	137.1	126.3	145.90
Peso de Agua (gr)	15.20	19.70	16.19	20.87	14.28	23.80
Peso de Cápsula (gr.)	27.50	28.10	26.40	27.20	26.30	27.90
Peso de Suelo Seco (gr.)	106.40	113.00	113.10	109.90	100.00	118.00
% de Humedad	14.29	17.43	14.31	18.99	14.28	20.17
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.90	1.87	1.84	1.79	1.77	1.71

ENSAYO DE EXPANSIÓN									
MOLDE	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		
	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
TIEMPO		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
24 hrs	9	0.229	0.18	10	0.254	0.20	12	0.305	0.24
48 hrs	12	0.305	0.24	13	0.330	0.26	14	0.356	0.28
72 hrs	15	0.381	0.30	14	0.356	0.28	16	0.406	0.32
96 hrs	17	0.432	0.34	18	0.457	0.36	20	0.508	0.40

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN									
ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION
	kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²	
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.025	42	2.1		37	1.8		25	1.2	
0.050	92	4.6		74	3.7		55	2.7	
0.075	125	6.2		105	5.2		75	3.7	
0.100	165	8.2	7.9	140	6.9	6.6	110	5.4	5.4
0.150	225	11.1		195	9.7		155	7.7	
0.200	275	13.6	13.6	235	11.6	11.6	185	9.2	9.2
0.300	365	18.1		315	15.6		230	11.4	
0.400	435	21.5		360	17.8		270	13.4	
0.500	475	23.5		385	19.1		290	14.4	
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

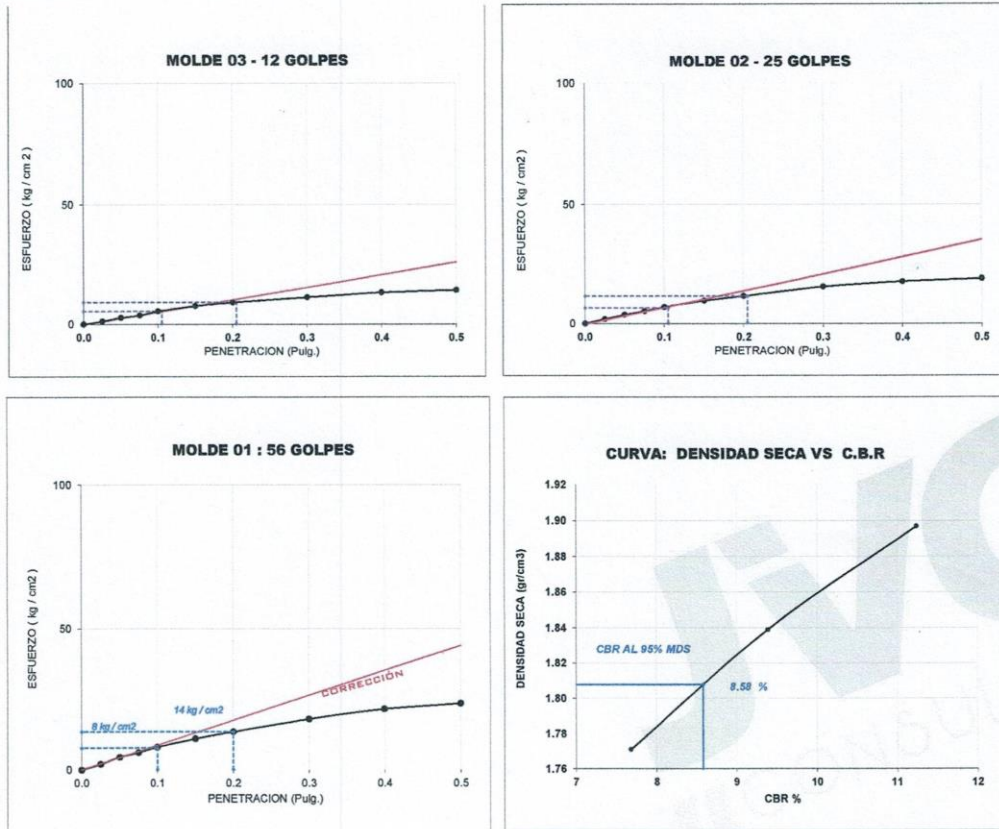
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





CURVAS - VALORES PRELIMINARES

Muestra : C-1/E-1+ 0.4% Polvo PET



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓN N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	7.9	70.307	11.24	1.897
2	0.1	6.6	70.307	9.39	1.839
3	0.1	5.4	70.307	7.68	1.771

MOLDE Nº	PENETRACIÓN N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	13.6	105.46	12.90	1.897
2	0.2	11.6	105.46	11.00	1.839
3	0.2	9.2	105.46	8.72	1.771

METODO DE COMPACTACIÓN :	ASTM D1557
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	1.90
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.81
ÓPTIMO Contenido de Humedad	14.28%

RESULTADOS	
Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	11.24%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	8.58%



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victor...
Ing. Victor... de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

ENSAYO DE COMPACTACION Y CBR AGREGANDO EL 0.7% DE PET DE TAMAÑO (2.00 mm – 2.36 mm) para la C-1:



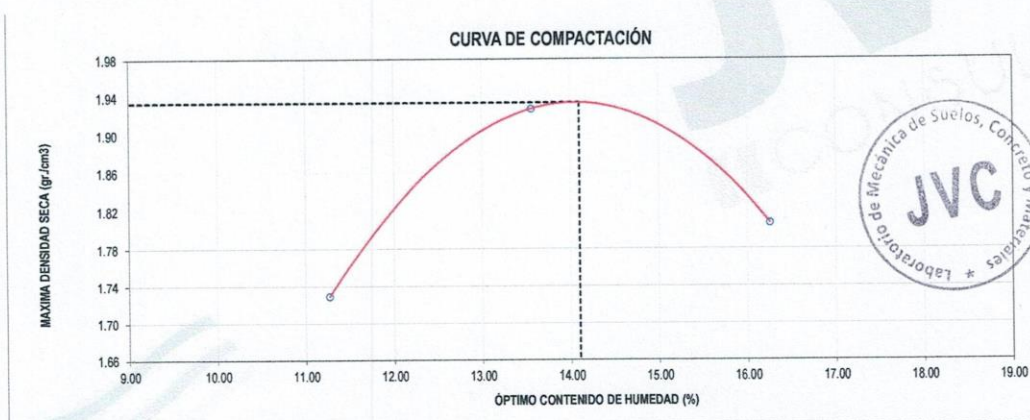
RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR MÉTODO C ASTM D-1557 / ASTM D1883	
PROYECTO :	EFFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA – HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022

Material :	CARRETERA	Profundidad:	-	m
Procedencia :	Calicata	Norte:	-	N
N° de Muestra :	C-1/E-1 + 0.7% Polvo PET	Este:	-	E
Ubicación :	HUAMACHUCO	Cota:	-	msnm

Molde N°	S- 123
Peso del Molde gr.	6,733
Volumen del Molde cm ³ .	2,114
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10,800	11,360	11,173			
Peso de Molde (gr.)	6,733	6,733	6,733			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,067	4,627	4,440			
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.92	2.19	2.10			
CAPSULA N°	C-3	C-15	C-4			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	1,054.8	993.7	927.5			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	969.5	888.6	814.0			
Peso de Agua (gr)	95.3	105.1	113.5			
Peso de Cápsula (gr.)	113.9	113.6	115.8			
Peso de Suelo Seco (gr.)	845.6	775.0	698.2			
% de Humedad	11.27	13.56	16.26			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.73	1.93	1.81			



Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.934
Óptimo Contenido de Humedad (%)	14.10

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Telef.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (ASTM - D1883)	
PROYECTO :	EFFECTO DEL PET REICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022


CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8330	8325	8790	8820	9080	9105
Peso de Molde (gr.)	3610	3610	4250	4290	4680	4680
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4720	4715	4540	4570	4400	4425
Volumen de Molde (cm3)	3228	3228	3226	3226	3229	3229
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.20	2.20	2.12	2.13	2.05	2.06
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	156.9	168.6	163.4	165.7	148.3	177.50
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	141.3	149.0	146.9	145.0	133.6	153.80
Peso de Agua (gr)	15.60	19.60	16.50	20.70	14.70	23.70
Peso de Cápsula (gr.)	30.30	30.90	29.80	30.00	29.10	30.70
Peso de Suelo Seco (gr.)	111.00	118.10	117.10	115.00	104.50	123.10
% de Humedad	14.05	16.60	14.09	18.00	14.07	19.25
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	1.93	1.89	1.86	1.81	1.80	1.73

ENSAYO DE EXPANSIÓN									
MOLDE	LECT. DIAL	MOLDE 1 - 56 GOLPES		MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		
		EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
TIEMPO	mm	%	mm		%	mm		%	
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
24 hrs	8	0.203	0.16	9	0.229	0.18	11	0.279	0.22
48 hrs	11	0.279	0.22	12	0.305	0.24	13	0.330	0.26
72 hrs	14	0.356	0.28	13	0.330	0.26	15	0.381	0.30
96 hrs	18	0.457	0.36	17	0.432	0.34	19	0.463	0.38

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN									
ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA		CORRECCIÓN	CARGA		CORRECCIÓN	CARGA		CORRECCIÓN
	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	kg	kg/cm ²	kg/cm ²
0.000	0.0	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.025	60	3.0		50	2.5		35	1.7	
0.050	110	5.4		90	4.5		65	3.2	
0.075	140	6.9		120	5.9		85	4.2	
0.100	175	8.7	8.6	150	7.4	7.2	120	5.9	5.9
0.150	235	11.6		205	10.2		165	8.2	
0.200	285	14.1	13.9	245	12.1	11.9	195	9.7	9.4
0.300	375	18.6		325	16.1		240	11.9	
0.400	445	22.0		370	18.3		280	13.9	
0.500	485	24.0		395	19.6		300	14.9	
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victor de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

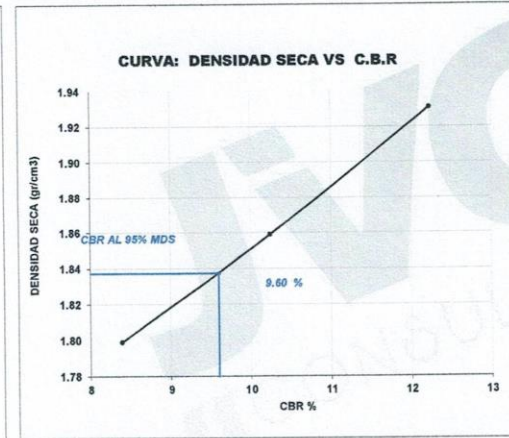
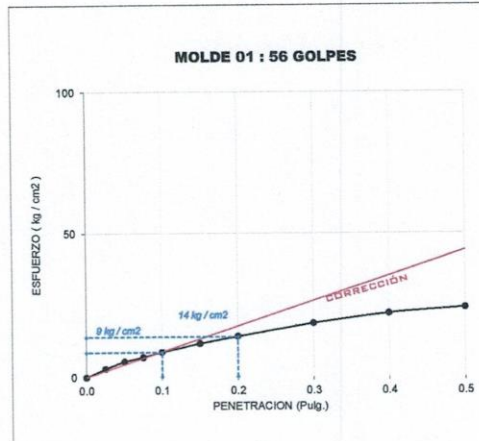
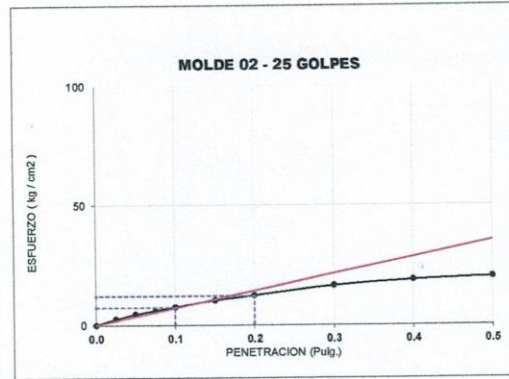
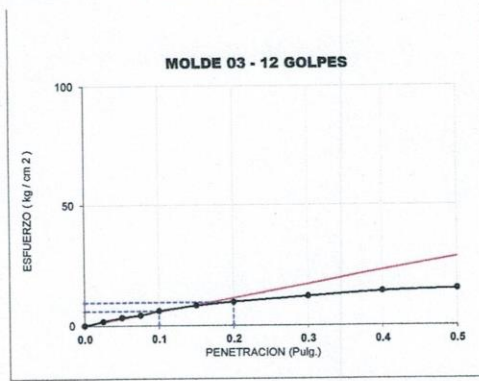

