



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Estabilización de subrasante adicionando bolsas de polietileno fundido en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay, Apurímac 2021”.**

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

**AUTOR:**

Torres Caceres, Joel Frichz (ORCID:0000-0001-5794-6022)

**ASESOR:**

Dr.Vargas Chacaltana, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-4136-7189)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2021**

### **DEDICATORIA**

Quiero dedicar esta tesis a mis queridos padres Adrián, Luisa y más aún a mi compañera de vida y travesuras mi querida hermana, gracias a todos ellos por su apoyo incondicional, enseñanzas y paciencia para poder lograr este objetivo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por la fortaleza; a mi familia por los valores, por su paciencia y confianza, quienes a lo largo de mi vida me apoyaron para lograr cada uno de mis objetivos y a mi asesor por la enseñanza y apoyo brindado para obtener este gran anhelo de titularme como Ingeniero Civil.

## Índice de contenidos

Dedicatorio	i
Agradecimiento	ii
Índice de contenidos	iii
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	28
3.1. Tipo y diseño de investigación	28
3.2. Variables y operacionalización	29
3.3. Población, muestra y muestreo	30
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos	31
3.5. Procedimientos	32
3.6. Método de análisis de datos	40
3.7. Aspectos éticos	40
IV. RESULTADOS	41
V. DISCUSION	62
VI. CONCLUSIONES	67
VII. RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS	69
ANEXOS	74
ANEXO 1: Operacionalización de las variables	
ANEXO 2: Matriz de consistencia	
ANEXO 3 : Cuadro de dosificación de antecedentes	

ANEXO 4 : Validación de instrumentos de investigación

ANEXO 5 : Informe de ensayos en laboratorio

ANEXO 6 : Boleta de ensayos realizados

ANEXO 7 : Certificados de calibración

ANEXO 8 : Autorización para excavación de calicatas

ANEXO 9 : Panel fotográfico

ANEXO 10 : Pantallazo Turnitin

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b>	Propiedades del polietileno de alta y baja densidad .....	11
<b>Tabla 2</b>	Categorías de Subrasante .....	13
<b>Tabla 3</b>	Suelos clasificados por su índice de plasticidad .....	15
<b>Tabla 4</b>	Clasificación del tamaño de partículas del suelo .....	16
<b>Tabla 5</b>	Tamices granulométricos .....	18
<b>Tabla 6</b>	Símbolos de grupo SUCS .....	19
<b>Tabla 7</b>	Sistema de Clasificación AASHTO .....	20
<b>Tabla 8</b>	Especificaciones proctor estándar .....	23
<b>Tabla 9</b>	Especificaciones de ensayo proctor modificado .....	24
<b>Tabla 10</b>	Porcentaje de cemento requerido para estabilizar .....	26
<b>Tabla 11</b>	Clasificación de suelos según CBR .....	26
<b>Tabla 12</b>	Formatos de ensayos a realizar .....	31
<b>Tabla 13</b>	Validación de instrumento de aplicación .....	32
<b>Tabla 14</b>	Ubicación geográfica de calcatas en estudio .....	33
<b>Tabla 15</b>	Cantidad suelo requerido .....	33
<b>Tabla 16</b>	Cantidad de ensayos suelo natural y adición de BPF .....	37
<b>Tabla 17</b>	Características del índice de plasticidad suelo natural.....	44
<b>Tabla 18</b>	Índices de plasticidad suelo natural + BPF en C-3.....	44
<b>Tabla 19</b>	Promedio aritmético de repeticiones del IP.....	44
<b>Tabla 20</b>	Índice de plasticidad de suelo natural + adición de BPF en C-3.....	45
<b>Tabla 21</b>	Composición y clasificación del suelo natural.....	47
<b>Tabla 22</b>	Composición del suelo adicionando % de BPF en C-3.....	47
<b>Tabla 23</b>	Promedio aritmético de componentes de suelo .....	48
<b>Tabla 24</b>	Resumen resultados suelo natural + % BPF.....	48
<b>Tabla 25</b>	Características del índice de plasticidad suelo natural.....	51
<b>Tabla 26</b>	OCH y MDS de suelo natural + % BPF C-3.....	51
<b>Tabla 27</b>	Promedio aritmético de repeticiones OCH y MDS.....	52
<b>Tabla 28</b>	Resumen OCH y MDS suelo natural y suelo + % BPF .....	52
<b>Tabla 29</b>	Resultados CBR del suelo natural .....	55
<b>Tabla 30</b>	Resultados CBR al 95% y 100% de MDS%.....	56
<b>Tabla 31</b>	Promedio aritmético de CBR de suelo natural + % BPF .....	56

<b>Tabla 32</b>	CBR suelo natural y % de adición BPF en C-3 .....	57
<b>Tabla 33</b>	Resumen general de resultados de ensayos a suelo natural.....	59
<b>Tabla 34</b>	Resumen de resultados del suelo natural + adición de BPF .....	59

## Índice de figuras

<b>Figura 1:</b> Símbolo industrial del polietileno de alta densidad .....	10
<b>Figura 2:</b> Símbolo industrial del polietileno de baja densidad .....	11
<b>Figura 3</b> Química del polietileno .....	12
<b>Figura 4:</b> Bolsas de polietileno.....	12
<b>Figura 5:</b> Ciclo de vida de un material .....	13
<b>Figura 6:</b> Límites de Atterberg .....	14
<b>Figura 7:</b> Dispositivo para medir el límite líquido .....	15
<b>Figura 8 :</b> Prueba límite plástico .....	16
<b>Figura 9:</b> Interpretación de la curva granulométrica .....	17
<b>Figura 10:</b> Perfil de calicatas sistema AASTHO .....	20
<b>Figura 11:</b> Equipo para prueba de proctor estándar .....	22
<b>Figura 12:</b> Maquina cacera para fundir.....	34
<b>Figura 13:</b> Maquina casera fundidora. ....	35
<b>Figura 14:</b> Mezcla suelo natural y BPF.....	35
<b>Figura 15:</b> Tamizado de BPF en forma de grumos.....	36
<b>Figura 16:</b> Ubicación de la región Apurímac.....	41
<b>Figura 17:</b> Ubicación de la región Apurímac.....	42
<b>Figura 18:</b> Calicatas en zona estudio .....	42
<b>Figura 19:</b> Vista satelital de calicatas .....	43
<b>Figura 20:</b> índices de plasticidad de suelo + % BPF.....	45
<b>Figura 21:</b> Ensayo límites de Atterberg al suelo natural .....	46
<b>Figura 22:</b> Ensayo de límite plástico suelo + 0.5% de BPF .....	46
<b>Figura 23:</b> Análisis granulométrico .....	49
<b>Figura 24:</b> Granulometría C-3 + 0.5% de BPF .....	50
<b>Figura 25:</b> Tamizado muestra natural + BPF.....	50
<b>Figura 26:</b> OCH al adicionar % de BPF .....	53
<b>Figura 27:</b> MDS al adicionar % de BPF .....	53
<b>Figura 28:</b> Proceso de compactado con pisón .....	54
<b>Figura 29:</b> Preparado de muestra para ensayo, Suelo + 0.5BPF en la C-3.....	54
<b>Figura 30:</b> CBR de suelo natural .....	55
<b>Figura 31:</b> CBR de suelo natural más % de BPF .....	57
<b>Figura 32:</b> Realizando lectura del CBR .....	58

<b>Figura 33:</b> Muestras de CBR suelo natural + % de BPF .....	58
<b>Figura 34:</b> Proceso de fundición de bolsas de polietileno .....	60
<b>Figura 35:</b> Ejemplo de porcentajes usados para un ensayo.....	61

## RESUMEN

En la actualidad la estabilización de subrasante toma un valor importante ya que existen múltiples formas y materiales que benefician, esto mediante la investigación académica. Es así que viendo el análisis problemático actual se tomó la decisión de usar un material reciclado, de esta manera se hace uso de las bolsas de polietileno, pero con una variante en este caso es fundido. Para luego poder triturarlo y usar adicionando en el suelo en porcentajes de 0.5%, 1.0% y 1.5%, para poder verificar si la adición de el BPF influye en las propiedades de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral- Umaccata ,se hará la exploración de suelos con 3 calicatas ubicadas a lo largo de toda la trocha, posteriormente se hará los ensayos de : plasticidad , granulometría, compactación y ensayo de resistencia, tanto para suelo en estado natural y suelo más la adición de bolsas de polietileno fundido (0.5%, 1.0% y 1.5%); La resistencia obtenida al 95% de la Máxima Densidad Seca del Suelo natural fue de 12.6%, añadiendo el 0.5% de BPF la resistencia fue 12.78%, con el 1.0% de BPF su resistencia es 13.37% y para el 1.5% de BPF la resistencia es 14.53%. La investigación concluye que el uso de la BPF como material para la estabilización de suelos promete buenos resultados.

**Palabras claves:** *Subrasante, bolsas de polietileno fundido, CBR.*

## ABSTRACT

At present the stabilization of subgrade takes an important value since there are multiple forms and materials that benefit, this through academic research. Thus, seeing the current problematic analysis, the decision was made to use a recycled material, in this way polyethylene bags are used, but with a variant in this case it is melted. In order to then be able to crush it and use it adding in the soil in percentages of 0.5%, 1.0% and 1.5%, to be able to verify if the addition of the BPF influences the properties of the subgrade in the Moyocorral-Umaccata carriageway, the exploration will be carried out of soils with 3 pits located along the entire trail, then the tests of: plasticity, granulometry, compaction and resistance testing will be carried out, both for soil in its natural state and soil plus the addition of molten polyethylene bags (0.5% , 1.0% and 1.5%); The resistance obtained at 95% of the Maximum Dry Density of the natural Soil was 12.6%, adding 0.5% of GMP the resistance was 12.78%, with 1.0% of GMP its resistance is 13.37% and for 1.5% of GMP the resistance resistance is 14.53%. The research concludes that the use of GMP as a material for soil stabilization promises good results.

**Keywords:** *Subgrade, cast polyethylene bags, CBR.*

## I. INTRODUCCIÓN.

En la actualidad la necesidad de desplazarse teniendo seguridad, tiempo adecuado de recorrido y confort son los principales puntos a favor de cualquier vía o pavimento, es así que frente a los diferentes problemas en relación a suelos blandos que impiden el desarrollo normal de la construcción de una vía se busca solucionar de manera técnica llegando a la utilización de materiales poco usados dentro de la ingeniería civil que tienen la finalidad de ser aprovechados y que generen menor impacto ambiental.

Según el Reporte Global de Competitividad 2019, dentro del análisis de infraestructura y proyectos de capital en el pilar 2 se analiza la infraestructura (carreteras, aeropuertos, puertos, ferrocarriles, agua y energía) dentro de este análisis se tiene la evaluación de carreteras, teniendo como componentes; conectividad de red vial y calidad de red vial, es así que Chile se ubica en el 1er lugar con un desempeño de 76.3 de 100 quedando como país con mayor competencia a nivel Sudamérica en el pilar de infraestructura, en el mismo análisis ubicamos a Perú en el puesto 11 con un desempeño de 62.3, teniendo a Sudamérica con un 61.3 de promedio en Infraestructura muy por debajo de los principales centros económicos a nivel mundial. Financial Advisory (2019)

En cuanto al Perú según Provías Nacional considerando vías pavimentadas y no pavimentadas el 65%(17,426 km) de superficie de rodadura se encuentra en buen estado, el 8 %(2,059km) en estado regular y un 27% (7,307km) en mal estado, además dentro de esta estadística existen 6,424 km no pavimentados (bueno, regular y mal estado) Provías Nacional (2017).

Todos estos índices y estadísticas de la limitada red no pavimentada en el Perú tienen una relación con los suelos blandos que afectan directamente a la estructura del pavimento siendo la subrasante inestable la causa principal de fallas estructurales. Este problema se viene presentando desde siempre que se ha querido trabajar con suelos blandos en vías, la inestabilidad de sub rasante es ocasionado por la presencia de limos y arcillas (suelos blandos) Con carencia de gravas, estos suelos blandos tienen la estructura abierta y floja dando un indicio de inestabilidad, este problema se presenta la hora de hacer las pruebas de capacidad de soporte(CBR) con valores de CBR < 6% con indicios de necesidad de cambio o

mejora de suelo. Este problema afecta a la población que necesita la conexión vial con grandes ciudades para el desplazamiento de personas e intercambio de bienes y servicios todo esto con seguridad y confort que brinda una adecuada vía pavimentada, este problema se viene solucionando de manera tradicional con cal y cemento, siendo estos productos populares y utilizados en demasía en un futuro habrá limitantes para acceder a ellos es por ello en esta investigación se busca las alternativas de estabilización de subrasante con productos reciclados.

Según la página de noticias de la Organización de las Naciones Unidas gracias a la pandemia originada por el virus COVID-19 se logró disminuir en un 5% las ciclo emisión de gases que generan el efecto invernadero esto gracias al confinamiento a inicios de año, pero por lo contrario el plástico en sus diferentes presentaciones se convirtió en un desecho peligroso para el planeta ya hubo un incremento del 10% en su producción con respecto al año 2019 todo esto por el consumo de alimentos a delivery y compras excesivas en supermercados. ONU (2020).

En cuanto a una solución sostenible usando productos reciclados a consecuencia de la crisis sanitaria ocasionada por la pandemia mundial del COVID -2019, según un artículo publicado en el diario la Vanguardia en abril del 2021, menciona que la Universidad de Melbourne en Australia uso material sostenible compuesto por mascarillas quirúrgicas teniendo resultados favorables que cumplen con estándares de calidad para la construcción de infraestructura vial, además menciona que al agregar solo el 1% de este material ya se obtiene resultados positivos en rigidez y resistencia.

Todo este análisis nos lleva a poder establecer una medida de responsabilidad ambiental como futuros profesionales siendo así que se determinó el uso de bolsas de polietileno con alto nivel de contaminación, llegando a tener un alto potencial de reciclaje por el costo y beneficio aportando a la reducción de productos contaminantes al planeta. Entonces viendo la realidad en la que nos encontramos y haciendo el análisis de las bolsas de polietileno en estado fundido y la estabilización de subrasante, se considera como **realidad problemática** el hecho de tener como principal amenaza los suelos no aptos para pavimentos que afectan directamente a la estabilidad de la subrasante en ese sentido esta investigación

busca nuevas técnicas de estabilización, para ello esta investigación se propone como material a estudiar las bolsas de polietileno fundido.

Realizando un análisis de la realidad problemática es importante la formulación del problema, teniendo en consideración como **problema general**: ¿Cómo influye la adición de bolsas de polietileno fundido a las propiedades de subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021 ? y como **problemas específicos**; ¿Cómo influye las bolsas de polietileno fundido en la plasticidad de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021?, ¿Cómo influye las bolsas de polietileno fundido en la compactación de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021?, ¿Cómo influye las bolsas de polietileno fundido en la resistencia de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021? y ¿Cómo influye la dosificación de bolsas de polietileno fundido en las propiedades de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021? .

### **Justificación de la investigación**

**Justificación teórica.** La investigación desde este punto de vista tiene fundamentos teóricos, información referente al tema además de contar con normas nacionales estandarizadas que nos facilitaran el acierto o desacierto de todo el procedimiento.

**Justificación práctica.** se realizaron investigaciones con el mismo objetivo de estabilización de subrasante con materiales de distintas propiedades, texturas y dosificaciones teniendo resultados favorables, pero no se tiene registro de investigaciones en todo el territorio nacional y lo que se quiere es poder incrementar el número de pruebas, ensayos y dosificaciones con nuevos materiales, en este caso se usa de bolsas de polietileno fundido (BPF).

**Justificación metodológica.** Esta investigación con toda la información y resultados obtenidos aportará mucho a posteriores investigaciones y trabajos realizados en el área además de ampliar el marco teórico, esta información del tipo de suelo material utilizado y dosificación de estabilizante servirán para los diferentes estudios a nivel nacional e incluso internacional.

**Justificación Social.** El uso de material reciclado en este caso bolsas de polietileno fundido para la construcción de infraestructura vial es un beneficio social grande ya que da ese empuje a la cultura del reciclaje mejorando calidad de vida.

La investigación fija como **objetivo general**: Determinar la influencia de las bolsas de polietileno fundido en las propiedades de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021. Como **objetivos específicos**: Determinar la influencia de las bolsas de polietileno fundido en la plasticidad de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021. Determinar la influencia de las bolsas de polietileno fundido en la compactación de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021. Determinar la influencia de las bolsas de polietileno fundido en la resistencia de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021. Determinar la influencia de la dosificación de bolsas polietileno fundido en las propiedades de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021.

Planteado los problemas y fijados los objetivos se formulan las **hipótesis**, teniendo como **hipótesis general**: Las bolsas de polietileno fundido influyen en las propiedades de la subrasante de la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021. Las **hipótesis específicas**: Las bolsas de polietileno fundido influyen en la plasticidad de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021. Las bolsas de polietileno fundido influyen en la compactación de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021. Las bolsas de polietileno fundido influyen en la resistencia de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021. Las dosificaciones de bolsas de polietileno fundido influyen en las propiedades de la subrasante de la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021.

## II. MARCO TEÓRICO

En los trabajos previos como **antecedentes internacionales**, según **Ramírez e Hincapié** (2018) en su tesis de investigación determinó como **objetivo**: Implementar el uso del PET reciclado en la modificación de la sub base para su uso en las vías; aplicando una **metodología**: experimental, en la cual existe una variación del material PET mezclado con la subbase de cantera, donde el CBR debe cumplir con los parámetros designados por el INVIAS para el adecuado funcionamiento, es entonces que se obtuvo los **resultados siguientes**: se llegó a tener mezclas con dosificación de material PET de 1,5%, 3% 6% y 9% teniendo como mayor resistencia en la dosificaciones su máxima compactación (56 golpes), se obtuvo la mayor resistencia de hasta en un 30% con la dosificación de 1,5%. Finalmente, fija como **conclusiones**: el porcentaje de dosificación acertada que incrementa en casi un 30% es 1,5% y llegando a la conclusión que el PET mezclado con subbase no puede ser mayor que 3%. Luego **Santander y Yávar** (2018) en la tesis de grado, fijó como **objetivo** : Determinar el método adecuado para estabilizar la subrasante aplicando las enzimas orgánicas (Permazyme 11x) y mezclas de cal. Aplicando la **metodología** científica es decir conceptos y leyes a partir de hechos y experimentación con la enzima orgánica (Permazyme 11x) y al añadir cal a una muestra de suelo plástico, obteniendo los siguientes **resultados**: En prueba de límite líquido con respecto al material natural, material con enzima 52.5 y con cal en un 40.52; en la prueba de proctor modificado, material con enzima 1563 kg/m<sup>3</sup> y con cal 1586 kg/m<sup>3</sup> aumentó la densidad seca máxima, en la prueba de CBR con enzimas se obtuvo 4% en relación al CBR y con cal 43% . Finalmente, se tiene las **conclusiones** de la investigación: El Permazyme 11x y Cal influyen en la densidad máxima seca ligada a la estabilización, en los límites de Atterberg el Permazyme 11x no influye de manera directa en cambio la Cal influye satisfactoriamente, finalmente en la prueba de CBR el Permazyme 11x solo mejoró 1% con respecto de la muestra natural en cambio el Cal mejoró un 40%.

Enseguida, **Salinas y Villao** (2019) en su investigación de pre grado, fijó como **objetivo**: La comparación de métodos de estabilización en suelo expansivo para poder evaluar el incremento o disminución de la expansividad en el material. Aplicando la **metodología** de reconocimiento del lugar de estudio ,se tomó

muestras de suelo de esta manera realizó las pruebas relacionadas con la estabilización del suelo haciendo uso de sal y cal, utilizando dosificaciones de 3%,5% y 7% , por otro lado se estudió el comportamiento de la geocelda en campo, se obtuvo los siguientes **resultados**: Mezcla de suelo más cal 3%, 5% y 7% para Proctor Modificado se obtuvo Densidad Máxima Seca de; 1498, 14526 y 1516(gr/cm<sup>3</sup>) con una expansión de 1.39, 0.64, 0.47 (kg/cm<sup>2</sup>) , el valor de CBR en suelo tratado con cal 5.53% y tratado con cal 4.93% respecto a la muestra natural. Finalmente llegó a las **conclusiones**: el método de estabilización con sal es el mejor de los 3 visto desde los puntos de vista económico e ingenieril, seguido de la cal y por ultimo geocelda. En la estabilización con sal se obtuvo más control en contracción y expansión disminuyendo en casi un 70% el hinchamiento e incrementando la capacidad portante.

En trabajos previos como **antecedentes nacionales**, según **Cuipal** (2018) en su tesis **de grado** fijó **como objetivo**: cuál es la incidencia del uso de polímero sintético en la estabilización de subrasante de suelo con propiedad arcillosa en la vía Chachapoyas-Huancas, Amazonas. Aplicando una **metodología** científica ya que existe una necesidad de solucionar un problema común de estabilidad en suelos arcillosos hacia uso de la observación directa como técnica de recopilación de datos en campo, se ubicó el tramo y puntos de las calicatas cada 200 metros, donde se obtuvo los **resultados siguientes**: el tipo de suelo encontrado es arcilla de media plasticidad con un CBR entre 3.8% al 5% ,teniendo una máxima densidad seca de 3.8%, 4.7% y 4.4% para C-1,C-2 Y C-3 respectivamente y aplicando la dosificación de polímero sintético en un 3%, 6% y 9%, para el 3% la resistencia aumenta en un 0.3% y para la adición de 6% y 9% genera una disminución de resistencia en un 1.8% hasta 3.3% .Para finalizar tubo estas **conclusiones**: se demuestra parcialmente la hipótesis que dice, el uso de polímero sintético aumenta la capacidad de soporte CBR de la subrasante con resultado favorable al adicionar 3% además de ello se concluyó que la adición de 6% y 9% aumentan la variación volumétrica en un 1% hasta 2%. También **Linares** (2019) en su tesis de grado fija como **objetivo**: Evaluar la estabilidad de subrasante en un suelo con alta plasticidad aplicando material reciclado de bolsas de polietileno fundidos de forma artesanal. Aplicando la **metodología** de observación directa y trabajo en campo,

reconociendo el lugar de extracción teniendo un diseño experimental y un muestreo no probabilístico seleccionando las muestras de manera subjetiva de esta manera se obtuvo los **siguientes resultados**: Resultados de CBR con los porcentajes de 0%,4%,8% y 12% de BPF (Bolsas de polietileno fundido) 5.6, 7.2, 9.4 y 9.9 respectivamente; límite líquido para 0%,4%,8% y 12% de BPF fue 39.32%, 34.24%,35.82% y 38.18%, límite plástico 25.77%, 25.26%, 26.68% y 24.53%, la máxima densidad seca para 0%,4%,8% y 12% de BPF tuvo como resultado 1.730 g/cm<sup>3</sup>,1.753g/cm<sup>3</sup>,1.789 g/cm<sup>3</sup> y 1.807g/cm<sup>3</sup> por último para el OCH para 0%,4%,8% y 12% de BPF resultó 18.23%,16.33%,15.76% y 15.46%. Finalmente describe sus **conclusiones**: La capacidad de resistencia (CBR) del suelo en estudiado incrementa cuando el porcentaje de BPF incrementa, mientras para los índices de plasticidad existe una variación media ,para la MDS resulto una disminución de la densidad y para OCH una disminución del porcentaje , **Leiva** (2016) en su tesis fijo como **objetivo**: Determinar la influencia de las bolsas de polietileno en el suelo a nivel de la subrasante del Jr. Arequipa de la progresiva KM 0+000 - KM 0+100 del distrito de Orcotuna – Concepción. Aplicando una **metodología** de observación directa y muestreo no probabilístico de tres calicatas que serán analizadas de manera experimental para obtener propiedades físicas, mecánicas y químicas, de esta manera obtuvo los **resultados** siguientes: De las 3 calicatas exploradas se obtuvo un promedios para cada ensayo es así; que el IP en estado natural fue 11,98%, el OCH 12,06%, la MDS 1,911 gr/cm<sup>3</sup> y CBR de 3.78% para luego ser estabilizar con porcentajes de adición de bolsas de polietileno fundido de 2%, 4% 6% 8% y 10% que dieron como resultado CBR de 6.32%, 7.58%, 8.31%, 7.13%, 6.46% respectivamente. Finalmente, fija como **conclusiones**: en estado natural y al incluir de bolsas de polietileno fundido en 2%,4% ,6%, 8% y 10% tienen una acción positiva en las propiedades de estabilización de subrasante del suelo llegando a tener un CBR 8.31% con respecto a un CBR natural de 3.78% logrando incrementar el CBR, además de ello se observó que a partir del 6% de adición los resultados de CBR decrecen hasta un punto CBR de 6.46 % para un 10% de adición de Bolsa de polietileno fundido. Por ultimo **Zenteno** (2018), en su proyecto de investigación fijo como **objetivo**: Evaluar el efecto en un suelo fino al ser estabilizado por tereftalato de polietileno con relación a sus propiedades mecánicas. Haciendo uso de una **metodología** de aplicando un tipo experimental

y un nivel correlacional para lograr los objetivos de investigación, donde obtuvo los siguientes **resultados**: en un tipo de suelo SC el óptimo contenido de humedad hallado fue 14.5%, su máxima densidad seca fue 2.626 gr/cm<sup>3</sup> llegando a tener un CBR de 5.60% mientras que al adicionar bolsas de polietileno fundido en porcentajes de 4%, 8% y 12% el CBR fue 7.30%, 9.30% y 9.80% respectivamente. Todo esto lo llevo a la siguiente **conclusión**: El tereftalato de polietileno como agente estabilizador en las propiedades mecánicas del suelo tiene un comportamiento positivo ya que el CBR incrementa en un 4% con respecto al suelo natural, mientras en el caso de la máxima densidad seca hallada por el proctor modificado la MDS disminuye en 0.841 gr/cm<sup>3</sup>.

In previous works as background in another language, Din Ahmed (2020), in his research work:having as main **objective of the investigation**: The objectives of this study can be sum up as: To improve the soil engineering properties like resistance to cutting and load bearing capacity. It establishes an alternative remedy for the recycling of plastic waste reducing the cost of soil stabilization making use of recycled material, being an objective of research to use hazardous material for the environment and make it useful for engineering: Direct observation applying recycled plastic bags 0.2%, 0.3% and 0.4% of its dry weight to test modified proctor and CBR and includes Atterberg limits, Standard compaction test, obtaining the **following results**: For the samples of 0%, 0.2%, 0.3% and 0.4% (soil plus plastic bag) the moisture content is 15%, 16.77%, 18.07% and 16.77% respectively, in the same way for 0%, 0.2%, 0.3 % and 0.4% the result was 1.56g/cm<sup>3</sup>, 1.5g/cm<sup>3</sup>, 1.62g/cm<sup>3</sup> and 1.5g/cm<sup>3</sup> respectively; Finally, the CBR was obtained for the investigated percentages were: 7.05%, 7.76%, 8.2% and 9.0% respectively, **concluding**: The optimum moisture content was reached with the percentage and dry density in the percentage of 0.3% with the addition of a plastic bag is the most optimal, in the same way it was obtained that the CBR increases as plastic bags are added to the natural material. Likewise it has, **Abhinandan, Gurubasavarajiah and others** (2020) in his scientific article: having as main **objective of the investigation**: test plastic bottles using them by experimenting if they are beneficial for soil properties but also will help solve geotechnical problems associated with low resistances, obtaining the **following results**: When using the plastic strips in a

percentage of 0.2%, 0.4%, 0.6% and 0.8%, a penetration of 2.5mm and 5mm was obtained; A maximum CBR of 29.77%, 26.73% was obtained with addition of 0.4% recycled plastic strips , **concluding:** Dry density increases from inclusion of 0.4% plastic in the form of strips reaching the maximum in 0.6% of addition of plastic strips, while the CBR the most optimal and positive result is 0.4%.Lastly **Neopaney, Kezang** and others (2012) in their investigation: the **objective** of stabilizing a soil classified as OH was raised by adding plastic strips at 0.25%, 0.5% and 1% Using the experimental **methodology** and direct description of the phenomenon making use of all the plastic additions already established. Obtaining the following **results:** natural sample without addition presents a CBR value of 2.5 mm and 5.00 mm, it was .071% and 0.64% respectively, however, when reinforcing the soil with 0.5% of residual plastic, the penetration CBR increased 5 mm. to 2.0% being the most favorable value for the investigation. Finally, the **conclusions** were reached That reused plastic increases the CBR positively, especially making use of the addition of 0.5% of plastic strips, resulting in the stabilized soil with residual plastic in the form of strips increasing 1.7 times with respect to the soil in its natural state.

En los trabajos previos como **artículos científicos, Ospina, Chaves y Jiménez** (2020) en su artículo científico: determinó como objetivo: Evaluar el comportamiento del suelo arcilloso al adicionar escoria de acero. Aplicando una **metodología** experimental desarrollado en 3 fases: caracterización de materiales, dosificación y ensayos y análisis de resultados, obtuvieron estos **resultados:** límite líquido 40.7%, límite plástico 25.5% y el IP 15.5%, para las pruebas con muestra patrón y con la adición de 25%, 50% y 75% de escoria de acero se obtuvo: humedad óptima 22.20%, 20.50%, 14.30% y 10.80% respectivamente, para la prueba CBR se obtuvo: 7.97%, 9.13%, 18.57% y 30.20% respectivamente. Finalmente llegó a la **conclusión:** La escoria de acero reacciona favorablemente en suelos cohesivos, minimizando su plasticidad en un 0% e incrementando el valor de CBR en un 378.92%, llegando a la conclusión de que el 25% de escoria de acero es la dosificación con mejor resultado, del mismo se tiene a **Alarcón, Jiménez y Benítez** (2020) en el artículo científico, definió como **objetivo** de investigación: analizar la factibilidad de usar lodo aceitoso como material estabilizador de suelo subrasante, buscando mejoras en propiedades de resistencia y plasticidad. Estableciendo la

**metodología** se comprendió cuatro etapas principales; revisión bibliográfica, caracterización de materiales, realización de estabilizaciones y análisis de resultados, donde obtuvo los siguientes **resultados**: el CBR para el 2%,4% 6% y 8% de lodo aceitoso tiene una tendencia que indica que el mayor aumento de CBR de 30% respecto al material no tratado. Al adicionar lodo aceitoso el material baja su plasticidad de 8% a partir del 6% de lodo, con el 4% de lodo baja un 7%. Finalmente toma **como conclusiones**: el porcentaje de dosificación óptima para estabilizar el material granular es de 6% aumentando el módulo resiliente y el 4% de lodo aceitoso para tratar la subrasante aumentando la resistencia en un 37% respecto a la muestra natural.

En cuanto a las **teorías relacionadas al tema** se revisaron conceptos correspondientes a las variables y sus respectivas dimensiones.

Sobre el **Polietileno** según Sapón (1999) se considera como un polímero sintético obtenido a través de la polimerización. Teniendo diferentes polímeros en el mercado obtenidos en condiciones de diferente operación y reacción del proceso de polimerización (p.17).

Del mismo modo el **polietileno de alta densidad** según Roca (2005), viene a ser parte de los polímeros con una estructura regular. Producto de la polimerización a presiones bajas del etileno, haciendo uso de ziegler / natta como catalizador, este polímero tiene una densidad entre 0.941- 0.954 gr/cm<sup>3</sup> y tiene la característica de resistir a esfuerzos y agentes químicos (p.4).



**Figura 1:** Símbolo industrial del polietileno de alta densidad

**Fuente:** Leiva (2016).

Mientras que el **polietileno de baja densidad** según **Roca** (2005) contiene un cadena ramificada obtenida por polimerización del etileno a altas presiones este polímero contiene un densidad entre 0.910-0925 gr/cm<sup>3</sup> teniendo una característica, incolora, inodoro y no toxico (p.3).



**Figura 2:** Símbolo industrial del polietileno de baja densidad

**Fuente:** Leiva (2016).

A continuación, se muestran un cuadro con las variantes de polietileno y sus características que los diferencian.

**Tabla 1**

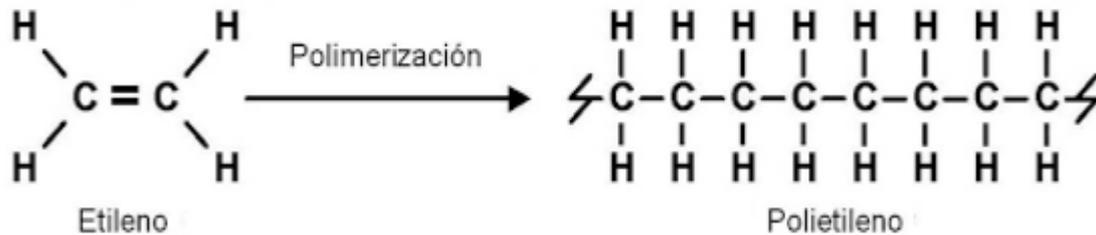
*Propiedades del polietileno de alta y baja densidad*

<b>Propiedad</b>	<b>Polietileno de alta densidad</b>	<b>Polietileno de baja densidad</b>
Peso Molecular (g/gmol)	200 - 400	100 - 300
Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )	0.94 - 0.97	0.91 - 0.94
Resistencia a la Tracción (Mpa)	21	38
Módulo de Young (Mpa)	1000	250
Elongación (%)	130	800
Temperatura de Transición Vítreá (°C)	-80	-125
Temperatura de Fusión (°C)	130 - 140	105 - 115

**Fuente:** Reproducido Allende y Arriagada (2013)

**Estructura del polietileno**, para Sapón (1999) químicamente tiene una estructura molecular compuesta por carbón con 23 átomos y 4 átomos de hidrogeno enlazados por un covalente. Los enlaces tiene un fuerza en KJ/mol de 347 y 414 para C-C y C-H respectivamente. Repitiéndose indefinidamente originando el

Polietileno. Las veces que se repite esta unidad es consecuencia del tipo de catalizador utilizado para que la temperatura y presión tengan una reacción química. (p.19)



**Figura 3** Química del polietileno

Fuente: Sapón (1999)

Para Leiva (2016) **Bolsas de polietileno**; son utilizadas en los supermercados con espesor y peso muy liviano (p.12).