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





CURVAS - VALORES PRELIMINARES

Muestra : C-1/E-1 + 0.7% Polvo PET



Valores Corregidos

MOLDE N°	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	8.6	70.307	12.23	1.931
2	0.1	7.2	70.307	10.24	1.859
3	0.1	5.9	70.307	8.39	1.799

MOLDE N°	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.2	13.9	105.46	13.14	1.931
2	0.2	11.9	105.46	11.25	1.859
3	0.2	9.4	105.46	8.92	1.799

METODO DE COMPACTACIÓN	:	ASTM D1557
Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 100 %		1.93
Máxima Densidad Seca (gr./cm³) al 95 %		1.84
ÓPTIMO Contenido de Humedad		14.10%

RESULTADOS	
Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	12.23%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	9.60%



[Signature]
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
[Signature]
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL



ENSAYO DE COMPACTACION Y CBR AGREGANDO EL 1% DE PET DE TAMAÑO (2.00 mm – 2.36 mm) para la C-1:

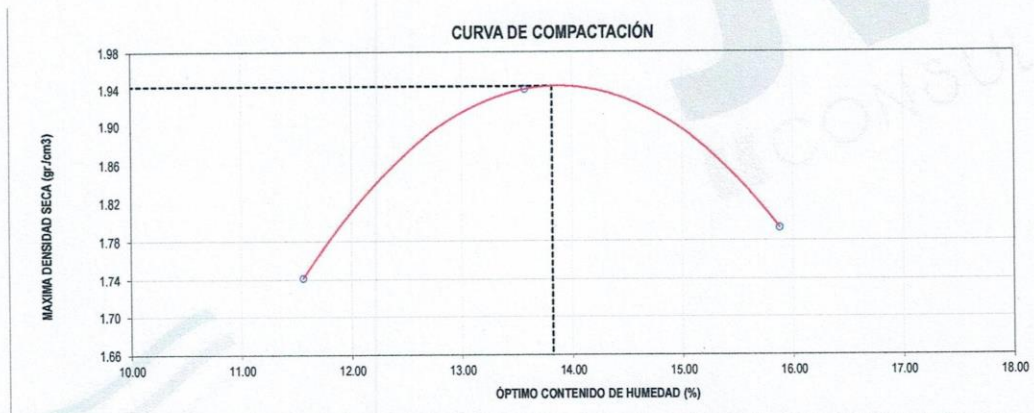


RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR MÉTODO C ASTM D-1557 / ASTM D1883	
PROYECTO :	EFFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA – HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022

Material :	CARRETERA	Profundidad:	-	m	Molde N°	S - 123
Procedencia :	Calicata	Norte:	-	N	Peso del Molde gr.	6,733
N° de Muestra :	C-1/E-1 + 1.0% Polvo PET	Este:	-	E	Volumen del Molde cm ³	2,114
Ubicación :	HUAMACHUCO	Cota:	-	msnm	N° de Capas	5
					N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10,840	11,390	11,125			
Peso de Molde (gr.)	6,733	6,733	6,733			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,107	4,657	4,392			
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.94	2.20	2.08			
CAPSULA N°	C-3	C-15	C-4			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	934.8	935.1	828.9			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	849.9	837.1	731.4			
Peso de Agua (gr)	84.9	98.0	97.5			
Peso de Cápsula (gr.)	115.5	115.2	117.4			
Peso de Suelo Seco (gr.)	734.4	721.9	614.0			
% de Humedad	11.56	13.58	15.88			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.74	1.94	1.79			



Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.943
Óptimo Contenido de Humedad (%)	13.82

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Telef.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES

ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA
(ASTM - D1883)

PROYECTO	:	EFFECTO DEL PET RECIKLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE	:	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN	:	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA	:	MAYO DEL 2022

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5968		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8316	8385	8821	8931	9117	9216
Peso de Molde (gr.)	3610	3610	4250	4250	4680	4680
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4706	4775	4571	4681	4437	4536
Volumen de Molde (cm ³)	3228	3228	3228	3226	3229	3229
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.20	2.23	2.13	2.19	2.07	2.12
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	160.6	172.0	166.9	169.2	151.8	160.90
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	144.1	151.3	149.6	147.3	136.2	157.10
Peso de Agua (gr.)	16.50	20.70	17.29	21.87	15.58	23.80
Peso de Cápsula (gr.)	24.90	25.50	24.40	24.60	23.70	25.30
Peso de Suelo Seco (gr.)	119.20	125.80	125.20	122.70	112.50	131.80
% de Humedad	13.84	16.45	13.81	17.82	13.85	18.06
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.93	1.91	1.88	1.86	1.82	1.79

ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	MOLDE 1 - 56 GOLPES				MOLDE 2 - 25 GOLPES				MOLDE 3 - 12 GOLPES			
	TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION			
mm			%	mm		%	mm		%			
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00			
24 hrs	10	0.254	0.20	12	0.305	0.24	14	0.356	0.28			
48 hrs	13	0.330	0.26	15	0.381	0.30	17	0.432	0.34			
72 hrs	18	0.457	0.36	19	0.463	0.38	19	0.463	0.38			
96 hrs	20	0.508	0.40	22	0.559	0.44	24	0.610	0.48			

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN	CARGA			CORRECCIÓN			CARGA			CORRECCIÓN		
	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	kg	kg/cm ²	kg/cm ²	kg	kg/cm ²	kg/cm ²
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.025	62	3.1		52	2.6		37	1.8				
0.050	107	5.3		97	4.8		72	3.6				
0.075	152	7.5		127	6.3		97	4.8				
0.100	187	9.3	9.1	162	8.0	7.8	132	6.5	6.4			
0.150	247	12.2		217	10.7		177	8.8				
0.200	297	14.7	14.6	257	12.7	12.6	207	10.2	9.9			
0.300	387	19.2		337	16.7		232	12.5				
0.400	457	22.6		382	18.9		292	14.5				
0.500	497	24.6		407	20.2		312	15.4				
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES					

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

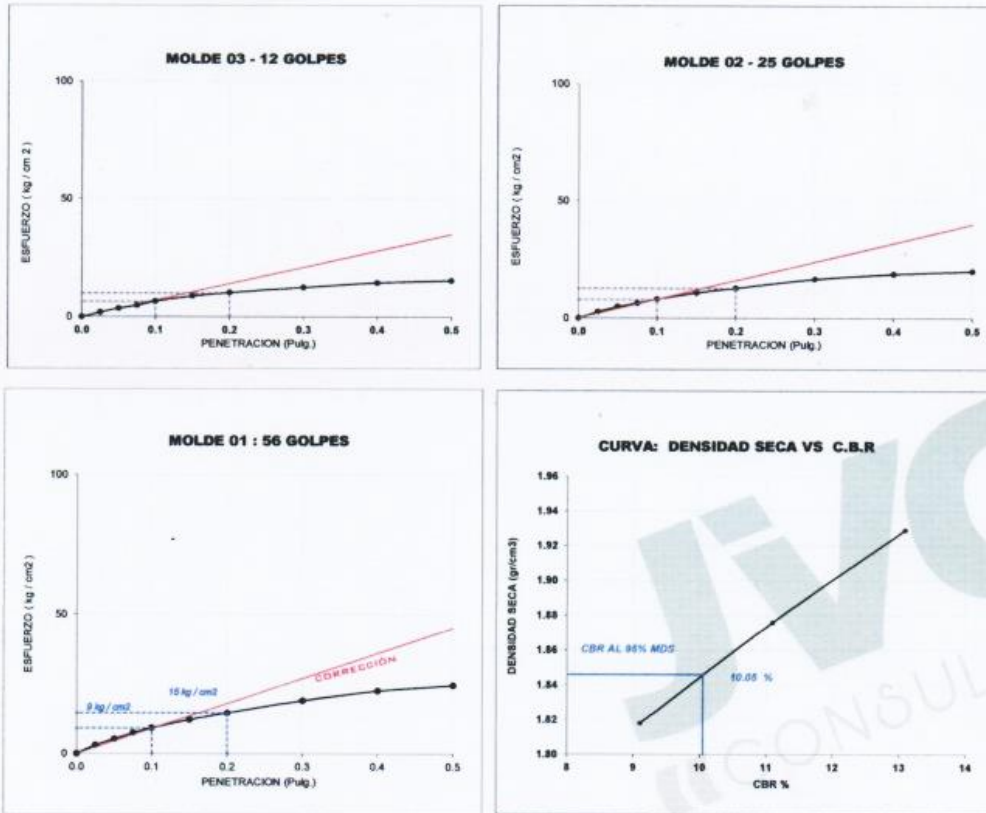
Carlos Javier Ramirez Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP 140574





CURVAS - VALORES PRELIMINARES

Muestra : C-1/E-1 + 1.0% Polvo PET



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm ²)	PRESION PATRÓN (kg/cm ²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)
1	0.1	9.2	70.307	13.09	1.929
2	0.1	7.8	70.307	11.09	1.876
3	0.1	6.4	70.307	9.10	1.818

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm ²)	PRESION PATRÓN (kg/cm ²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)
1	0.2	14.6	105.46	13.84	1.929
2	0.2	12.6	105.46	11.95	1.876
3	0.2	9.9	105.46	9.39	1.818

METODO DE COMPACTACIÓN	ASTM D1557
Máxima Densidad Seca (gr./cm ³) al 100 %	1.94
Máxima Densidad Seca (gr./cm ³) al 95 %	1.85
ÓPTIMO Contenido de Humedad	13.82%

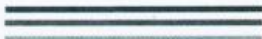
RESULTADOS	
Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	13.09%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	10.05%



Carlos Javier Ramírez Muñoz
INGENIERO CIVIL
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com



ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN PARA LA C-2:



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D6913**

PROYECTO : EFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO

SOLICITANTE : MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE

UBICACIÓN : HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD

FECHA : MAYO DEL 2022

DATOS :

Sondaje/Muestra : CALICATA C -2 / E-1

Código de Muestra : HUAMACHUCO

Observación : COLOR MARRÓN CLARO

Coordenadas : Norte N, Este E

Cota : ---

Progresiva : ---

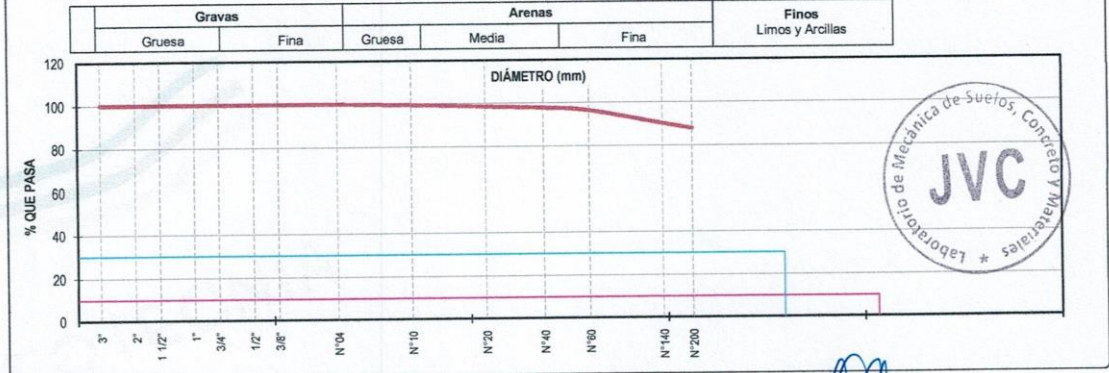
Masa Seca de Fracción	:	902.3 gr.	Masa de Finos Eliminados	:	791.70 gr.
Masa de Fracción Limpia y Seca	:	110.6 gr.	Error de Tamizado	:	-0.09%
Masa de Fracción Tamizada	:	110.5 gr.			