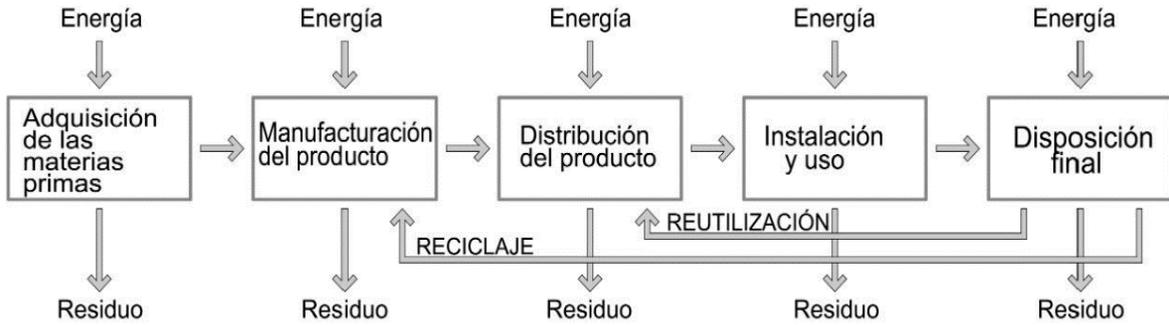
Las bolsas de polietileno tanto como alta y baja densidad tienen aplicaciones en diferentes bolsas plásticas; bolsas para supermercados, sacos de plásticos, envasar comida etc.



**Figura 4:** Bolsas de polietileno

Fuente: Olivera (2021)

**Materiales reciclados**, según Chichande (2010) un concepto adecuado para reciclar sería la óptima recolección de materiales desperdiciados que volverán a ser usados o revendidos como nuevos productos o materiales para fabricación de otros. (p.10).



**Figura 5:** Ciclo de vida de un material

**Fuente:** Dobón (2018)

Similarmenete, **Dobón** (2018) menciona que los materiales reciclados sufren procesos industriales y así se convierten en un nuevo producto con un nuevo uso. Es decir, se aprovecha al máximo el deshecho, llegando a ser nueva materia prima para poder producir un nuevo material (p.13).

Sobre la **Subrasante**, según **MTC** (2013) es la parte superficial luego de realizar movimientos de corte y relleno de tierras, la cual soportará al pavimento y su estructura. Los suelos que se encuentran bajo subrasante a profundidades no menores de 60 cm deben ser estables con un  $CBR \geq 6\%$  y para resultados opuestos, es decir suelos pobres e inadecuados con  $CBR < 6\%$ , se realizara la estabilización de suelos inadecuados según establezca el ingeniero responsable (p.23).

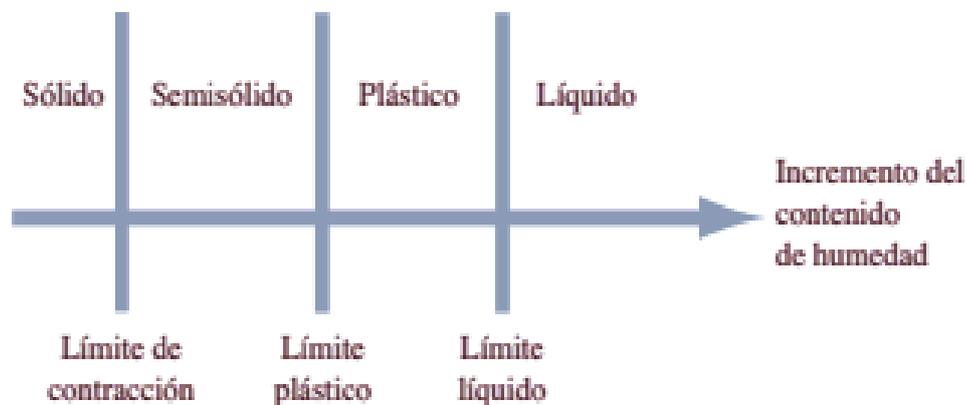
**Tabla 2**  
*Categorías de Subrasante*

Categorías de subrasante	CBR
S: subrasante inadecuada	$CBR < 3\%$
S1: Subrasante Pobre	De $CBR \geq 3\%$ A $CBR < 6\%$
S2: Subrasante Regular	De $CBR \geq 6\%$ A $CBR < 10\%$
S3. Subrasante Buena	De $CBR \geq 10\%$ A $CBR < 20\%$
S4. Subrasante Muy Buena	De $CBR \geq 20\%$ A $CBR < 30\%$
S5. Subrasante Excelente	De $CBR \geq 30\%$

**Fuente:** Reproducido MTC (2013).

Similarmente, según **Altamirano** (2007) ,“Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto” (p.7).

**Límites de plasticidad** que según **Badillo y Rodríguez** (2005) mencionan lo siguiente; que según Atterberg la plasticidad no es un propiedad constante en las arcillas por lo que depende del contenido de agua, definiendo así extremos de estados (p.127).



**Figura 6:** Límites de Atterberg

**Fuente:** Braja (2013).

Del mismo modo según **Bowles** (1981) el **Límites líquido y plástico** en ocasiones son utilizados para poder identificar y clasificar el suelo. El límite líquido se puede utilizar para poder estimar asentamientos o problemas de consolidación y los dos límites juntos en ocasiones son utilizados para poder aproximar la máxima densidad en proyectos referidos a la compactación (p.16).

Según **MTC** (2013) es la magnitud que manifiesta el periodo de humedad en el cual el suelo tiene consistencia plástica. Donde un I.p. mayor es un suelo de caracterizado como difícil o arcilloso por lo contrario un I.P. menor tiene menos contenido de arcilla. De esta manera la relación del índice de plasticidad se cataloga de acuerdo a esta tabla (p.37):

**Tabla 3**

*Suelos clasificados por su índice de plasticidad*

Índice de plasticidad	Plasticidad	Características
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20 IP > 7	Media	Suelos Arcillosos
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No plástico(NP)	Suelos exentos de arcilla

Fuente: Reproducido MTC (2013)

Para obtener el índice de plasticidad se aplica esta ecuación:

$$IP = LL - LP$$

Para **Bowles** (1981) el **límite líquido (LL)** mide la resistencia al corte del suelo a un determinado porcentaje humedad, de esta manera quiere decir que cada golpe aplicado para cerrar el surco correspondería a un fuerza cortante aplicada. Otra observación fundamental de los estudios menciona que el límite líquido incrementa a medida que el diámetro de las partículas disminuye (p.19).



**Figura 7:** Dispositivo para medir el límite líquido

Fuente: Braja (2013)

De la misma manera para **Bowles** (1981) el **límite plástico (LP)** es definido como el porcentaje de humedad que mida la tenacidad de un cilindro que se rompe o quiebra al ser enrollado a 3 mm de diámetro .



**Figura 8** : Prueba límite plástico

Fuente: Braja (2013)

**La Granulometría; según MTC** (2013) , se puede representar la distribución del tamaños del agregado haciendo uso del tamizado siguiendo los parámetros del ensayo MTC E -107. De esta manera se parte con estimar con menor o mayor proximidad las demás propiedades que pudieran interesar. Este análisis de un suelo tiene como prioridad determinar los diferentes componentes, distribuidos según su tamaño, dando lugar esta clasificación:

Tabla N°4: Clasificación del tamaño de partículas del suelo

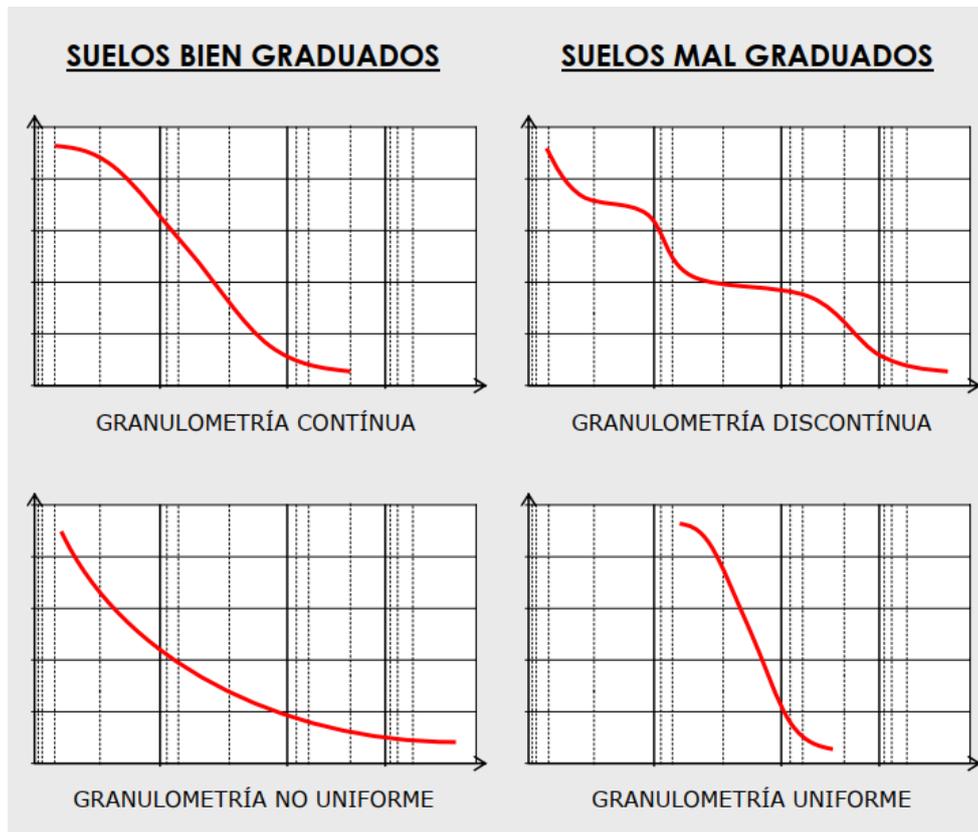
**Tabla 4**

*Clasificación del tamaño de partículas del suelo*

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

Fuente: Reproducido de MTC (2013)

**Granulometría Discontinua:** según **Bañón** (2010) es una curva que tiene interpretación de tramos planos así como picos , indicando que la secuencia de varios tamices no retuvo material. Dando lugar a que exista una escasa variación de tamaños. Denominando al suelo mal graduado. La arena es un gran ejemplo de este fenómeno (p.7).



**Figura 9:** Interpretación de la curva granulométrica

**Fuente:** Bañón (2010)

**Granulometría Continúa:** para **Bañón** (2010) es la retención de material en cada uno de los tamices, adoptando una curva de gradiente suave y continua. Dando la denominación de suelo bien graduado (p.7)

Para el cálculo numérico se usa la fórmula de coeficiente de curvatura:

$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{10}D_{60}}$$

Donde:

$D_x$ : Abertura o diámetro del tamiz por donde atraviesa el x% de la totalidad de la muestra.

Del mismo modo **Bañon** (20100) menciona que la relación de abertura por donde pasa el 10% y el 60% del total de la muestra dando así la idea de un coeficiente de uniformidad, si este coeficiente tiene un valor menor a 2 es un suelo muy uniforme y para un resultado inferior a 5 es uniforme (p.8).

$$C_c = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

**Los Tamices**, para **Botía** (2015) son indispensables para poder tener referencia de puntos clave para obtener la curva granulométrica, estos tamices tienen que tener una unión y separación en los bordes con el fin de evitar caídas del material. Es recomendable poder usar un mecanismo para agitar de manera correcta, de no contar con este el proceso se puede hacer de forma manual, evitando tener escape de material a la hora de agitar. Los periodos de agitado deben durar lo necesario, permitiendo el paso necesario del material entra las mallas (p.56)

**Tabla 5**  
*Tamices granulométricos*

Tamiz	Diámetro	Tamiz	Diámetro
3"	76.20	10	2.000
2 1/2"	63.50	20	0.840
2"	50.80	40	0.420
1 1/2"	38.10	50	0.297
1"	25.40	60	0.250
3/4"	19.05	70	0.210
1/2"	12.70	80	0.180
3/8"	9.53	100	0.149
N°4	4.750	200	0.075

Fuente: Botía (2015).

**Clasificación de suelos SUCS**, según **Badillo y Rodríguez (2005)** el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos teniendo bases en los conocimientos de A. Casagrande con el Sistema de clasificación de aeropuertos en 1942, este método clasificatorio subdivide a los suelos en dos grande fracciones : La gruesa compuesta por material superiores a la malla N°200 (0.074mm) e inferiores a la malla 3”(7.62) y la fina formada por las partículas que atraviesan la malla N°200. La fracción gruesa se subdivide en gravas y arenas mientras que las finas se dividen en grupos tomando en cuenta las características plásticas (p.150).

**Tabla 6**  
*Símbolos de grupo SUCS*

<b>Tipo de Suelo</b>	<b>Prefijo</b>	<b>Subgrupo</b>	<b>Sufijo</b>
Grava	G	Bien gradada	W
Arena	S	Pobrememente gradada	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Límite líquido bajo (<50)	H

**Fuente:** UEES (2001).

**Clasificación de suelos AASHTO**, El Sistema de clasificación American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) fue implementado en 1929 Subdividiendo el suelo en 7 grupos fundamentales nombrados desde el A-1 hasta A-7, estas facciones mencionan que tipo de suelo es adecuado para usar como componente de subrasante, sub base o base. La calidad del suelo está ligada al Índice de Grupo (IG).

**Tabla 7**  
Sistema de Clasificación AASHTO

Clasificación general	Suelos granulosos 35% máximo que pasa por tamiz de 0.08 mm							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.08 mm				
	A1		A3	A2				A4	A5	A6	A7	
Grupo Símbolo	A1-a	A1-b		A2-4	A2-5	A2-6	A2-7				A7-5	A7-6
Análisis granulométrico												
% que pasa por el tamiz de:												
2 mm	máx. 50	máx. 50	mín. 50	máx. 35	Máx.35	máx. 35	máx. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35	mín. 35
0.5 mm	máx. 30	máx. 25	máx. 10									
0.08 mm	máx. 15	máx. 15	máx. 10									
Límites Atterberg												
límite de líquido				máx. 40	mín. 40	máx. 40	mín.40	máx. 40	máx. 40	máx. 40	mín. 40	mín. 40
índice de plasticidad	máx. 6	máx. 6		máx. 10	máx. 10	mín. 10	mín. 10	máx. 10	máx. 10	mín. 10	mín. 10	mín. 10
Índice de grupo	0	0	0	0	0	máx. 4	máx. 4	máx. 8	máx. 12	máx. 16	máx. 20	máx. 20
Tipo de material	Piedras, gravas y arena		Arena Fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Estimación general del suelo como subrasante	De excedente a bueno						De pasable a malo					

Fuente: MTC (2013)

Existen signos convencionales que complementan la clasificación para el sistema AASTHO

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A-1-a		A-5
	A-1-b		A-6
	A-3		A-7-5
	A-2-4		A-7-6
	A-2-5		MATERIA ORGANICA
	A-2-6		ROCA SANA
	A-2-7		ROCA DESINTEGRADA
	A-4		

**Figura 10:** Perfil de calicatas sistema AASTHO

Fuente: MTC (2013)

Para **Alonso** (2013) define a la **Densidad** como una propiedad de los materiales, relacionando sus componentes y la existencia de espacios vacíos entre ellos (p.1).

Para esta investigación buscamos determinar la densidad seca máxima mediante la siguiente fórmula.

$$D_s = \frac{D_h}{(100+W\%)} * 100$$

Donde:

D<sub>s</sub>= Densidad seca (kg/m<sup>3</sup>)

D<sub>h</sub> = Densidad húmeda (Kg)

W% = Contenido de humedad

**Contenido de humedad** según Botía (2015) el suelo se comporta como una esponja con capacidad de contener agua y esta depende de la estructura de partículas. La humedad que existe en un suelo es la relación entre la masa de agua que se aloja en estructura porosa del suelo (p.25).

Se puede calcular el porcentaje de humedad se hace uso de la fórmula:

$$w(\%) = \frac{W_h - W_s}{W_s - W_r} * 100$$

Donde:

W<sub>r</sub>: Masa de recipiente (gr.)

W<sub>h</sub>: Masa de suelo + Suelo húmedo (gr.)

W<sub>s</sub>: Masa de suelo + Suelo Seco (gr.)

W<sub>w</sub>: Masa de agua (gr.)

**Índice de Grupo;** para **MTC** (2013) esta normado por AASTHO usado comúnmente para clasificar el suelo se basa en los límites de Atterberg. Para su cálculo se define con esta fórmula (p.38):

$$IG = 0.2(a) + 0.005(ac) + 0.01(bd)$$

Donde:

a: F-35 (F = % que pasa tamiz N°200) numero entero positivo entre 1 y 40

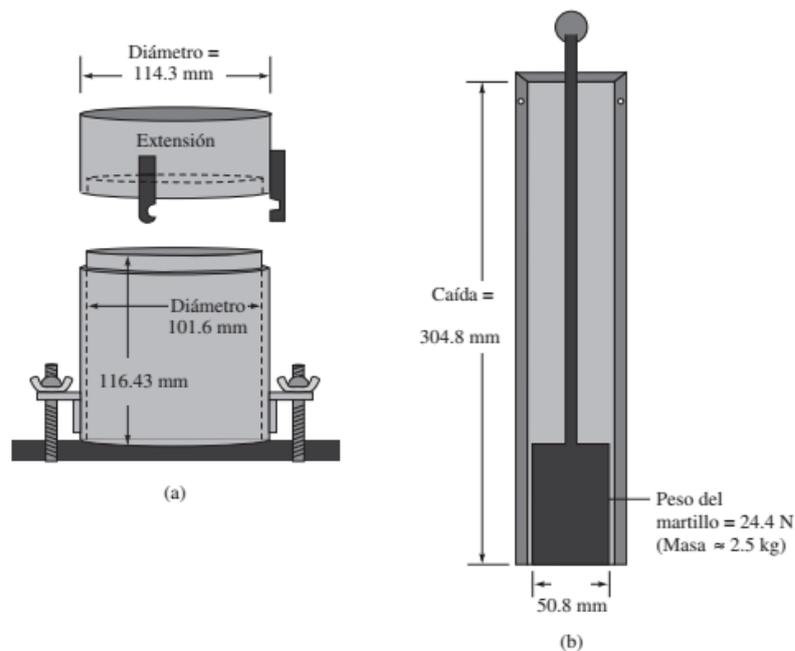
b: F-15 (F = % que pasa tamiz N°200) numero entero positivo entre 1 y 40

c: LL-40 Expresado por numero entero entre 0 y 20

d: IP-10 Expresado por numero entero entre 0 y 20 o más.

**El ensayo Proctor**, para Cuipal (2018) la compactación es un mecanismo del cual se quiere lograr mejorar las características de la masa de suelo que formaran parte del pavimento. Esta mejora resultara ser beneficiosa para la duración y proyección del pavimento. Esta prueba no expulsa todo el porcentaje de vacíos y tampoco el total de humedad que tiene el suelo es por eso que se denomina suelo parcialmente saturado, existen dos tipos de procesos de compactación (p.26)

**Ensayo proctor estándar**, para Braja (2013) en la prueba Proctor, el suelo sufre una compactación en un cilindro de 943.3 cm<sup>3</sup> de volumen. Teniendo un diámetro de 101.6 mm. Este cilindro se une a una placa inferior y a una extensión en la parte superior. La muestra de suelo se une con cuantías de agua con proporción variante para que con un martillo que pesa 24.4N se pueda compactar en 3 capas iguales cada una compactada a 25 golpes (p.92)



**Figura 11:** Equipo para prueba de proctor estándar

**Fuente:** Braja (2013).

**Tabla 8**  
*Especificaciones proctor estándar*

Concepto	Método A	Método B	Método C
Diámetro de molde	101.6 mm	101.6 mm	152.4 mm
Volumen del molde	943.3 cm <sup>3</sup>	943.3 cm <sup>3</sup>	2124 cm <sup>3</sup>
Peso del pisón	24.4 N	24.4 N	24.4 N
Altura de caída del pisón	340.8 mm	304.8 mm	304.8 mm
# Golpes del pisón por cada de suelo	25	25	56
# Capas de compactación	3	3	3
Energía de compactación, suelo a usarse	591.3 KN-m/m <sup>3</sup> facción que atraviesa la malla N°.4(4.57mm). Usamos este métodos Si el 20% o menos por peso de material se retiene en la malla N°.4	591.3 KN-m/m <sup>3</sup> Porción que pasa la malla de 9.5mm. Usamos si se retiene en la malla N°4 es más del 20%, y 20% o menos por peso es retenido en la malla de 9.5 mm.	591.3 KN-m/m <sup>3</sup> Granulometría que pasa la malla de 19 mm. Se usa si más de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9.5 mm, y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19 mm

**Fuente:** Reproducido 1557- ASTM (1991).

**Ensayo proctor modificado**, según Cupial (2018) La prueba de Proctor Modificado es un ensayo mejorado del Proctor Estándar y está regido por la norma Prueba D – 1557 de la ASTM y Prueba T – 180 de la AASHTO; esta mejora se debió al implemento de los rodillos y su utilidad en la compactación in situ. En este proceso se hace utiliza del mismo molde de volumen 943.3 cm<sup>3</sup>, el mismo del proceso del Proctor Estándar, no obstante, la muestra de suelo es compactada a 25 golpes para todas las 5 capas usando un martillo-pistón de peso 44.5 N a una caída de 457.2 mm. La energía usada para esta prueba es calculada usando esta ecuación (p.27).

$$E = \frac{(25 \frac{\text{golpes}}{\text{capas}})(5 \text{ capas})(44.5 \times 10^{-3} \text{ x kn})(0.4572 \text{ m})}{943.3 \times 10^{-6} \text{ m}^3} = 2696 \text{ Kn} - \text{m} / \text{m}^3$$

**Tabla 9**  
*Especificaciones de ensayo proctor modificado*

Concepto	Método A	Método B	Método C
Diámetro de molde	101.6 mm	101.6 mm	152.4 mm
Volumen del molde	943.3 cm <sup>3</sup>	943.3 cm <sup>3</sup>	2124 cm <sup>3</sup>
Peso del pisón	44.5 N	44.5 N	44.5 N
Altura de caída del pisón	457.2 mm	457.2 mm	457.2 mm
# Golpes del pisón por cada de suelo	25	25	56
# Capas de compactación	5	5	5
Energía para compactar y suelo usarse	2696 KN-m/m <sup>3</sup> fracción que atraviesa la malla N°.4(4.57mm). Usamos este métodos Si el 20% o menos por peso de material se retiene en la malla N°.4	2696 KN-m/m <sup>3</sup> Porción que pasa la malla de 9.5mm. Usamos si se retiene en la malla N°4 es más del 20%, y 20% o menos por peso es retenido en la malla de 9.5 mm.	2696 KN-m/m <sup>3</sup> Granulometría que pasa la malla de 19 mm. Se usa si más de 20% por peso del material es retenido en la malla de 9.5 mm, y menos de 30% por peso es retenido en la malla de 19 mm

**Fuente:** Reproducido 1557- ASTM (1991).

**Estabilización de suelos**, el area de Investigación de la Universidad de Costa Rica (2008) menciona es el procedimiento de combinar materiales de diferente origen con el suelo teniendo el objetivo de mejorar sus propiedades. Incluso se puede mezclar con variedad de suelos a esto se denomina estabilización mecánica, mientras que la adición de aditivos industriales se define como estabilización química, todo esto para poder incrementar la resistencia mecánica teniendo una

trabazón adecuado y teniendo una condición de humedad dentro de los rangos apropiados (p.10).

**La Estabilización mecánica**, para **Cuipal** (2018) tiene la principal característica de mejorar el suelo usando componentes que no afecten su composición y estructura básica del suelo a tratar. Teniendo a la compactación como metodología a aplicar, ensayo artificial que tiene como la finalidad de reducir espacios (p.29).

**La Estabilización química** es definida por **Gutiérrez** (2010) como la modificación de las propiedades del suelo haciendo uso de cementantes inorgánicos, orgánicos y/o sustancias especiales compuestas por químicos, denominado estabilizador químico siendo aplicado en el suelo homogéneamente, para por fin mejorar el comportamiento del suelo en la etapa de construcción y transitabilidad del pavimento (p.11).

**Suelos estabilizados con cal**, para el **MTC** (2013) es el proceso de mezclar cal, suelo y agua, la cal usada es el hidróxido cálcico y óxido cálcico llamadas también cales aéreas estas al contacto con el agua se endurecen. Una de los efectos de la cal siendo agregada al suelo es en su plasticidad. Teniendo resultados para un IP <15 el incremento del LL y LP teniendo así un IP ligeramente mayor mientras que para un suelo con IP >15 disminuye el IP. Así mismo existe un aumento de la humedad óptima de compactación. Los suelos adecuados para estabilizar con cal tienden a tener granulometría con cierto contenido de plasticidad (p.116).

**Suelos estabilizados con cemento**, es definida según el **MTC** (2013) como la mezcla de suelo disgregado con cemento, agua y algunas adiciones eventuales, para luego ser compactada y curada. Convirtiéndose en un suelo endurecido con incremento de resistencia. Es necesario saber el óptimo contenido del agua obtenida del ensayo proctor. Los suelos de tipos A-1, A-2 y A-3 con plasticidad de LL<40 y IP<18, para ello la dosificación de cemento depende del tipo de suelo (p.118).

**Tabla 10**  
*Porcentaje de cemento requerido para estabilizar*

<b>Sistema AASTHO</b>	<b>Rango usual de cemento (% de peso de los suelos )</b>
A-1-a	3 – 5
A-2-b	5 – 8
A-2	5 – 9
A-3	7 – 11
A-4	7 – 12
A-5	8 – 13
A-6	9 – 15
A-7	10 – 16

Fuente: MTC (2013)

**Capacidad de soporte (CBR)** que según **Botía** (2015) proviene de la abreviación de “California Bearing Ratio”, se hizo un estudio completo de materiales en el año 1929 desarrollado en California, teniendo el propósito de darle una clasificación del suelo para usarse como material base y subbase. Se mide la resistencia al corte en circunstancia de humedad y densidad controlada (p.133).

**Tabla 11**  
*Clasificación de suelos según CBR*

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

Fuente: Reproducido de Bowles (1981).

**Módulo resiliente** según el **MTC** (2013) define al “Módulo de Resiliencia es una medida de la propiedad elástica de suelos, reconociéndole ciertas características no lineales” (p.42).

Y que para obtener el Módulo Resiliente partir del CBR se usará la ecuación correlacionada entre Mr – CBR:

$$Mr(\text{psi}) = 2555x\text{CBR}^{0.64} \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Donde:

Mr: Modulo Resiliente (PSI)

CBR: California Bearing Ratio

### **III.METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de Investigación**

##### **3.1.1. Método: Científico**

Según Otzen, Manterola y otros (2017) “La columna vertebral de cualquier proceso de investigación, caracterizándose por una serie de etapas que, observada y seguidas de forma acucioso y sistematizada; permiten conducir y concluir cualquier protocolo de investigación” (p.1031).

La investigación inicia con la observación directa y en situ de la ruta a ser analizada, además ello se obtendrá las muestras de la subrasante inestable que posteriormente serán llevadas a laboratorio y analizar de las propiedades físicas y mecánicas. Todos estos procesos técnicos se realizarán usando las los estándares y recomendaciones del manual de ensayos de materiales del Ministerio de transportes y comunicaciones.

Según lo mencionado y tomando en cuenta las recomendaciones, esta investigación aplicará el método científico.

##### **3.1.2. Tipo: Aplicada**

Según Behar (2008) considera que este tipo de investigación también es conocida como el nombre de práctica, activa, y dinámica , caracterizándose por el uso de Las teorías y conceptos ya definidos, además de estar relacionada con la investigación básica de esta manera se confirma que toda investigación aplicada hace uso del marco teórico(pág.20).

Siendo esta investigación aplicada, se procederá hacer uso de teorías y procedimientos existentes para poder aplicarlos en cada uno de los materiales y dosificaciones, con el propósito de mejorar las propiedades de la subrasante.

Conforme a la teoría revisada además del análisis de antecedentes y metodología, esta investigación es de tipo aplicada.

### **3.1.3. Diseño: Experimental**

Para Arias (2012) la investigación experimental es exclusivamente explicativa, ya que el propósito es validar la influencia que existe al manipular la variable independiente y ver los resultados o efectos en la dependiente, en comparación con la investigación de campo el investigador puede operar y controlar las variables (p.34).

Este proyecto de investigación será de tipo experimental basándose en la extracción de muestras para ser analizadas en su estado natural y alteradas al ser adicionadas con material reciclado (Bolsas de polietileno fundido) en distintas proporciones y texturas.

Analizando la teoría, esta investigación tendrá un diseño experimental.

### **3.1.4. Nivel: Explicativo**

Según Cabezas Mejía y otros (2018) menciona que las investigaciones explicativas no finalizan en la descripción de teorías fenómenos o características de conceptos. La investigación explicativa se caracteriza por responder las causas de los sucesos fenómenos y eventos además de tener la particularidad de estudiar a profundidad y ser mejor planteadas (p.69).

La presente investigación cuenta con un nivel explicativo ya que no solo busca describir la situación o estado del problema, también busca replicar los procedimientos, etapas y resultados al adicionar los materiales reciclados para estabilizar la subrasante.

Teniendo en cooperación la teoría, esta investigación tiene un nivel explicativo

## **3.2. Variables y Operacionalización**

### **Variable independiente:**

Bolsas de polietileno fundido

### **Variable dependiente:**

Estabilización de la subrasante

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

#### **3.3.1. Población**

López y Fachelli (2015) es el conjunto de elementos que abarca el área de interés para obtener conclusiones de carácter teórico, estadístico y práctico. Definiendo como la población finita al grupo exacto de elementos que se extraerán de la muestra, denotado con un N a la población que se medirá (p.7).

La población para esta investigación está comprendida por toda la subrasante de la trocha carrozable Moyocorral - Umaccata.

#### **3.3.2. Muestra**

Según Illasaca (2012) define a la muestra como la colección de elementos que se obtienen de la población, que se obtiene con el propósito de obtener información característica de esta. (p.19).

Para esta proyecto se hará el estudio de la muestra de subrasante en la carretera o vía rural Moyocorral-Umaccata que tiene componentes de granulometría y propiedades variables, para ello a lo largo del tramo en estudio en este caso toda la vía rural, se realizarán muestras haciendo uso de calicatas de exploración con dimensiones de 1.50 m de profundidad , un ancho de 0.90m y 1.20 m en las progresivas km 0+500, km 1+000 y km 1+500, las exploraciones están ubicadas en puntos estratégicos con propiedades de suelo adecuadas y convenientes para el proyecto. La obtención de muestra representativa del suelo y evaluación del mismo, sigue las indicaciones de la NTP, Norma ASTM, Manual de Carreteras y Manual de Ensayo de Materiales MTC.

#### **3.3.3. Muestreo**

El muestreo para Ñaupas, Mejía y otros (2014), procedimiento que consiste en estudiar de una población determinada una la muestra de esta. Además de facilitar el trabajo de investigación. La clave surge en poder establecer un método de muestreo adecuado (p.246)

Para esta investigación el muestro tendrá una metodología intencional no probabilístico ya que la muestra se eligió al azar por lo contrario se hizo la selección buscando tramos y sectores críticos adecuados para desarrollar la investigación.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

#### **3.4.1. Técnica: Observación directa**

Para Rojas (2007) define a la técnica como las operaciones o procedimientos que se tienen que seguir para la recopilación de información y estudiar los datos (p.178). En la presente investigación se aplicará la técnica de la observación directa para la recopilación de información.

#### **3.4.2. Instrumento: Ficha de recopilación de datos**

Para Hernández, Fernández y Baptista (2010) define como un recurso que se utiliza en investigación para recolectar información o datos sobre las variables en estudio (p.200).

El presente estudio hará uso de fichas de recopilación de información, cuyo diseño se muestra en el anexo.

**Tabla 12**  
*Formatos de ensayos a realizar*

Norma	Formato ensayo	Suelo Natural	Suelo + BPF
MTC E 107	Análisis granulométrico (tamizado)	X	X
MTC E 108	Contenido de humedad	X	X
MTC E 110	Límites de consistencia	X	X
MTC E 111	Límites de consistencia	X	X
MTC E 115	Proctor modificado	X	X
	Relación de soporte de california		
MTC E 132	(CBR)	X	X

Fuente: Elaboración Propia

#### **3.4.3. Validez**

Para Hernández, Fernández y Baptista (2010) la validez es un indicador de medición que se aplica haciendo uso de un instrumento a la variable de interés (p.201).

Para este estudio no fue necesario la validación de expertos, puesto que los instrumentos a aplicar, están estandarizados en función a la NTP las cuales son de uso profesional validado, del mismo modo se aplicara equipos con certificación de calibrado, además de ello para garantizar la confiabilidad, los instrumentos a utilizar serán calibrados antes de ser utilizados para los ensayos de mecánica de suelos y topografía, Pero si se hará una autenticación de expertos para la recopilación de datos mostrado en la siguiente tabla.

**Tabla 13**

*Validación de instrumento de aplicación*

<b>N°</b>	<b>GRADO ACADEMICO</b>	<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>DICTAMEN</b>
1	Ing.	Evelyn Lourdes Bernaola Meléndez	74043237	Aplicable
2	Ing.	Gerson Ever Ccahuana Guzmán	72431640	Aplicable
3	Ing.	Danny Bázan Abarca	47344753	Aplicable

**Fuente:** Elaboración propia

#### **3.4.4. Confiabilidad**

Ruiz (2013) menciona que una característica para determinar la utilidad de un instrumento es poder medir el grado de reproducibilidad. Dando lugar a que los resultados gracias al instrumento aplicado en ciertas circunstancias deberían se similares si se aplica en otra condición idéntica. Este concepto de medir de la exactitud de un instrumento se define confiabilidad (p.83).

#### **3.5. Procedimiento**

Se procederá a la localización de la zona de muestras, estas estarán delimitadas de acuerdo a norma, una vez obtenidas las muestras de las calicatas se trasladará las muestras en bolsas especiales para conservar humedad natural para luego ser analizados en los diferentes ensayos que necesitamos conocer tanto para la

muestra natural y también para la muestra con adición de materiales reciclados (bolsas de polietileno fundido).

### 3.5.1. Estudios Previos

#### 3.5.1.1. Estudios de exploración de suelos

Se realizaron 3 excavaciones calicatas de exploración en los tramos especificados en el siguiente cuadro, con una profundidad de 1.50 m, y un área de 0.80 m de ancho y 1.50 m largo, distribuidas convencionalmente a 500 m, estas pautas recopiladas y mencionadas en el Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos MTC 2016, esto para definir las características de la subrasante y conseguir el perfil del suelo estudiado.