HUMEDAD NATURAL ASTM D 2216	
Sh + Tara	976.20 gr. / 1,201.80 gr.
Ss + Tara	817.40 gr. / 1,001.30 gr.
Tara	119.10 gr. / 132.70 gr.
Humedad(%)	22.74 / 23.08
Humedad Prom(%)	22.91

ENSAYO GRANULOMÉTRICO

Tamices ASTM D6913	Abertura en mm.	Masa Retenida	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificación Técnica	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA NTP 339.129
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Líquido : 38
2"	50.800	0.0	0.00	0.00	100.00		L. Plástico : 20
1 1/2"	38.100	0.0	0.00	0.00	100.00		Ind. Plástico : 18
1"	25.400	0.0	0.00	0.00	100.00		CLASIFICACIÓN / ASTM
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		Clas. SUCS (ASTM D2487) : CL
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00		Clas. AASHTO (ASTM D3282) : A-6 (11)
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00		
N°04	4.750	0.30	0.03	0.03	99.97		NOMBRE DEL GRUPO O MUESTRA
N°10	2.000	5.50	0.61	0.64	99.36		Arcilla de baja plasticidad
N°20	0.840	7.50	0.83	1.47	98.53		
N°40	0.425	7.20	0.80	2.27	97.73		
N°60	0.250	12.30	1.36	3.64	96.36		
N°140	0.106	55.30	6.13	9.76	90.24		
N°200	0.075	22.10	2.45	12.21	87.79		PROF. MUESTREO (m) : 1.50
< 200	Plato	0.30	87.79	100.00	0.00		ESTRATO C-2 / E-1 : 0.30 - 1.50
Total		110.50					PORCENTAJE DE MASA EN MUESTRA
DIÁMETROS EFECTIVOS	D10 = 0.74 D30 = 0.41 D60 = 0.17	COEF. UNIF. Y CURVATURA	CU = 0.23 CC = 1.34	% Grava = 0.03 % Arena = 12.18 % Finos = 87.79			

CURVA GRANULOMÉTRICA



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

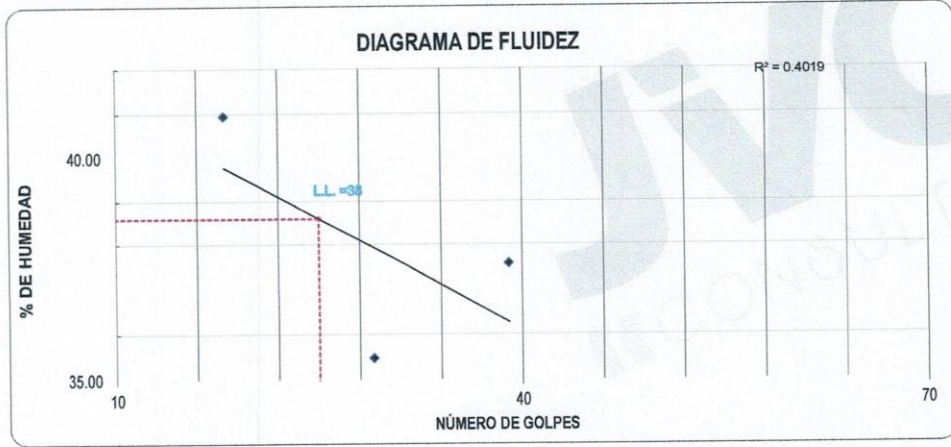


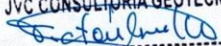
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES

**LÍMITES DE CONSISTENCIA
ASTM D4318**

PROYECTO : EFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE : MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN : HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA : MAYO DEL 2022

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLASTICO	
	18	29	39		
Nº de golpes					
Peso tara (gr.)	14.10	14.53	12.64	14.19	14.43
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	39.26	37.83	35.31	20.75	21.56
Peso tara + suelo seco (gr.)	31.95	31.73	29.12	19.68	20.39
Humedad %	40.95	35.47	37.56	19.49	19.63
Límites		38.00			20.00



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO Y MATERIALES	
CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216	
PROYECTO	: EFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE	: MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN	: HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA	: MAYO DEL 2022

Prof. de Muestreo : 1.50 m.
 Calicata / Muestra : CALICATA C-2 / E-1
 Estrato : 0.30 - 1.50 m.

Análisis Preliminar (Separación)
 Tamaño Máximo : N° 04
 Tamiz Separador : No Requerido

CONTENIDO DE HUMEDAD D-2216		
DESCRIPCIÓN	D-01	D-02
Masa de Recipiente (gr.)	119.10	132.70
Masa de Recipiente + Suelo Humedo (gr.)	976.20	1,201.80
Masa de Recipiente + Suelo Seco Inicial (gr.)	819.75	1,003.63
Masa de Recipiente + Suelo Seco 02 (gr.)	817.40	1,001.30
Masa de Recipiente + Suelo Seco Final (gr.)	817.40	1001.30
Masa de Suelo Seco (gr.)	698.30	868.60
Masa de Agua (gr.)	158.80	200.50
Contenido de Humedad (%)	22.74	23.08
Clasificación Visual - Manual	CL	CL
Contenido de Humedad Promedio (%)	22.91	

CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL




 Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

ENSAYO DE COMPACTACION Y CBR PARA LA C-2:

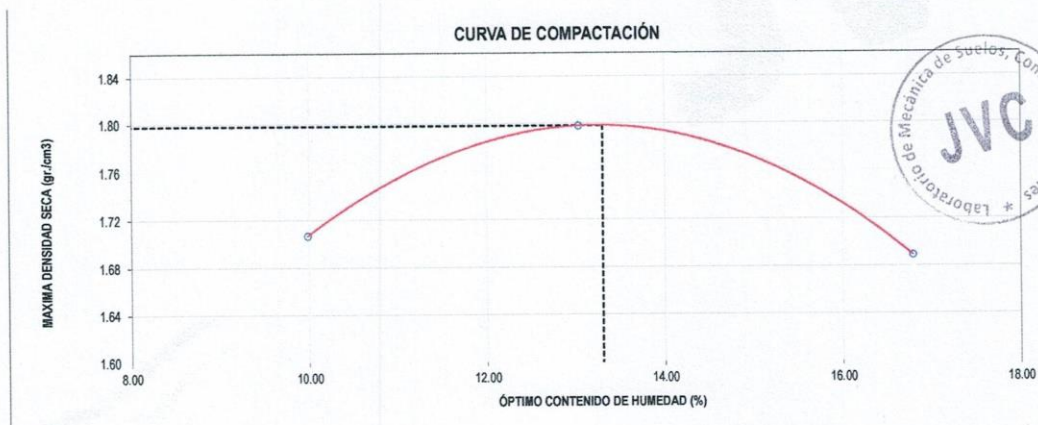


RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR	
MÉTODO C	
ASTM D-1557 / ASTM D1883	
PROYECTO	: EFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE	: MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN	: HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA	: MAYO DEL 2022

Material	: CARRETERA	Profundidad:	-	m	Molde Nº	S - 123
Procedencia	: Calicata	Norte:	-	N	Peso del Molde gr.	6,733
Nº de Muestra	: C-2/E-1	Este:	-	E	Volumen del Molde cm³	2,114
Ubicación	: HUAMACHUCO	Cota:	-	msnm	Nº de Capas	5
					Nº de Golpes por capa	56

MUESTRA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10,701	11,029	10,903			
Peso de Molde (gr.)	6,733	6,733	6,733			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	3,968	4,296	4,170			
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.88	2.03	1.97			
CAPSULA Nº	C-3	C-15	C-4			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	939.0	1,162.8	885.2			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	863.3	1,041.2	773.7			
Peso de Agua (gr.)	75.7	121.6	111.5			
Peso de Cápsula (gr.)	105.1	108.2	108.5			
Peso de Suelo Seco (gr.)	758.2	933.0	664.2			
% de Humedad	9.98	13.03	16.79			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.71	1.80	1.69			



Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.798
Óptimo Contenido de Humedad (%)	13.30

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (ASTM - D1883)	
PROYECTO :	EFFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5988		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	11780	11910	10305	10450	11385	11545
Peso de Molde (gr.)	7450	7450	6118	6118	7326	7326
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4330	4460	4187	4332	4059	4219
Volumen de Molde (cm3)	3204	3204	3204	3204	3205	3205
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.04	2.10	1.98	2.04	1.91	1.99
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	92.9	132.7	88.4	122.6	89.5	109.00
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	83.3	123.5	79.1	102.2	80.2	91.80
Peso de Agua (gr)	9.55	9.20	9.27	20.40	9.32	17.20
Peso de Cápsula (gr.)	12.60	79.90	10.30	12.40	10.30	16.30
Peso de Suelo Seco (gr.)	70.70	43.60	68.80	89.80	69.90	75.50
% de Humedad	13.51	21.10	13.47	22.72	13.33	22.78
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	1.80	1.74	1.74	1.67	1.69	1.62

ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	MOLDE 1 - 56 GOLPES				MOLDE 2 - 25 GOLPES				MOLDE 3 - 12 GOLPES			
	TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION			
			mm	%		mm	%		mm	%		
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00			
24 hrs	8	0.203	0.16	10	0.254	0.20	13	0.330	0.26			
48 hrs	16	0.406	0.32	17	0.432	0.34	20	0.508	0.40			
72 hrs	19	0.483	0.38	21	0.533	0.42	23	0.584	0.46			
96 hrs	20	0.508	0.40	23	0.584	0.46	25	0.635	0.50			

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION
	kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²	
0.000	0.00	0.0	6.7	0.00	0.0	5.4	0.00	0.0	4.2
0.025	20	1.0		10	0.5		5	0.2	
0.050	70	3.5	12.0	50	2.5	10.5	25	1.2	8.0
0.075	100	5.0		80	4.0		45	2.2	
0.100	135	6.7	12.0	110	5.4	10.5	80	4.0	8.0
0.150	195	9.7		165	8.2		125	6.2	
0.200	245	12.1	12.0	205	10.2	10.5	155	7.7	8.0
0.300	335	16.6		285	14.1		200	9.9	
0.400	405	20.1	12.0	330	16.3	10.5	240	11.9	8.0
0.500	445	22.0		355	17.6		260	12.9	
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victor... los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