**Tabla 14**  
*Ubicación geográfica de calicatas en estudio*

KM	COORDENADAS		CALICATA	PROFUNDIDAD	LADO
	Este	Norte			
0+500	728181.13	8493165.08	c-1	1.50 m	Izquierdo
1+000	728501.50	8493416.21	c-2	1.50 m	Derecho
1+500	728399.38	8493894.56	c-3	1.50 m	Izquierdo

**Fuente:** Elaboración propia

Luego de a ver extraigo las muestras de las 3 calicatas exploradas se procedió a realizar los ensayos en laboratorio haciendo uso de kg de muestra de suelo, seguidamente se muestra un cuadro con la suma de suelo a usarse por cada ensayo

**Tabla 15**  
*Cantidad suelo requerido*

Ensayos	0% BPF			0.5% BPF	1% BPF	1.5% BPF
	C-1	C-2	C-3			
Límites de consistencia	0.5 kg	0.5 kg	0.5 kg	1.5 kg	1.5 kg	1.5 kg
Contenido de humedad	0.2 kg	0.2 kg	0.2 kg	0.6 kg	0.6 kg	0.6 kg

Análisis granulométrico	0.4 kg	0.4 kg	0.4 kg	1.0 kg	1.0 kg	1.0 kg
Proctor modificado	8 kg	8 kg	8 kg	24 kg	24 kg	24 kg
California Bearing Ratio	15 kg	15 kg	15 kg	45 kg	45 kg	45 kg
<b>Total</b>	<b>24 kg</b>	<b>24 kg</b>	<b>24 kg</b>	<b>72 kg</b>	<b>72 kg</b>	<b>72 kg</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.1.2. Reciclaje de Bolsas de polietileno

#### Zonas de reciclaje de Bolsas de polietileno

Para esta investigación se procedió a obtener bolsas recicladas en puntos clave como minimarket, bodegas y el botadero de la ciudad de Abancay, el reciclado se hizo progresivamente durante 2 semanas aproximadamente

#### Procesamiento de bolsas de polietileno y aplicación

El fundido se realizó en un maquina cacera compuesta por 2 latas también recicladas, unidas a través de un tubo galvanizado ubicado en la parte superior esto para conducir el humo de la combustión de una cámara a otra. En la lata N°1 se encuentra las bolsas de polietileno que serán expuestas a fuego a 115 C° aproximadamente por un tiempo de 15 min por cada 800 gr de bolsas de polietileno y en lata N°2 que está libre de fuego se coloca 2 litros de agua, de esta manera la acción entre el contenido de las dos latas hace que las bolsas de polietileno se fundan pasando a ser líquido.

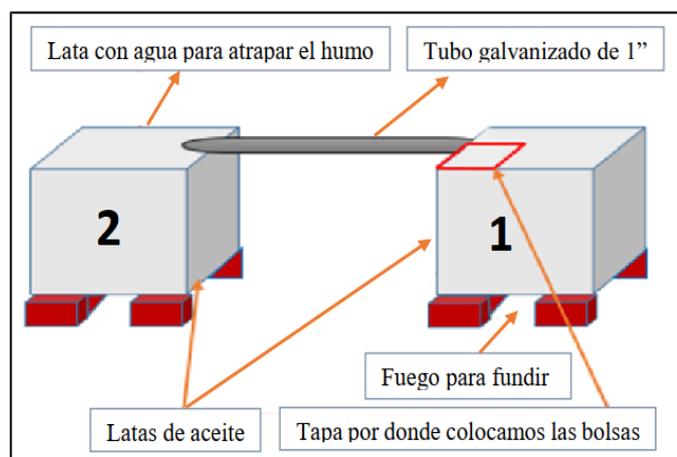
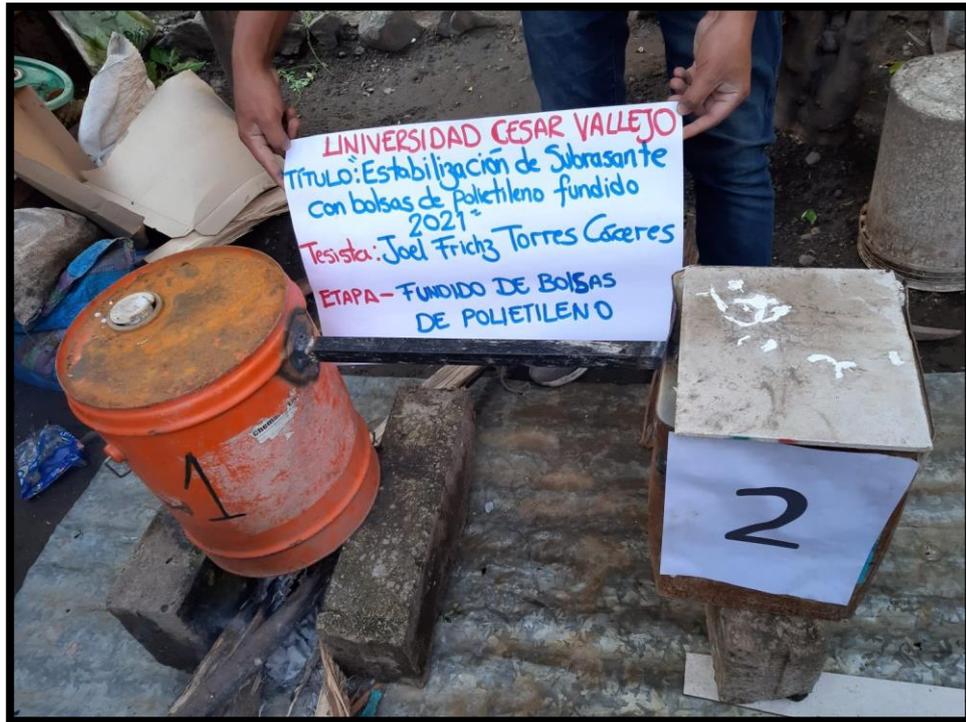


Figura 12: Maquina cacera para fundir

Fuente: Leiva 2018



**Figura 13:** Máquina casera fundidora.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 14:** Mezcla suelo natural y BPF

**Fuente:** Elaboración propia

Cabe resaltar que de los 800 gr se pierde un aproximado del 30% de su peso inicial por lo tanto solo se obtiene por proceso 560gr. Teniendo en cuenta esta disminución se procede a mezclar el producto líquido con el material de suelo de la calicata C-3 que es la elegida para el proceso experimental por tener el CBR más bajo, la mezcla se hace en una proporción de 1:1 es decir por cada litro de bolsa de polietileno fundido se usa un kilo de suelo en estudio, esta combinación forma grumos y ceniza de diversos tamaños, el material ya combinado se usó en porcentajes de 0.5%, 1% y 1.5% como adición para estabilizar la subrasante.

### **Selección de diámetro**

Luego de obtener los grumos se seleccionó el tamaño de las partículas a ser usadas en las pruebas para determinar propiedades físicas y mecánicas del suelo en estudio. Para ello se analizó la granulometría de la calicata C-3 observando que tuvo un porcentaje bajo de peso retenido entre mallas 3/4" y 3/8" se da lugar al uso de estos diámetros en el proceso de estabilización. Cabe recalcar que para las pruebas de los límites de plasticidad se usó la ceniza obtenida de la mezcla 1:1 descrita anteriormente.



**Figura 15:** Tamizado de BPF en forma de grumos

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.5.1.3. Estudios de laboratorio

Se usarán diferentes técnicas y reglamentos para poder determinar propiedades físicas y mecánicas del suelo esto a través de normas ya estandarizadas por la ASTM, NTP y MTC-2016. Contenido de humedad: ASTM D 2216, MTC E-108, análisis de granulometría por tamizado: ASTM D 422, MTC E-107, límite líquido del suelo: NTP 339.129, MTC E-110, límite plástico del suelo e índice de plasticidad: NTP 339.129, MTC E-111, ensayo CBR: ASTM D 1883, MTC E-132, ensayo de energía modificada (proctor modificado) ASTM D1557, NTP 339.141, MTC E-115.

**Tabla 16**

*Cantidad de ensayos suelo natural y adición de BPF*

Ensayos	0% BPF			0.5% BPF	1% BPF	1.5% BPF
	C-1	C-2	C-3			
Límites de consistencia	3	3	3	3	3	3
Contenido de humedad	1	1	1	3	3	3
Análisis granulométrico	1	1	1	3	3	3
Proctor modificado	4	4	4	12	12	12
California Bearing Ratio	3	3	3	9	9	9
Total	12	12	12	30	30	30

Fuente: Elaboración propia

### A. Cálculo de propiedades físicas

#### Límites de Consistencia (MTC E-110, MTC E-111)

Acciones a realizar.

1. Caracterización de material y aditivos a ser usados.
2. Diseñar los ensayos a ser utilizados (LL, LP y IP) para muestra natural y para muestra adicionando los porcentajes ya definidos.
3. Ensayos elaborados para calcular LL, LP; obtener muestras posteriormente llevadas al horno.
4. Procesamiento de resultados obtenidos en laboratorio, cálculo de valores numéricos.

Se procedió al cálculo de los límites de consistencia realizando el ensayo conocido límites de Atterberg, efectuando el ensayo según MTC E-110, hallando el límite líquido usando la copa de Casagrande definiendo el contenido de agua al cual un surco se cierra a una distancia mínima de 13 mm o 1/2" determinando la curva de fluidez correspondiente a 25 golpes siendo este el valor del límite líquido. Posteriormente se realizó el ensayo según MTCE-111 el límite plástico determina el contenido moléculas de agua con el cual el suelo se fisura al generar rollos de 3.2mm de diámetro; al finalizar estos dos procedimientos se calcula el índice de plasticidad siendo la resta entre el límite plástico y límite líquido.

### **Granulometría (MTC E-107)**

Acciones a realizar.

1. Caracterización de material (Suelo y bolsas de polietileno fundido),
2. Diseño del ensayo de granulometría por tamizado.
3. Calculo en muestra natural y muestra con proporciones en relación al porcentaje de aditivos establecido en la investigación.
4. Realización del ensayo de granulometría
5. Procesamiento de resultados obtenidos en laboratorio al realizar ensayos.

Se procedió a realizar el ensayo de granulometría haciendo uso de lo establecido en el manual MTC E-107 determinando el porcentaje de suelo que pasan los diferentes tamices hasta el N°200 (74mm), se calcula el porcentaje retenido en el juego de tamices de diversos diámetros y también se calcula el peso que pasa el tamiz N°200, para al final tener el cálculo del tamaño máximo de las partículas de la muestra, así como el porcentaje retenido, porcentajes de finos, arenas y gravas dando lugar al a la clasificación con sistema AASTHO y clasificación SUCS.

## **B. Cálculo de propiedades Mecánicas**

### **Proctor modificado (MTC E-115)**

Acciones a realizar.

1. Caracterización de material a usar (suelo natural y estabilizando – bolsas de polietileno fundido).

2. Planificación del ensayo proctor en condición natural.
3. Planificación del ensayo con adición de aditivo de bolsas de polietileno fundido en porcentajes establecidos para esta investigación.
4. Realizar el ensayo proctor en estado natural y con la adición del estabilizante.
5. Obtención de resultados de laboratorio siendo procesado en un programa estadístico.

Se procede a realizar el ensayo según lo mencionado en el Manual MTC E-115, para este caso se usó el método C teniendo un proceso de 5 capas compactadas por 56 golpes C/U siguiendo todo el proceso establecido en el manual se logra hallar el óptimo contenido de humedad y la máxima densidad seca, todo este proceso se realiza para muestra natural y para muestra con adición de 0.5%, 1.0% y 1.5% de BPF en las tres repeticiones.

### **Capacidad de soporte CBR (MTC E-132)**

Acciones a realizar.

1. Caracterización de materiales y preparación de muestra natural y muestra adicionada con BPF
2. Elaboración de especímenes (natural y adicionando BPF)
3. Inmersión controlada por 96 horas
4. Penetración de prensa mecánica para calcular la resistencia de suelo
5. Ejecución del ensayo CBR
6. Proceso de datos emitidos por laboratorio.

Según el manual de transportes del MTC E-132 es realizado para obtener una evaluación de la resistencia de subrasante para infraestructura vial siendo representado por la capacidad de soporte (California Bearing Ratio) calculando el CBR para una penetración a 0.1" y 0.2" siendo el 95% de su máxima densidad seca el grado de compactación requerido, además de ellos se lleva a condición de humedad más desfavorable sumergiendo los especímenes durante 4 días o 96 horas para posteriormente aplicar la carga sobre un pistón. Por último, se calculó la expansión con las lecturas inicial y final en mm.

### **3.6. Metodología de análisis de datos**

Con el propósito de poder interpretar los resultados obtenidos en laboratorio se utilizará el Softwares como; Microsoft Excel y IMB SPSS esto para generar barras, porcentuales, promedios, medias, etc. De esta manera se podrá observar las variaciones que existen al adicionar los materiales reciclados a las muestras.

### **3.7. Aspectos éticos**

En este estudio se consideró la norma ISO 690-2 y APA 6ta edición permitiendo hacer citación de información relevante, respetando derechos de autoría y ética profesional se obtuvo aportes de artículos científicos, normas vigentes, libros, tesis y revistas científicas. De la misma manera el investigador asegura la veracidad y autenticidad de los resultados adquiridos con la recolección de datos y procesados con el paquete ofimática Microsoft Excel 2016, así como de los ensayos de laboratorio.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Memoria descriptiva

#### Nombre del proyecto.

El presente proyecto lleva como título “Estabilización de subrasante adicionando bolsas de polietileno fundido en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay, Apurímac 2021”

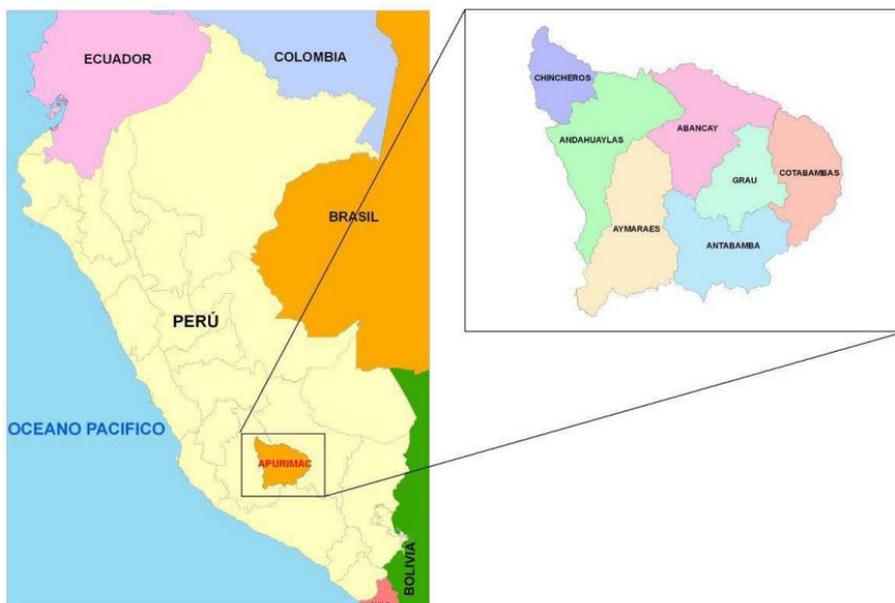
#### Ubicación del proyecto.

La región Apurímac se encuentra situada en la zona centro sur del territorio peruano con una superficie de 20896 Km<sup>2</sup>, limitada al Norte y Este con Cusco, al Sur con Arequipa y al Oeste con Ayacucho, conformada por 7 provincias.

Región	: Apurímac
Provincia	: Abancay
Distrito	: Tamburco

Abancay provincia, esta referenciada en la parte central-septentrional del departamento de Apurímac, administrada por el GORE Apurímac. Teniendo como límite principal departamento de Cusco, la provincia de Andahuaylas por el noroeste, por el este limita con Provincia Cotabambas mientras que en la parte sur limita con la provincia de Aymaraes

#### Localización de la Región.



**Figura 16:** Ubicación de la región Apurímac

**Fuente:** INDECI

## Localización de la provincia.



Figura 17: Ubicación de la región Apurímac

Fuente: OCHA services

El proyecto de investigación se ejecutó en el distrito de Tamburco, ubicada específicamente en la trocha carrozable Moyocorral – Umaccata, cuya coordenada Este es 728181.00m E y norte con 8493165.00 m S con una elevación de 2704 msnm ubicada exactamente entre las progresivas. Se determinó la influencia de la adición de bolsas de polietileno fundido en porcentajes de 0.5%, 1.0% y 1.5%, en el mejoramiento de las propiedades de estabilización de la ya mencionada vía.

## Localización satelital de calicatas



Figura 18: Calicatas en zona estudio

Fuente: Elaboración propia



**Figura 19:** Vista satelital de calicatas

**Fuente:** Google Earth Pro

Los resultados se presentan de acuerdo a los objetivos establecidos en la investigación, se inicia con el objetivo general.

#### **4.2. Determinación de influencia en la plasticidad del suelo al adicionar bolsas de polietileno fundido.**

##### **Índices de plasticidad**

Se realizó este ensayo para los tres puntos de investigación, enseguida se realizó el mismo ensayo con adición de bolsas de polietileno fundido en un 0.5%, 1.0% y 1.5% del peso seco de muestra, pero solo en la calicata C-3 ya que es la calicata que tuvo el resultado más desfavorable con relación a sus propiedades físicas y mecánicas.

**Tabla 17***Características del índice de plasticidad suelo natural.*

Calicata	CLASIFICACIÓN		LL (%)	LP (%)	IP (%)
	SUCS	AASHTO			
C-1	SM	A-4	30.1	23.3	6.8
C-2	SM	A-2-4	30.2	23.5	6.7
C-3	SC	A-A	30.0	19.5	10.5

**Fuente:** Elaboración propia

En la Tabla 17; se puede apreciar la clasificación SUCS variando entre SM y SC es decir están compuesto por arena limosa y arena arcillosa. Así mismo el índice de plasticidad oscila entre 6.8% y 10.5% este último clasificado como un suelo con media plasticidad.

**Tabla 18***Índices de plasticidad suelo natural + BPF en C-3.*

Porcentaje de adición de BPF	Repetición C-3	Clasificación		LL (%)	LP (%)	IP (%)
		SUCS	AASHTO			
0.5%	1	SC	A-4	29.8	19.5	10.3
	2	SC	A-4	29.5	19.5	10.1
	3	SC	A-4	29.6	19.4	10.2
1.0%	1	SC	A-4	28.7	18.8	9.9
	2	SC	A-4	29.8	19.7	10.0
	3	SC	A-4	29.2	19.5	9.7
1.5%	1	SC	A-4	28.8	19.4	9.4
	2	SC	A-4	29.4	20.1	9.3
	3	SC	A-4	29.8	20.3	9.5

**Fuente:** Elaboración propia

A estos resultados de las repeticiones en la calicata C-3 agregando porcentajes de bolsas de polietileno fundido se le saco la media aritmética, como promedia a usar para la comparación de mejora de propiedades de la subrasante.

**Tabla 19***Promedio aritmético de repeticiones del IP.*

% de BPF	Descripción	IP
0.5%	Cantidad de datos	3
	Media aritmética	10.2
	Desviación estándar	0.1
	Varianza	0.01
1.0%	Cantidad de datos	3
	Media aritmética	9.87

	Desviación estándar	0.15
	Varianza	0.02
1.5%	Cantidad de datos	3
	Media aritmética	9.40
	Desviación estándar	0.10
	Varianza	0.01

Fuente: Elaboración propia

Enseguida se realizó la comparación entre muestra patrón (C-3) y porcentajes adicionados de BPF.

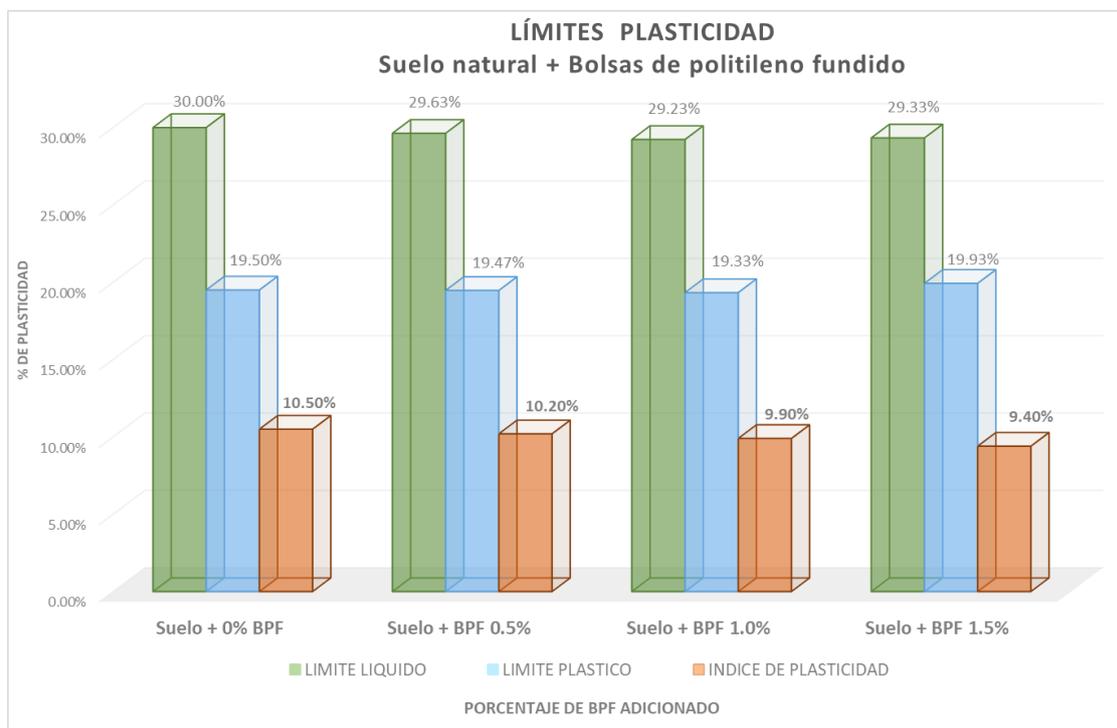
**Tabla 20**

*Índice de plasticidad de suelo natural + adición de BPF en C-3.*

%BPF	CLASIFICACIÓN		LL (%)	LP (%)	IP (%)
	SUCS	AASHTO			
0%	SC	A-4	30.00	19.50	10.50
0.5%	SC	A-4	29.63	19.47	10.20
1.0%	SC	A-4	29.23	19.33	9.90
1.5%	SC	A-4	29.33	19.93	9.40

Fuente: Elaboración propia

### Gráfica de resumen de plasticidad

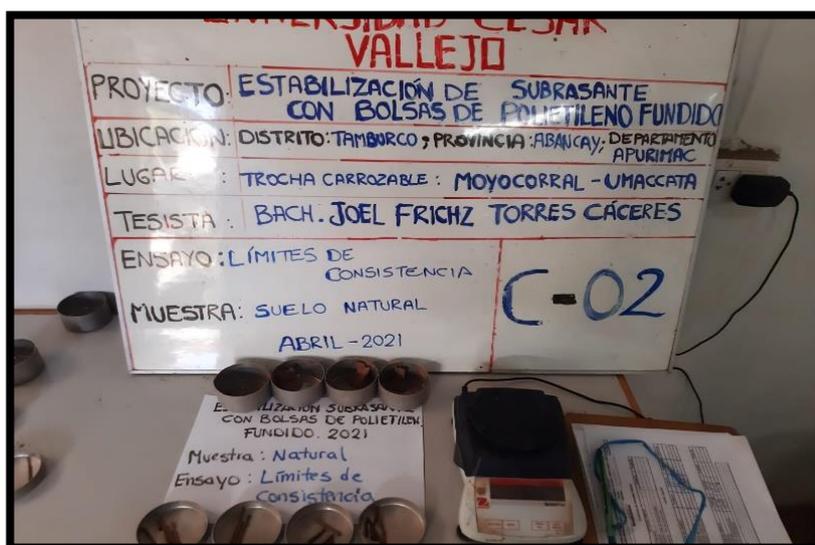


**Figura 20:** Índices de plasticidad de suelo + % BPF

Fuente: Elaboración propia

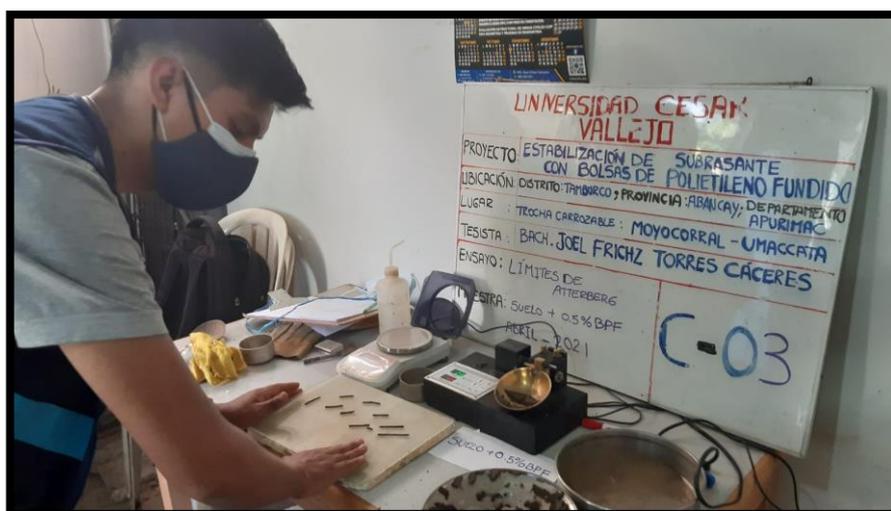
En primera instancia se puede apreciar la disminución del índice de plasticidad partiendo desde un 10.50% de IP en el suelo natural de la calicata C-3 y va decreciendo hasta llegar a un IP de 9.4% teniendo un 1.1 de unidad porcentual menos, es decir mientras más porcentaje de bolsas de polietileno se adiciona al suelo el índice de plasticidad disminuye.

### Evidencia fotográfica ensayo de plasticidad.



**Figura 21:** Ensayo límites de Atterberg al suelo natural

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 22:** Ensayo de límite plástico suelo + 0.5% de BPF

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.3. Cálculo de influencia en la compactación del suelo al adicionar bolsas de polietileno fundido.

##### Resultado ensayo de granulometría por tamizado.

**Tabla 21**

*Composición y clasificación del suelo natural.*

Calicata	Finos %	Arenas%	Gravas%	Clasificación	
				SUCS	AASTHO
C-1	40.63%	44.63%	14.46%	SM	A-4
C-2	29.97%	50.73%	19.30%	SM	A-2-4
C-3	41.04%	49.20%	9.76%	SC	A-4

Fuente: Elaboración propia

La tabla 21 nos indica los componentes del suelo en estado natural en los 3 puntos investigados teniendo como componentes: Finos, arenas y gravas expresado en porcentajes, del mismo modo se ve la clasificación por los dos sistemas; suelo areno limoso y areno arcilloso.

Se realizó el mismo ensayo con adición de bolsas de polietileno fundido en un 0.5%, 1.0% y 1.5% del peso seco de muestra, pero solo en la calicata C-3.

**Tabla 22**

*Composición del suelo adicionando % de BPF en C-3*

% BPF	Repetición	Finos%	Arenas%	Gravas%	Clasificación	
					SUCS	AASTHO
0.5%	1	42.78	46.97	10.25	SC	A-4
	2	41.52	48.18	10.30	SC	A-4
	3	44.20	45.49	10.31	SC	A-4
1.0%	1	44.94	44.05	11.10	SC	A-4
	2	40.92	48.02	11.06	SC	A-4
	3	41.34	47.63	11.04	SC	A-4
1.5%	1	41.16	47.51	11.33	SC	A-4
	2	44.82	43.82	11.37	SC	A-4
	3	40.31	48.38	11.31	SC	A-4

Fuente: Elaboración propia.

De estos resultados se sacó la media, varianza y desviación estándar de las repeticiones para llegar a tener resultado promedio de cada porcentaje.

**Tabla 23***Promedio aritmético de componentes de suelo*

<b>% de BPF</b>	<b>Descripción</b>	<b>Finos%</b>	<b>Arenas%</b>	<b>Gravas%</b>
0.5%	Cantidad de datos	3	3	3
	Media aritmética	42.83	46.88	10.29
	Desviación estándar	1.34	1.35	0.03
	Varianza	1.80	1.82	0.001
1.0%	Cantidad de datos	3	3	3
	Media aritmética	42.40	46.57	11.07
	Desviación estándar	2.21	2.19	0.03
	Varianza	4.88	4.79	0.001
1.5%	Cantidad de datos	3	3	3
	Media aritmética	42.10	46.57	11.34
	Desviación estándar	2.40	2.42	0.03
	Varianza	5.74	5.86	0.001

Fuente: Elaboración propia

Teniendo este promedio de cada uno de los porcentajes ensayados en la calicata C-3 se compara con el suelo natural o muestra patrón para ver la variación existente.

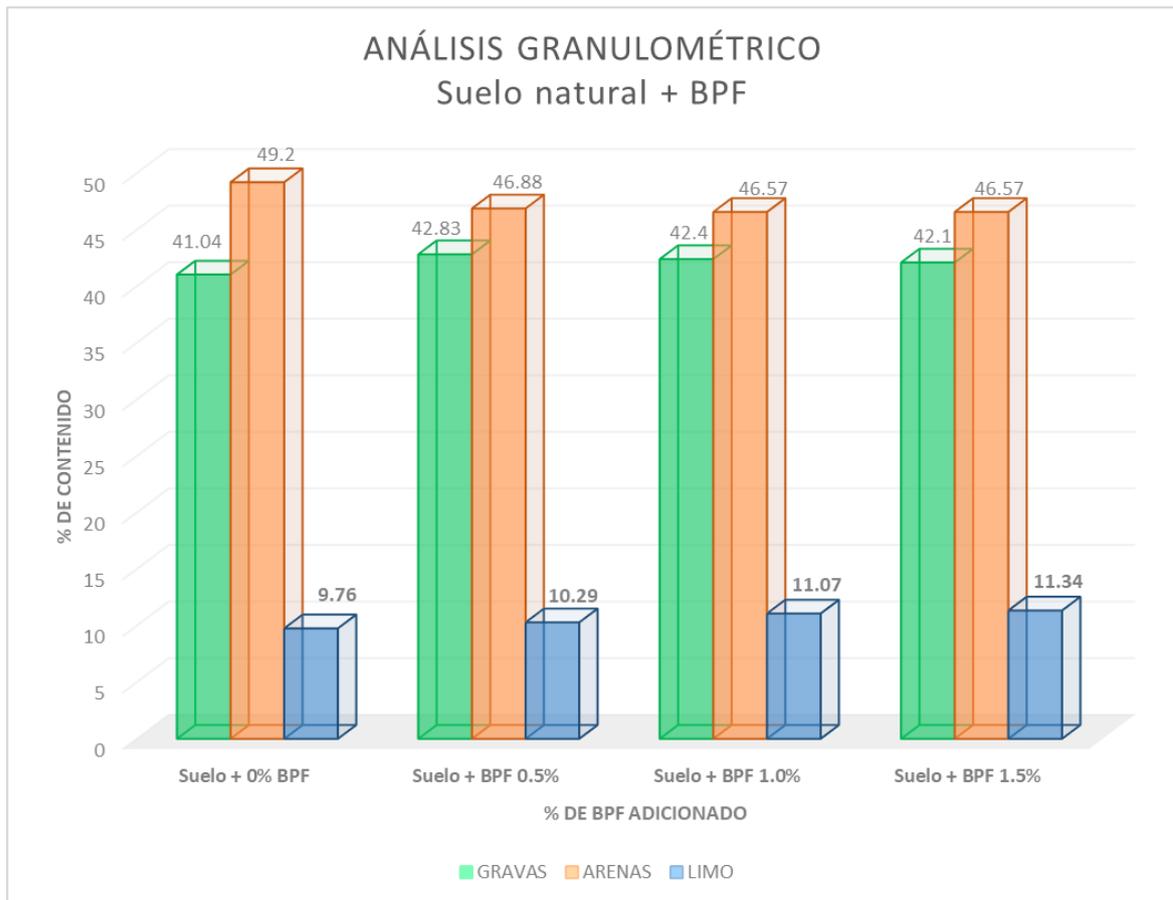
**Tabla 24***Resumen resultados suelo natural + % BPF*

<b>% BPF</b>	<b>Finos%</b>	<b>Arenas%</b>	<b>Gravas%</b>
0%	41.04	49.20	9.76
0.5%	42.83	46.88	10.29
1.0%	42.40	46.57	11.07
1.5%	42.10	46.57	11.34

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24, se puede apreciar el resumen de dosificación desde un 0% hasta un 1.5% de bolsas polietileno incorporado a un suelo natural con el objetivo de estabilizarlo, el incremento de % grava es notorio ya que lo que se busca es poder tener esa compacidad de particular de todo tamaño para obtener resistencia y trabazón entre ellos, llegando a tener una estructura capaz de soportar cargas admisibles.

## Gráfica del análisis granulométrico



**Figura 23:** Análisis granulométrico

**Fuente:** Elaboración propia

Para realizar el análisis de los componentes de suelo influenciados al adicionar porcentajes de bolsas de polietileno fundido, se debe de conocer que se agregó el estabilizante con diámetros pasante de la malla  $\frac{3}{4}$ " y retenido en la malla  $\frac{3}{8}$ ", es entonces que se parecía el incremento del porcentaje de grava de 9.76% hasta un 11.34% con la adición de 1.5% de BPF.

## Evidencia fotográfica



**Figura 24:** Granulometría C-3 + 0.5% de BPF

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 25:** Tamizado muestra natural + BPF

**Fuente:** Elaboración propia

### Resultado proctor modificado al suelo natural.

Para proceder con este ensayo se usó partículas en tamaños ya definido al obtener el producto estabilizante, dicho esto se procedió a realizar los ensayos en suelo natural es decir en las calicatas C-1, C-2 y C-3 logrando resultados plasmados en la tabla N 25, luego de ello se procedió a realizar el mismo ensayo adicionando bolsas de polietileno fundido, pero solo a la calicata C-3 por cuestiones metodológicos y prácticas.

**Tabla 25**

*Características del índice de plasticidad suelo natural*

Calicata	Optimo contenido de humedad(%)	Máxima densidad seca(gr/cm3)
C-1	13.18	1.921
C-2	10.99	2.009
C-3	12.28	1.973

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 25; se observa la característica en la propiedad de compactación del suelo llegando a tener OCH de 10.99% hasta 13.18% del mismo modo la MDS desde 1.921 gr/cm3 hasta 2.009%.

Se realizó el ensayo a la calicata C-3 al adicionar bolsas de polietileno fundido en 0.5%, 1.0% y 1.5%.