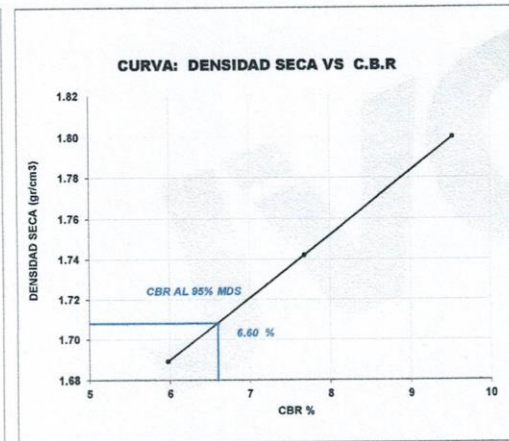
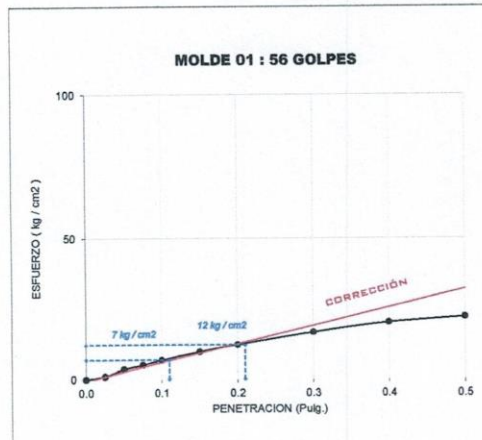
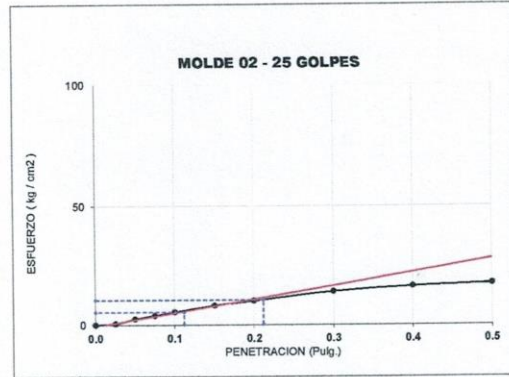
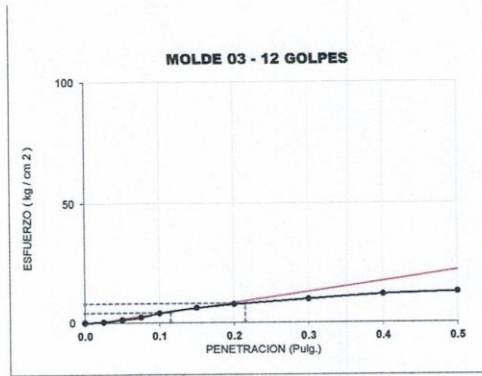




CURVAS - VALORES PRELIMINARES

Calicata

C-2/E-1



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	6.7	70.307	9.53	1.800
2	0.1	5.4	70.307	7.68	1.742
3	0.1	4.2	70.307	5.97	1.689

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	12.0	105.46	11.38	1.800
2	0.2	10.5	105.46	9.96	1.742
3	0.2	8.0	105.46	7.59	1.689

METODO DE COMPACTACIÓN :	ASTM D1557
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	1.80
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.71
ÓPTIMO Contenido de Humedad	13.30%

RESULTADOS	
Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	9.53%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	6.60%



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

ENSAYO DE COMPACTACION Y CBR AGREGANDO EL 0.4% DE PET DE TAMAÑO 4.00 mm - 4.75 mm) para la C-2:



RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (ASTM - D1883)	
PROYECTO	: EFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE	: MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACION	: HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA	: MAYO DEL 2022

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
	5		5		5	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8020	8095	8510	8590	8800	8875
Peso de Molde (gr.)	3610	3610	4250	4250	4680	4680
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4410	4485	4260	4340	4120	4195
Volumen de Molde (cm3)	3228	3228	3226	3226	3229	3229
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.06	2.09	1.99	2.03	1.92	1.96
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	266.1	280.8	275.7	278.0	280.6	289.70
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	239.7	241.1	246.3	237.1	232.9	245.90
Peso de Agua (gr)	28.40	39.70	29.39	40.87	27.88	43.80
Peso de Cápsula (gr.)	22.70	23.30	22.20	22.40	21.50	23.10
Peso de Suelo Seco (gr.)	217.00	217.80	224.10	214.70	211.40	222.80
% de Humedad	13.09	18.23	13.11	19.04	13.09	19.66
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	1.82	1.77	1.76	1.70	1.70	1.84

ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	MOLDE 1 - 56 GOLPES				MOLDE 2 - 25 GOLPES				MOLDE 3 - 12 GOLPES			
	TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION			
			mm	%		mm	%		mm	%		
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00			
24 hrs	9	0.229	0.18	10	0.254	0.20	11	0.279	0.22			
48 hrs	12	0.305	0.24	14	0.356	0.28	16	0.406	0.32			
72 hrs	15	0.381	0.30	17	0.432	0.34	19	0.483	0.38			
96 hrs	17	0.432	0.34	20	0.508	0.40	23	0.584	0.46			

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA		CORRECCIÓN	CARGA		CORRECCIÓN	CARGA		CORRECCIÓN
	kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²	
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.025	30	1.5		20	1.0		5	0.2	
0.050	80	4.0		60	3.0		35	1.7	
0.075	110	5.4		90	4.5		55	2.7	
0.100	145	7.2	7.1	120	5.9	6.0	90	4.5	5.0
0.150	205	10.2		175	8.7		135	6.7	
0.200	255	12.6	12.6	215	10.6	10.7	165	8.2	8.2
0.300	345	17.1		295	14.6		210	10.4	
0.400	415	20.5		340	16.8		250	12.4	
0.500	455	22.5		365	18.1		270	13.4	
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com

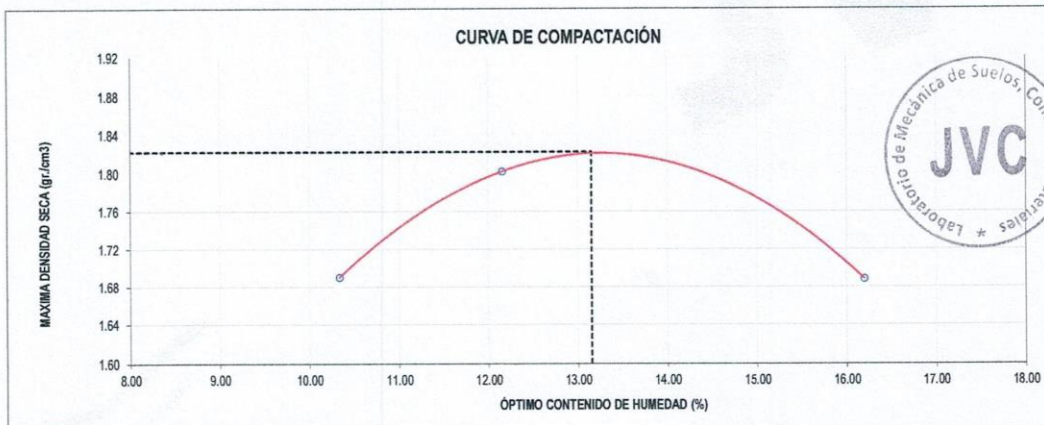


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR MÉTODO C ASTM D-1557 / ASTM D1883	
PROYECTO :	EFFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022

Material :	CARRETERA	Profundidad:	-	m
Procedencia :	Calicata	Norte:	-	N
N° de Muestra :	C-2/E-1+ 0.4% Polvo PET	Este:	-	E
Ubicación :	HUAMACHUCO	Cota:	-	msnm

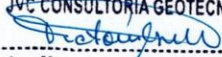
Molde N°	S - 123
Peso del Molde gr.	6,733
Volumen del Molde cm ³	2,114
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10,875	11,005	10,880			
Peso de Molde (gr.)	6,733	6,733	6,733			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	3,942	4,272	4,147			
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.86	2.02	1.96			
CAPSULA N°	C-3	C-15	C-4			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	867.5	968.2	953.5			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	797.0	875.7	836.9			
Peso de Agua (gr)	70.5	92.5	116.6			
Peso de Cápsula (gr.)	115.0	114.7	116.9			
Peso de Suelo Seco (gr.)	682.0	761.0	720.0			
% de Humedad	10.34	12.16	16.19			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.89	1.80	1.69			



Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.822
Óptimo Contenido de Humedad (%)	13.15

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

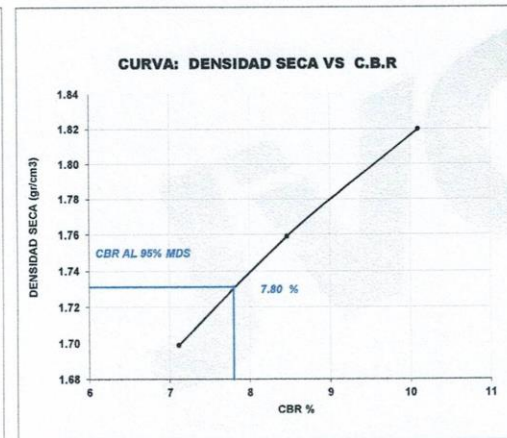
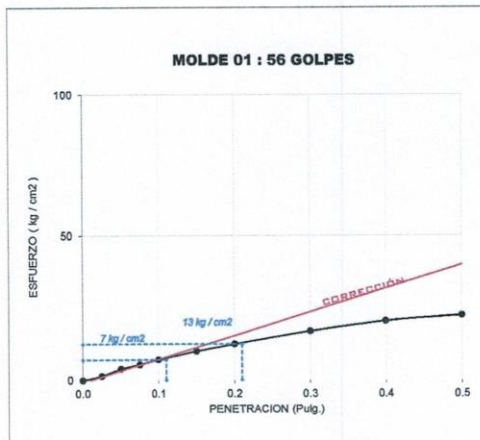
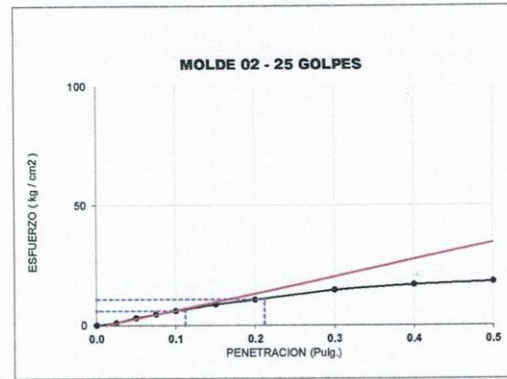
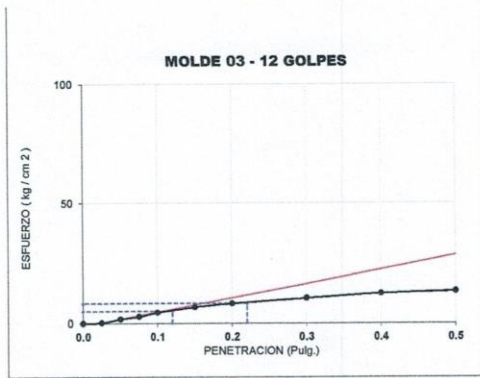
JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL


Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574



CURVAS - VALORES PRELIMINARES

Muestra : C-2/E-1+ 0.4% Peles PET



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓN N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	7.1	70.307	10.10	1.820
2	0.1	6.0	70.307	8.46	1.759
3	0.1	5.0	70.307	7.11	1.699

MOLDE Nº	PENETRACIÓN N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	12.6	105.46	11.95	1.820
2	0.2	10.7	105.46	10.15	1.759
3	0.2	8.2	105.46	7.78	1.699

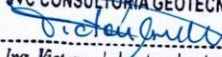
METODO DE COMPACTACIÓN : ASTM D1557

Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 100 %	1.82
Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 95 %	1.73
ÓPTIMO Contenido de Humedad	13.15%

RESULTADOS	
Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	10.10%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	7.80%



Carlos Javier Ramirez Nuñez
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL



ENSAYO DE COMPACTACION Y CBR AGREGANDO EL 0.7% DE PET DE TAMAÑO (4.00 mm - 4.75 mm) para la C-2:



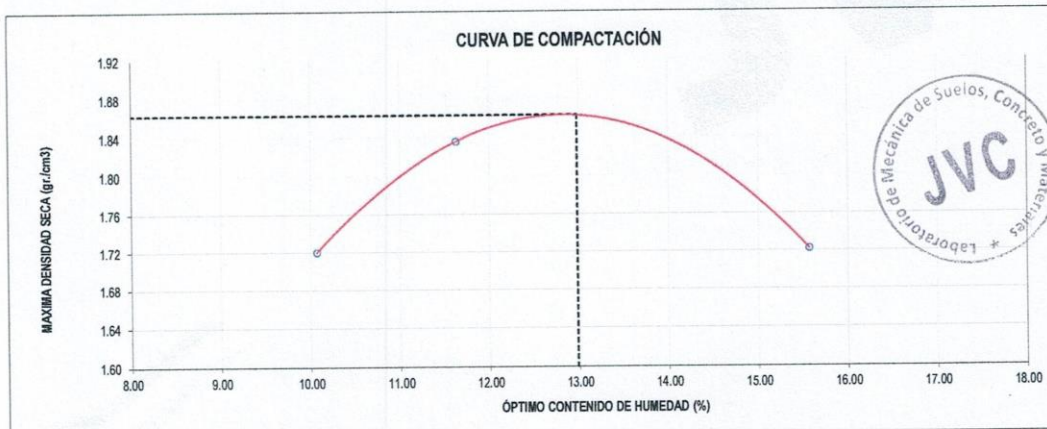
RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR MÉTODO C ASTM D-1557 / ASTM D1883	
PROYECTO :	EFFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022

Material : CARRETERA Profundidad: - m
 Procedencia : Calicata Norte: - N
 N° de Muestra : C-2/E-1+ 0.7% Pelee PET Este: - E
 Ubicación : HUAMACHUCO Cota: - msnm

Molde N°	S - 123
Peso del Molde gr.	6,733
Volumen del Molde cm ³ .	2,114
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10,735	11,065	10,940			
Peso de Molde (gr.)	6,733	6,733	6,733			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,002	4,332	4,207			
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.89	2.05	1.99			
CAPSULA N°	C-3	C-15	C-4			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	896.1	996.8	982.1			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	824.8	905.1	865.8			
Peso de Agua (gr)	71.3	91.7	116.3			
Peso de Cápsula (gr.)	116.9	116.6	118.8			
Peso de Suelo Seco (gr.)	707.9	788.5	747.0			
% de Humedad	10.07	11.83	15.57			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.72	1.84	1.72			



Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.863
Óptimo Contenido de Humedad (%)	12.98

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (ASTM - D1883)	
PROYECTO :	EFEECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8105	8180	8585	8665	8875	8950
Peso de Molde (gr.)	3610	3610	4250	4250	4680	4680
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4495	4570	4335	4415	4195	4270
Volumen de Molde (cm ³)	3228	3228	3226	3226	3229	3229
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.10	2.13	2.02	2.06	1.96	1.99
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	324.5	336.4	337.6	333.5	316.1	347.30
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	290.5	293.9	302.1	290.9	282.9	301.70
Peso de Agua (gr.)	34.00	42.50	35.50	42.60	33.20	45.60
Peso de Cápsula (gr.)	28.50	29.10	28.00	28.20	27.30	28.90
Peso de Suelo Seco (gr.)	262.00	264.80	274.10	262.70	255.60	272.80
% de Humedad	12.98	16.05	12.95	16.22	12.99	16.72
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.86	1.84	1.79	1.77	1.73	1.71

ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	MOLDE 1 - 56 GOLPES				MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		
	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		
		mm	%		mm	%		mm	%	
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	
24 hrs	9	0.229	0.18	10	0.254	0.20	11	0.279	0.22	
48 hrs	12	0.305	0.24	14	0.356	0.28	16	0.406	0.32	
72 hrs	15	0.381	0.30	17	0.432	0.34	19	0.483	0.38	
96 hrs	17	0.432	0.34	20	0.508	0.40	23	0.584	0.46	

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA		CORRECCION kg/cm ²	CARGA		CORRECCION kg/cm ²	CARGA		CORRECCION kg/cm ²
	kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²	
0.000	0.00	0.0	8.0	0.00	0.0	6.8	0.00	0.0	5.4
0.025	35	1.7		30	1.5		15	0.7	
0.050	85	4.2	70	3.5	45	2.2			
0.075	115	5.7	100	5.0	65	3.2			
0.100	160	7.9	135	6.7	105	5.2			
0.150	220	10.9	190	9.4	150	7.4			
0.200	270	13.4	230	11.4	180	8.9			
0.300	360	17.8	310	15.3	225	11.1			
0.400	430	21.3	355	17.6	265	13.1			
0.500	470	23.3	380	18.8	285	14.1			
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

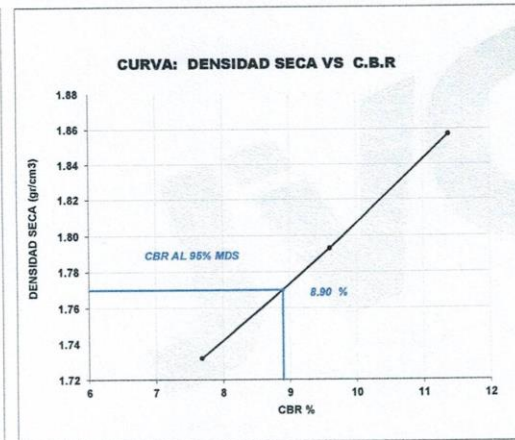
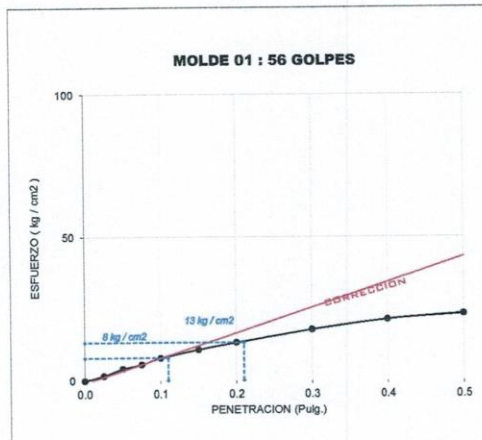
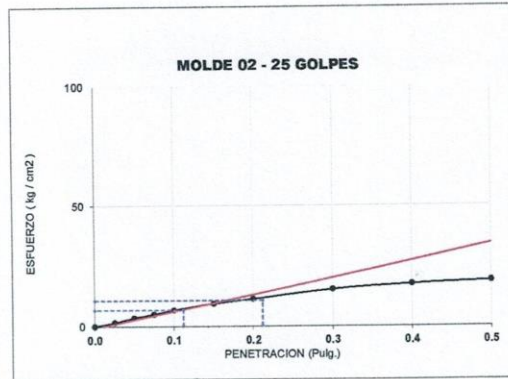
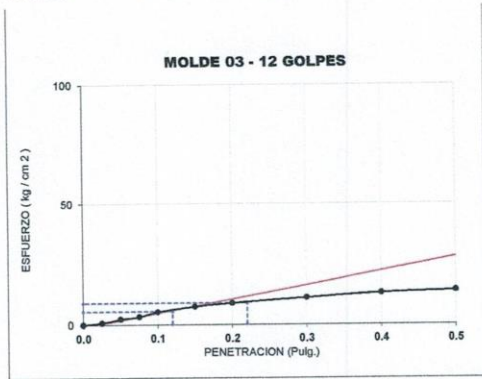
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





CURVAS - VALORES PRELIMINARES

Muestra : C-2/E-1+ 0.7% Peles PET



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	8.0	70.307	11.38	1.857
2	0.1	6.8	70.307	9.60	1.793
3	0.1	5.4	70.307	7.68	1.732

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	13.4	105.46	12.71	1.857
2	0.2	10.7	105.46	10.15	1.793
3	0.2	8.9	105.46	8.44	1.732

METODO DE COMPACTACIÓN :	ASTM D1557	
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %		1.86
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %		1.77
ÓPTIMO Contenido de Humedad		12.98%

RESULTADOS	
Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	11.38%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	8.90%



[Signature]
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
[Signature]
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL



ENSAYO DE COMPACTACION Y CBR AGREGANDO EL 1% DE PET DE TAMAÑO (4.00 mm - 4.75 mm) para la C-2:



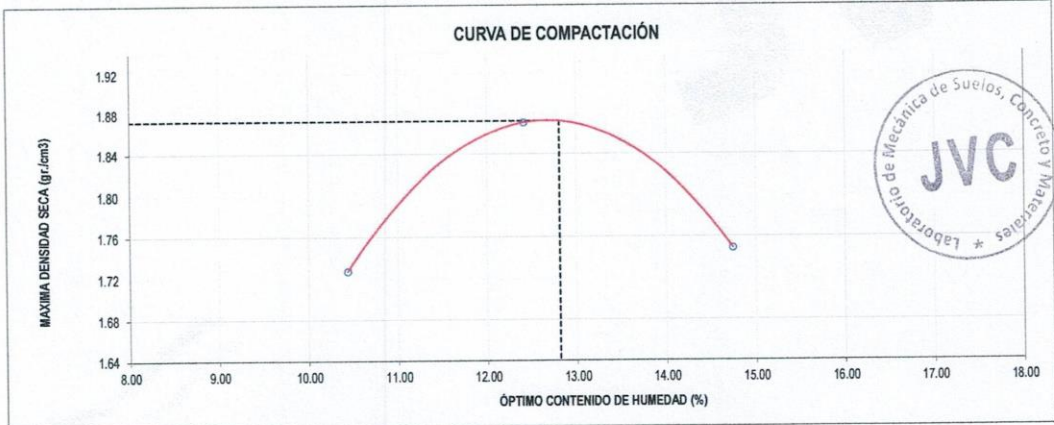
RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE COMPACTACION - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR MÉTODO C ASTM D-1557 / ASTM D1883	
PROYECTO :	EFFECTO DEL PET REICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022

Material :	CARRETERA	Profundidad:	-	m	
Procedencia :	Calicata	Norte:	-	N	
N° de Muestra :	C-2/E-1+ 1.0% Pelos PET	Este:	-	E	
Ubicación :	HUAMACHUCO	Cota:	-	msnm	

Moide N°	S-123
Peso del Moide gr.	6.733
Volumen del Moide cm ³	2.114
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10,765	11,180	10,975			
Peso de Molde (gr.)	6,733	6,733	6,733			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,032	4,447	4,242			
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.91	2.10	2.01			
CAPSULA N°	C-3	C-15	C-4			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	893.8	994.5	979.8			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	814.0	890.1	860.5			
Peso de Agua (gr.)	79.8	104.4	119.3			
Peso de Cápsula (gr.)	49.4	49.1	51.3			
Peso de Suelo Seco (gr.)	764.6	841.0	809.2			
% de Humedad	10.44	12.41	14.74			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.73	1.87	1.75			



Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.873
Óptimo Contenido de Humedad (%)	12.81

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (ASTM - D1883)	
PROYECTO :	EFEECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACION :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8120	8195	8590	8660	8880	8955
Peso de Molde (gr.)	3610	3610	4250	4250	4680	4680
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4510	4585	4340	4410	4200	4275
Volumen de Molde (cm ³)	3228	3228	3228	3228	3229	3229
Volumen del Disco Espaciador (cm ³)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.10	2.14	2.03	2.06	1.96	1.99
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	331.3	362.0	338.9	361.1	325.6	352.90
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	296.2	313.3	303.1	312.3	291.1	304.10
Peso de Agua (gr)	35.10	48.70	35.79	48.80	34.50	48.80
Peso de Cápsula (gr.)	23.50	24.10	23.00	23.20	22.30	23.90
Peso de Suelo Seco (gr.)	272.70	289.20	280.10	289.10	268.80	280.20
% de Humedad	12.87	16.84	12.78	16.88	12.83	17.42
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.87	1.83	1.80	1.76	1.74	1.70

ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	MOLDE 1 - 56 GOLPES				MOLDE 2 - 25 GOLPES				MOLDE 3 - 12 GOLPES			
	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%			
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
24 hrs	10	0.254	0.20	11	0.279	0.22	12	0.305	0.24	12	0.305	0.24
48 hrs	11	0.279	0.22	13	0.330	0.26	15	0.381	0.30	15	0.381	0.30
72 hrs	13	0.330	0.26	15	0.381	0.30	17	0.432	0.34	17	0.432	0.34
96 hrs	18	0.457	0.36	21	0.533	0.42	24	0.610	0.48	24	0.610	0.48

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA		CORRECCIÓN	CARGA		CORRECCIÓN	CARGA		CORRECCIÓN
	kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²	
0.000	0.00	0.0	8.2	0.00	0.0	7.0	0.00	0.0	5.5
0.025	45	2.2		35	1.7		25	1.2	
0.050	90	4.5	75	3.7	55	2.7	9.2		
0.075	125	6.2	105	5.2	75	3.7			
0.100	165	8.2	140	6.9	110	5.4			
0.150	225	11.1	195	9.7	155	7.7			
0.200	275	13.6	235	11.6	185	9.2			
0.300	365	18.1	315	15.6	230	11.4			
0.400	435	21.5	360	17.8	270	13.4			
0.500	475	23.5	385	19.1	290	14.4			
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

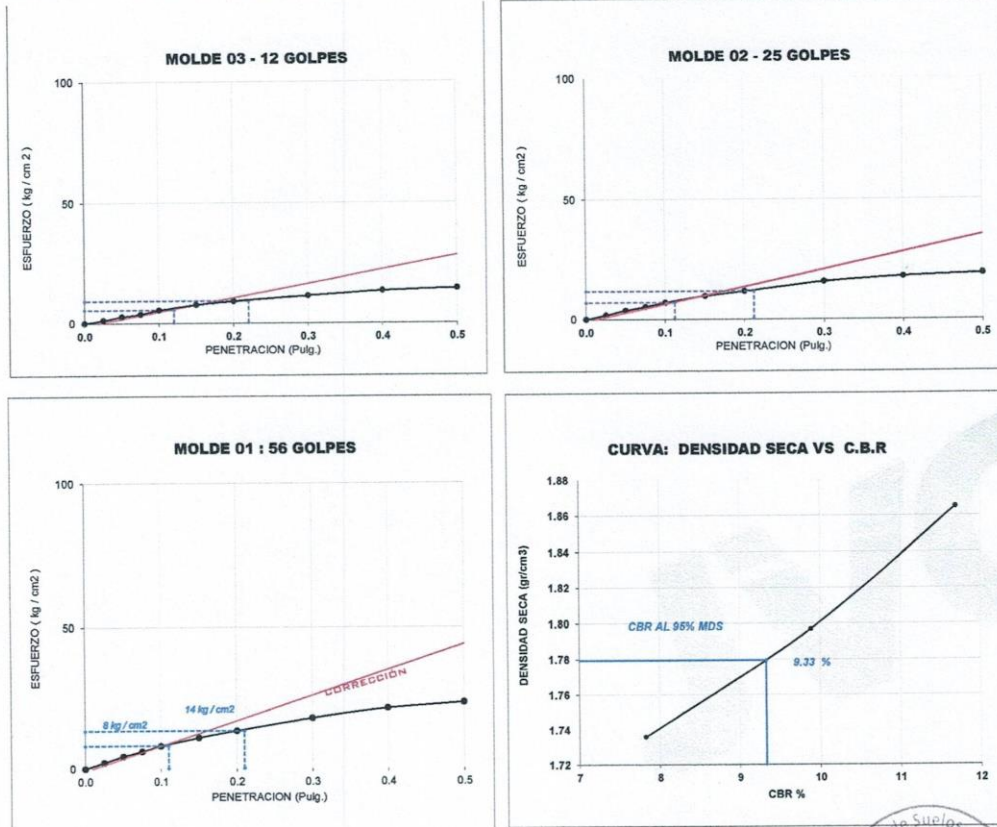
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





CURVAS - VALORES PRELIMINARES

Muestra : C-2/E-1+ 1.0% Peles PET



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	8.2	70.307	11.69	1.865
2	0.1	7.0	70.307	9.89	1.797
3	0.1	5.5	70.307	7.82	1.736

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	13.6	105.46	12.90	1.865
2	0.2	11.7	105.46	11.05	1.797
3	0.2	9.2	105.46	8.72	1.736

METODO DE COMPACTACION :	ASTM D1557
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	1.87
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.78
ÓPTIMO Contenido de Humedad	12.81%

RESULTADOS	
Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	11.69%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	9.33%



[Signature]
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
[Signature]
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

ENSAYO DE COMPACTACION Y CBR AGREGANDO EL 0.4% DE PET DE TAMAÑO (2.00 mm – 2.36 mm) para la C-2:

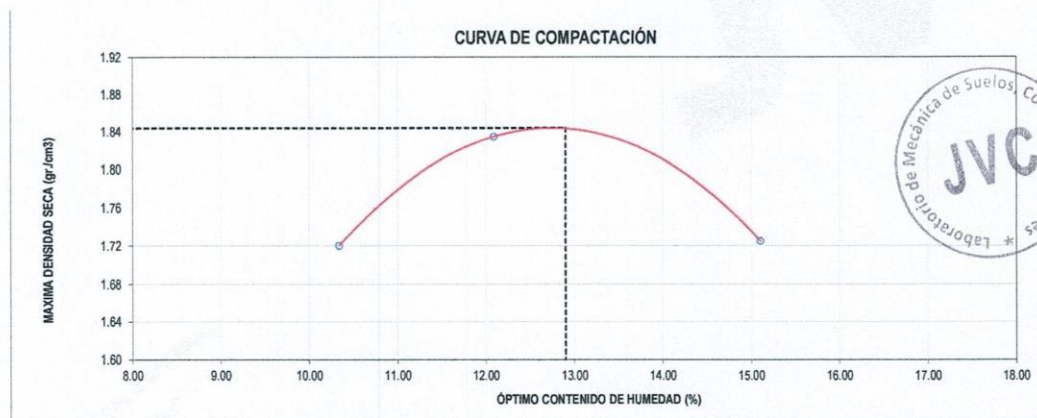


RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR MÉTODO C ASTM D-1557 / ASTM D1883	
PROYECTO :	EFFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA – HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022

Material :	CARRETERA	Profundidad:	-	m	Molde N°	S - 123
Procedencia :	Calicata	Norte:	-	N	Peso del Molde gr.	6,733
N° de Muestra :	C-2/E-1 + 0.4% Polvo PET	Este:	-	E	Volumen del Molde cm ³ .	2,114
Ubicación :	HUAMACHUCO	Cota:	-	msnm	N° de Capas	5
					N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10,745	11,080	10,930			
Peso de Molde (gr.)	6,733	6,733	6,733			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,012	4,347	4,197			
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.90	2.06	1.99			
CAPSULA N°	C-3	C-15	C-4			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	869.3	979.2	991.3			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	798.3	885.6	876.1			
Peso de Agua (gr)	71.0	93.6	115.2			
Peso de Cápsula (gr.)	111.6	111.3	113.5			
Peso de Suelo Seco (gr.)	686.7	774.3	762.6			
% de Humedad	10.34	12.09	15.11			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.72	1.83	1.72			



Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.844
Óptimo Contenido de Humedad (%)	12.90

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustín Díaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramírez Muñoz
Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (ASTM - D1883)	
PROYECTO :	EFFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRION - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5815	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8070	8145	8560	8640	8850	8925
Peso de Molde (gr.)	3610	3610	4250	4250	4680	4680
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4460	4535	4310	4390	4170	4245
Volumen de Molde (cm3)	3226	3226	3226	3226	3229	3229
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.08	2.12	2.01	2.05	1.94	1.98
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	278.7	291.4	286.3	288.6	271.4	300.30
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	249.6	252.5	256.2	248.5	243.1	257.30
Peso de Agua (gr)	29.10	38.90	30.09	40.07	28.30	43.00
Peso de Cápsula (gr.)	24.40	25.00	23.90	24.10	23.20	24.80
Peso de Suelo Seco (gr.)	225.20	227.50	232.30	224.40	219.90	232.50
% de Humedad	12.92	17.10	12.95	17.86	12.87	18.49
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	1.84	1.81	1.78	1.74	1.72	1.67

ENSAYO DE EXPANSIÓN									
MOLDE	LECT. DIAL	MOLDE 1 - 56 GOLPES		MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		
		EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
TIEMPO		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
24 hrs	8	0.203	0.16	9	0.229	0.18	10	0.254	0.20
48 hrs	10	0.254	0.20	12	0.305	0.24	14	0.356	0.28
72 hrs	13	0.330	0.26	15	0.381	0.30	17	0.432	0.34
96 hrs	15	0.381	0.30	18	0.457	0.36	21	0.533	0.42

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN									
ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA		CORRECCION kg/cm ²	CARGA		CORRECCION kg/cm ²	CARGA		CORRECCION kg/cm ²
	kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²	
0.000	0.00	0.0		0.00	0.0		0.00	0.0	
0.025	35	1.7		25	1.2		15	0.7	
0.050	80	4.0		65	3.2		45	2.2	
0.075	110	5.4		95	4.7		65	3.2	
0.100	150	7.4	7.5	125	6.2	6.2	100	5.0	5.0
0.150	210	10.4		180	8.9		145	7.2	
0.200	260	12.9	12.9	220	10.9	10.9	175	8.7	8.7
0.300	350	17.3		300	14.9		220	10.9	
0.400	420	20.8		345	17.1		260	12.9	
0.500	460	22.8		370	18.3		280	13.9	
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
[Firma]
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

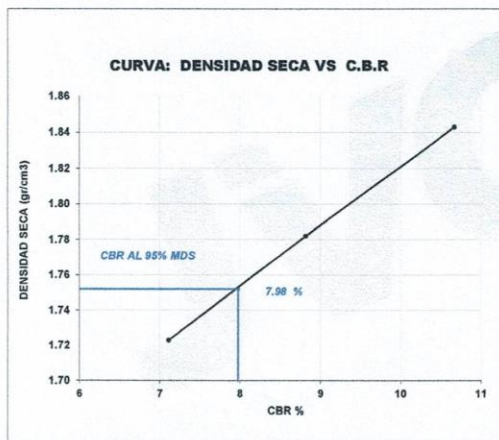
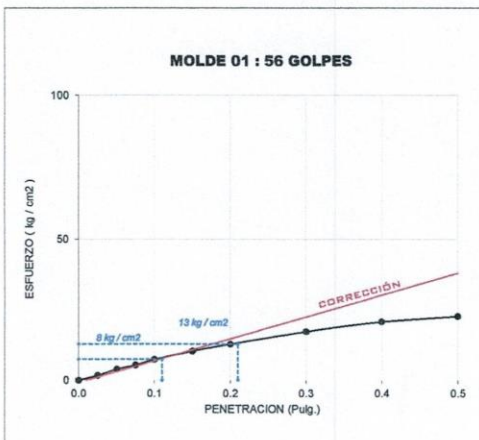
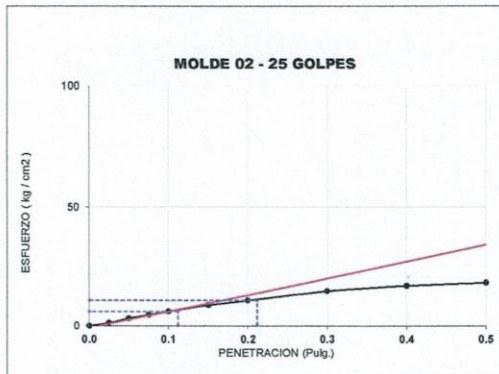
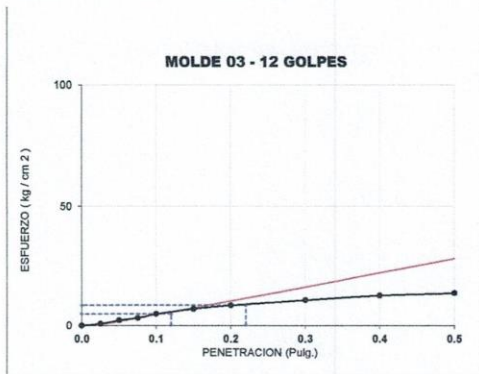
[Firma]
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