**Tabla 26**

*OCH y MDS de suelo natural + % BPF C-3*

% de Bolsas de polietileno fundido	Repetición	Optimo contenido de humedad (%)	Máxima densidad seca(%)
0.5%	1	12.28	1.975
	2	12.22	1.977
	3	12.23	1.978
1.0%	1	12.15	1.985
	2	12.17	1.984
	3	12.18	1.981
1.5%	1	12.06	1.987
	2	12.09	1.989
	3	12.05	1.991

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 27***Promedio aritmético de repeticiones OCH y MDS.*

<b>% de BPF</b>	<b>Descripción</b>	<b>Óptimo contenido de humedad (%)</b>	<b>Máxima densidad seca(%)</b>
0.5%	Cantidad de datos	3	3
	Media aritmética	12.24	1.977
	Desviación estándar	0.03	0.002
	Varianza	0.001	0.000
1.0%	Cantidad de datos	3	3
	Media aritmética	12.17	1.980
	Desviación estándar	0.02	0.002
	Varianza	0.000	0.000
1.5%	Cantidad de datos	3	3
	Media aritmética	12.07	1.990
	Desviación estándar	0.02	0.002
	Varianza	0.000	0.000

**Fuente:** Elaboración propia

Resumen del óptico contenido de humedad y la máxima densidad seca obtenida del ensayo proctor modificado a la calicata C-3.

**Tabla 28***Resumen OCH y MDS suelo natural y suelo + % BPF*

<b>% BPF</b>	<b>Óptimo contenido de humedad (%)</b>	<b>Máxima densidad seca(gr/cm3)</b>
0%	12.28	1.973
0.5%	12.24	1.977
1.0%	12.17	1.980
1.5%	12.07	1.990

**Fuente:** Elaboración propia

**Grafico óptico contenido de humedad al adicionar BPF**

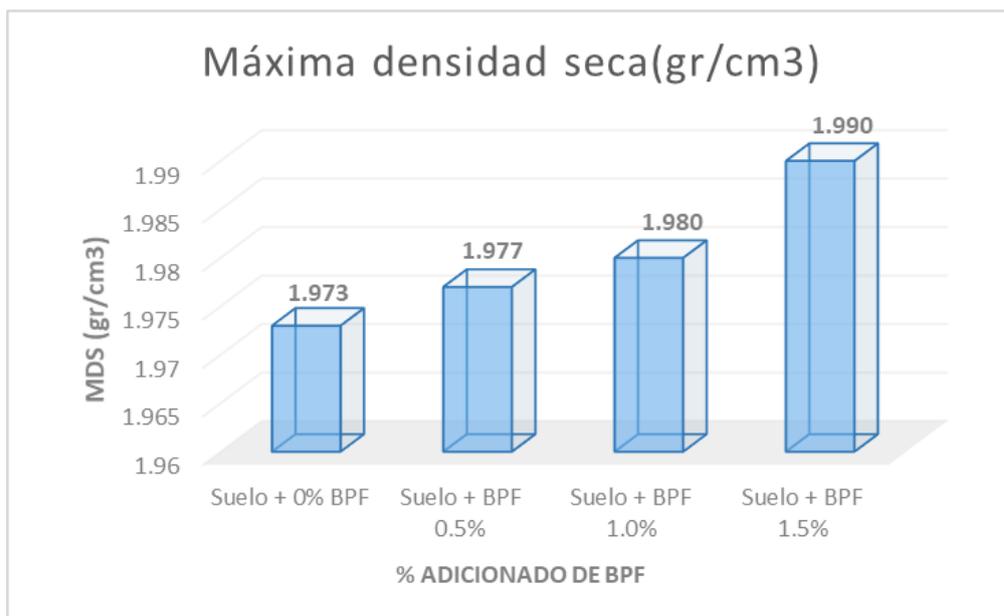


**Figura 26:** OCH al adicionar % de BPF

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 25, se observa notoriamente la disminución del óptimo contenido de humedad partiendo desde 12.28 % de la muestra patrón hasta un 12.07% adicionando 1.5% de BPF teniendo una diferencia de 0.21 unidades porcentuales.

### Grafico máxima densidad seca al adicionar BPF



**Figura 27:** MDS al adicionar % de BPF

**Fuente:** Elaboración propia

En la figura 26, describe el incremento positivo de la máxima densidad seca del suelo al adicionar BPF siendo el 1.5% de BPF el más óptimo, llegando a incrementar el MDS hasta un 0.017 gr/cm<sup>3</sup> por encima del 1.973 perteneciente al suelo patrón de la calicata C-3.

### Evidencia fotográfica



**Figura 28:** Proceso de compactado con pisón

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 29:** Preparado de muestra para ensayo, Suelo + 0.5BPF en la C-3

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.4. Determinación la influencia en la resistencia del suelo al adicionar bolsas de polietileno fundido.

##### Resultado de ensayo CBR al suelo natural.

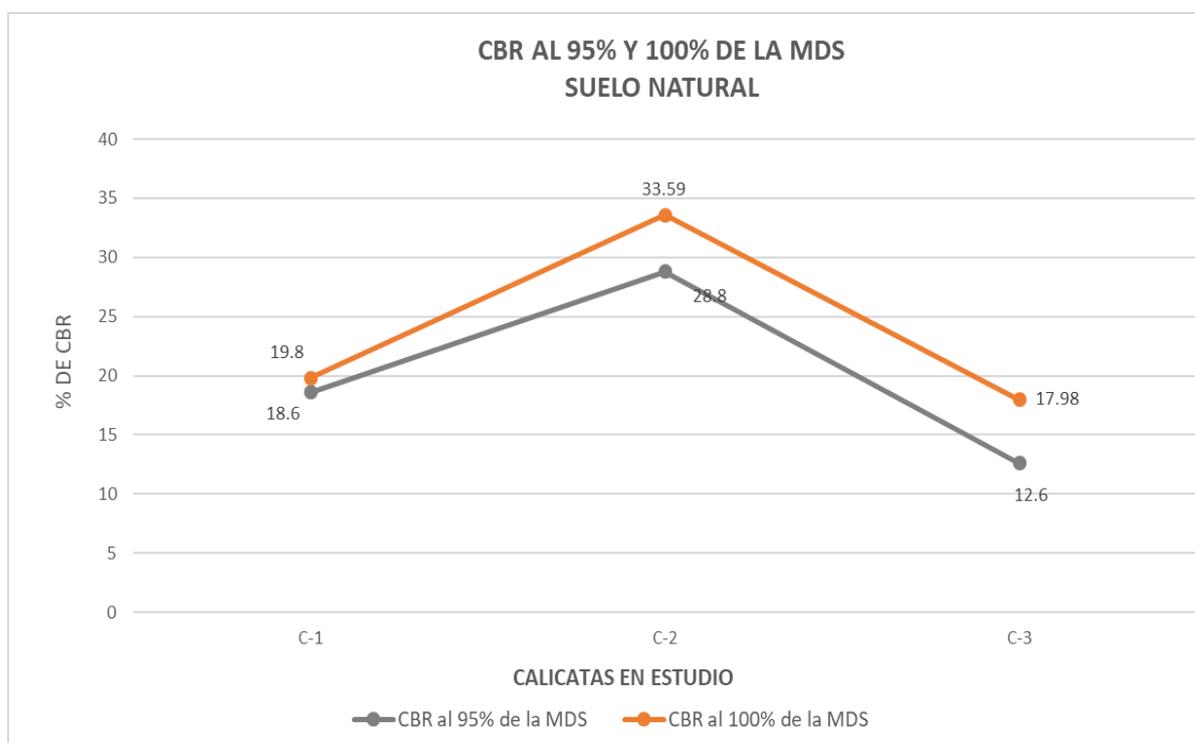
Se realizó el ensayo tanto en suelo natural como suelo con adición de 0.5%, 1.0% y 1.5% de BPF en la calicata C-3 ya que esta tiene menor resistencia a las cargas con respecto a los demás puntos investigados. Además, para mayor certeza se hizo tres repeticiones añadiendo BPF lo cual nos lleva a sacar un promedio aritmético expresado en la tabla 31.

**Tabla 29**

*Resultados CBR del suelo natural*

Calicata	CBR al 95% de la MDS	CBR al 100% de la MDS
	0.1" (5.08mm)	0.1" (5.08mm)
C-1	18.60	19.80
C-2	28.80	33.59
C-3	12.60	17.98

Fuente: Elaboración propia



**Figura 30:** CBR de suelo natural

Fuente: Elaboración propia

Resultado ensayo CBR al suelo natural adicionando % bolsas de polietileno fundido.

**Tabla 30**

*Resultados CBR al 95% y 100% de MDS%*

<b>% BPF C-3</b>	<b>Repetición</b>	<b>CBR al 95% de la MDS 0.1" (5.08mm)</b>	<b>CBR al 100% de la MDS 0.1" (5.08mm)</b>
0.5%	1	12.65	18.28
	2	12.80	18.28
	3	12.90	17.37
1.0%	1	13.50	20.71
	2	13.00	18.28
	3	13.62	18.10
1.5%	1	14.44	16.76
	2	14.54	18.89
	3	14.60	17.67

**Fuente:** Elaboración propia

De estos resultados se sacó la media, varianza y desviación estándar de las repeticiones para llegar a tener un resultado promedio de cada porcentaje.

**Tabla 31**

*Promedio aritmético de CBR de suelo natural + % BPF*

<b>% de BPF</b>	<b>Descripción</b>	<b>CBR al 95% de la MDS 0.1" (5.08mm)</b>	<b>CBR al 100% de la MDS 0.1" (5.08mm)</b>
0.5%	Cantidad de datos	3	3
	Media aritmética	12.78	17.98
	Desviación estándar	0.13	0.53
	Varianza	0.02	0.28
1.0%	Cantidad de datos	3.00	3.00
	Media aritmética	13.37	19.03
	Desviación estándar	0.33	1.46
	Varianza	0.11	2.12
1.5%	Cantidad de datos	3.00	3.00
	Media aritmética	14.53	17.77
	Desviación estándar	0.08	1.07
	Varianza	0.01	1.14

**Fuente:** Elaboración propia

Resumen de resultados de CBR al adicionar % de bolsas de polietileno fundido en la calicata C-3.

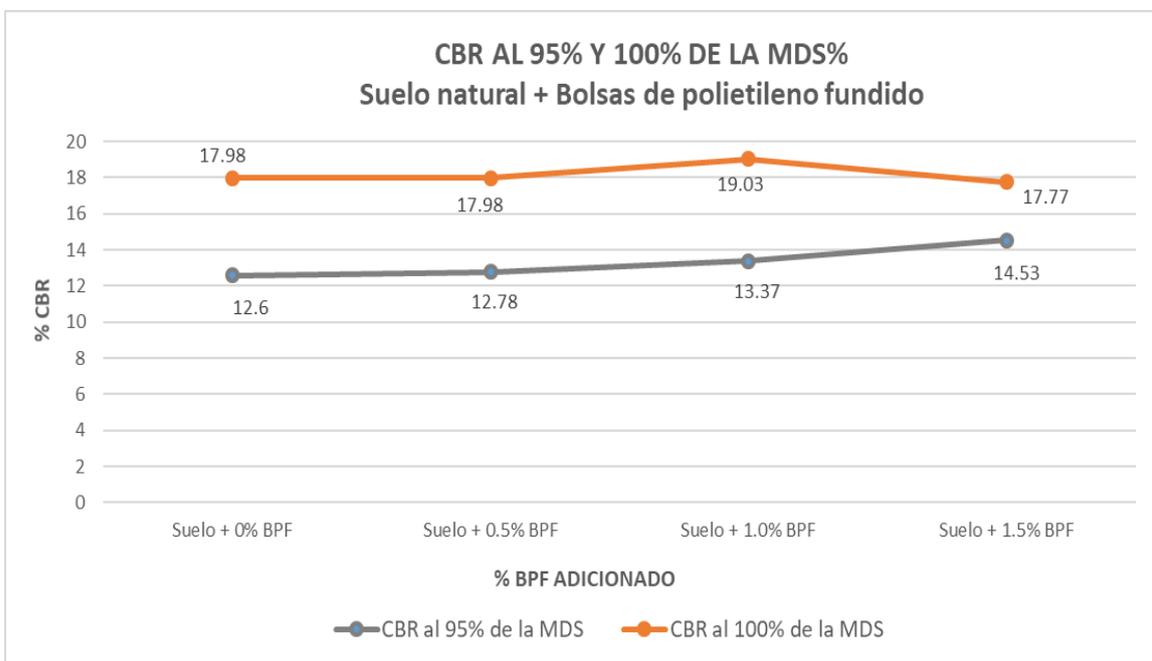
**Tabla 32**

*CBR suelo natural y % de adición BPF en C-3*

<b>% BPF C-3</b>	<b>CBR al 95% de la MDS 0.1" (5.08mm)</b>	<b>CBR al 100% de la MDS 0.1" (5.08mm)</b>
0%	12.60	17.98
0.5%	12.78	17.98
1.0%	13.37	19.03
1.5%	14.53	17.77

Fuente: Elaboración propia

### Grafico resumen de CBR adicionando % de BPF



**Figura 31:** CBR de suelo natural más % de BPF

Fuente: Elaboración propia

En la figura 31, existe un incremento progresivo de CBR al 95% de la MDS al usar porcentajes de bolsas de polietileno como agente estabilizante, ya que se tiene un CBR de suelo natural de 12.6% y va incremento hasta llegar un CBR de 14.53%. Entonces se concluye que al adicionar 1.5% de BPF la resistencia incrementa en un 1.93 unidades porcentuales con respecto a la muestra patrón.

### Evidencia fotográfica



**Figura 32:** Realizando lectura del CBR

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 33:** Muestras de CBR suelo natural + % de BPF

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.5. Determinación de la influencia de la dosificación en las propiedades de la subrasante.

En este objetivo se pudo determinar que la dosificación óptima con respecto a suelo natural y suelo tratado fue el 1.5% de adición de bolsas de polietileno fundido. Esto para un suelo areno arcilloso de plasticidad media.

**Tabla 33**

*Resumen general de resultados de ensayos a suelo natural*

ENSAYOS	NORMAS	C-01	C-02	C-03
Contenido de Humedad	MTC E108	15.70%	14.50%	14.40%
Límite Líquido (%)	MTC E110	30.10%	30.20%	30.00%
Límite Plástico (%)	MTC E111	23.30%	23.50%	19.5%
Índice de Plasticidad	MTC E111	6.80%	6.70%	10.50%
Clasificación SUCS	MTC E107	SM	SM	SC
Clasificación AASHTO	MTC E107	A-4	A-2-4	A-4
M.D.S (gr/cm <sup>3</sup> )	MTC E115	1.920	2.009	1.973
OCH (%)	MTC E115	13.18%	10.99%	12.28%
C.B.R. para el 95% de la M.D.S a 0.1"	MTC E 132	18.60%	27.80%	12.60%
C.B.R. para el 100% de la M.D.S a 0.1"	MTC E 132	19.80%	33.59%	17.98%

**Fuente:** Elaboración propia

Para el proceso de estabilización se trabajó con la calicata C-3 ya que era la que menor CBR tenía a la cual se le hizo estabilización con 0.5%, 1% y 1.5% de bolsas de polietileno fundido haciendo 3 repeticiones para tener resultados más representativos.

**Tabla 34**

*Resumen de resultados del suelo natural + adición de BPF*

Adición de BPF	LL (%)	LP (%)	IP (%)	SUCS	AASHTO	OCH (%)	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	CBR 95%
0.00%	30.00	19.50	10.50	SC	A-4	12.28	1.973	12.60
0.50%	29.63	19.47	10.20	SC	A-4	12.24	1.977	12.78
1.00%	29.23	19.33	9.90	SC	A-4	12.17	1.980	13.37
1.50%	29.33	19.93	9.40	SC	A-4	12.07	1.990	14.53

**Fuente:** Elaboración propia

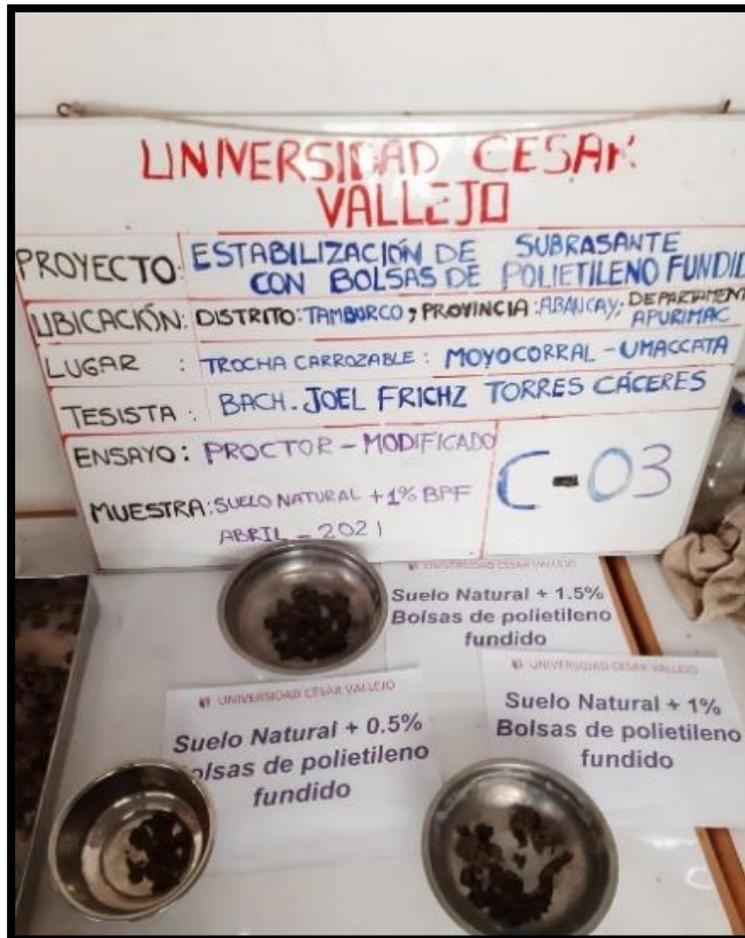
Se aprecia todo los resultados de cada uno de los ensayos ejecutados de acuerdo al objetivo a investigar, respecto a la plasticidad el IP encontrado en suelo sin tratar es de 10.5%, al añadir 1.5% BPF reduciendo su plasticidad llegando a tener 9.40%; con respecto a la clasificación en el sistema SUCS el suelo no varía y sigue siendo SC (areno arcilloso) de igual manera ASSHTO el suelo no varía de A-4; para el ensayo de proctor modificado la MDS de suelo natural tiene 1.973 kg/cm<sup>3</sup>, al añadir 1.5% BPF la MDS resultó 14.53 kg/cm<sup>3</sup>, por último el CBR al 95% de la MDS del suelo natural es 12.60% lo cual indica que la subrasante es buena en resistencia pero lo que se busca es poder mejorar el performance y al añadir 1.5% BPF el CBR varía incrementando a 14.53% lo cual indica que la subrasante incrementa la resistencia.

### Evidencia fotográfica



**Figura 34:** Proceso de fundición de bolsas de polietileno

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 35:** Ejemplo de porcentajes usados para un ensayo

**Fuente:** Elaboración propia

## V. DISCUSIÓN

**OG.** Determinar la influencia de la adición de bolsas de polietileno fundido en porcentajes 0.5%,1.0% y 1.5% en el mejoramiento en las propiedades de la subrasante de la Trocha carrozable Moyocorral - Umaccata 2021

En la investigación de Linares (2019), titulada “Estabilización de subrasante de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido, Chachapoyas, 2018 ”, el autor estabilizó través de la adición bolsas de polietileno fundido, obtuvo mejoras positivas en la estabilización de subrasante, debido a la combinaron de su muestra con bolsas de polietileno fundido en dosificaciones del 4%, 8%, y 12%, estos en función a su peso seco, dando un valor de CBR de suelo natural de 5.90% y al adicionar bolsas de polietileno fundido en un 12% se logró incrementar hasta un 3.9% es decir con llegó a tener un CBR de 9.80%, en la misma dirección hubo un incremento de la máxima densidad seca partiendo desde 1.806 gr/cm<sup>3</sup> en estado natural y al adicionar 12% de BPF se obtuvo 1.833 gr/cm<sup>3</sup>, en un caso opuesto el óptimo contenido de humedad disminuyó progresivamente hasta en un 3% respecto a la muestra de suelo natural, por otro lado la plasticidad disminuyo parcialmente de 13.63% hasta llegar a tener un 8.40% al adicionar bolsas de polietileno fundido en una dosificación de 4%.

Mientras que en la presente investigación se adicionó el 0.5%, 1% y 1.5% de bolsas de polietileno fundido, las cuales como resultado determinaron que el aditivo usado en la investigación influye positivamente en el mejoramiento de las propiedades de estabilidad de subrasante al tener un incremento de CBR natural hasta en un 1.93% así mismo disminuye en 0.21% el óptimo contenido de humedad, por otro lado, la máxima densidad seca tuvo un incremento de 0.017 respecto a la MDS de suelo natural.

En ese sentido comparando resultados a pesar de la diferencia de combinación en la dosificación de porcentajes se define que las bolsas de polietileno fundido BPF es un aditivo estabilizador que influye positivamente en mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, por tanto, se puede corroborar que la información determinada por Linares y la presente tesis coinciden en resultados.

**O1.** Determinar la influencia de las bolsas de polietileno fundido en la plasticidad de la subrasante en la trocha carrozable Mollocorral - Umaccata, Abancay 2021.

En la investigación de Linares (2019) , titulado “Estabilización de subrasante de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido, Chachapoyas, 2018”, el tesista estudia una suelo limoso de mediana plasticidad al adicionar bolsas de polietileno fundido en 4%, 8% y 12%, llegando a tener un IP natural de 13.63%, mientras que al ser tratado con bolsas de polietileno fundido en valores de 4%, 8% y 12% llegaron a tener 8.4%,13.21% y 13.64% respectivamente ; se puede apreciar que al adicionar 4% es la dosificación óptima de BPF ya que disminuye en 5.23% el índice de plasticidad, pero no obstante las otras dosificaciones hacen que el suelo tenga una decrecimiento leve incluso la dosificación con 12% hace que el IP incremente en un 0.01%, llegando a la conclusión de una influencia parcialmente positiva.

Mientras que en la presente investigación se adicionó el 0.5%, 1% y 1.5% de bolsas de polietileno fundido, las cuales como resultado determinaron que el aditivo usado en la investigación influye positivamente al disminuir la plasticidad de un suelo de media plasticidad 10.50% hasta llegar a un IP de 9.40% mostrando la propiedad positiva de las bolsas de polietileno.

En ese sentido comparando resultados a pesar de la diferencia de combinación en la dosificación de porcentajes se define que las bolsas de polietileno fundido BPF es un aditivo estabilizador que influye positivamente en disminuir el índice de plasticidad, por tanto, se puede corroborar que la información determinada por Linares y la presente tesis coinciden en resultados.

**02.** Determinar la influencia de las bolsas de polietileno fundido en la compactación de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021.

Zenteno (2018) en su investigación titulada “Efecto de la estabilización de suelos finos con tereftalato de polietileno como material de refuerzo en la estructura de pavimentos flexibles del distrito de Puno”, tuvo como uno de sus objetivos verificar la influencia del tereftalato de polietileno en dosificaciones de a 2%, 4%, 6%, 8% del su peso seco ,llegando a tener resultado de 14.5% en el óptimo contenido de humedad en un suelo areno arcilloso de media plasticidad y el ser adicionado con Tereftalato de polietileno a 2%, 4%, 6%, 8% y 10% se llegó a obtener 15.21%, 15.38%, 15.45%, 15.72% y 16.10% de OCH respectivamente, dando a entender el incremento desfavorable del porcentaje de humedad hasta en un 1.6%, por otro lado la máxima densidad seca obtenida del suelo natural fue de 1.844 gr/cm<sup>3</sup> y al adicionar 2%, 4%, 6%, 8% y 10% se llegó a obtener resultados de 1.802 gr/cm<sup>3</sup>, 1.778 gr/cm<sup>3</sup>, 1.756 gr/cm<sup>3</sup>, 1.747 gr/cm<sup>3</sup> y 1.739 gr/cm<sup>3</sup> respectivamente y al realizar análisis de resultados se nota la disminución leve de la densidad seca hasta en un 0.105 gr/cm<sup>3</sup> con respecto a la MDS natural, siendo resultados negativos para la propiedad de compactación de un subrasante.

Mientras que en la presente investigación se adicionó el 0.5%, 1% y 1.5% de bolsas de polietileno fundido, las cuales como resultado determinaron que el aditivo usado en la investigación influye positivamente disminuyendo el OCH de 12.28% as 12.07% teniendo como porcentaje optimo al 1.5% de BPF , caso contrario pasa con la máxima densidad seca que incrementa a medida que se agrega bolsas de polietileno al suelo; teniendo 1.973 gr/cm<sup>3</sup> como muestra patrón y al ser estabilizado se logró 1.990 grm/cm<sup>3</sup> obteniendo un incremento de 0.01 respecto a la MDS de suelo natural.

En ese sentido comparando resultados, material utilizado como estabilizante y dosificación se llega determinar que la información obtenida por Zenteno y este trabajo de investigación llegan a la discrepancia en este objetivo analizado.

**03.** Determinar la influencia de las bolsas de polietileno fundido en la resistencia de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021.

En la investigación de Leiva (2019), titulada “Utilización de bolsas de polietileno fundido para el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el Jr. Arequipa, progresiva Km 0+00 - Km 0+100, Distrito concepción”, se llegó a estudiar un suelo con gran contenido de arcilla llegando a tener mala granulometría y plasticidad media obteniendo un CBR natural de 3.78% al 95% de MDS en la calicata C-02 la más desfavorable entre los puntos de estudios, posterior a ello se adiciono bolsas de polietileno fundido en porcentajes de 2%, 4%, 6%, 8% y 10% con dimensiones tamizadas entre la malla 3/4” y retenido en la 3/8”, llegaron a tener los siguientes valores de CBR ; 6.32%, 7.58%, 8.31%, 7.13% y 6.46% respectivamente, pudiendo apreciar el notorio incremento del valor de la capacidad de soporte hasta la dosificación de 6% llegando a incrementar un 4.53% respecto a la muestra patrón , pero posterior a ello se ve la caída de resistencia llegando a tener un CBR 6.46% con una dosificación de 10% de bolsas de polietileno fundido pese ello la resistencia sigue por encima del CBR de la muestra patrón dando como conclusión resultados positivos en la propiedad de resistencia del suelo.

Mientras que en la presente investigación se adicionó el 0.5%, 1% y 1.5% de bolsas de polietileno fundido, las cuales como resultado determinaron que el aditivo usado en la investigación influye positivamente en el mejoramiento de las propiedades estabilidad de subrasante al tener un incremento de CBR natural que parte de 12.60% y llega a tener 14.53% con una dosificación de 1.5% de BPF dando como positivo el uso de este estabilizador.

En ese sentido comparando resultados a pesar de la diferencia de combinación en la dosificación de porcentajes se define que las bolsas de polietileno fundido BPF es un aditivo estabilizador que influye positivamente en incremento del CBR, por tanto, se puede definir que la información determinada por Leiva y la presente tesis coinciden en resultados.

**O4.** Determinar la influencia de la dosificación de bolsas de polietileno fundido en las propiedades de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021.

En la investigación de Cuipal (2018) , titulado “Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso con uso de polímero sintético en la carretera Chachapoyas - Huancas, Amazonas”, el tesista estudia una suelo OH con alta plasticidad y al ser tratado con bolsas de polietileno fundido en valores de 4%, 8% y 12% llegaron a resultados positivos en la disminución del óptimo contenido de humedad pero por lo contrario se obtuvo disminución de la máxima densidad seca hasta en un 0.047 gr/cm<sup>3</sup> así como el CBR decrece en 2.2 unidades porcentuales con respecto al CBR natural por lo tanto llegó a concluir que el tereftalato de polietileno para este tipo de suelo es deficiente.

Mientras que en la presente investigación se adicionó el 0.5%, 1% y 1.5% de bolsas de polietileno fundido, las cuales como resultado determinaron que el aditivo usado en la investigación influye positivamente en el mejoramiento de las propiedades de estabilidad en la subrasante al tener un incremento de CBR natural hasta en un 1% así mismo disminuye en 0.20% el óptimo contenido de humedad, por otro lado, la máxima densidad seca tuvo un incremento de 0.01 respecto a la MDS de suelo natural.

En ese sentido comparando resultados teniendo en consideración de la diferencia en la dosificación de porcentajes y material utilizado como estabilizador se define que las bolsas de polietileno fundido (BPF) a diferencia del tereftalato de polietileno es un aditivo que influye positivamente en mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante, por tanto, la información determinada por Cuipal y la presente investigación tienen similares resultados.

## **VI. CONCLUSIONES**

**OG.** Se llegó a determinar la influencia en el mejoramiento de las propiedades de estabilización de la subrasante; dando lugar a que las propiedades físicas y mecánicas varían positivamente al adicionar bolsas de polietileno fundido, disminuyendo el índice de plasticidad hasta en un 1.1%, incrementando la máxima densidad seca en un 0.017 gr/cm<sup>3</sup>, disminuyendo 0.21% en el óptimo contenido de humedad y por último incrementando en un 1.93 unidades porcentuales el CBR al ser tratado con una dosificación de 1.5% de BPF.

**O1.** Se pudo demostrar que la adición al suelo natural de 1.5%, 1.0% y 0.5% de bolsas de polietileno fundido nos da una disminución de la plasticidad de 10.2%, 9.9% y 9.4% respectivamente con respecto a 10.5% de suelo natural sin tratar.

**O2.** Se demostró que adicionando bolsas de polietileno fundido en forma de grumos incrementó la máxima densidad seca en 0.017 gr/cm<sup>3</sup> con referencia al suelo natural y el óptimo contenido de humedad disminuyó 0.21 unidades porcentuales respecto a la muestra sin tratar, todo esto al adicionar 1.5% de BPF siendo la dosificación más óptima, dando como conclusión final la influencia positiva de las bolsas de polietileno en la compactación del suelo areno arcilloso para uso de subrasante.

**O3.** Se llegó a tener una influencia positiva en el CBR del suelo areno arcilloso de la calicata C-3, ya que su CBR fue 12.60% y al tratar con 1.5% de BPF se llegó a incrementar en un 1.93 unidades porcentuales es decir llegó a tener 14.53%, en el incremento progresivo al adicionar porcentajes 0.5%, 1.0% y 1.5% llevó a la conclusión de que las bolsas de polietileno fundido aportan de manera positiva a la resistencia del suelo usado como subrasante.

**O4.** La incorporación de bolsas de polietileno fundido a la subrasante con porcentajes de 0.5%, 1.0% y 1.5% influyen positivamente en las propiedades de; compactación, plasticidad y resistencia, teniendo como porcentaje óptimo el 1.5% llegando a incrementar hasta en un 1.93% la capacidad de soporte.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. La recomendación para las instituciones del sector para aplicar las bolsas de polietileno fundido en subrasante es necesario tener en consideración que son aplicables en suelos compuestos por limo arcillas.
2. Se recomienda realizar investigaciones con nuevos porcentajes e intervalos más pequeños del mismo modo incrementar las repeticiones de ensayos con el objetivo de poder encontrar la dosificación del porcentaje óptimo para disminuir la plasticidad de un determinado tipo de suelo.
3. Se recomienda considerar dosificaciones en porcentajes menores a 6% ya que generan más efectividad y mejor comportamiento en la propiedad de compactación.
4. Se recomienda a las empresas a emplear procedimientos de estabilización incorporando el concepto de reutilización de productos en la condición de residuos, evitando emplear otros procedimientos que podrían incrementar los costos de operación.
5. Se recomienda realizar la estabilización de subrasantes de tipo de suelo arena arcillosa en dosificación de 1.5% de bolsas de polietileno fundido puesto que se obtiene un incremento del CBR mejorando el diseño de pavimento específicamente en la disminución del espesor de la estructura del pavimento.

## REFERENCIAS

**Abregu Chavez , Jose Luis. 2019.** *Influencia de la ficha de caucho en las propiedades mecánicas de la base granular de los pavimentos (Tesis de Pregrado).* Universidad Peruana los Andes. Huancayo : s.n., 2019.

**Alba Mendoza, Fiorela Jacqueline y Hernandez Hernandez, Miluska Jackelin. 2019.** *Estabilizacion de suelo del Centro poblado San Luis con adición de Bolsas de Polietileno a nivel de Subrasante, distrito Santa-Áncash 2019.* Universidad Cesar Vallejo. Chimbote : s.n., 2019.

**Allende Ponce , Soy Paz y Arriagada Gonzáles , Paulo. 2013.** *Politileno de Alta y Baja Densidad.* Universidad de Chile. Santiago : s.n., 2013.

**Alonso, Javier. 2013.** ResearchGate. [En línea] 2013. [Citado el: 20 de octubre de 2020.] [https://www.researchgate.net/publication/237009661\\_PROPIEDADES\\_FISICAS\\_DENSIDAD\\_Y\\_POROSIDAD](https://www.researchgate.net/publication/237009661_PROPIEDADES_FISICAS_DENSIDAD_Y_POROSIDAD).

**Altamirano Kauffmann, Luis F. 2007.** *Deterioro de Pavimentos Rígidos.* 2007.

**Arias, Fidas G. 2012.** *El proyecto de investigación introduccion a la metodología científica.* Caracas : El Pasillo, 2012. 9800785299.

**Bañón Blázquez, Luis y Bevia García, José F. 2010.** *Manual de carreteras construcción y mantenimiento.* 2010. Vol. 2.

**Behar Rivero, Daniel S. 2008.** *Metodología de la investigación.* s.l. : Shalom, 2008. 9789592127837.

**Botía Diaz, Wilmar Andrés. 2015.** *Manual de Procedimientos de ensayos de suelos y memoria de cálculo.* Universidad Militar de Nueva Granada. Bogota : s.n., 2015.

**Bowles, Joseph E. 1981.** *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil.* 1. MéxicoD.F. : McGraw-Hill , 1981.

**Braja Das, M. 2013.** *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*. México : CENGAGE Learning, 2013. 978-607-519-373-1.

**Cabezas Mejía , Edison Damián, Andrade Naranjo, Diego y Torres Santamaria, Johana. 2018.** *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Sangolquí : Universidad de las fuerzas armadas ESPE, 2018. 9789942765444.

**Chichande Delgado, Esther Jacqueline. 2010.** *La utilización de materiales de reciclaje en el desarrollo de creatividad y potencialización de las destrezas motrices, afectivas, cognitivas y artísticas(Tesis de Pregrado)*. Universidad Estatal de Milagro. Milagro, Ecuador : s.n., 2010.

**Cuellar Tenorio, Daniel Enrique y Vega Frías, Grace Katherin Fabiana. 2020.** *Estabilización de subrasante de suelos inadecuados con geosintético producido de botellas plásticas recicladas (Tesis de Pregrado)*. Universidad Nacional de Jaén. Jaén : s.n., 2020.

**Cuipal Chavez, Betty Karen. 2018.** *Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso con uso de polímero sintético en la carretera Chachapoyas-Huancas, Amazonas, 2018 (Tesis de Pregrado)*. Universidad Cersar Vallejo. Lima : s.n., 2018.