CURVAS - VALORES PRELIMINARES

Muestra : C-2/E-1 + 0.4% Polvo PET



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓN N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	7.5	70.307	10.67	1.843
2	0.1	6.2	70.307	8.82	1.782
3	0.1	5.0	70.307	7.11	1.723

MOLDE Nº	PENETRACIÓN N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	12.9	105.46	12.23	1.843
2	0.2	10.9	105.46	10.34	1.782
3	0.2	8.7	105.46	8.25	1.723

METODO DE COMPACTACIÓN :	ASTM D1557
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	1.84
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.75
ÓPTIMO Contenido de Humedad	12.90%

RESULTADOS	
Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	10.67%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	7.98%



Carlos Javier Ramírez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

ENSAYO DE COMPACTACION Y CBR AGREGANDO EL 0.7% DE PET DE TAMAÑO (2.00 mm – 2.36 mm) para la C-2:

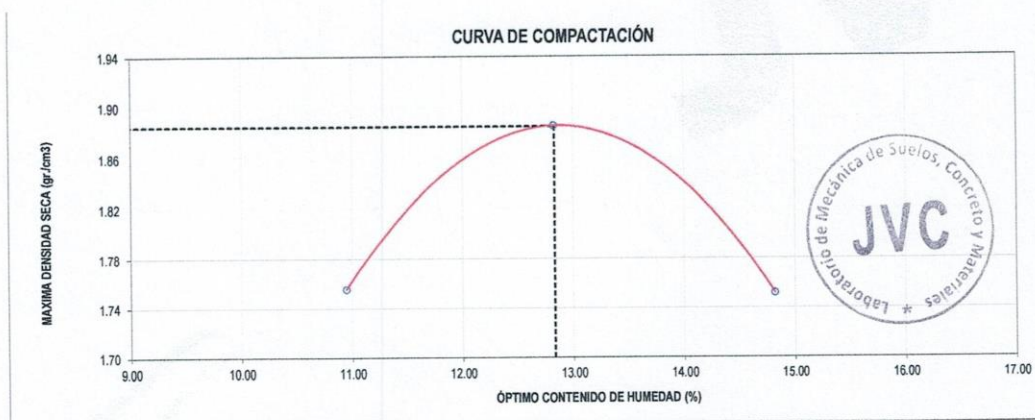


RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR MÉTODO C ASTM D-1557 / ASTM D1883	
PROYECTO :	EFEECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA – HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022

Material :	CARRETERA	Profundidad:	-	m	Molde N°	S - 123
Procedencia :	Calicata	Norte:	-	N	Peso del Molde gr.	6,733
N° de Muestra :	C-2/E-1 + 0.7% Polvo PET	Este:	-	E	Volumen del Molde cm ³	2,114
Ubicación :	HUAMACHUCO	Cota:	-	msnm	N° de Capas	5
					N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10,850	11,230	10,985			
Peso de Molde (gr.)	6,733	6,733	6,733			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,117	4,497	4,252			
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.95	2.13	2.01			
CAPSULA N°	C-3	C-15	C-4			
Peso de suelo Húmedo + Capsula (gr.)	929.2	1,029.9	1,015.2			
Peso de suelo seco + Capsula (gr.)	848.2	925.1	898.4			
Peso de Agua (gr)	81.0	104.8	116.8			
Peso de Capsula (gr.)	108.3	108.0	110.2			
Peso de Suelo Seco (gr.)	739.9	817.1	788.2			
% de Humedad	10.95	12.83	14.82			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.76	1.89	1.75			



Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.885
Óptimo Contenido de Humedad (%)	12.83

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

 Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
 GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
 Ingeniero Civil
 CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
 Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
 Teléf.: 044 – 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
 consultoriageotecniajvc@gmail.com

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (ASTM - D1883)	
PROYECTO :	EFEECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5888		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8155	8230	8650	8715	8925	9020
Peso de Molde (gr.)	3610	3610	4250	4250	4680	4680
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4545	4620	4400	4465	4245	4340
Volumen de Molde (cm3)	3228	3228	3226	3226	3229	3229
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.12	2.16	2.06	2.09	1.98	2.02
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	342.3	353.2	354.4	350.3	332.9	364.10
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	309.6	310.7	320.3	307.7	301.1	318.50
Peso de Agua (gr)	32.70	42.50	34.10	42.60	31.80	45.60
Peso de Cápsula (gr.)	54.20	54.80	53.70	53.90	53.00	54.60
Peso de Suelo Seco (gr.)	255.40	255.90	266.60	253.80	248.10	263.90
% de Humedad	12.80	16.61	12.79	16.78	12.82	17.28
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	1.88	1.85	1.82	1.79	1.76	1.73

ENSAYO DE EXPANSIÓN

MOLDE	MOLDE 1 - 56 GOLPES				MOLDE 2 - 25 GOLPES				MOLDE 3 - 12 GOLPES			
	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%			
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00	0	0.000	0.00
24 hrs	10	0.254	0.20	11	0.279	0.22	12	0.305	0.24	12	0.305	0.24
48 hrs	13	0.330	0.26	15	0.381	0.30	17	0.432	0.34	19	0.483	0.38
72 hrs	15	0.381	0.30	17	0.432	0.34	19	0.483	0.38	24	0.610	0.48
96 hrs	18	0.457	0.36	21	0.533	0.42	24	0.610	0.48			

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA		CORRECCION kg/cm ²	CARGA		CORRECCION kg/cm ²	CARGA		CORRECCION kg/cm ²
	kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²	
0.000	0.00	0.0	8.5	0.00	0.0	7.0	0.00	0.0	5.7
0.025	40	2.0		35	1.7		20	1.0	
0.050	90	4.5	13.4	75	3.7	10.7	50	2.5	8.9
0.075	125	6.2		105	5.2		80	4.0	
0.100	170	8.4	145	7.2	115	5.7			
0.150	230	11.4	200	9.9	160	7.9			
0.200	280	13.9	240	11.9	190	9.4			
0.300	370	18.3	320	15.8	235	11.6			
0.400	440	21.8	365	18.1	275	13.6			
0.500	480	23.8	390	19.3	295	14.6			
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

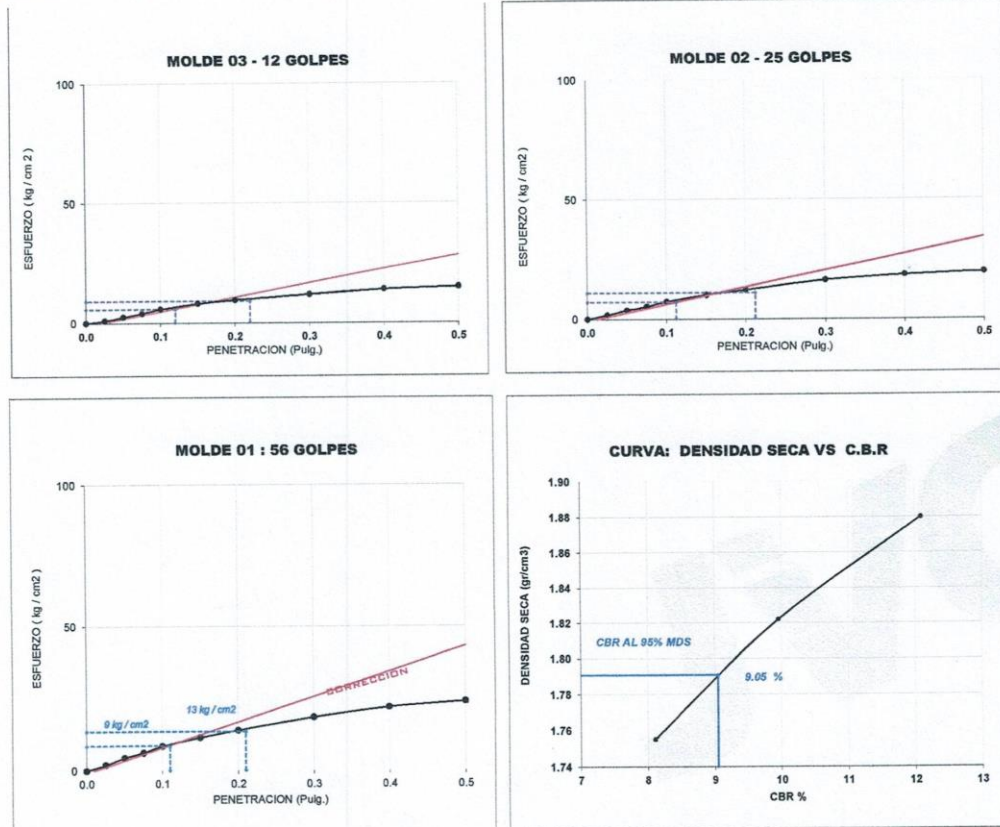
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





CURVAS - VALORES PRELIMINARES

Muestra : C-2/E-1 + 0.7% Polvo PET



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	8.5	70.307	12.09	1.880
2	0.1	7.0	70.307	9.96	1.822
3	0.1	5.7	70.307	8.11	1.755

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	13.4	105.46	12.71	1.880
2	0.2	10.7	105.46	10.15	1.822
3	0.2	8.9	105.46	8.44	1.755

METODO DE COMPACTACIÓN :	ASTM D1557	
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %		1.89
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %		1.79
ÓPTIMO Contenido de Humedad		12.83%

RESULTADOS	
Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	12.09%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	9.05%



Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

ENSAYO DE COMPACTACION Y CBR AGREGANDO EL 1% DE PET DE TAMAÑO (2.00 mm – 2.36 mm) para la C-2:

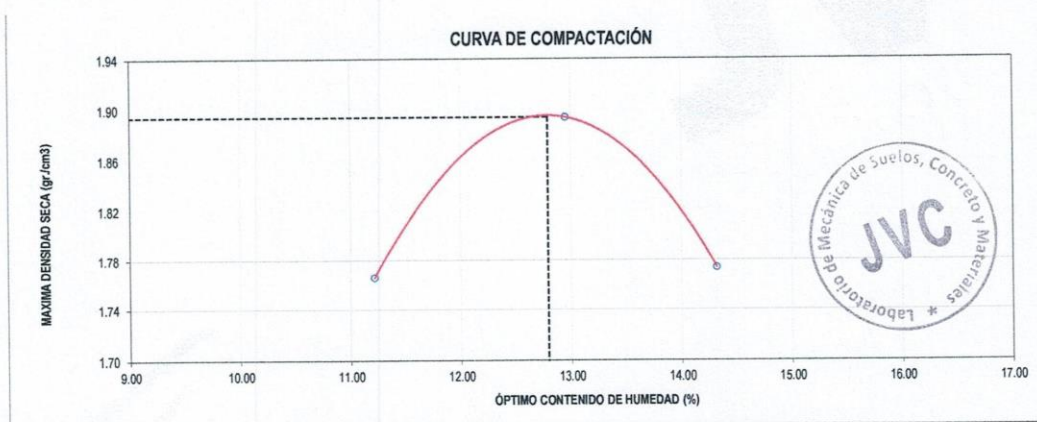


RUC: 20606092297

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO PARA CBR MÉTODO C ASTM D-1557 / ASTM D1883	
PROYECTO :	EFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022