**Din Ahmed, Imad Ud. 2020.** *USAGE OF PLASTIC BAGS AS SOIL STABILIZER: AN. NEAR EAST UNIVERSITY*. Nicosia : s.n., 2020.

**Dobón Oliver, Beatriz. 2018.** *Materiales de construcción reciclados y reutilizados para la Arquitectura Sostenible*. Universidad Politécnicas de Valencia. Valencia : s.n., 2018.

*Estabilización de suelos mediante el uso de lodos acietoso.* **Alarcón, J., Jiménez, M. y Benítez, R. 2020.** 01, Tunja, Colombia : s.n., 2020, Revista Ingeniería de Construcción, Vol. 35, págs. 5-20.

**Financial Advisory. 2019.** Deloitte. [En línea] 8 de Octubre de 2019. [Citado el: 20 de Octubre de 2020.]

<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/gt/Documents/finance/191009-Deloitte-Reporte-Global-Competitividad.pdf>.

**Hernandez Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 2010.** *Metodología de la investigación*. México : Mc Graw Hill, 2010. 9786071502919.

**Huamán Casas, Ronaldo David y Muguerza Zevallos, Kevin Warner. 2019.** *Influencia del caucho granulado en suelos cohesivos relacionado a la propiedad de la resistencia a la penetración (CBR)*,2019. (Tesis de Pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2019.

**Ilasaca Cahuata, Edwar. 2012.** *Estadística y probabilidades* . Lima : Grupo Megabyte, 2012. 97861240005862.

*La necesidad de aplicar el Método Científico en investigación clínica. Problemas, beneficios y factibilidad del desarrollo de protocolos de investigación.* **OTZEN, T., MANTEROLA, C. y RODRÍGUEZ-NÚÑEZ, I. & GARCÍA-DOMÍNGUEZ, M. 2017.** 2017, Int.J.Morphol, págs. 1031-1036.

**Leiva Gonzales , Roly Roberth. 2016.** *Utilización de bolsas de polietileno para el mejoramiento del suelo a nivel de la subrasante en el Jr.ARequipa, progresiva Km 0+000 - km 0+100, distrito de Orcotuna, concepción*. Universidad Nacional del centro del Perú. Huancayo : s.n., 2016.

**Linares chavez, Roiser Rene. 2019.** *EStabilización de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido, Chachapoyas*,2018. Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. Chachapoyas : s.n., 2019.

**López Roldán, Pedro y Fachelli, Sandra. 2015.**  
[https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua\\_cap2-4a2017.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua_cap2-4a2017.pdf).  
[https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua\\_cap2-4a2017.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/caplli/2017/185163/metinvsocua_cap2-4a2017.pdf). [En línea] 29 de Octubre de 2015.

**Martín Gonzáles, Álvar. 2015.** *Aplicación del caucho reciclado como solución ecológica (Tesis de Pregrado)*. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia : s.n., 2015.

*Mecánica de Suelos.* **Badillo, Juárez y Rodríguez, Rico . 2005.** s.l. : Limusa Noriega Editores, 2005. 968-18-0069-9.

*Mejoramiento de subrasante de tipo de arcilloso mediante la adición de escoria de acero.* **Ospina García , Miguel Ángel, Chaves Pabón, Saieth Baudilio y Jiménez Sicacha, Luis Miguel. 2020.** 01, 2020, Revista investigación desarrollo innovación, Vol. 11, págs. 185-196.

**Ministerio de Transportes y Comunicaciones. 2013.** *Manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Lima, Perú : s.n., 2013.

**Nacional, Provias. 2017.** <https://www.pvn.gob.pe>. [En línea] 2017. [Citado el: 20 de Octubre de 2020.] <https://www.pvn.gob.pe>.

**Ñaupas Paitán, Humberto, y otros. 2014.** *Metodología de la investigación*. 4. Bogotá : Ediciones de la U, 2014. 9789587621884.

**Quispe Serrano, Esperanza y Sañac Vilca, Magaly. 2019.** *Influencia de la incorporación de plástico reciclado triturado -PET en el mejoramiento del suelo a nivel de sub rasante en la prolongación de la Av.Micaela Bastidas, Tamburco-Abancay,2018(Tesis de Pregrado)*. Universidad Tecnológica de los Andes. Abancay : s.n., 2019.

**Ramírez Triviño, Valentina y Hincapié Olano, Julio Cesar. 2018.** *Evaluación CBR de sub-base granular mezclada con tereftalato de polietileno (PET); para uso de vías terciarias (Tesis de Pregrado)*. Universidad Libre. Pereira : s.n., 2018.

**Roca Girón, Iván Ernesto. 2005.** *Estudio de las propiedades y aplicaciones industriales del Polietileno de Alta Densidad (PEAD) (Tesis de Pregrado)*. Universidad de San Carlos de Guatemala . Guatemala : s.n., 2005.

**Rodriguez ojeda, Luis. 2007.** *Probabilidad y estadística básica para ingenieros*. Guayaquil : Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL, 2007. 9789942922021.

**Rojas Soriano, Raúl. 2007.** *Investigación Social teoría y praxis*. México D.F. : Colección folios universitarios, 2007. 9688561304.

**Ruiz Bolivar , Carlos. 2013.** *Instrumento y Técnicas de Investigación Educativa*. 3ra. Houston,Texas : Danaga Training and Consulting, 2013.

**Salinas Suaréz , John Edwards y Carbajal Villao , Ricardo Adrián. 2019.** *Estudio comparativo de estabilización de suelos de subrasante(suelos expansivos), utilizando cal, sal y geoceldas, para implementación en una nueva vía en la comuna Bajadita de Colonche de la Parroquia Colenche*. Universidad Estatal Península de Santa Elena . La Libertad, Ecuador : s.n., 2019.

**Santander Zambrano, María Esperanza y Yávar Rodríguez, Jorge Cristóbal. 2018.** *Análisis comparativo entre métodos de estabilización de subrasante mediante el uso de enzimas orgánicas y mezclas con cal, en la urbanización Tanya Marlene ubicada en la ciudad de Milagro, provincia del Guayas (Tesis de Pregrado)*. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador : s.n., 2018.

**Sapón, M. 1999.** *Diseño de un Sistema de Control de Calidad en la Industria del empaque flexible del polietileno*. USAC. Guatemala : s.n., 1999.

*Soil Stabilization Using Lime, Plain and perforated plastic strips.*  
**Abrinandan, G.A., y otros. 2020.** 5, s.l. : IJRESM, 2020, Vol. 3. 2581-5792.

# **ANEXOS**

## ANEXO 1: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**TÍTULO:** Estabilización de subrasante adicionando bolsas de polietileno fundido en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay, Apurímac 2021

**Autor:** Joel Frichz Torres Cáceres

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA	METODOLOGÍA
<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Bolsas de polietileno fundido</p>	<p>Las bolsas de polietileno están compuestas por un material termoplástico, es decir, un material que es capaz de ser repetidamente ablandado mediante la aplicación de calor y que luego se endurece al enfriarse. Por lo tanto, puede ser reciclado. Pereira (2016)</p>	<p>Es la variable independiente capaz de variar resultado de la variable dependiente en este caso tiene una dimensión medido con un instrumento</p>	<p>D1. Dosificación</p>	<p>I1. + 0.5% I2. + 1.0% I3. +1.5%</p>	<p>Ficha de recopilación de información (Balanza de medición de peso)</p>	<p>Razón</p>	<p><b>MÉTODO: Científico</b> Carrasco (2008) el método científico se fundamenta en principios, teorías, leyes y conceptos, aprobado a partir de los hechos de la experiencia (p.9) <b>TIPO: Aplicada</b> Behar (2008) menciona que enfocada en solucionar problemas prácticos brindando respuestas a preguntas específicas (p.20). <b>NIVEL: Explicativa:</b> Cabezas Mejía y otros (2018) menciona que las investigaciones explicativas no finalizan en la descripción de teorías fenómenos o características de conceptos</p>
<p><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>Estabilización de Sub-Rasante</p>	<p>Considerar material apto para la subrasante los suelos con CBR&gt; 6% en caso sea menor en áreas blandas el ingeniero analizará diversas alternativas de estabilización (MTC)2013.</p>	<p>La variable dependiente tiene 3 dimensiones y 6 indicadores cada uno con instrumentos para la medición</p>	<p>D1. Plasticidad</p>	<p>Límite líquido Límite plástico (Índices de plasticidad)</p>	<p>Ensayo Límites de Atterberg / Ficha Técnica</p>	<p>Razón</p>	<p><b>DISEÑO: Cuasi -Experimental</b> Para (Arias, 2012) la investigación experimental es validar la influencia que existe al manipular la variable independiente y ver los resultados o efectos en la dependiente (p.34). <b>POBLACION:</b> Subrasante trocha carrozable Moyocorral - Umaccata. <b>MUESTREO:</b> Extracción de 3 calicatas para el estudio. <b>INSTRUMENTOS:</b> Formatos de recopilación de datos: Formatos de ensayos según MTC(E107,E018,E109,E110,E111,115 Y E132).</p>
			<p>D2. Compactación</p>	<p>Clasificación de suelo</p>	<p>Ensayo de granulometría / Ficha técnica</p>	<p>Razón</p>	
			<p>D3. Resistencia</p>	<p>Optimo contenido de humedad y máxima densidad seca</p>	<p>Ensayo proctor modificado / Ficha Técnica</p>	<p>Razón</p>	
				<p>Capacidad de soporte de la sub rasante</p>	<p>Ensayo CBR / Ficha Técnica</p>	<p>Razón</p>	

## ANEXO2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO:** Estabilización de subrasante adicionando bolsas de polietileno fundido en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay, Apurímac 2021

**Autor:** Joel Frichz Torres Cáceres

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO			
<b>PROBLEMA GENERAL</b> ¿Cómo influye la adición de <b>bolsas de polietileno fundido</b> a las <b>propiedades</b> de subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021?	<b>OBJETIVO GENERAL</b> <b>Determinar la influencia</b> de las <b>bolsas de polietileno fundido</b> en las <b>propiedades de la subrasante</b> en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021.	<b>HIPÓTESIS GENERAL</b> Las <b>bolsas de polietileno fundido influyen</b> en las <b>propiedades de la subrasante</b> de la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021	<b>V. Independiente:</b> Bolsas de Polietileno Fundido	D1. Dosificación	11. + 0.5% 12. + 1.0% 13. +1.5%	Ficha de recopilación de información (Balanza de medición de peso)			
<b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b> ¿Cómo influye las bolsas de polietileno fundido en la plasticidad de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021?	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b> Determinar la influencia de las bolsas de polietileno fundido en la plasticidad de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021.	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b> Las bolsas de polietileno fundido influyen en la plasticidad de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021.	<b>V. Dependiente:</b> Estabilización de Sub-Rasante	D1. Plasticidad	Límite líquido Límite plástico (Índices de plasticidad)	Ensayo Límites de Atterberg / Ficha Técnica			
¿Cómo influye las bolsas de polietileno fundido en la compactación de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021?	Determinar la influencia de las bolsas de polietileno fundido en la compactación de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021.	Las bolsas de polietileno fundido influyen en la compactación de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021.							
¿Cómo influye las bolsas de polietileno fundido en la resistencia de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021?	Determinar la influencia de las bolsas de polietileno fundido en la resistencia de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021.	Las bolsas de polietileno fundido influyen en la resistencia de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021.					D2. Compactación	Clasificación de suelo	Ensayo de granulometría / Ficha técnica
								Óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca	Ensayo proctor modificado / Ficha Técnica
¿Cómo influye la dosificación de bolsas de polietileno fundido en las propiedades de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021?	Determinar la influencia de la dosificación de bolsas polietileno fundido en las propiedades de la subrasante en la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021.	La dosificación de bolsas de polietileno fundido influyen en las propiedades de la subrasante de la trocha carrozable Moyocorral-Umaccata, Abancay 2021.	D3. Resistencia	Capacidad de soporte de la subrasante	Ensayo CBR / Ficha Técnica.				

### ANEXO 3: Cuadro de dosificación de antecedentes

Comportamiento del polietileno en sus diferentes presentaciones:

Estabilización de subrasante adicionando bolsas de polietileno fundido en la trocha carrozable Moyocorral-Umacata, Abancay, Apurímac 2021

Autor : Joel Frichz Torres Cáceres

AUTOR	TÍTULO	AÑO	Porcentajes(%)	Índice de plasticidad (IP=%)	Óptimo Contenido de Humedad (OCH= %)	Máxima densidad seca (MDS=gr/cm3)	California Bearing Ratio (CBR=%)
Betty Karen Cuipal Chavéz	Estabilización de la subrasante de suelo arcilloso con uso de polímero sintético en la carretera Chachapoyas - Huancas, Amazonas	2018	Suelo OH	22.00%	20.50%	1.625	4.00%
			PS 3%	0.00%	20.30%	1.609	4.10%
			PS 6%	0.00%	19.00%	1.587	2.80%
			PS 9%	0.00%	18.10%	1.578	1.80%
Roiser Rene Linares Chavez	Estabilización de subrasante de suelos arcillosos a nivel de subrasante con adición de bolsas de polietileno fundido, Chachapoyas, 2018	2019	Suelo CL	13.63%	19.07%	1.806	5.90%
			BPF 4%	8.40%	16.13%	1.817	7.50%
			BPF 8%	13.21%	16.92%	1.823	8.90%
			BPF 12%	13.64%	16.68%	1.833	9.80%
Sidney Joaquin Zenteno Enriquez	Efecto de la estabilización de suelos finos con tereftalato de polietileno como material de refuerzo en la estructura de pavimentos flexibles del distrito de Puno	2018	Suelo SC	7.20%	14.50%	1.844	28.91%
			TP 2%	0.00%	15.21%	1.802	50.56%
			TP 4%	0.00%	15.38%	1.778	20.39%
			TP 6%	0.00%	15.45%	1.756	19.29%
			TP 8%	0.00%	15.72%	1.747	18.38%
Roly Roberth Leiva Gonzales	Utilización de bolsas de polietileno fundido para el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el Jr. Arequipa, progresiva Km 0+00 - Km 0+100, Distrito concepción	2016	Suelo CL	11.98%	12.06%	1.911	3.78%
			BPF 2%	0.00%	0.00%	0.00	6.32%
			BPF 4%	0.00%	0.00%	0.00	7.58%
			BPF 6%	0.00%	0.00%	0.00	8.31%
			BPF 8%	0.00%	0.00%	0.00	7.13%
			BPF 10%	0.00%	0.00%	0.00	6.46%

## ANEXO 4: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

### INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

#### I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Bernardo Meléndez Evelyn Lourdes  
 Institución donde labora : Consejo Abancay  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.  
 Autor del instrumento: Torres Cáceres Joel Frichz

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO</b>				X	
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					42	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

Instrumento Aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.2

Abancay, 25 de Marzo de 2021



**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Cebalzano Guzmán Gerardo Evar  
 Institución donde labora : U.E. 0021 Pro Desarrollo Agrícola  
 Especialidad : Ingeniero Civil  
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.  
 Autor del instrumento: Torres Cáceres Joel Frichz

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO</b>					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				X	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					<b>43</b>	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

El instrumento elaborado es aplicable

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.3

Abancay, 22 de Abril de 2021

  
 Ing. Gerardo Evar Cebalzano Guzmán  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 160461

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

**I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Bazan Abarca Danny  
 Institución donde labora : Consultoria Privada  
 Especialidad : Ingeniería Civil  
 Instrumento de evaluación : Contenido de humedad, Análisis granulométrico por tamizado, Límites de Atterberg, Ensayo Proctor Modificado y Ensayo CBR.  
 Autor del instrumento: Torres Cáceres Joel Frichz

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				X	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: <b>BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO</b> en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				X	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: <b>BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO</b>				X	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				X	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.					X
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: <b>BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO</b>					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					X
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.				X	
<b>PUNTAJE TOTAL</b>					<b>44</b>	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

Instrumento Aplicable.

PROMEDIO DE VALORACIÓN: 4.4

Abancay, 23 de Abril de 2021

  
  
**Danny Bazan Abarca**  
 ING. CIVIL  
 CIP. N° 230037

# ANEXO 5: INFORME DE ENSAYOS EN LABORATORIO

## LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



Plantillas de análisis granulométricos, Límites de Atterberg, clasificación, Proctor modificado, entre otros.

### CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC

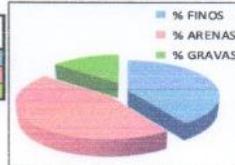
Ubicación: Ubicación: Moyocorral - Umaccata Provincia: Abancay Fecha: Marzo, 2021  
 Distrito: Tamburco Region: Apurímac

Hecho por: Muestreo: INTERESADO Material: Sub rasante  
 Calicata: C-01  
 Ubicación: C-01

Solicitante: Municipalidad Distrital de Curpahuasi

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra inicial	3176.0 gr	Muestra lavada y secada	1901.0 gr	Peso Recipient.	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	74.50	74.50	2.35	97.65
3/4"	19.050	40.70	40.70	1.28	96.37
1/2"	12.700	13.21	13.21	0.42	95.96
3/8"	9.525	61.50	61.50	1.94	94.02
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	94.02
Nº4	4.750	269.30	269.30	8.48	85.54
Nº10	2.000	385.30	385.30	12.13	73.41
Nº20	0.850	459.30	459.30	14.46	58.95
Nº40	0.425	300.70	300.70	9.47	49.48
Nº60	0.300	138.40	138.40	4.36	45.12
Nº100	0.149	84.10	84.10	2.65	42.47
Nº200	0.075	58.70	58.70	1.85	40.63
Cazuela		15.20	1290.29	40.63	0.00
TOTAL		1900.91	3176.00	100.00	

PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS	
% FINOS	40.63%
% ARENAS	44.91%
% GRAVAS	14.46%



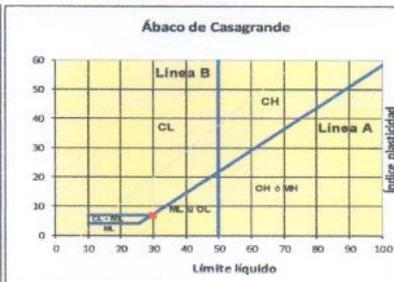
LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap. + S. Hum.	39.24	36.38	38.13
Cap. + S. Seco.	35.48	33.24	34.82
Agua	3.76	3.14	3.31
Peso Cáp.	23.06	22.78	23.73
Peso S. seco	12.42	10.46	11.09
% Humedad	30.27	30.02	29.85
Nº de golpes	20	25	33

LÍMITE PLÁSTICO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap. + S. Hum.	18.05	18.66	16.89
Cap. + S. seco	17.30	17.89	16.35
Agua	0.75	0.77	0.54
Peso Cáp.	14.05	14.58	14.05
Peso S. seco	3.25	3.31	2.30
% Humedad	23.08	23.26	23.48

LÍMITE LÍQUIDO	= 30.1 %
LÍMITE PLÁSTICO	= 23.3 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	= 6.8 %

Pasa tamiz Nº 4 (4.75mm)	85.54%
Pasa tamiz Nº 200 (0.0075mm)	40.63%
D60	0.93365
D30	NO TIENE
D10	NO TIENE
Coefficiente de uniformidad (Cu)	NO TIENE
Grado de curvatura (Cc)	NO TIENE



CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4 Suelo limoso
CLASIFICACIÓN SUCS:	SM: Arena limosa
OBSERVACIONES:	TIPO DE SUELO: ARENA LIMOSA MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y LIMO.



*[Firma]*  
 Saul Jose Chipa Cahuana  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

'ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL –  
UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURGO – PROVINCIA DE ABANCAY – REGIÓN APURÍMAC'

Calicata: C-01

FECHA: Marzo, 2021

DESCRIPCION: Sub rasante

NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

N° de Capas: 5	
N° de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	130.00	128.00	129.00	90.00
Wcap + sh.	598.00	648.00	687.00	934.00
Wcap + ss.	558.00	594.00	622.00	829.00
Wss.	428.00	466.00	493.00	739.00
Ww.	40.00	54.00	65.00	105.00
%CH.	9.35	11.59	13.18	14.21

%CH.	9.35	11.59	13.18	14.21
Wmolde	5731	5731	5731	5731
Wsh + molde	9878	10163	10349	10136
Wsh.	4147	4432	4618	4405
Densidad Humeda	1.952	2.087	2.174	2.074
Densidad Seca	1.786	1.870	1.921	1.816

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.921
Contenido Optimo de Agua(%) :	13.18



*Saul Jose Chipa Cohuana*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS													
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).													
ASTM 1833 - 73													
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC*												
UBICACIÓN:	DIST: Tamburco										calicata: C-01		
	PROV: Abancay										Humedad Óptima(%)	13.18	
	DPTO: Apurímac										Densidad Seca Máxima(g/cm <sup>3</sup> )	1.921	
FECHA:	Marzo, 2021												
	DIMENSIONES DE MOLDE			95% Densidad Seca Máxima(g/cm <sup>3</sup> )			95% Densidad Seca Máxima(g/cm <sup>3</sup> )						
	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	
	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	
	N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56			
CONDICIONES DE LA MUESTRA													
	SIN MOJAR			SATURADA			SIN MOJAR			SATURADA			
Peso del molde(gr)	7829			8242			7843						
Volumen de la Muestra(cc)	2124			2124			2124						
Muestra Humeda + Molde(gr)	12023			12153			12555			12603			
Muestra Humeda(gr)	4194			4324			4313			4361			
Densidad Humeda(g/cm <sup>3</sup> )	1.97			2.04			2.03			2.05			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA													
	MEDIO			MEDIO			MEDIO			MEDIO			
Peso de la capsula(gr)	130.00			85.00			128.00			95.00			
Muestra Humeda + Capsula(gr)	428.00			630.00			450.00			596.00			
Muestra Seca + Capsula(gr)	393.00			553.00			412.00			529.00			
Muestra Seca(gr)	263.00			468.00			284.00			434.00			
Contenido de Agua(gr)	35.00			77.00			38.00			67.00			
Contenido de Humedad(%)	13.31			16.45			13.38			15.44			
Densidad Seca(g/cm <sup>3</sup> )	1.743			1.748			1.791			1.779			
	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN PULGS %		
MEDICION DE LA EXPANSION	1.00	13:05	0.00	0.3645			0.6251			0.5587			
	2.00	13:02	1.00	0.3712	0.0067	0.1462	0.6274	0.0023	0.0502	0.5595	0.0008	0.0175	
	3.00	13:10	2.00	0.3748	0.0103	0.2247	0.6298	0.0047	0.1025	0.5601	0.0014	0.0305	
	4.00	13:04	3.00	0.3850	0.0205	0.4472	0.6330	0.0079	0.1723	0.5623	0.0036	0.0785	
	5.00	12:58	4.00	0.3895	0.0250	0.5454	0.6352	0.0101	0.2203	0.5668	0.0081	0.1767	
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRACION "PULGADA"			CARG. PATRON "MPa"			FACTOR CARGA CBR			FACTOR CARGA CBR			
				DIAL	MPa	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa	56	
				0	0.00		0	0.00		0	0.00		
				0.025	4	0.31	5	0.33		12	0.47		
				0.050	8	0.39	10	0.60		24	0.72		
				0.075	22	0.68	34	0.93		39	1.03		
				0.100	6.90	30	0.84	12.23	48	1.22	17.67	55	1.37
				0.125		48	1.22		70	1.68		69	1.66
				0.150		60	1.47		85	2.00		83	1.96
				0.200	10.3	79	1.87	18.17	106	2.45	23.74	106	2.45
				0.300		90	2.28		137	3.11		139	3.15
			0.400		116	2.66		156	3.52		166	3.74	
			0.500		126	2.87		174	3.91		196	4.39	



*[Firma]*  
Saul Jose Chipa Cahuana  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



PROYECTO	*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL – UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO – PROVINCIA DE ABANCAY – REGIÓN APURÍMAC*					
UBICACIÓN	DIST:	Tamburco	ENSAYO	CALICATA C-01		
	PROV:	Abancay	C.B.R.	Humedad Optima(%)	13.18	
	DPTO:	Apurímac		Densidad Seca Maxima(g/cm3)	1.921	
FECHA	Marzo, 2021			95% Densidad Seca Máxima(g/cm	1.825	
<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"> </div> <div style="width: 50%;"> </div> <div style="width: 50%;"> </div> <div style="width: 50%;"> </div> </div>						
GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	13.31	1.74	0.55	12.23	C.B.R. - 95%	18.60
25	13.38	1.79	0.22	17.67	C.B.R. - 100%	19.80
56	13.11	1.92	0.18	19.80		



Saúl José Chipa Cohuana  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



## CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL – UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO – PROVINCIA DE ABANCAY – REGIÓN APURÍMAC

Ubicación: Moyocorral - Umaccata  
Distrito: Tamburco

Provincia: Abancay  
Region: Apurímac

Fecha: Marzo, 2021

Hecho por: Muestreo: INTERESADO

Material: Sub rasante

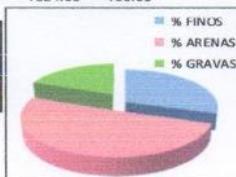
Calicata: C-02

Ubicación: C-02

Solicitante: BACH. JOEL FRICHZ TORRES CACERES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra inicial	1824.0 gr	Muestra lavada y sacada	1284.0 gr	Peso Recipiet.	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	65.00	65.00	3.56	96.44
3/4"	19.050	54.00	54.00	2.96	93.48
1/2"	12.700	76.00	76.00	4.17	89.31
3/8"	9.525	35.00	35.00	1.92	87.39
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	87.39
Nº4	4.750	122.00	122.00	6.69	80.70
Nº10	2.000	212.40	212.40	11.64	69.06
Nº20	0.850	298.20	298.20	16.35	52.71
Nº40	0.425	211.50	211.50	11.60	41.11
Nº60	0.300	94.90	94.90	5.20	35.91
Nº100	0.149	61.40	61.40	3.37	32.54
Nº200	0.075	46.90	46.90	2.57	29.97
Cazuela		5.60	546.70	29.97	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>1282.90</b>	<b>1824.00</b>	<b>100.00</b>	

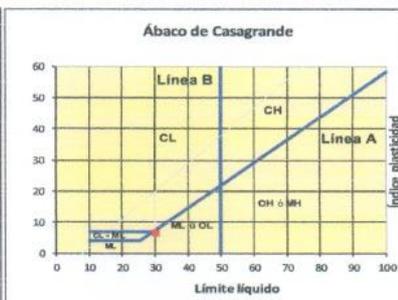
PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS	
% FINOS	29.97%
% ARENAS	50.73%
% GRAVAS	19.30%



LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cap.	1	2	3
Cap. + S. Hum.	40.59	36.92	40.91
Cap. + S. Seco.	36.43	33.90	37.14
Agua	4.16	3.02	3.77
Peso Cap.	22.97	23.90	24.40
Peso S. seco	13.46	10.00	12.74
% Humedad	30.91	30.20	29.59
Nº de golpes	18	27	30
LÍMITE PLÁSTICO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cap.	1	2	3
Cap. + S. Hum.	17.44	16.79	17.25
Cap. + S. seco	16.86	16.31	16.62
Agua	0.58	0.48	0.63
Peso Cap.	14.36	14.29	13.95
Peso S. seco	2.50	2.02	2.67
% Humedad	23.20	23.76	23.60

LÍMITE LÍQUIDO	=	30.2 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	23.5 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	=	6.7 %

Pasa tamiz Nº 4 (4.75mm)	80.70%
Pasa tamiz Nº 200 (0.0075mm)	29.97%
D60	1.36291
D30	0.076
D10	NO TIENE
Coefficiente de uniformidad (Cu)	NO TIENE
Grado de curvatura (Cc)	NO TIENE



CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-2-4 Grava y arena arcillosa o limosa
CLASIFICACIÓN SUCS:	SM: Arena limosa
OBSERVACIONES:	TIPO DE SUELO: ARENA LIMOSA MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y LIMO.



*San José Chipa Cahuana*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193301

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

'ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL –  
UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO – PROVINCIA DE ABANCAY – REGIÓN APURÍMAC'

Calicata: C-02

FECHA: Marzo, 2021

DESCRIPCION: Sub rasante

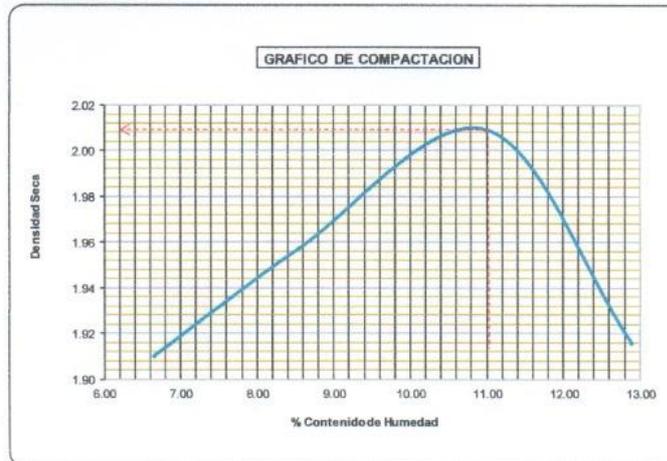
NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

N° de Capas: 5	
N° de golpes por capas: 56	Volumen Molde : 2124

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	128.00	130.00	130.00	128.00
Wcap + sh.	625.00	765.00	837.00	636.00
Wcap + ss.	594.00	715.00	767.00	578.00
Wss.	466.00	585.00	637.00	450.00
Ww.	31.00	50.00	70.00	58.00
%CH.	6.65	8.55	10.99	12.89

%CH.	6.65	8.55	10.99	12.89
Wmolde	5731	5731	5731	5731
Wsh + molde	10058	10244	10468	10325
Wsh.	4327	4513	4737	4594
Densidad Humed.	2.037	2.125	2.230	2.163
Densidad Seca	1.910	1.957	2.009	1.916

Densidad Seca Maxima(g/cm3)	2.009
Contenido Optimo de Agua(%)	10.99



  
 Saul Jose Chipa Cahuana  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO

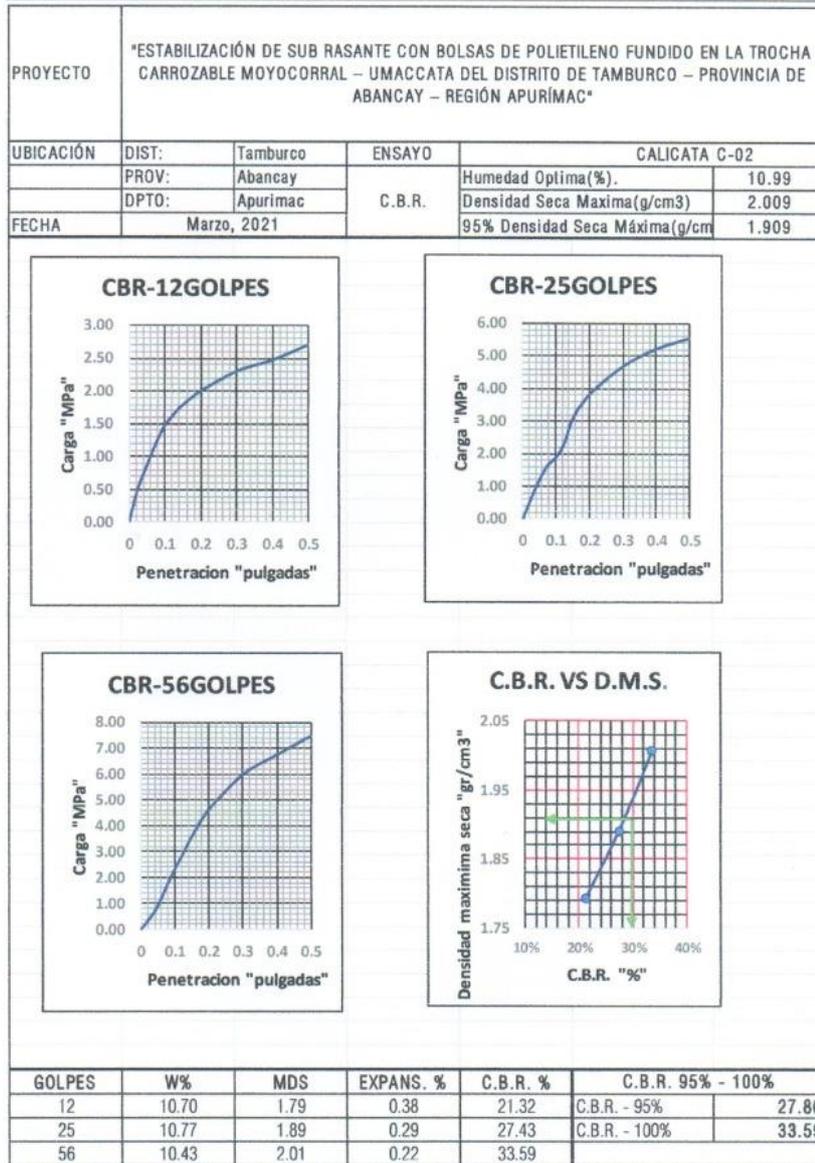


LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS													
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).													
ASTM 1893 - 73													
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC*												
UBICACIÓN:	DIST: Tamburco											calicata: C-02	
	PROV: Abancay											Humedad Optima(%)	10.99
	DPTO: Apurímac											Densidad Seca Máxima(g/cm3)	2.009
FECHA:	Marzo, 2021												
	DIMENSIONES DE MOLDE			Diametro			Altura			Area			
				15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	
	N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56			
CONDICIONES DE LA MUESTRA													
	SIN MOJAR			SATURADA			8242			SATURADA			
	7655			7829			7913			7913			
Peso del molde(gr).	7655			7829			7913			7913			
Volumen de la Muestra(cc).	2124			2124			2124			2124			
Muestra Humeda + Molde(gr).	11875			12096			12280			12391			
Muestra Humeda(gr).	4220			4441			4451			4562			
Densidad Humeda(gr/cm3).	1.99			2.09			2.10			2.15			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA													
	MEDIO			MEDIO			MEDIO			MEDIO			
Peso de la capsula(gr).	131.00			129.00			128.00			99.00			
Muestra Humeda + Capsula(gr).	462.00			632.00			457.00			744.00			
Muestra Seca + Capsula(gr).	430.00			561.00			425.00			666.00			
Muestra Seca(gr).	299.00			432.00			297.00			393.00			
Contenido de Agua(gr).	32.00			71.00			32.00			78.00			
Contenido de Humedad(%).	10.70			16.44			10.77			13.76			
Densidad Seca(gr/cm3).	1.795			1.796			1.892			1.888			
	2.008			2.024									
MEDICION DE LA EXPANSION													
	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		
	1.00	13:05	0.00	0.3698	0.0004	0.0087	0.2541	0.0027	0.0589	0.3388	0.0010	0.0218	
	2.00	13:02	1.00	0.3702	0.0027	0.0589	0.2568	0.0071	0.1549	0.3398	0.0024	0.0524	
	3.00	13:10	2.00	0.3725	0.0027	0.0589	0.2612	0.0071	0.1549	0.3412	0.0024	0.0524	
	4.00	13:04	3.00	0.3820	0.0122	0.2662	0.2635	0.0094	0.2051	0.3436	0.0048	0.1047	
	5.00	12:58	4.00	0.3874	0.0176	0.3840	0.2674	0.0133	0.2901	0.3487	0.0099	0.2160	
ENSAYO DE PENETRACION													
	PENETRACION "PULGADA"		CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR	
	0		0	DIAL	MPa	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa	56	
	0.025		14	0.51			20	0.64		9	0.41		
	0.050		31	0.86			47	1.20		33	0.91		
	0.075		47	1.20			68	1.64		68	1.64		
	0.100		69	1.47	21.32		80	1.89	27.43	100	2.32	33.59	
	0.125		68	1.64			100	2.32		129	2.94		
	0.150		75	1.79			135	3.07		158	3.57		
	0.200		85	2.00	19.41		170	3.83	37.14	206	4.61	44.79	
	0.300		99	2.30			209	4.68		268	5.99		
	0.400		107	2.47			233	5.21		302	6.75		
	0.500		118	2.70			248	5.54		334	7.47		



*[Signature]*  
 San José Chipa Cochiana  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



Saul José Chipa Cahuana  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



## CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

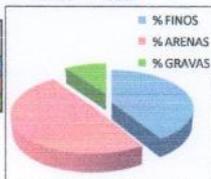
Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC"

Ubicación: Ubicación: Moyocorral - Umaccata      Provincia: Abancay      Fecha: Marzo, 2021  
 Distrito: Tamburco      Región: Apurímac  
 Hecho por: Muestreo: INTERESADO      Material: Sub Rasante  
 Calicata: C-03      Ubicación: C-03

Solicitante: BACH. JOEL FRICHZ TORRES CACERES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra Inicial	1947.0 gr	Muestra lavada y secada	1167.0 gr	Peso Recipiente	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	5.00	5.00	0.26	99.74
1/2"	12.700	65.00	65.00	3.34	96.40
3/8"	9.525	20.00	20.00	1.03	95.38
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	95.38
Nº4	4.750	100.00	100.00	5.14	90.24
Nº10	2.000	294.00	294.00	15.10	75.14
Nº20	0.850	186.00	186.00	9.55	65.59
Nº40	0.425	155.00	155.00	7.96	57.63
Nº60	0.300	124.00	124.00	6.37	51.26
Nº100	0.149	133.00	133.00	6.83	44.43
Nº200	0.075	66.00	66.00	3.39	41.04
Cazuela		19.00	799.00	41.04	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>1167.00</b>	<b>1947.00</b>	<b>100.00</b>	

PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS	
% FINOS	41.04%
% ARENAS	49.20%
% GRAVAS	9.76%



LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap.+ S. Hum.	37.55	37.79	37.39
Cap.+ S. Seco.	34.32	34.65	34.24
Agua	3.23	3.14	3.15
Peso Cáp.	24.00	24.12	23.03
Peso S. seco	10.32	10.53	11.21
% Humedad	31.30	29.82	28.10
Nº de golpes	29	25	20
LÍMITE PLÁSTICO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap.+ S. Hum.	17.19	16.33	17.15
Cap.+ S. seco	16.71	15.91	16.67
Agua	0.48	0.42	0.40
Peso Cáp.	14.24	13.76	14.20
Peso S. seco	2.47	2.15	2.47
% Humedad	19.43	19.53	19.43

LÍMITE LÍQUIDO	=	30.0 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	19.5 %
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	=	10.5 %

Pasa tamiz Nº 4 (4.75mm)	90.24%
Pasa tamiz Nº 200 (0.0075mm)	41.04%
D60	0.551677
D30	NO TIENE
D10	NO TIENE
Coefficiente de uniformidad (Cu)	NO TIENE
Grado de curvatura (Cc)	NO TIENE



CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4 Suelo límoso
CLASIFICACIÓN SUCS:	SC: Arena arcillosa
OBSERVACIONES:	TIPO DE SUELO: ARENA ARCILLOSA MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA.



*Saul José Chipa Cahuana*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001

## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL – UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO – PROVINCIA DE ABANCAY – REGIÓN APURÍMAC\*

Calicata: C-03  
FECHA: Marzo, 2021  
DESCRIPCION: Sub Rasante

NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

N° de Capas: 5	Volumen Molde: 944
N° de golpes por capas: 25	

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	131.00	128.00	126.00	128.00
Wcap + sh.	623.00	648.00	693.00	632.00
Wcap + ss.	579.00	596.00	631.00	570.00
Wss.	448.00	468.00	505.00	442.00
Ww.	44.00	52.00	62.00	62.00
%CH.	9.82	11.11	12.28	14.03

%CH.	9.82	11.11	12.28	14.03
Wmolde	3769	3769	3769	3769
Wsh + molde	5595	5735	5860	5723
Wsh.	1826	1966	2091	1954
Densidad Humeda	1.934	2.063	2.215	2.070
Densidad Seca	1.761	1.874	1.973	1.815

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.973
Contenido Optimo de Agua(%) :	12.28



  
**Saul José Chipa Caluana**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS														
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).														
ASTM 1833 - 73														
PROYECTO:	*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC*													
UBICACIÓN:	C-03													
DIST:	Tamburco													
PROV:	Abancay													
DPTO:	Apurímac													
FECHA:	Marzo, 2021													
DIMENSIONES DE MOLDE			Díametro	Altura	Area	Díametro	Altura	Area	Díametro	Altura	Area			
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42			
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56					
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR			SATURADA			SIN MOJAR			SATURADA		
Peso del molde(gr)			8337			8294			8055			8055		
Volumen de la Muestra(cc)			2124			2124			2124			2124		
Muestra Humeda + Molde(gr)			12559			12826			12919			12759		
Muestra Humeda(gr)			4222			4489			4368			4704		
Densidad Humeda(gr/cm3)			1.99			2.11			2.06			2.21		
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO			MEDIO			MEDIO			MEDIO		
Peso de la capsula(gr)			128.00			88.00			128.00			95.00		
Muestra Humeda + Capsula(gr)			562.00			590.00			625.00			658.00		
Muestra Seca + Capsula(gr)			515.00			512.00			570.00			577.00		
Muestra Seca(gr)			387.00			424.00			442.00			482.00		
Contenido de Agua(gr)			47.00			78.00			55.00			81.00		
Contenido de Humedad(%)			12.14			18.40			12.44			16.80		
Densidad Seca(gr/cm3)			1.772			1.785			1.829			1.864		
MEDICION DE LA EXPANSION	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION		LECT. DEFOR.	EXPANSION		LECT. DEFOR.	EXPANSION			
					PULGGS	%		PULGGS	%		PULGGS	%		
	1.00	13:05	0.00	0.3545			0.4457			0.3652				
	2.00	13:02	1.00	0.3568	0.0023	0.0502	0.4485	0.0028	0.0611	0.3660	0.0008	0.0175		
	3.00	13:10	2.00	0.3599	0.0054	0.1178	0.4501	0.0044	0.0960	0.3665	0.0013	0.0284		
	4.00	13:04	3.00	0.3624	0.0079	0.1723	0.4521	0.0064	0.1396	0.3690	0.0038	0.0829		
5.00	12:58	4.00	0.3651	0.0106	0.2312	0.4545	0.0088	0.1920	0.3702	0.0050	0.1091			
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRACION *PULGADAS*		CARGA PATRON *MPa*		FACTOR CARGA	CBR	FACTOR CARGA	CBR	FACTOR CARGA	CBR	FACTOR CARGA	CBR		
	0		0		12	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa	56		
	0.025		2		0.27		0	0.00		0	0.00			
	0.050		5		0.33		7	0.37		8	0.39			
	0.075		10		0.43		12	0.47		18	0.60			
	0.100		6.90		0.49	7.13	18	0.60		32	0.89			
	0.125		18		0.60		22	0.68	9.83	49	1.24	17.98		
	0.150		20		0.64		25	0.74		64	1.56			
	0.200		10.3		0.70	6.79	27	0.78		77	1.83			
	0.300		28		0.80		34	0.93	9.00	102	2.36	22.92		
	0.400		33		0.91		40	1.05		132	3.00			
0.500		39		1.03		43	1.11		155	3.50				
						45	1.16		178	4.00				



*[Firma]*  
**San José Chipa Cahuana**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



PROYECTO :	*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL – UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO – PROVINCIA DE ABANCAY – REGIÓN APURÍMAC*				
UBICACIÓN :	DIST:	Tamburco	ENSAYO	C-03	
	PROV:	Abancay	C. B. R.	Humedad Óptima(%)	12.28
	DPTO:	Apurímac		Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.973
FECHA	Marzo, 2021			95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.874

GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%
12	12.14	1.77	0.23	7.13	C.B.R. - 95% <b>12.60</b>
25	12.44	1.83	0.19	9.83	C.B.R. - 100% <b>17.98</b>
56	12.28	1.97	0.11	17.98	



*Edil Jose Chipu Cahuana*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



## CARACTERÍSTICAS DEL SUELO ESTABILIZADO

### CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

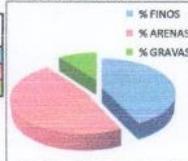
Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE  
MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC

Ubicación: Ubicación: Moyocorral - Umaccata      Provincia: Abancay      Fecha: Marzo, 2021  
Distrito: Tamburco      Región: Apurímac  
Hecho por: Muestreo: INTERESADO      Material: Sub Rasante  
Calicata: C-3 + 0.5% B.P.F - Repetición 1  
Ubicación: Muestra Natural

Solicitante: BACH. JOEL FRICHZ TORRES CACERES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra Inicial	1863.0 gr	Muestra lavada y secada	1076.0 gr	Peso Recipiet.	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	6.00	6.00	0.32	99.68
1/2"	12.700	62.00	62.00	3.33	96.36
3/8"	9.525	25.00	25.00	1.34	95.01
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	95.01
Nº4	4.750	98.00	98.00	5.26	89.75
Nº10	2.000	256.00	256.00	13.74	76.01
Nº20	0.850	175.00	175.00	9.39	66.61
Nº40	0.425	145.00	145.00	7.78	58.83
Nº60	0.300	132.00	132.00	7.09	51.74
Nº100	0.149	115.00	115.00	6.17	45.57
Nº200	0.075	52.00	52.00	2.79	42.78
Cazuela		10.00	797.00	42.78	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>1076.00</b>	<b>1863.00</b>	<b>100.00</b>	

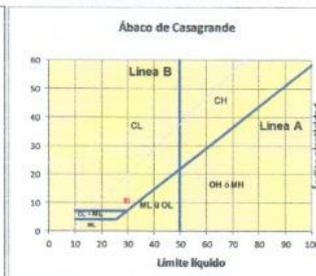
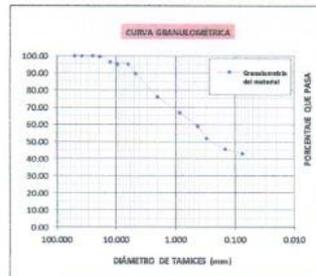
PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS	
% FINOS	42.78%
% ARENAS	46.97%
% GRAVAS	10.25%



LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap. + S. Hum.	42.12	38.45	37.40
Cap. + S. Seco.	37.83	35.15	34.24
Agua	4.29	3.30	3.16
Peso Cáp.	24.00	24.12	23.03
Peso S. seco	13.83	11.03	11.21
% Humedad	31.02	29.92	28.19
Nº de golpes	20	25	32

LÍMITE PLÁSTICO	
Muestra	1
Nº de Cáp.	1
Cap. + S. Hum.	18.56
Cap. + S. seco	17.85
Agua	0.71
Peso Cáp.	14.24
Peso S. seco	3.61
% Humedad	19.67

LÍMITE LÍQUIDO	= 29.8 %
LÍMITE PLÁSTICO	= 19.5 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	= 10.3 %
Pasa tamiz Nº 4 (4.75mm)	89.75%
Pasa tamiz Nº 200 (0.0075mm)	42.78%
D60	0.468897
D30	NO TIENE
D10	NO TIENE
Coefficiente de uniformidad (Cu)	NO TIENE
Grado de curvatura (Cc)	NO TIENE



CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4 Suelo limoso
CLASIFICACIÓN SUCS:	SC: Arena arcillosa
OBSERVACIONES:	TIPO DE SUELO: ARENA ARCILLOSA MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA.



*JEX*  
**Jose Chipa Cahuana**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL – UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO – PROVINCIA DE ABANCAY – REGIÓN APURÍMAC\*

Calicata: C-3 + 0.5% B.P.F - Repetición 1

FECHA: Marzo, 2021

DESCRIPCION: Sub Rasante

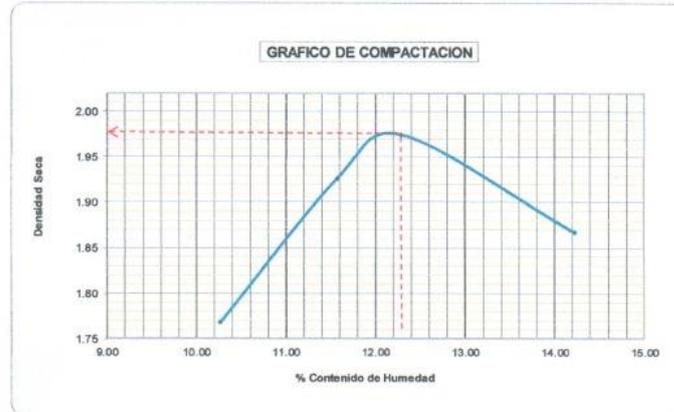
NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

N° de Capas: 5	Volumen Molde: 944
N° de golpes por capas: 25	

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	131.00	128.00	127.00	128.00
Wcap+sh.	625.00	610.00	648.00	642.00
Wcap+ss.	579.00	560.00	591.00	578.00
Wss.	448.00	432.00	464.00	450.00
Ww.	46.00	50.00	57.00	64.00
%CH.	10.27	11.57	12.28	14.22

%CH.	10.27	11.57	12.28	14.22
Wmolde	3769	3769	3769	3769
Wsh+molde	5610	5796	5862	5782
Wsh.	1841	2029	2093	2013
Densidad Humeda	1.950	2.149	2.217	2.132
Densidad Seca	1.769	1.926	1.975	1.867

Densidad Seca Maxima(g/cm <sup>3</sup> ) :	1.975
Contenido Optimo de Agua(%) :	12.28



  
**Saul José Chipa Cahuana**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS												
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).												
ASTM 1833 - 73												
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC*											
UBICACIÓN:	DIST: Tamburco											C-3 + 0.5% B.P.F - Repetición 1
	PROV: Abancay											Humedad Óptima(%)
	DPTO: Apurímac											Densidad Seca Máxima(g/cm3)
FECHA:	Marzo, 2021										95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)	
DIMENSIONES DE MOLDE												
	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area
	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56			
CONDICIONES DE LA MUESTRA												
	SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		SATURADA	
Peso del molde(gr).	7680				8350				8450			
Volumen de la Muestra(cc).	2124				2124				2124			
Muestra Humeda + Molde(gr).	12010		12070		12795		12852		13160		13213	
Muestra Humeda(gr).	4330		4390		4445		4502		4710		4763	
Densidad Humeda(gr/cm3).	2.04		2.07		2.09		2.12		2.22		2.24	
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA												
	MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO	
Peso de la capsula(gr).	128.00		88.00		130.00		95.00		125.00		130.00	
Muestra Humeda + Capsula(gr).	612.00		643.00		630.00		635.00		673.00		658.00	
Muestra Seca + Capsula(gr).	559.00		575.00		575.50		570.00		613.00		595.00	
Muestra Seca(gr).	431.00		487.00		445.50		475.00		488.00		465.00	
Contenido de Agua(gr)	53.00		68.00		54.50		65.00		60.00		63.00	
Contenido de Humedad(%)	12.30		13.96		12.23		13.68		12.30		13.55	
Densidad Seca(gr/cm3).	1.815		1.814		1.865		1.864		1.975		1.975	
MEDICION DE LA EXPANSION												
	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION		LECT. DEFOR.	EXPANSION		LECT. DEFOR.	EXPANSION	
					PULGS	%		PULGS	%		PULGS	%
MEDICION DE LA EXPANSION	1.00	13:05	0.00	0.1445			0.4420			0.3880		
	2.00	13:02	1.00	0.1475	0.0030	0.0654	0.4495	0.0075	0.1636	0.3888	0.0008	0.0175
	3.00	13:10	2.00	0.1503	0.0058	0.1265	0.4502	0.0082	0.1789	0.3893	0.0013	0.0284
	4.00	13:04	3.00	0.1534	0.0089	0.1942	0.4530	0.0110	0.2400	0.3902	0.0022	0.0480
	5.00	12:58	4.00	0.1592	0.0147	0.3207	0.4552	0.0142	0.3098	0.3956	0.0076	0.1658
ENSAYO DE PENETRACION												
	PENETRACION *PULGADAS*		CARG. PATRON *MPa*		FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR	
			DIAL	MPa	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa	56	
		0	0	0.00		0	0.00		0	0.00		
		0.025	2	0.27		8	0.39		8	0.39		
		0.050	10	0.43		16	0.55		18	0.60		
		0.075	14	0.51		22	0.68		32	0.89		
		0.100	6.90	0.55	8.03	27	0.78	11.33	50	1.26	18.28	
		0.125	19	0.62		30	0.84		64	1.56		
		0.150	20	0.64		33	0.91		77	1.83		
		0.200	10.3	0.70	6.79	36	0.97	9.41	102	2.36	22.92	
		0.300	28	0.80		40	1.05		132	3.00		
		0.400	33	0.91		43	1.11		155	3.50		
		0.500	39	1.03		45	1.16		178	4.00		

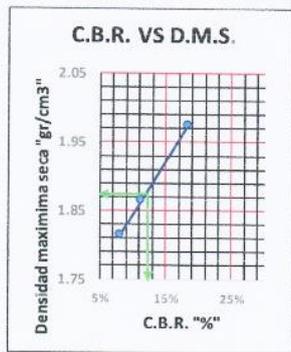
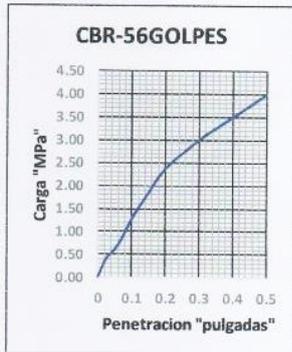
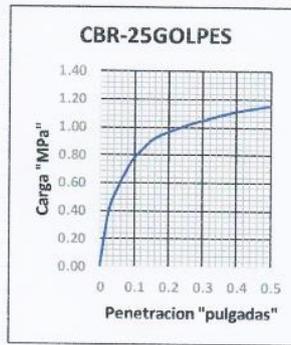


*[Handwritten Signature]*  
Saul José Chipa Cahuana  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC"				
UBICACIÓN	DIST:	Tamburco	ENSAYO	C-3 + 0.5% B.P.F - Repetición 1	
	PROV:	Abancay	C.B.R.	Humedad Óptima(%)	12.28
	DPTO:	Apurímac		Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.975
FECHA	Marzo, 2021			95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.876



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%
12	12.30	1.82	0.32	8.03	C.B.R. - 95% 12.65
25	12.23	1.86	0.31	11.33	C.B.R. - 100% 18.28
56	12.30	1.97	0.17	18.28	



*[Signature]*  
Saul Jose Chipa Cahuana  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 153001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



## CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

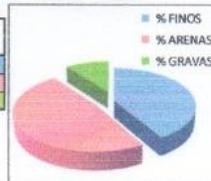
Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE  
MOYOCORRAL – UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO – PROVINCIA DE ABANCAY – REGIÓN APURÍMAC"

Ubicación: Ubicación: Moyocorral - Umaccata      Provincia: Abancay      Fecha: Marzo, 2021  
 Distrito: Tamburco      Región: Apurímac  
 Hecho por: Muestreo: INTERESADO      Material: Sub Rasante  
 Calicata: C-3 + 0.5% B.P.F - Repetición 2  
 Ubicación: Muestra Natural

Solicitante: BACH. JOEL FRICHS TORRES CACERES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra inicial	1650.0 gr	Muestra lavada y secada		Peso Recipiet.	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	4.00	4.00	0.24	99.76
1/2"	12.700	60.00	60.00	3.64	96.12
3/8"	9.525	25.00	25.00	1.52	94.61
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	94.61
Nº4	4.750	81.00	81.00	4.91	89.70
Nº10	2.000	210.00	210.00	12.73	76.97
Nº20	0.850	160.00	160.00	9.70	67.27
Nº40	0.425	120.00	120.00	7.27	60.00
Nº60	0.300	135.00	135.00	8.18	51.82
Nº100	0.149	120.00	120.00	7.27	44.55
Nº200	0.075	50.00	50.00	3.03	41.52
Cazuela		8.00	685.00	41.52	0.00
TOTAL		973.00	1650.00	100.00	

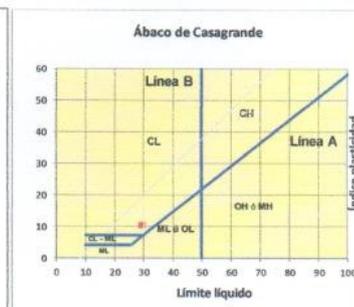
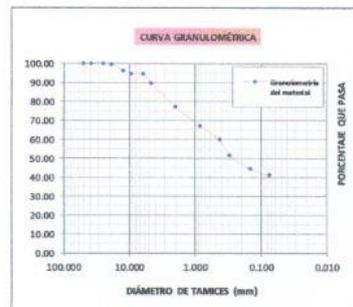
PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS	
% FINOS	41.52%
% ARENAS	48.18%
% GRAVAS	10.30%



LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap. + S. Hum.	38.56	38.12	36.20
Cap. + S. Seco.	35.19	34.95	33.25
Agua	3.37	3.17	2.95
Peso Cáp.	24.00	24.12	23.03
Peso S. seco	11.19	10.83	10.22
% Humedad	30.12	29.27	28.66
Nº de golpes	22	26	30
LÍMITE PLÁSTICO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap. + S. Hum.	18.14	17.56	18.45
Cap. + S. seco	17.50	16.95	17.75
Agua	0.64	0.61	0.70
Peso Cáp.	14.24	13.76	14.20
Peso S. seco	3.26	3.19	3.55
% Humedad	19.63	19.12	19.72

LÍMITE LÍQUIDO	=	29.5 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	19.5 %
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	=	10.1 %

Pasa tamiz Nº 4 (4.75mm)	89.70%
Pasa tamiz Nº 200 (0.075mm)	41.52%
D60	0.425
D30	NO TIENE
D10	NO TIENE
Coefficiente de uniformidad (Cu)	NO TIENE
Grado de curvatura (Cc)	NO TIENE



CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4 Suelo limoso
CLASIFICACIÓN SUCS:	SC: Arena arcillosa
OBSERVACIONES:	TIPO DE SUELO: ARENA ARCILOSA MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA.

Laboratorio de suelos, agregados y concreto CONCHIPA  
 Oficina-Jr. Arica Nº 720-Abancay-Apurímac  
 conchipa.eirl@gmail.com-Cel.Claro:986829921/Cel.Bitel:927415828



*[Signature]*  
 Saul Jose Chipa Cahuana  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL – UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO – PROVINCIA DE ABANCAY – REGIÓN APURÍMAC\*

Calicata: C-3 + 0.5% B.P.F - Repetición 2

FECHA: Marzo, 2021

DESCRIPCIÓN: Sub Rasante

NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

N° de Capas: 5	Volumen Molde: 944
N° de golpes por capas: 25	

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	131.00	125.00	127.00	128.00
Wcap + sh.	633.00	638.00	623.00	642.00
Wcap + ss.	587.00	596.00	569.00	580.00
Wss.	456.00	461.00	442.00	452.00
Ww.	46.00	52.00	54.00	62.00
%CH.	10.09	11.28	12.22	13.72

%CH.	10.09	11.28	12.22	13.72
Wmolde	3769	3769	3769	3769
Wsh + molde	5620	5760	5863	5760
Wsh.	1851	1991	2094	1991
Densidad Humeda	1.961	2.109	2.218	2.109
Densidad Seca	1.781	1.895	1.977	1.855

Densidad Seca Maxima(g/cm <sup>3</sup> ):	1.977
Contenido Optimo de Agua(%):	12.22



*Saul José Chipa Cahuana*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS																
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).																
ASTM 1833 - 73																
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC*															
UBICACIÓN:	DIST: Tamburco											C-3 + 0.5% B.P.F - Repetición 2				
	PROV: Abancay											Humedad Óptima(%)				
	DPTO: Apurímac											Densidad Seca Máxima(g/cm3)				
FECHA:	Marzo, 2021										95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)					
	DIMENSIONES DE MOLDE			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area				
				15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42				
	N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56						
CONDICIONES DE LA MUESTRA																
	SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		SATURADA					
Peso del molde(gr).	7820				8450				8360							
Volumen de la Muestra(cc).	2124				2124				2124							
Muestra Humeda + Molde(gr).	12160		12230		12900		12965		13072		13105					
Muestra Humeda(gr).	4340		4410		4450		4515		4712		4745					
Densidad Humeda(g/cm3).	2.04		2.08		2.10		2.13		2.22		2.23					
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA																
	MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO					
Peso de la capsula(gr).	130.00		85.00		130.00		70.00		118.00		130.00					
Muestra Humeda + Capsula(gr).	612.00		648.00		530.00		534.00		673.00		758.00					
Muestra Seca + Capsula(gr).	559.50		579.00		475.50		478.00		612.50		685.00					
Muestra Seca(gr).	429.50		494.00		445.00		408.00		494.50		555.00					
Contenido de Agua(gr)	52.50		69.00		54.50		56.00		60.50		73.00					
Contenido de Humedad(%)	12.22		13.97		12.25		13.73		12.23		13.15					
Densidad Seca(g/cm3).	1.821		1.822		1.867		1.869		1.977		1.974					
MEDICION DE LA EXPANSION																
	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION			LECT. DEFOR.	EXPANSION			LECT. DEFOR.	EXPANSION			
					PULGS	%		PULGS	%		PULGS	%		PULGS	%	
	1.00	13:05	0.00	0.2446			0.3421			0.4880						
	2.00	13:02	1.00	0.2476	0.0030	0.0654	0.3496	0.0075	0.1636	0.4887	0.0007	0.0153				
	3.00	13:10	2.00	0.2505	0.0059	0.1287	0.3503	0.0082	0.1789	0.4895	0.0015	0.0327				
	4.00	13:04	3.00	0.2536	0.0090	0.1963	0.3531	0.0110	0.2400	0.4905	0.0025	0.0545				
	5.00	12:58	4.00	0.2590	0.0144	0.3141	0.3563	0.0147	0.3098	0.4957	0.0077	0.1680				
ENSAYO DE PENETRACION																
	PENETRACION "PULGADAS"		CARGA PATRON "MPa"		FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR	
	0		0		12		DIAL MPa		25		DIAL MPa		56			
	0.025		2		0.27		8		0.39		8		0.39			
	0.050		10		0.43		16		0.55		18		0.60			
	0.075		14		0.51		22		0.68		32		0.89			
	0.100		6.90		16		8.03		27		11.33		50		18.26	
	0.125		19		0.62		30		0.84		64		1.56			
	0.150		20		0.64		33		0.91		//		1.83			
	0.200		10.3		23		6.79		36		9.41		102		22.92	
	0.300		28		0.80		40		1.05		132		3.00			
	0.400		33		0.91		43		1.11		155		3.50			
	0.500		39		1.03		45		1.16		178		4.00			

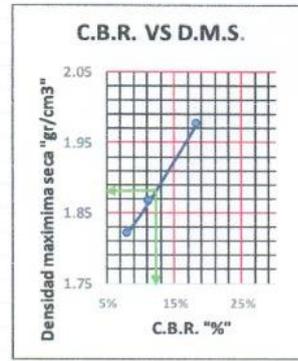
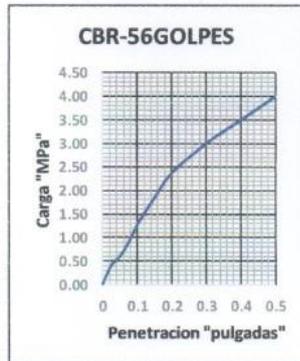
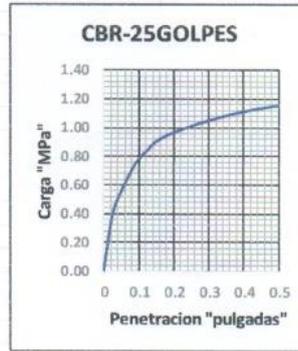


  
Saul José Chipa Coluana  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



PROYECTO	*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL – UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO – PROVINCIA DE ABANCAY – REGIÓN APURÍMAC*				
UBICACIÓN	DIST:	Tamburco	ENSAYO	C-3 + 0.5% B.P.F - Repetición 2	
	PROV:	Abancay	C.B.R.	Humedad Óptima(%)	12.22
	DPTO:	Apurímac		Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.977
FECHA	Marzo, 2021			95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.878



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%
12	12.22	1.82	0.31	8.03	C.B.R. - 95% 12.80
25	12.25	1.87	0.31	11.33	C.B.R. - 100% 18.28
56	12.23	1.98	0.17	18.28	



*Saul José Chipa Cahuana*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



## CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC

Ubicación: Ubicación: Moyocorral - Umaccata      Provincia: Abancay      Fecha: Marzo, 2021  
 Distrito: Tamburco      Región: Apurímac  
 Hecho por: Muestreo: INTERESADO      Material: Sub Rasante  
 Calicata: C-3 + 0.5% B.P.F. - Repetición 3      Ubicación: Muestra Natural

Solicitante: BACH. JOEL FRICHT TORRES CACERES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra inicial	1785.0 gr	Muestra lavada y secada		Peso Recipient.	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	26.00	26.00	1.46	98.54
1/2"	12.700	30.00	30.00	1.68	96.86
3/8"	9.525	26.00	26.00	1.46	95.41
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	95.41
Nº4	4.750	102.00	102.00	5.71	89.69
Nº10	2.000	198.00	198.00	11.09	78.60
Nº20	0.850	203.00	203.00	11.37	67.23
Nº40	0.425	116.00	116.00	6.50	60.73
Nº60	0.300	126.00	126.00	7.06	53.67
Nº100	0.149	115.00	115.00	6.44	47.23
Nº200	0.075	54.00	54.00	3.03	44.20
Cazuela		10.00	789.00	44.20	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>1006.00</b>	<b>1785.00</b>	<b>100.00</b>	

PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS	
% FINOS	44.20%
% ARENAS	45.49%
% GRAVAS	10.31%



LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap. + S. Hum.	36.15	37.56	37.15
Cap. + S. Seco.	33.28	34.52	33.98
Agua	2.87	3.04	3.17
Peso Cáp.	24.00	24.12	23.03
Peso S. seco	9.78	10.40	10.95
% Humedad	30.93	29.23	28.95
Nº de golpes	19	26	29
LÍMITE PLÁSTICO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap. + S. Hum.	17.56	16.98	18.20
Cap. + S. seco	17.02	16.46	17.55
Agua	0.54	0.52	0.65
Peso Cáp.	14.24	13.76	14.20
Peso S. seco	2.78	2.70	3.35
% Humedad	19.42	19.26	19.40

LÍMITE LÍQUIDO	=	29.6 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	19.4 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	=	10.2 %

Pasa tamiz Nº 4 (4.75mm)	89.69%
Pasa tamiz Nº 200 (0.0075mm)	44.20%
D60	0.412103
D30	NO TIENE
D10	NO TIENE
Coefficiente de uniformidad (Cu)	NO TIENE
Grado de curvatura (Cc)	NO TIENE



CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4 Suelo limoso
CLASIFICACIÓN SUCS:	SC: Arena arcillosa
OBSERVACIONES:	TIPO DE SUELO: ARENA ARCILOSA MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA.