Material :	CARRETERA	Profundidad:	-	m	Molde N°	S - 123
Procedencia :	Calicata	Norte:	-	N	Peso del Molde gr.	6,733
N° de Muestra :	C-2/E-1 + 1.0% Polvo PET	Este:	-	E	Volumen del Molde cm ³ .	2,114
Ubicación :	HUAMACHUCO	Cota:	-	msnm	N° de Capas	5
					N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10,885	11,255	11,020			
Peso de Molde (gr.)	6,733	6,733	6,733			
Peso del suelo Húmedo (gr.)	4,152	4,522	4,287			
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.96	2.14	2.03			
CAPSULA N°	C-3	C-15	C-4			
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	962.3	1,063.0	1,048.3			
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	876.0	953.3	930.6			
Peso de Agua (gr)	86.3	109.7	117.7			
Peso de Cápsula (gr.)	106.6	106.3	108.5			
Peso de Suelo Seco (gr.)	769.4	847.0	822.1			
% de Humedad	11.22	12.95	14.32			
Densidad de Suelo Seco (gr/cm ³)	1.77	1.89	1.77			



Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.894
Óptimo Contenido de Humedad (%)	12.79

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria de los Angeles Agustin Diaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

Carlos Javier Ramirez Muñoz
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Jr. Los Diamantes 365 Dpto. 101 Urb. Santa Inés - Trujillo
Teléf.: 044 - 615690 - Cel.: 971492979 / 973994030
consultoriageotecniajvc@gmail.com



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS-CONCRETO-ASFALTO Y MATERIALES	
ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA (ASTM - D1883)	
PROYECTO :	EFEECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA - HUAMACHUCO
SOLICITANTE :	MELGAREJO CABALLERO, FELDER AGUSTIN - RAMOS CARRIÓN, BRIAN JORGE
UBICACIÓN :	HUAMACHUCO - SANCHEZ CARRIÓN - DEPARTAMENTO LA LIBERTAD
FECHA :	MAYO DEL 2022

CÁLCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA(C.B.R)

ENSAYO DE COMPACTACIÓN						
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE CAPAS	5		5		5	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	5940		5868		5915	
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	8170	8245	8720	8730	8970	9035
Peso de Molde (gr.)	3810	3610	4250	4250	4680	4680
Peso del Suelo Húmedo (gr.)	4560	4635	4470	4480	4290	4355
Volumen de Molde (cm3)	3228	3228	3226	3226	3229	3229
Volumen del Disco Espaciador (cm3)	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm3)	2.13	2.16	2.09	2.09	2.00	2.03
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de Suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	359.4	370.0	371.9	367.1	349.7	380.90
Peso de Suelo Seco + Cápsula (gr.)	325.1	327.5	336.1	324.5	316.3	335.30
Peso de Agua (gr)	34.30	42.50	35.80	42.60	33.40	45.60
Peso de Cápsula (gr.)	56.90	57.50	56.40	56.60	55.70	57.30
Peso de Suelo Seco (gr.)	268.20	270.00	279.70	267.90	260.60	278.00
% de Humedad	12.79	15.74	12.80	15.90	12.82	16.40
Densidad de Suelo Seco (gr/cm3)	1.89	1.87	1.85	1.81	1.77	1.75

ENSAYO DE EXPANSIÓN									
MOLDE	LECT. DIAL	MOLDE 1 - 56 GOLPES		MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		
		EXPANSION		EXPANSION			EXPANSION		
		LECT. DIAL	EXPANSION	LECT. DIAL	EXPANSION	LECT. DIAL	EXPANSION		
		mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
0 hrs	0	0.000	0.00	0	0.000	0	0.000	0	0.00
24 hrs	11	0.279	0.22	12	0.305	0.24	13	0.330	0.26
48 hrs	14	0.356	0.28	16	0.406	0.32	18	0.457	0.36
72 hrs	17	0.432	0.34	19	0.483	0.38	21	0.533	0.42
96 hrs	20	0.508	0.40	23	0.584	0.46	26	0.660	0.52

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN									
ENSAYO DE CARGA PENETRACION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION
	kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²		kg	kg/cm ²	
0.000	0.00	0.0	8.7	0.00	0.0	7.5	0.00	0.0	6.0
0.025	45	2.2		40	2.0		25	1.2	
0.050	95	4.7	80	4.0	55	2.7			
0.075	130	6.4	110	5.4	85	4.2			
0.100	175	8.7	150	7.4	120	5.9			
0.150	235	11.6	205	10.2	165	8.2			
0.200	285	14.1	245	12.1	195	9.7			
0.300	375	18.6	325	16.1	240	11.9			
0.400	445	22.0	370	18.3	280	13.9			
0.500	485	24.0	395	19.6	300	14.9			
ESPECIMEN	MOLDE 1 - 56 GOLPES			MOLDE 2 - 25 GOLPES			MOLDE 3 - 12 GOLPES		

OBSERVACION:
Muestras provistas e identificadas por el solicitante

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.
Victoria Díaz
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz
GERENTE GENERAL

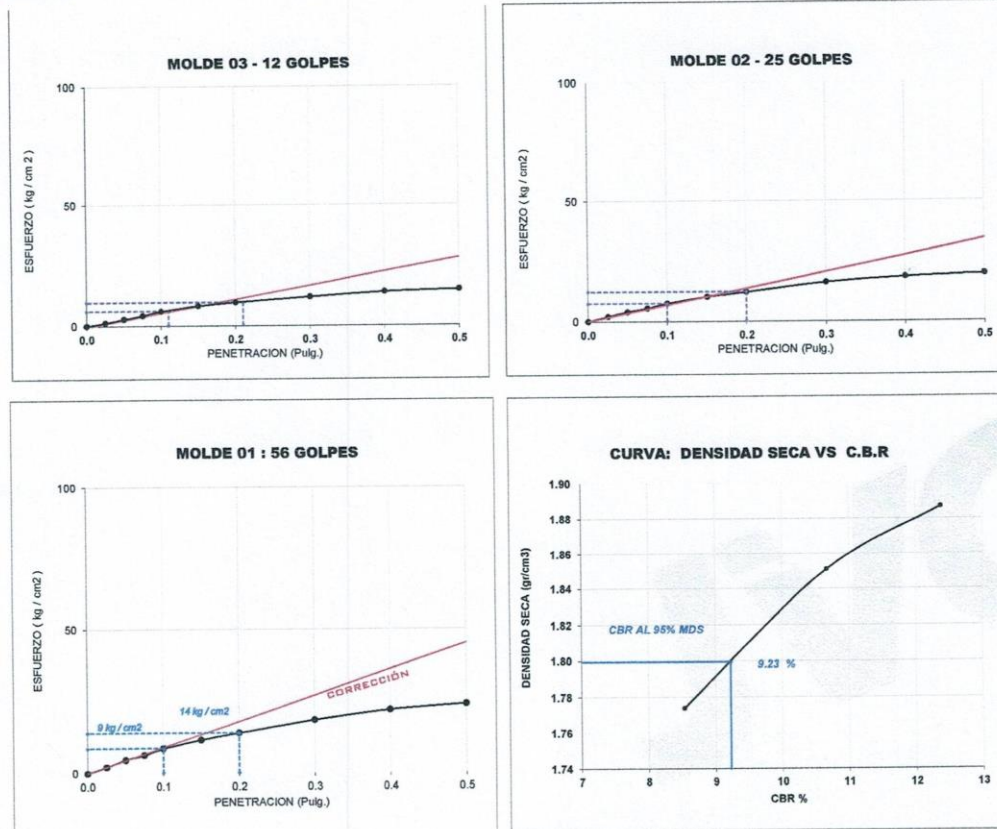
Carlos Javier
Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574





CURVAS - VALORES PRELIMINARES

Muestra : C-2/E-1 + 1.0% Polvo PET



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	8.7	70.307	12.37	1.887
2	0.1	7.5	70.307	10.67	1.851
3	0.1	6.0	70.307	8.53	1.774

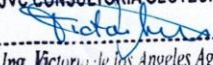
MOLDE Nº	PENETRACIÓ N (pulg)	PRESION APLICADA (kg/cm²)	PRESION PATRÓN (kg/cm²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	14.1	105.46	13.37	1.887
2	0.2	12.2	105.46	11.57	1.851
3	0.2	9.7	105.46	9.20	1.774

METODO DE COMPACTACIÓN :	ASTM D1557
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 100 %	1.89
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.80
ÓPTIMO Contenido de Humedad	12.79%

RESULTADOS	
Valor C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	12.37%
Valor C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	9.23%




Carlos Javier Ramirez Muñoz
Ingeniero Civil
CIP 140574

JVC CONSULTORIA GEOTECNIA S.A.C.

Ing. Victoria de los Angeles Agustin Diaz
GERENTE GENERAL

Anexo 05: Panel Topográfico:



Fotografía N° 1



Fotografía N° 2

Trazado para la realización de las calicatas.



Fotografía N° 3



Fotografía N° 4

Excavación de calicatas.



Fotografía N° 5



Fotografía N° 6

Extracción de muestras de cada calicata.



Fotografía N° 7



Fotografía N° 8

Tamizado del PET y pesado para ser agregado al suelo patron.



Fotografía N° 9: Muestra de suelo para determinar el contenido de humedad.



Fotografía N° 10: Cuarteo de la muestra.



Fotografía N° 11



Fotografía N° 12

Tamizado de muestra Ensayo de granulometría.



Fotografía N° 13

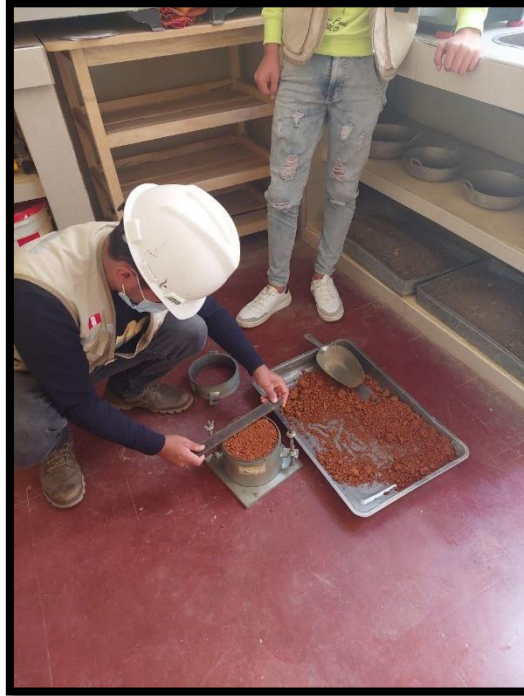


Fotografía N° 14



Fotografía N° 15

Realización de los límites de Atterberg.



Fotografía N° 16: Enrasado de ultima capa-Ensayo Proctor modificado.



Fotografía N° 17: Compactación de muestra con pisón.



Fotografía N° 18: Peso del material en el ensayo de densidad Relativa.



Fotografía N° 19: Prensa para ensayo CBR.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, HORNA ARAUJO LUIS ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "EFECTO DEL PET RECICLADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO PARA SUBRASANTE EN EL JIRÓN SANTA ANA, HUAMACHUCO", cuyos autores son RAMOS CARRION BRIAN JORGE, MELGAREJO CABALLERO FELDER AGUSTIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 19.00%, 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.

TRUJILLO, 19 de Julio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
HORNA ARAUJO LUIS ALBERTO DNI: 18085738 ORCID: 0000-0002-3674-9617	Firmado electrónicamente por: LHORNAA el 21-07- 2022 23:46:30

Código documento Trilce: TRI - 0353265