*Jose Chipu Cahuana*  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL – UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO – PROVINCIA DE ABANCAY – REGIÓN APURÍMAC\*

Calicata: C-3 + 0.5% B.P.F - Repetición 3

FECHA: Marzo, 2021

DESCRIPCIÓN: Sub Rasante

NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

N° de Capas: 5	Volumen Molde: 944
N° de golpes por capas: 25	

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	140.00	120.00	127.00	128.00
Wcap+sh.	613.00	548.00	568.00	596.00
Wcap+ss.	571.00	505.00	519.96	538.50
Wss.	431.00	385.00	392.96	410.50
Ww.	42.00	43.00	48.04	57.50
%CH.	9.74	11.17	12.23	14.01

%CH.	9.74	11.17	12.23	14.01
Wmolde	3769	3769	3769	3769
Wsh+molde	5620	5758	5864	5730
Wsh.	1851	1989	2095	1961
Densidad Humeda	1.961	2.107	2.219	2.077
Densidad Seca	1.787	1.895	1.978	1.822

Densidad Seca Maxima(g/cm <sup>3</sup> ):	1.978
Contenido Óptimo de Agua(%):	12.23



  
**Saul Jose Chirpa Cahuana**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS																
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).																
ASTM 1833 - 73																
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC															
UBICACIÓN:	DIST: Tamburco										C-3 + 0.5% B.P.F - Repetición 3					
	PROV: Abancay										Humedad Óptima(%)		12.23			
	DPTO: Apurímac										Densidad Seca Máxima(g/cm3)		1.978			
FECHA :	Marzo, 2021															
	DIMENSIONES DE MOLDE			Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area				
				15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42				
	N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56						
	CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		SATURADA		
	Peso del molde(gr).			8560		8250		8250		8150		8150		8150		
	Volumen de la Muestra(cc).			2124		2124		2124		2124		2124		2124		
	Muestra Humeda + Molde(gr).			12895		12950		12698		12748		12865		12905		
	Muestra Humeda(gr).			4335		4390		4448		4498		4715		4755		
	Densidad Humeda(gr/cm3).			2.04		2.07		2.09		2.12		2.22		2.24		
	CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO		
	Peso de la capsula(gr).			110.00		120.00		140.00		130.00		123.00		120.00		
	Muestra Humeda + Capsula(gr).			523.00		596.00		530.00		572.00		577.50		662.00		
	Muestra Seca + Capsula(gr).			478.00		537.50		486.00		518.00		528.00		590.00		
	Muestra Seca(gr).			368.00		417.50		346.00		388.00		405.00		470.00		
	Contenido de Agua(gr)			45.00		58.50		44.00		54.00		49.50		62.00		
	Contenido de Humedad(%)			12.23		14.01		12.72		13.92		12.22		13.19		
	Densidad Seca(gr/cm3)			1.819		1.813		1.858		1.859		1.978		1.978		
	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN			LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN			LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN			
					PULGS	%		PULGS	%		PULGS	%		PULGS	%	
MEDICION DE LA EXPANSION	1.00	13:05	0.00	0.4241			0.3458				0.2655					
	2.00	13:02	1.00	0.4274	0.0033	0.0720	0.3486	0.0028	0.0611	0.2663	0.0008	0.0175				
	3.00	13:10	2.00	0.4301	0.0060	0.1309	0.3504	0.0046	0.1004	0.2668	0.0013	0.0284				
	4.00	13:04	3.00	0.4335	0.0094	0.2051	0.3526	0.0068	0.1483	0.2692	0.0037	0.0807				
	5.00	12:58	4.00	0.4358	0.0117	0.2552	0.3545	0.0087	0.1898	0.2705	0.0050	0.1091				
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRACION *PULGADAS*		CARG. PATRON *MPa*		FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR	
	0		0		DIAL MPa 12		DIAL MPa 25		DIAL MPa 25		DIAL MPa 56		DIAL MPa 56		DIAL MPa 56	
	0.025		3		0.29		6		0.35		6		0.35		6	
	0.050		8		0.39		16		0.55		16		0.55		16	
	0.075		12		0.47		20		0.64		30		0.84		30	
	0.100		6.90		16		0.55		8.03		24		0.72		10.43	
	0.125		20		0.64		26		0.76		26		0.76		62	
	0.150		22		0.68		28		0.80		28		0.80		75	
	0.200		10.3		25		0.74		7.19		32		0.89		8.60	
	0.300		30		0.84		38		1.01		38		1.01		130	
	0.400		35		0.95		41		1.07		41		1.07		153	
0.500		41		1.07		43		1.11		43		1.11		176		

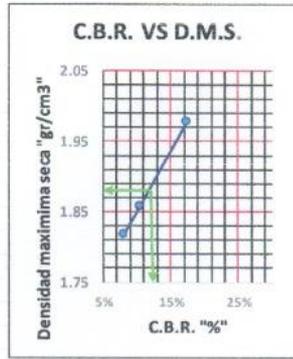
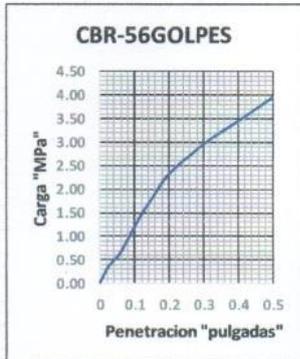
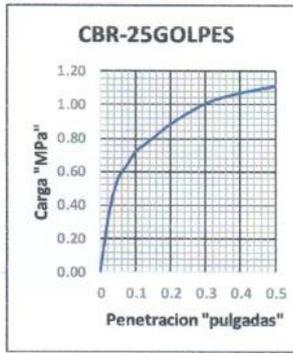
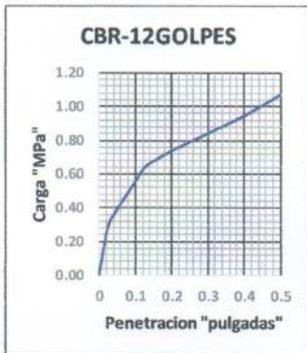


*[Handwritten Signature]*  
**Saúl José Chipa Cahuana**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



PROYECTO	*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC*				
UBICACIÓN	DIST:	Tamburco	ENSAYO	C-3 + 0.5% B.P.F - Repetición 3	
	PROV:	Abancay	C.B.R.	Humedad Óptima(%)	12.23
	DPTO:	Apurímac		Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.978
FECHA	Marzo, 2021			95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.879



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%
12	12.23	1.82	0.26	8.03	C.B.R. - 95% 12.90
25	12.72	1.86	0.19	10.43	C.B.R. - 100% 17.37
56	12.22	1.98	0.11	17.37	



  
Saul Jose Chipa Cahuana  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



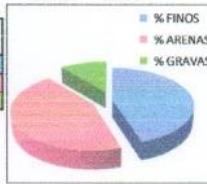
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC"

Ubicación: Ubicación: Moyocorral - Umaccata Provincia: Abancay Fecha: Marzo, 2021  
 Distrito: Tamburco Región: Apurímac  
 Hecho por: Muestreo: INTERESADO Material: Sub Rasante  
 Calicata: C-3 + 1% B.P.F - Repetición 1 Ubicación: Muestra Natural  
 Solicitante: BACH. JOEL FRICZ TORRES CACERES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra inicial	1680.0 gr	Muestra lavada y secada	857.0 gr	Peso Recipiet.	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	38.00	38.00	2.26	97.74
3/8"	9.525	62.00	62.00	3.69	94.05
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	94.05
Nº4	4.750	85.00	85.00	5.06	88.99
Nº10	2.000	168.00	168.00	10.00	78.99
Nº20	0.850	189.00	189.00	11.25	67.74
Nº40	0.425	105.00	105.00	6.25	61.49
Nº60	0.300	110.00	110.00	6.55	54.94
Nº100	0.149	106.00	106.00	6.31	48.63
Nº200	0.075	62.00	62.00	3.69	44.94
Cazuela		10.00	755.00	44.94	0.00
TOTAL		935.00	1680.00	100.00	

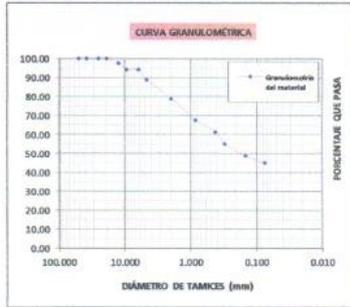
PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS	
% FINOS	44.94%
% ARENAS	44.05%
% GRAVAS	11.01%



LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap. + S. Hum.	36.52	36.12	36.45
Cap. + S. Seco.	33.64	33.21	33.54
Agua	2.88	2.91	2.91
Peso Cáp.	24.00	23.02	23.03
Peso S. seco	9.64	10.19	10.51
% Humedad	29.88	28.56	27.69
Nº de golpes	20	26	30
LÍMITE PLÁSTICO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap. + S. Hum.	16.26	17.20	18.28
Cap. + S. seco	15.94	16.66	17.63
Agua	0.32	0.54	0.65
Peso Cáp.	14.24	13.78	14.20
Peso S. seco	1.70	2.88	3.43
% Humedad	18.82	18.75	18.95

LÍMITE LÍQUIDO	=	28.7 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	18.8 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	=	9.9 %

Pasa tamiz Nº 4 (4.75mm)	88.99%
Pasa tamiz Nº 200 (0.0075mm)	44.94%
D60	0.396591
D30	NO TIENE
D10	NO TIENE
Coefficiente de uniformidad (Cu)	NO TIENE
Grado de curvatura (Cc)	NO TIENE



CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4 Suelo limoso
CLASIFICACIÓN SUCS:	SC: Arena arcillosa
OBSERVACIONES:	TIPO DE SUELO: ARENA ARCILOSA MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA.

Laboratorio de suelos, agregados y concreto CONCHIPA  
 Oficina-Jr. Arica Nº 720-Abancay-Apurímac  
 conchipa.eirl@gmail.com-Cel.Claro:986829921/Cel.Bitel:927415828



*[Firma]*  
 Saul José Chipa Cahuana  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 1933001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL – UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO – PROVINCIA DE ABANCAY – REGIÓN APURÍMAC\*

Calicata: C-3 + 1% B.P.F - Repetición 1

FECHA: Marzo, 2021

DESCRIPCION: Sub Rasante

NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

N° de Capas: 5	Volumen Molde : 944
N° de golpes por capas: 25	

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	130.00	110.00	127.00	130.00
Wcap+sh.	610.00	650.00	548.00	620.00
Wcap+ss.	567.00	597.00	502.40	560.00
Wss.	437.00	487.00	375.40	430.00
Ww.	43.00	53.00	45.60	60.00
%CH.	9.84	10.88	12.15	13.95

%CH.	9.84	10.88	12.15	13.95
Wmolde	3769	3769	3769	3769
Wsh+molde	5612	5720	5870	5760
Wsh.	1843	1951	2101	1991
Densidad Humeda	1.952	2.067	2.226	2.109
Densidad Seca	1.777	1.864	1.985	1.851

Densidad Seca Maxima(g/cm <sup>3</sup> ) :	1.985
Contenido Optimo de Agua(%) :	12.15



  
**Saul Jose Chipa Calluana**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS															
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).															
ASTM 1833 - 73															
PROYECTO:	*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC*														
UBICACIÓN:	DIST: Tamburco											C-3 + 1% B.P.F - Repetición 1			
	PROV: Abancay											Humedad Óptima(%)	12.15		
	DPTO: Apurímac											Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.985		
FECHA :	Marzo, 2021											95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.985		
DIMENSIONES DE MOLDE		Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area		
		15.24	11.84	182.42	15.24	11.84	182.42	15.24	11.84	182.42	15.24	11.84	182.42		
N° DE GOLPES POR CAPA		12			25			56							
CONDICIONES DE LA MUESTRA		SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		SATURADA			
Peso del molde(gr).		8350		8250		8150		8150		8150		8150			
Volumen de la Muestra(cc).		2124		2124		2124		2124		2124		2124			
Muestra Humeda + Molde(gr).		12689		12750		12680		12709		12880		12905			
Muestra Humeda(gr).		4339		4400		4430		4459		4730		4755			
Densidad Humeda(gr/cm3).		2.04		2.07		2.09		2.10		2.23		2.24			
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO			
Peso de la capsula(gr).		129.00		88.00		123.00		160.00		136.00		100.00			
Muestra Humeda + Capsula(gr).		562.00		515.00		612.00		510.00		560.00		630.00			
Muestra Seca + Capsula(gr).		515.00		463.50		559.00		468.50		514.00		570.00			
Muestra Seca(gr).		386.00		375.50		436.00		308.50		378.00		470.00			
Contenido de Agua(gr)		47.00		51.50		53.00		41.50		46.00		60.00			
Contenido de Humedad(%)		12.18		13.72		12.16		13.45		12.17		12.77			
Densidad Seca(gr/cm3)		1.821		1.822		1.860		1.850		1.985		1.985			
MEDICION DE LA EXPANSION	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN			LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN			LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN		
					PULGS	%		PULGS	%		PULGS	%		PULGS	%
	1.00	13:05	0.00	0.2225			0.3447			0.1653					
	2.00	13:02	1.00	0.2285	0.0060	0.1309	0.3485	0.0038	0.0829	0.1661	0.0008	0.0175			
	3.00	13:10	2.00	0.2302	0.0077	0.1680	0.3501	0.0054	0.1178	0.1679	0.0026	0.0567			
	4.00	13:04	3.00	0.2341	0.0116	0.2531	0.3532	0.0085	0.1854	0.1709	0.0056	0.1222			
5.00	12:58	4.00	0.2356	0.0131	0.2858	0.3549	0.0102	0.2225	0.1712	0.0059	0.1287				
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRACION "PULGADAS"		CARG. PATRON "MPa"	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR	FACTOR CARGA		CBR			
				DIAL	MPa	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa	56			
	0			0	0.00		0	0.00		0	0.00				
	0.025			2	0.27		8	0.39		9	0.41				
	0.050			10	0.43		13	0.49		20	0.64				
	0.075			13	0.49		20	0.64		34	0.93				
	0.100		6.90	16	0.55	8.03	26	0.76	11.03	58	1.43	20.71			
	0.125			18	0.60		28	0.80		66	1.60				
	0.150			20	0.64		30	0.84		79	1.87				
	0.200		10.3	24	0.72	6.99	35	0.95	9.21	104	2.40	23.33			
	0.300			30	0.84		41	1.07		134	3.05				
0.400			35	0.95		44	1.14		156	3.52					
0.500			41	1.07		45	1.16		180	4.04					

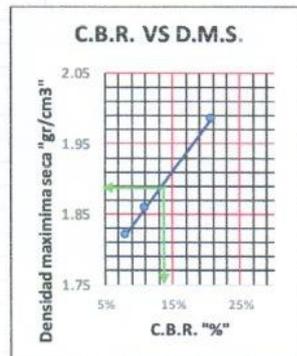
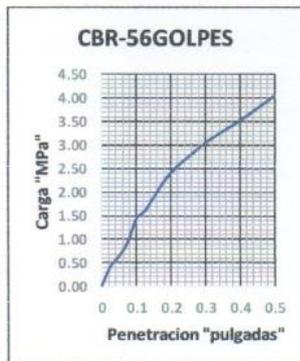
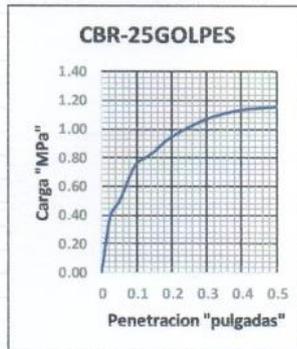
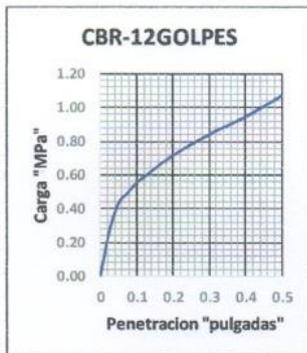


*[Firma]*  
Sr. José Chipa Cahuana  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



PROYECTO	*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC*				
UBICACIÓN	DIST:	Tamburco	ENSAYO	C-3 + 1% B.P.F - Repetición 1	
	PROV:	Abancay	C. B. R.	Humedad Óptima(%)	12.15
	DPTO:	Apurímac		Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.985
FECHA	Marzo, 2021			95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.885



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%
12	12.18	1.82	0.29	8.03	C.B.R. - 95% 13.50
25	12.16	1.86	0.22	11.03	C.B.R. - 100% 20.71
56	12.17	1.99	0.13	20.71	



*Saúl José Chipa Caltuana*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



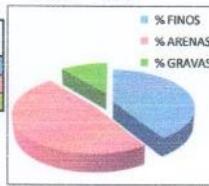
## CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: \*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC\*

Ubicación: Ubicación: Moyocorral - Umaccata Provincia: Abancay Fecha: Marzo, 2021  
 Distrito: Tamburco Región: Apurímac  
 Hecho por: Muestreo: INTERESADO Material: Sub Rasante Calicata: C-3 + 1% B.P.F - Repetición 2 Ubicación: Muestra Natural  
 Solicitante: BACH. JOEL FRICHTZ TORRES CACERES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra inicial	1745.0 gr	Muestra lavada y secada		Peso Recipiel	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	4.00	4.00	0.23	99.77
1/2"	12.700	28.00	28.00	1.60	98.17
3/8"	9.525	69.00	69.00	3.95	94.21
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	94.21
Nº4	4.750	92.00	92.00	5.27	88.94
Nº10	2.000	175.00	175.00	10.03	78.91
Nº20	0.850	204.00	204.00	11.69	67.22
Nº40	0.425	165.00	165.00	9.46	57.77
Nº60	0.300	125.00	125.00	7.16	50.60
Nº100	0.149	104.00	104.00	5.96	44.64
Nº200	0.075	65.00	65.00	3.72	40.92
Cazuela		9.00	714.00	40.92	0.00
TOTAL		1040.00	1745.00	100.00	

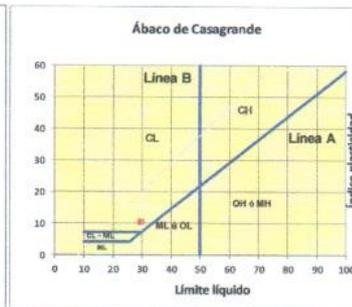
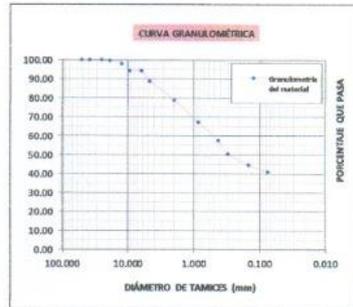
PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS	
% FINOS	40.92%
% ARENAS	48.02%
% GRAVAS	11.06%



LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap. + S. Hum.	37.12	34.32	37.45
Cap. + S. Seco.	34.02	31.74	34.28
Agua	3.10	2.58	3.17
Peso Cáp.	24.00	23.02	23.03
Peso S. seco	10.02	8.72	11.25
% Humedad	30.94	29.59	26.18
Nº de golpes	21	27	30
LÍMITE PLÁSTICO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap. + S. Hum.	16.30	17.25	18.19
Cap. + S. seco	15.96	16.68	17.53
Agua	0.34	0.57	0.66
Peso Cáp.	14.24	13.78	14.20
Peso S. seco	1.72	2.90	3.33
% Humedad	19.77	19.66	19.82

LÍMITE LÍQUIDO	=	29.8 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	19.7 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	=	10.0 %

Pasa tamiz Nº 4 (4.75mm)	88.94%
Pasa tamiz Nº 200 (0.075mm)	40.92%
D60	0.525455
D30	NO TIENE
D10	NO TIENE
Coefficiente de uniformidad (Cu)	NO TIENE
Grado de curvatura (Cc)	NO TIENE



CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4 Suelo limoso
CLASIFICACIÓN SUCS:	SC: Arena arcillosa
OBSERVACIONES:	TIPO DE SUELO: ARENA ARCILOSA MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA.



*[Signature]*  
 Saul José Chipa Cahuana  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC\*

Calicata: C-3 + 1% B.P.F - Repetición 2

FECHA: Marzo, 2021

DESCRIPCION: Sub Rasante

NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

N° de Capas: 5	Volumen Molde: 944
N° de golpes por capas: 25	

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	131.00	120.00	126.50	130.00
Wcap + sh.	574.00	585.00	578.00	610.00
Wcap + ss.	535.00	539.00	529.00	550.00
Wss.	404.00	419.00	402.50	420.00
Ww.	39.00	46.00	49.00	60.00
%CH.	9.65	10.98	12.17	14.29

%CH.	9.65	10.98	12.17	14.29
Wmolde	3769	3769	3769	3769
Wsh + molde	5655	5760	5870	5760
Wsh.	1886	1991	2101	1991
Densidad Humeda	1.998	2.109	2.226	2.109
Densidad Seca	1.822	1.900	1.984	1.845

Densidad Seca Maxima(g/cm3) :	1.984
Contenido Optimo de Agua(%) :	12.17



  
**Saul José Chipa Caluana**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS																			
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).																			
ASTM 1833 - 73																			
PROYECTO:	*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC*																		
UBICACIÓN:	DIST: Tamburco										C-3 + 1% B.P.F - Repetición 2								
	PROV: Abancay										Humedad Óptima(%)		12.17						
	DPTO: Apurímac										Densidad Seca Máxima(g/cm3)		1.984						
FECHA:	Marzo, 2021																		
	DIMENSIONES DE MOLDE																		
	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area							
	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42							
	N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56									
	CONDICIONES DE LA MUESTRA																		
	SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		SATURADA								
Peso del molde(gr).	7850				8150				8350										
Volumen de la Muestra(cc).	2124				2124				2124										
Muestra Humeda + Molde(gr).	12095		12098		12540		12605		13076		13100								
Muestra Humeda(gr).	4245		4248		4390		4455		4726		4750								
Densidad Humeda(gr/cm3).	2.00		2.00		2.07		2.10		2.23		2.24								
	CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA																		
	MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO								
Peso de la capsula(gr).	110.00		120.00		120.00		130.00		120.00		130.00								
Muestra Humeda + Capsula(gr).	564.00		592.00		623.00		618.00		530.00		652.00								
Muestra Seca + Capsula(gr).	515.00		535.00		568.00		560.00		485.50		593.00								
Muestra Seca(gr).	405.00		415.00		448.00		430.00		365.50		463.00								
Contenido de Agua(gr)	49.00		57.00		55.00		58.00		44.50		59.00								
Contenido de Humedad(%)	12.10		13.73		12.28		13.49		12.18		12.74								
Densidad Seca(gr/cm3).	1.783		1.758		1.841		1.848		1.984		1.984								
	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN			LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN			LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN						
					PULGS	%		PULGS	%		PULGS	%		PULGS	%				
MEDICION DE LA EXPANSION	1.00	13:05	0.00	0.3145			0.2357			0.4552			0.0008	0.0175					
	2.00	13:02	1.00	0.3175	0.0030	0.0654	0.2385	0.0028	0.0611	0.4560	0.0023	0.0502	0.0023	0.0502					
	3.00	13:10	2.00	0.3202	0.0057	0.1243	0.2421	0.0064	0.1396	0.4575	0.0023	0.0502	0.0023	0.0502					
	4.00	13:04	3.00	0.3254	0.0109	0.2378	0.2485	0.0128	0.2792	0.4590	0.0038	0.0829	0.0038	0.0829					
	5.00	12:58	4.00	0.3312	0.0167	0.3643	0.2510	0.0153	0.3338	0.4602	0.0050	0.1091	0.0050	0.1091					
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRACION "PULGADAS"			CARG. PATRON "MPa"			FACTOR CARGA			CBR			FACTOR CARGA			CBR			
				DIAL	MPa	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa	56	DIAL	MPa	56	DIAL	MPa	56	
			0	0	0.00		0	0.00		0	0.00		0	0.00		0	0.00		
			0.025	2	0.27		8	0.39		9	0.41		9	0.41		9	0.41		
			0.050	10	0.43		13	0.49		19	0.62		19	0.62		19	0.62		
			0.075	12	0.47		20	0.64		33	0.91		33	0.91		33	0.91		
			0.100	6.90	15	0.53	7.73	25	0.74	10.73	50	1.26	18.28	50	1.26	18.28	50	1.26	18.28
			0.125		18	0.60		27	0.78		65	1.58		65	1.58		65	1.58	
			0.150		20	0.64		30	0.84		78	1.85		78	1.85		78	1.85	
			0.200	10.3	24	0.72	6.99	34	0.93	9.00	103	2.38	23.12	103	2.38	23.12	103	2.38	23.12
			0.300		29	0.82		40	1.05		133	3.02		133	3.02		133	3.02	
			0.400		34	0.93		43	1.11		156	3.52		156	3.52		156	3.52	
		0.500		40	1.05		45	1.16		179	4.02		179	4.02		179	4.02		

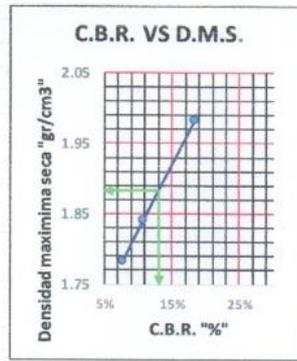
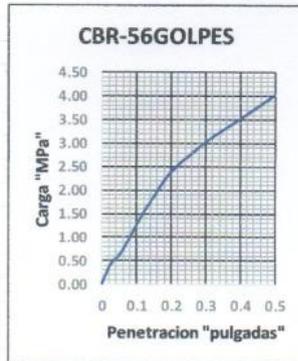
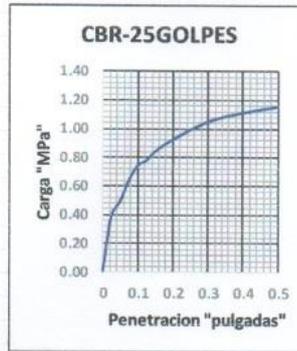
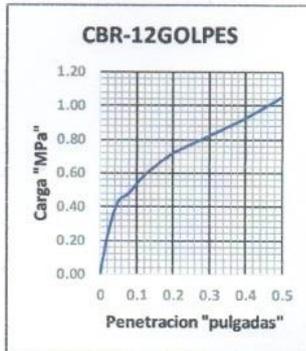


*[Firma]*  
**Saul José Chipa Cobuana**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



PROYECTO	*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL – UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO – PROVINCIA DE ABANCAY – REGIÓN APURÍMAC*				
UBICACIÓN	DIST:	Tamburco	ENSAYO	C-3 + 1% B.P.F - Repetición 2	
	PROV:	Abancay	C.B.R.	Humedad Óptima(%)	12.17
	DPTO:	Apurímac		Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.984
FECHA	Marzo, 2021			95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.885



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	12.10	1.78	0.36	7.73	C.B.R. - 95%	13.00
25	12.28	1.84	0.33	10.73	C.B.R. - 100%	18.28
56	12.18	1.98	0.11	18.28		



Stail Jose Chipa Cahuana  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



## CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE  
MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC"

Ubicación: Ubicación: Moyocorral - Umaccata Provincia: Abancay Fecha: Marzo, 2021  
 Distrito: Tamburco Region: Apurímac  
 Hecho por: Muestreo: INTERESADO Material: Sub Rasante  
 Calicata: C-3 + 1% B.P.F - Repetición 3  
 Ubicación: Muestra Natural

Solicitante: BACH. JOEL FRICHZ TORRES CACERES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra inicial	1812.0 gr	Muestra lavada y secada	986.0 gr	Peso Recipient.	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	12.00	12.00	0.66	99.34
1/2"	12.700	43.00	43.00	2.37	96.96
3/8"	9.525	65.00	65.00	3.59	93.38
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	93.38
Nº4	4.750	80.00	80.00	4.42	88.96
Nº10	2.000	162.00	162.00	8.94	80.02
Nº20	0.850	198.00	198.00	10.93	69.09
Nº40	0.425	175.00	175.00	9.66	59.44
Nº60	0.300	136.00	136.00	7.51	51.93
Nº100	0.149	105.00	105.00	5.79	46.14
Nº200	0.075	87.00	87.00	4.80	41.34
Cazuela		12.00	749.00	41.34	0.00
TOTAL		1075.00	1812.00	100.00	

LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap. + S. Hum.	37.56	34.45	36.98
Cap. + S. Seco.	34.57	31.85	33.68
Agua	2.99	2.60	3.30
Peso Cáp.	24.00	23.02	23.03
Peso S. seco	10.57	8.83	10.65
% Humedad	28.29	29.45	30.99
Nº de golpes	29	24	19

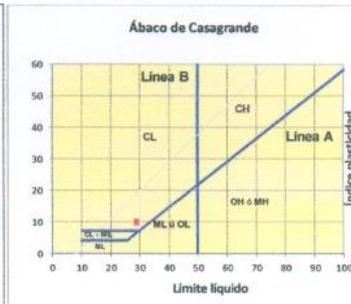
LÍMITE PLÁSTICO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap. + S. Hum.	16.35	16.85	17.88
Cap. + S. seco	16.01	16.35	17.27
Agua	0.34	0.50	0.61
Peso Cáp.	14.24	13.78	14.20
Peso S. seco	1.77	2.57	3.07
% Humedad	19.21	19.46	19.87

LÍMITE LÍQUIDO	=	29.2 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	19.5 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	=	9.7 %

PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS	
% FINOS	41.34%
% ARENAS	47.63%
% GRAVAS	11.04%



Pasa tamiz Nº 4 (4.75mm)	88.96%
Pasa tamiz Nº 200 (0.0075mm)	41.34%
D60	0.449771
D30	NO TIENE
D10	NO TIENE
Coefficiente de uniformidad (Cu)	NO TIENE
Grado de curvatura (Cc)	NO TIENE



CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4 Suelo limoso
CLASIFICACIÓN SUCS:	SC: Arena arcillosa
OBSERVACIONES:	TIPO DE SUELO: ARENA ARCILOSA MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA.



*Handwritten signature*  
 Saul José Chipa Cahuana  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL – UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO – PROVINCIA DE ABANCAY – REGIÓN APURÍMAC\*

Calicata: C-3 + 1% B.P.F - Repetición 3

FECHA: Marzo, 2021

DESCRIPCION: Sub Rasante

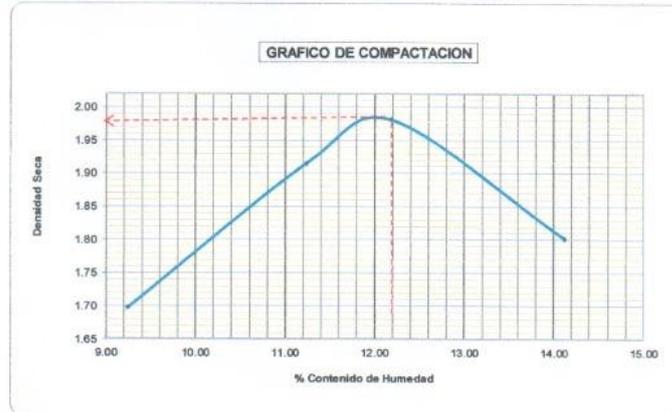
NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

N° de Capas: 5	Volumen Molde :	944
N° de golpes por capas: 25		

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	140.00	140.00	126.50	130.00
Wcap+sh.	648.00	615.00	587.00	623.00
Wcap+ss.	605.00	567.00	537.00	562.00
Wss.	465.00	427.00	410.50	432.00
Ww.	43.00	48.00	50.00	61.00
%CH.	9.25	11.24	12.18	14.12

%CH.	9.25	11.24	12.18	14.12
Wmolde	3769	3769	3769	3769
Wsh+molde	5520	5780	5867	5710
Wsh.	1751	2011	2098	1941
Densidad Humeda	1.855	2.130	2.222	2.056
Densidad Seca	1.698	1.915	1.981	1.802

Densidad Seca Maxima (g/cm <sup>3</sup> ) :	1.981
Contenido Óptimo de Agua (%) :	12.18



Saul Jose Chipa Caluana  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS												
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).												
ASTM 1833 - 73												
PROYECTO:	ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC*											
UBICACIÓN:	DIST: Tamburco			C-3 + 1% B.P.F - Repetición 3			PROV: Abancay			Humedad Óptima(%)		
	DPTO: Apurímac									12.18		
FECHA:	Marzo, 2021									Densidad Seca Máxima(g/cm3)		
										1.981		
										95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)		
										1.882		
DIMENSIONES DE MOLDE												
	Diametro			Altura			Diametro			Altura		
	15.24			11.64			15.24			11.64		
	Area			Diametro			Altura			Area		
	182.42			15.24			11.64			182.42		
N° DE GOLPES POR CAPA												
	12			25			56					
CONDICIONES DE LA MUESTRA												
	SIN MOJAR			SATURADA			SIN MOJAR			SATURADA		
Peso del molde(gr).	7550			8250			8150					
Volumen de la Muestra(cc).	2124			2124			2124					
Muestra Humeda + Molde(gr).	11659			11726			12542			12589		
Muestra Humeda(gr).	4109			4176			4292			4339		
Densidad Humeda(gr/cm3).	1.93			1.97			2.02			2.04		
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA												
	MEDIO			MEDIO			MEDIO			MEDIO		
Peso de la capsula(gr).	128.00			110.00			130.00			115.00		
Muestra Humeda + Capsula(gr).	562.00			580.00			678.00			618.00		
Muestra Seca + Capsula(gr).	515.00			523.00			618.00			558.00		
Muestra Seca(gr).	387.00			413.00			488.00			443.00		
Contenido de Agua(gr)	47.00			57.00			60.00			48.50		
Contenido de Humedad(%)	12.14			13.80			12.30			13.54		
Densidad Seca(gr/cm3).	1.725			1.728			1.799			1.799		
EXPANSION												
	DIA		HORA		INTERVALO (DIAS)		LECT. DEFOR.		EXPANSION PULGS		%	
MEDICION DE LA EXPANSION	1.00		13:05		0.00		0.1245		0.0030		0.0654	
	2.00		13:02		1.00		0.1275		0.0057		0.1243	
	3.00		13:10		2.00		0.1302		0.0089		0.1942	
	4.00		13:04		3.00		0.1334		0.0111		0.2422	
	5.00		12:58		4.00		0.1356		0.0088		0.1970	
ENSAYO DE PENETRACION												
	PENETRACION *PULGADAS*		CARGA PATRON *MPa*		FACTOR CARGA		CBR		FACTOR CARGA		CBR	
	0		0		DIAL MPa		12		DIAL MPa		25	
	0.025		2		0.00		0		0.00		0	
	0.050		10		0.27		7		0.37		8	
	0.075		14		0.43		12		0.47		18	
	0.100		18		0.51		18		0.60		32	
	0.125		25		0.53		25		0.74		10.73	
	0.150		30		0.62		28		0.80		63	
	0.200		37		0.64		30		0.84		76	
	0.300		43		0.70		37		0.99		9.61	
	0.400		46		0.80		43		1.11		132	
	0.500		48		0.91		46		1.18		155	
			177		1.03		48		1.22		177	

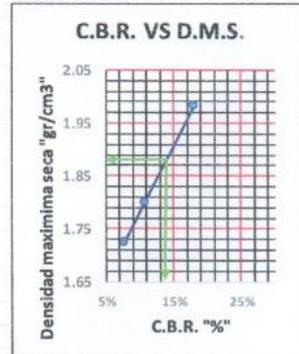
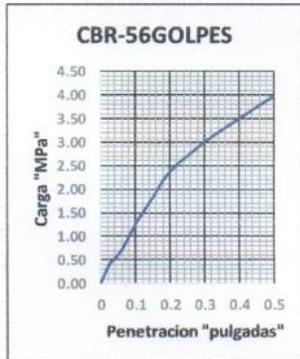
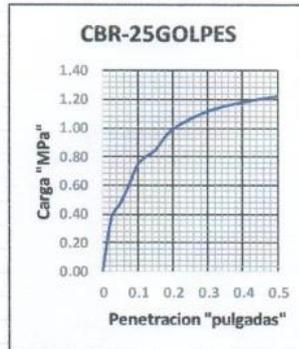
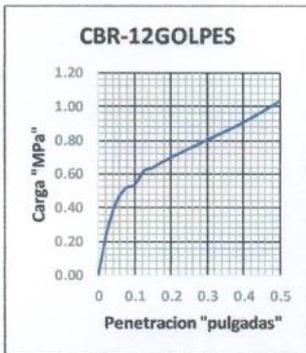


*Handwritten signature*  
**Saúl José Chipa Cahuana**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.R. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



PROYECTO	*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL – UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO – PROVINCIA DE ABANCAY – REGIÓN APURÍMAC*				
UBICACIÓN	DIST:	Tamburco	ENSAYO	C-3 + 1% B.P.F - Repetición 3	
	PROV:	Abancay	C.B.R.	Humedad Óptima(%)	12.18
	DPTO:	Apurímac		Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.981
FECHA	Marzo, 2021			95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.882



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%
12	12.14	1.73	0.24	7.73	C.B.R. - 95% 13.62
25	12.30	1.80	0.19	10.73	C.B.R. - 100% 18.10
56	12.17	1.98	0.11	18.10	



*Saul José Chipá Cahuana*  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



## CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

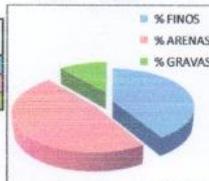
Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE  
MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC"

Ubicación: Ubicación: Moyocorral - Umaccata Provincia: Abancay Fecha: Marzo, 2021  
Distrito: Tamburco Region: Apurímac  
Hecho por: Muestreo: INTERESADO Material: Sub Rasante  
Calicata: C-3 + 1.5% B.P.F - Repetición 1  
Ubicación: Muestra Natural

Solicitante: BACH. JOEL FRICHZ TORRES CACERES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra inicial	1730.0 gr	Muestra lavada y secada	940.0 gr	Peso Recipient.	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	20.00	20.00	1.16	98.84
1/2"	12.700	38.00	38.00	2.20	96.65
3/8"	9.525	52.00	52.00	3.01	93.64
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	93.64
Nº4	4.750	86.00	86.00	4.97	88.67
Nº10	2.000	163.00	163.00	9.42	79.25
Nº20	0.850	179.00	179.00	10.35	68.90
Nº40	0.425	189.00	189.00	10.92	57.98
Nº60	0.300	120.00	120.00	6.94	51.04
Nº100	0.149	101.00	101.00	5.84	45.20
Nº200	0.075	70.00	70.00	4.05	41.16
Cazuela		9.00	712.00	41.16	0.00
TOTAL		1027.00	1730.00	100.00	

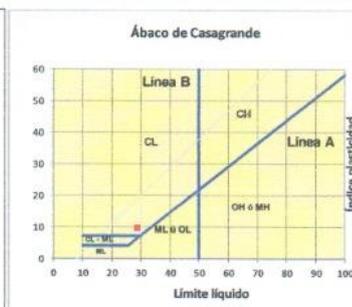
PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS	
% FINOS	41.16%
% ARENAS	47.51%
% GRAVAS	11.33%



LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap.+ S. Hum.	36.25	33.21	36.95
Cap.+ S. Seco.	33.58	30.93	33.68
Agua	2.67	2.28	3.27
Peso Cáp.	24.00	23.02	23.03
Peso S. seco	9.58	7.91	10.65
% Humedad	27.87	28.82	30.70
Nº de golpes	28	25	20
LÍMITE PLÁSTICO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap.+ S. Hum.	17.89	17.58	17.28
Cap.+ S. seco	17.29	16.97	16.78
Agua	0.60	0.61	0.50
Peso Cáp.	14.24	13.78	14.20
Peso S. seco	3.05	3.19	2.58
% Humedad	19.67	19.12	19.38

LÍMITE LÍQUIDO	=	28.8 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	19.4 %
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	=	9.4 %

Pasa tamiz Nº 4 (4.75mm)	88.67%
Pasa tamiz Nº 200 (0.0075mm)	41.16%
D60	0.503704
D30	NO TIENE
D10	NO TIENE
Coefficiente de uniformidad (Cu)	NO TIENE
Grado de curvatura (Cc)	NO TIENE



CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4 Suelo limoso
CLASIFICACIÓN SUCS:	SC: Arena arcillosa
OBSERVACIONES:	TIPO DE SUELO: ARENA ARCILLOSA MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA.

Laboratorio de suelos, agregados y concreto CONCHIPA  
Oficina-Jr. Arica Nº 720-Abancay-Apurímac  
conchipa.eirl@gmail.com-Cel. Claro: 986829921/Cel. Btlet: 927415828



*[Firma]*  
Señal Jose Chipa Cahuana  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL – UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO – PROVINCIA DE ABANCAY – REGIÓN APURÍMAC\*

Calicata: C-3 + 1.5% B.P.F - Repetición 1

FECHA: Marzo, 2021

DESCRIPCIÓN: Sub Rasante

NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

N° de Capas: 5	Volumen Molde: 944
N° de golpes por capas: 25	

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	131.00	128.00	127.00	128.00
Wcap+sh.	623.00	648.00	624.00	632.00
Wcap+ss.	579.00	596.00	570.50	570.00
Wss.	448.00	468.00	443.50	442.00
Ww.	44.00	52.00	53.50	62.00
%CH	9.82	11.11	12.06	14.03

%CH	9.82	11.11	12.06	14.03
Wmolde	3769	3769	3769	3769
Wsh+molde	5612	5766	5871	5723
Wsh.	1843	1997	2102	1954
Densidad Humeda	1.952	2.115	2.227	2.070
Densidad Seca	1.778	1.904	1.987	1.815

Densidad Seca Maxima(g/cm <sup>3</sup> ):	1.987
Contenido Optimo de Agua(%):	12.06



  
**Saul José Chipa Cohuana**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS												
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).												
ASTM 1833 - 73												
PROYECTO:	*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC*											
UBICACIÓN:	DIST:	Tamburco	C-3 + 1.5% B.P.F - Repetición 1									
	PROV:	Abancay	Humedad Óptima(%)									
	DPTO:	Apurímac	Densidad Seca Máxima(g/cm3)									
FECHA:	Marzo, 2021		95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)									
DIMENSIONES DE MOLDE			Díametro	Altura	Área	Díametro	Altura	Área	Díametro	Altura	Área	
			15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	
N° DE GOLPES POR CAPA			12			25			56			
CONDICIONES DE LA MUESTRA			SIN MOJAR	SATURADA	SIN MOJAR	SATURADA	SIN MOJAR	SATURADA	SIN MOJAR	SATURADA	SATURADA	
Peso del molde(gr).			7645		8457		7986					
Volumen de la Muestra(cc).			2124		2124		2124					
Muestra Humeda + Molde(gr).			11659	11826	12662	12919	12710	12800				
Muestra Humeda(gr).			4014	4181	4205	4462	4724	4814				
Densidad Humeda(g/cm3).			1.89	1.97	1.98	2.10	2.22	2.27				
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA			MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO	MEDIO				
Peso de la capsula(gr).			128.00	88.00	128.00	95.00	131.00	128.00				
Muestra Humeda + Capsula(gr).			562.00	590.00	625.00	658.00	577.50	723.00				
Muestra Seca + Capsula(gr).			515.00	518.00	570.00	577.00	529.00	648.00				
Muestra Seca(gr).			387.00	430.00	442.00	482.00	398.00	520.00				
Contenido de Agua(gr)			47.00	72.00	55.00	81.00	48.50	75.00				
Contenido de Humedad(%)			12.14	16.74	12.44	16.80	12.19	14.42				
Densidad Seca(g/cm3).			1.685	1.686	1.761	1.799	1.983	1.981				
MEDICION DE LA EXPANSION	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN		LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN		LECT. DEFOR.	EXPANSIÓN	
					PULGS	%		PULGS	%		PULGS	%
	1.00	13:05	0.00	0.1245			0.4457			0.3652		
	2.00	13:02	1.00	0.1275	0.0030	0.0654	0.4485	0.0028	0.0611	0.3660	0.0008	0.0175
	3.00	13:10	2.00	0.1302	0.0057	0.1243	0.4501	0.0044	0.0960	0.3665	0.0013	0.0284
	4.00	13:04	3.00	0.1334	0.0089	0.1942	0.4521	0.0064	0.1396	0.3690	0.0038	0.0829
5.00	12:58	4.00	0.1359	0.0114	0.2487	0.4549	0.0092	0.2007	0.3707	0.0055	0.1700	
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRACION *PULGADAS*		CARG. PATRON *MPa*		FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR	
					DIAL	MPa	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa
	0		0		0	0.00		0	0.00		0	0.00
	0.025		2		2	0.27		6	0.35		8	0.39
	0.050		10		10	0.43		13	0.49		18	0.60
	0.075		14		14	0.51		19	0.62		34	0.93
	0.100		6.90		16	0.55	7.91	24	0.72	10.43	45	1.16
	0.125				19	0.62		27	0.78		66	1.60
	0.150				20	0.64		29	0.82		79	1.87
	0.200		10.3		23	0.70	6.79	36	0.97	9.41	104	2.40
	0.300				28	0.80		42	1.09		134	3.05
	0.400				34	0.93		45	1.16		157	3.54
0.500				40	1.05		47	1.20		180	4.04	

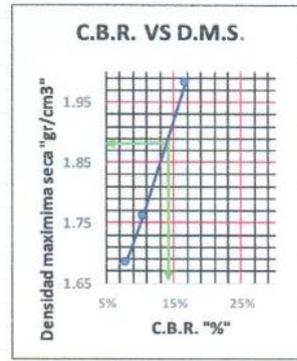
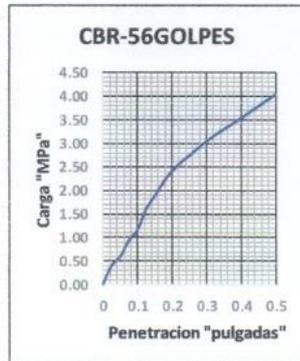
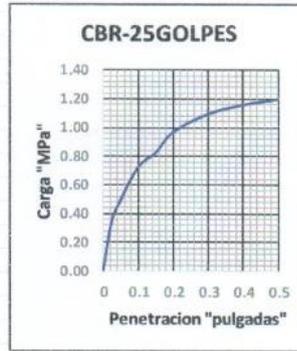
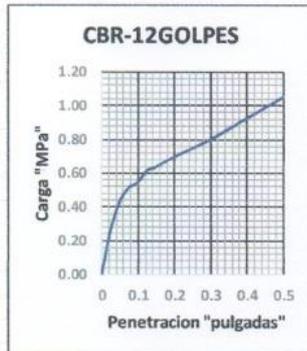


  
Saul Jose Chipa Coluana  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



PROYECTO	*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL – UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO – PROVINCIA DE ABANCAY – REGIÓN APURÍMAC*				
UBICACIÓN	DIST:	Tamburco	ENSAYO	C-3 + 1.5% B.P.F - Repetición 1	
	PROV:	Abancay	C.B.R.	Humedad Óptima(%)	12.06
	DPTO:	Apurímac		Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.987
FECHA	Marzo, 2021			95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.888



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%
12	12.14	1.69	0.25	7.91	C.B.R. - 95% 14.44
25	12.44	1.76	0.20	10.43	C.B.R. - 100% 16.76
56	12.19	1.98	0.12	16.76	



Stail José Chipa Cahuana  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



## CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

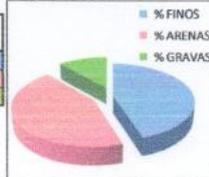
Proyecto: \*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE  
MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC\*

Ubicación: Ubicación: Moyocorral - Umaccata Provincia: Abancay Fecha: Marzo, 2021  
Distrito: Tamburco Region: Apurimac  
Hecho por: Muestreo: INTERESADO Material: Sub Rasante  
Calicata: C-3 + 1.5% B.P.F - Repetición 2  
Ubicación: Muestra Natural

Solicitante: BACH. JOEL FRICHZ TORRES CACERES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra inicial	1698.0 gr	Muestra lavada y secada	832.0 gr	Peso Recipiet.	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	15.00	15.00	0.88	99.12
1/2"	12.700	42.00	42.00	2.47	96.64
3/8"	9.525	41.00	41.00	2.41	94.23
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	94.23
Nº4	4.750	95.00	95.00	5.59	88.63
Nº10	2.000	123.00	123.00	7.24	81.39
Nº20	0.850	169.00	169.00	9.95	71.44
Nº40	0.425	173.00	173.00	10.19	61.25
Nº60	0.300	102.00	102.00	6.01	55.24
Nº100	0.149	92.00	92.00	5.42	49.82
Nº200	0.075	85.00	85.00	5.01	44.82
Cazuela		10.00		44.82	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>947.00</b>	<b>1698.00</b>	<b>100.00</b>	

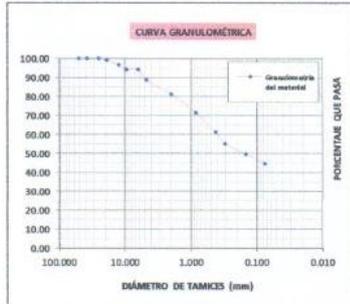
PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS	
% FINOS	44.82%
% ARENAS	43.82%
% GRAVAS	11.37%



LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap. + S. Hum.	39.56	38.54	38.56
Cap. + S. Seco.	35.96	35.01	35.10
Agua	3.60	3.53	3.46
Peso Cáp.	24.00	23.02	23.03
Peso S. seco	11.96	11.99	12.07
% Humedad	30.10	29.44	28.67
Nº de golpes	19	26	32
LÍMITE PLÁSTICO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap. + S. Hum.	17.53	18.25	18.16
Cap. + S. seco	16.98	17.50	17.50
Agua	0.55	0.75	0.66
Peso Cáp.	14.24	13.78	14.20
Peso S. seco	2.74	3.72	3.30
% Humedad	20.07	20.16	20.00

LÍMITE LÍQUIDO	=	29.4 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	20.1 %
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	=	9.3 %

Pasa tamiz Nº 4 (4.75mm)	88.63%
Pasa tamiz Nº 200 (0.0075mm)	44.82%
D60	0.39902
D30	NO TIENE
D10	NO TIENE
Coefficiente de uniformidad (Cu)	NO TIENE
Grado de curvatura (Cc)	NO TIENE



CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4 Suelo limoso
CLASIFICACIÓN SUCS:	SC: Arena arcillosa
OBSERVACIONES:	TIPO DE SUELO: ARENA ARCILOSA MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA.

59

Laboratorio de suelos, agregados y concreto CONCHIPA  
Oficina-Jr. Arica Nº 720-Abancay-Apurimac  
conchipa.eirl@gmail.com-Cel.Claro:986829921/Cel.Bitel:927415828



*Saul José Chipa Cohuana*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL – UMACATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO – PROVINCIA DE ABANCAY – REGIÓN APURÍMAC\*

Calicata: C-3 + 1.5% B.P.F - Repetición 2

FECHA: Marzo, 2021

DESCRIPCION: Sub Rasante

NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

N° de Capas: 5	Volumen Molde :	944
N° de golpes por capas: 25		

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	130.00	129.00	128.00	130.00
Wcap+sh.	694.00	785.00	652.00	678.00
Wcap+ss.	648.00	723.00	595.50	609.00
Wss.	518.00	594.00	467.50	479.00
Ww.	46.00	62.00	56.50	69.00
%CH.	8.88	10.44	12.09	14.41

%CH.	8.88	10.44	12.09	14.41
Wmolde	3769	3769	3769	3769
Wsh + molde	5613	5785	5874	5793
Wsh.	1844	1996	2105	2024
Densidad Humeda	1.953	2.114	2.230	2.144
Densidad Seca	1.794	1.915	1.989	1.874

Densidad Seca Maxima(g/cm <sup>3</sup> ) :	1.989
Contenido Optimo de Agua(%) :	12.09

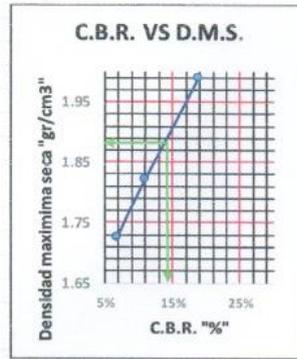
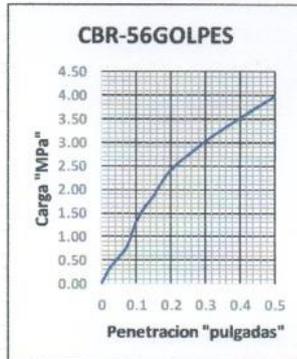
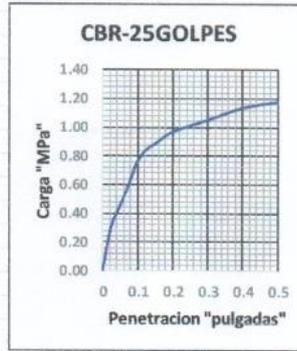
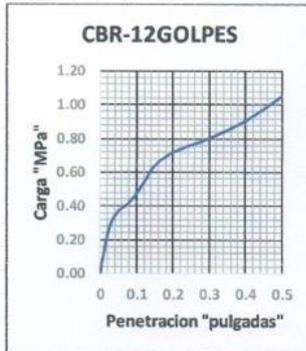


  
**Saul José Chipa Cahuana**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



PROYECTO	*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL – UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO – PROVINCIA DE ABANCAY – REGIÓN APURÍMAC*				
UBICACIÓN	DIST:	Tamburco	ENSAYO	C-3 + 1.5% B.P.F - Repetición 2	
	PROV:	Abancay	C.B.R.	Humedad Óptima(%)	12.09
	DPTO:	Apurímac		Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.989
FECHA	Marzo, 2021			95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.890



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	12.14	1.73	0.34	6.83	C.B.R. - 95%	14.54
25	12.11	1.82	0.24	11.03	C.B.R. - 100%	18.89
56	12.06	1.99	0.17	18.89		



Saul Jose Chipa Cahuana  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



## CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO 1971 Y SUCS 2487

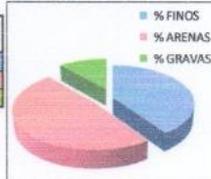
Proyecto: \*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL – UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO – PROVINCIA DE ABANCAY – REGIÓN APURÍMAC\*

Ubicación: Ubicación: Moyocorral - Umaccata      Provincia: Abancay      Fecha: Marzo, 2021  
 Distrito: Tamburco      Región: Apurímac  
 Hecho por: Muestreo: INTERESADO      Material: Sub Rasante  
 Calicata: C-3 + 1.5% B.P.F - Repetición 3      Ubicación: Muestra Natural

Solicitante: BACH. JOEL FRICZ TORRES CACERES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR LAVADO Y TAMIZADO					
Muestra inicial	1300.0 gr	Muestra lavada y secada	718.0 gr	Peso Recipiel.	0.0 gr
TAMIZ (Pulg.)	TAMIZ (mm)	PESO RET. (gr.)	PESO CORR. (gr.)	%RET.	%PASA
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	50.00	50.00	3.85	96.15
3/8"	9.525	32.00	32.00	2.46	93.69
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	93.69
Nº4	4.750	65.00	65.00	5.00	88.69
Nº10	2.000	95.00	95.00	7.31	81.38
Nº20	0.850	145.00	145.00	11.15	70.23
Nº40	0.425	112.00	112.00	8.62	61.62
Nº60	0.300	104.00	104.00	8.00	53.62
Nº100	0.149	91.00	91.00	7.00	46.62
Nº200	0.075	82.00	82.00	6.31	40.31
Cazuela		9.00	524.00	40.31	0.00
TOTAL		785.00	1300.00	100.00	

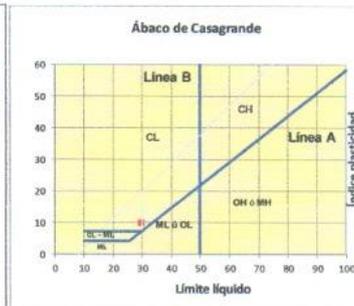
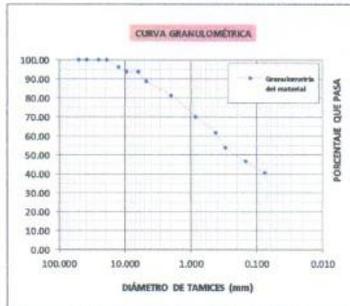
PORCENTAJES DE FINOS, ARENAS Y GRAVAS	
% FINOS	40.31%
% ARENAS	48.38%
% GRAVAS	11.31%



LÍMITES DE CONSISTENCIA			
LÍMITE LÍQUIDO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap. + S. Hum.	36.78	35.94	37.25
Cap. + S. Seco.	33.70	32.98	34.09
Agua	3.08	2.96	3.16
Peso Cáp.	24.00	23.02	23.03
Peso S. seco	9.70	9.96	11.06
% Humedad	31.75	29.72	28.57
Nº de golpes	20	25	29
LÍMITE PLÁSTICO			
Muestra	1	2	3
Nº de Cáp.	1	2	3
Cap. + S. Hum.	18.25	17.89	18.45
Cap. + S. seco	17.58	17.20	17.72
Agua	0.67	0.69	0.73
Peso Cáp.	14.24	13.78	14.20
Peso S. seco	3.34	3.42	3.52
% Humedad	20.06	20.18	20.74

LÍMITE LÍQUIDO	=	29.8 %
LÍMITE PLÁSTICO	=	20.3 %
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	=	9.5 %

Pasa tamiz Nº 4 (4.75mm)	88.69%
Pasa tamiz Nº 200 (0.0075mm)	40.31%
D60	0.39976
D30	NO TIENE
D10	NO TIENE
Coefficiente de uniformidad (Cu)	NO TIENE
Grado de curvatura (Cc)	NO TIENE



CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-4 Suelo limoso
CLASIFICACIÓN SUCS:	SC: Arena arcillosa
OBSERVACIONES:	TIPO DE SUELO: ARENA ARCILOLOSA MEZCLA DE GRAVA, ARENA Y ARCILLA.

Saul Jose Chipa Cohuana  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



## ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO

\*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL – UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO – PROVINCIA DE ABANCAY – REGIÓN APURÍMAC\*

Calicata: C-3 + 1.5% B.P.F - Repetición 3

FECHA: Marzo, 2021

DESCRIPCION: Sub Rasante

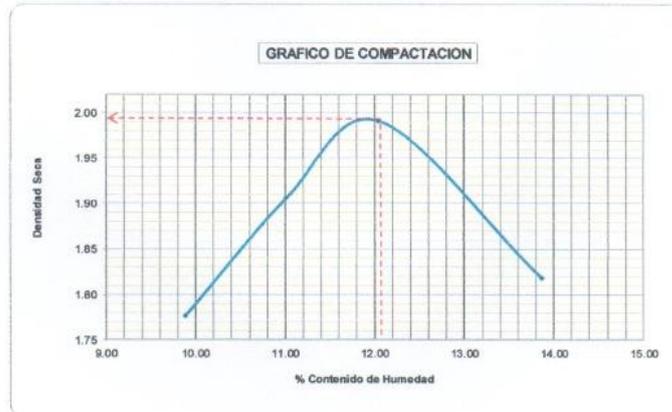
NORMAS : ASTM D-1557-70(PROCTOR MODIFICADO)  
AASHTO T-180-70(PROCTOR MODIFICADO)

N° de Capas: 5	Volumen Molde: 944
N° de golpes por capas: 25	

Muestra	I	II	III	IV
Wcap.	128.00	130.00	128.00	130.00
Wcap + sh.	684.00	745.00	621.00	598.00
Wcap + ss.	634.00	684.00	568.00	541.00
Wss.	506.00	554.00	440.00	411.00
Ww.	50.00	61.00	53.00	57.00
%CH.	9.88	11.01	12.05	13.87

%CH.	9.88	11.01	12.05	13.87
Wmolde	3769	3769	3769	3769
Wsh + molde	5612	5766	5875	5723
Wsh.	1843	1997	2106	1954
Densidad Humeda	1.952	2.115	2.231	2.070
Densidad Seca	1.777	1.906	1.991	1.818

Densidad Seca Maxima(g/cm <sup>3</sup> ):	1.991
Contenido Optimo de Agua(%):	12.05



  
**Saul José Chipa Caluana**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS												
RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR).												
ASTM 1833 - 73												
PROYECTO:	*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA CARROZABLE MOYOCORRAL - UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO - PROVINCIA DE ABANCAY - REGIÓN APURÍMAC*											
UBICACIÓN:	DIST: Tamburco										C-3 + 1.5% B.P.F - Repetición 3	
	PROV: Abancay										Humedad Óptima(%)	
	DPTO: Apurímac										Densidad Seca Máxima(g/cm3)	
FECHA:	Marzo, 2021										95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)	
DIMENSIONES DE MOLDE		Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area	Diametro	Altura	Area		
N° DE GOLPES POR CAPA		15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42	15.24	11.64	182.42		
CONDICIONES DE LA MUESTRA		SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		SATURADA		SIN MOJAR		
Peso del molde(gr)		7856				8623				8124		
Volumen de la Muestra(cc)		2124				2124				2124		
Muestra Humeda + Molde(gr)		12035		12254		12923		13023		12861		
Muestra Humeda(gr)		4179		4398		4300		4400		4777		
Densidad Humeda(g/cm3)		1.97		2.07		2.02		2.07		2.23		
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MUESTRA		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO		MEDIO		
Peso de la capsula(gr)		128.00		88.00		130.00		128.00		128.00		
Muestra Humeda + Capsula(gr)		562.00		590.00		745.00		584.00		635.00		
Muestra Seca + Capsula(gr)		515.00		512.00		679.00		527.00		580.60		
Muestra Seca(gr)		387.00		424.00		549.00		399.00		485.00		
Contenido de Agua(gr)		47.00		78.00		86.00		57.00		54.40		
Contenido de Humedad(%)		12.14		18.40		12.02		14.29		12.02		
Densidad Seca(g/cm3)		1.754		1.749		1.807		1.813		1.991		
MEDICION DE LA EXPANSION	DIA	HORA	INTERVALO (DIAS)	LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %		LECT. DEFOR.	EXPANSION PULGS %	
	1.00	13:05	0.00	0.1325			0.3698			0.3652		
	2.00	13:02	1.00	0.1336	0.0011	0.0240	0.3712	0.0014	0.0305	0.3660	0.0008	0.0175
	3.00	13:10	2.00	0.1395	0.0070	0.1527	0.3736	0.0038	0.0829	0.3665	0.0013	0.0284
	4.00	13:04	3.00	0.1412	0.0087	0.1898	0.3784	0.0086	0.1876	0.3690	0.0038	0.0829
	5.00	12:58	4.00	0.1432	0.0107	0.2334	0.3792	0.0094	0.2051	0.3702	0.0050	0.1091
ENSAYO DE PENETRACION	PENETRACION (PULGADAS)		CARG. PATRON (MPa)	FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR		FACTOR CARGA CBR		
	DIAL			MPa	12	DIAL	MPa	25	DIAL	MPa	56	
	0		10.3	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	
	0.025			3	0.29	5	0.33	12	0.47			
	0.050			10	0.43	10	0.43	30	0.84			
	0.075			12	0.47	17	0.57	40	1.05			
	0.100			15	0.53	23	0.70	48	1.22			
	0.125			19	0.62	26	0.76	64	1.56			
	0.150			20	0.64	28	0.80	76	1.81			
	0.200			24	0.72	35	0.95	9.21	103	2.38	23.12	
	0.300			30	0.84	39	1.03	135	3.07			
0.400		33		0.91	44	1.14	157	3.54				
0.500		41		1.07	47	1.20	180	4.04				



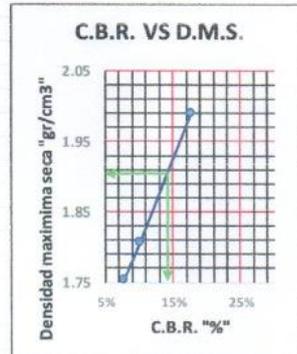
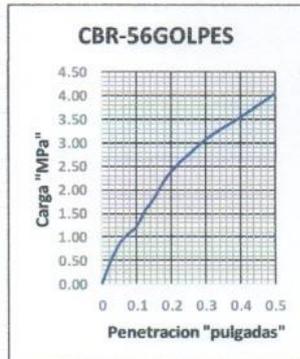
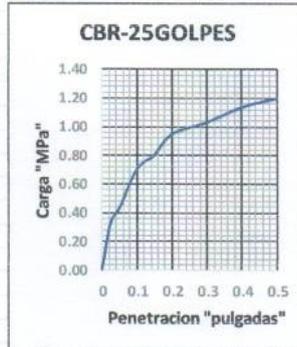
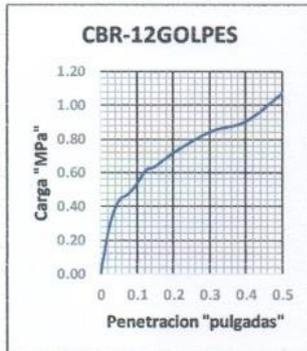
*[Signature]*  
**San José Chipa Cahuana**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. 193001

# LABORATORIO DE SUELOS AGREGADOS Y CONCRETO



PROYECTO : \*ESTABILIZACIÓN DE SUB RASANTE CON BOLSAS DE POLIETILENO FUNDIDO EN LA TROCHA  
CARROZABLE MOYOCORRAL – UMACCATA DEL DISTRITO DE TAMBURCO – PROVINCIA DE ABANCAY  
– REGIÓN APURÍMAC\*

UBICACIÓN	DIST:	Tamburco	ENSAYO	C-3 + 1.5% B.P.F - Repetición 3	
	PROV:	Abancay	C.B.R.	Humedad Óptima(%)	12.05
	DPTO:	Apurímac		Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.991
FECHA	Marzo, 2021			95% Densidad Seca Máxima(g/cm3)	1.892



GOLPES	W%	MDS	EXPANS. %	C.B.R. %	C.B.R. 95% - 100%	
12	12.14	1.75	0.23	7.73	C.B.R. - 95%	14.60
25	12.02	1.81	0.21	10.13	C.B.R. - 100%	17.67
56	12.02	1.99	0.11	17.67		



*[Signature]*  
San José Chipa Caluana  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 193001



## ANEXO 7: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN



### LABORATORIO DE SUELOS, AGREGADOS Y CONCRETO



CERTIFICADO DE VERIFICACION N° 773	
EQUIPO	CAZUELA CASAGRANDE DIGITAL
MARCA DEL EQUIPO	PINZUAR LTDA
FECHA	11 DE FEBRERO DEL 2021

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 0141-018-2021	
INSTRUMENTO DE MEDICION	HORNO DE LABORATORIO
MARCA DEL EQUIPO	ARSOU
FECHA	30 DE ENERO DEL 2021

CERTIFICADO DE CALIBRACION 024-2020 PLF	
INSTRUMENTO DE MEDICION	MAQUINA PARA ENSAYOS MARSHALL Y CBR CON ANILLO
MARCA	PS-9
FECHA	05 DE ENERO DEL 2021

CERTIFICADO DE CALIBRACION N°220-024-2020	
EQUIPO	BALANZA
MARCA DEL EQUIPO	OHAUS
FECHA	20 DE JULIO DEL 2020

CERTIFICADO	
EQUIPO	BALANZA
MARCA DEL EQUIPO	FABRICA DE MAQUINARIAS Y BALANZAS
FECHA	14 DE AGOSTO DEL 2020



# LABORATORIO DE SUELOS, AGREGADOS Y CONCRETO



No.

## CERTIFICADO DE CALIBRACION 020-2021 PLF

<b>OBJETO DE PRUEBA:</b>	<b>MÁQUINA PARA ENSAYOS MARSHALL Y CBR CON ANILLO</b>	
<i>Instrument</i>		
<b>Capacidad</b>	43,988 kN	<b>Pág. 1 de 5</b>
<i>Loadin capacity</i>		
<b>FABRICANTE</b>	PINZUAR LTDA	
<i>Manufacturer</i>		
<b>Modelo</b>	PS-9	
<i>Model</i>		
<b>Serie / Código interno</b>	118 / NO INDICA	
<i>Identification number</i>		
<b>Ubicación de la máquina</b>	Laboratorio de Ensayos CONCHIPA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADO., APURIMAC	
<i>Location of the machine</i>		
<b>Norma de referencia</b>	NTC - ISO 7500 - 1 ( 2007 - 07 - 25 )	
<i>Norm of used reference</i>		
<b>Intervalo calibrado</b>	Del 10 % al 100 %	
<i>Calibrated interval</i>		
<b>Solicitante</b>	CONCHIPA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADO	
<i>Customer</i>		
<b>Dirección</b>	PRO.ARICA NRO. SN (EQUINA CTDO PUERTA ROJA,FT TIENDA) APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY	
<i>Address</i>		
<b>CIUDAD</b>	APURIMAC	
<i>City</i>		
<b>PATRON(ES) UTILIZADO(S)</b>		
<i>Measurement standard</i>		
<b>Tipo / Modelo</b>	620 / 110	
<i>Type / Model</i>		
<b>Rangos</b>	50 kN	
<i>Measurement range</i>		
<b>Fabricante</b>	TEDEA	
<i>Manufacturer</i>		
<b>No. serie</b>	14711	
<i>Identification number</i>		
<b>Certificado de calibración</b>	INM 2125	
<i>Calibration certification</i>		
<b>Incertidumbre de medida</b>	0.097 %	
<i>Uncertainty of measurement</i>		
<b>Método de calibración</b>	Comparación Directa	
<i>Method of calibration</i>		
<b>Unidades de medida</b>	Sistema Internacional de Unidades ( SI )	
<i>Units of measurement</i>		
<b>FECHA DE CALIBRACION</b>	2021 - 01 - 08	
<i>Date of calibration</i>		
<b>FECHA DE EXPEDICIÓN</b>	2021 - 01 - 08	
<i>Date of issue</i>		

**NÚMERO DE PÁGINAS DEL CERTIFICADO INCLUYENDO ANEXOS**  
*Number of pages of this certificate and documents attached*

**FIRMAS AUTORIZADAS**  
*Authorized Signatures*

  
**Fis. Harold Jackson Orihuela C**  
Coordinador Laboratorio de Metrología

  
**Tec. Ely Quinto Guiza**  
Técnico de Calibración

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Calle Ricardo Palma # 998 Urbanización San Joaquín / Bellavista - Callao | Teléfono: 51(1) 5821283 - 4841898 | Lima, Perú | peru.laboratorio@pinzuar.com.co  
peru.comercial@pinzuar.com.co | www.pinzuar.com.co

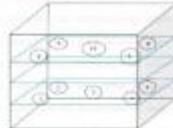


Arsou Group  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0541-018-2021

Página 1 de 5

DIAGRAMA DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

Observaciones

1. Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajustes.
2. La incertidumbre de la medición ha sido calculada para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura  $k=2$ .
3. (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
4. Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO"



Arsou Group

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Alvarez Carrillo  
METROLOGÍA

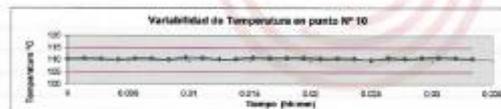
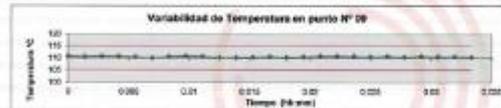
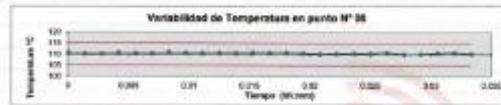
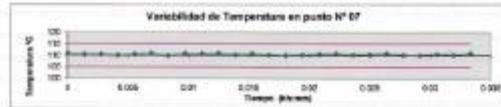
ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Vía Las Flores de San Diego Ma C Lator OJ, San Martín de Porres, (Lima, Perú)  
Telf: +51 925 2580 / Cel: +51 928 296 799 / Cor: +51 925 251 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com



**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0141-018-2021

Página 4 de 5



DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO



ARSOU GROUP S.A.C.  
Asoc. Vía Las Flores de San Diego Mo C. Loja Dt., San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 201-0280 / Cel: +51 925 196 789 / Cel: +51 925 231 437  
info@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Acosta Carrillo  
METROLOGÍA



# LABORATORIO DE SUELOS, AGREGADOS Y CONCRETO

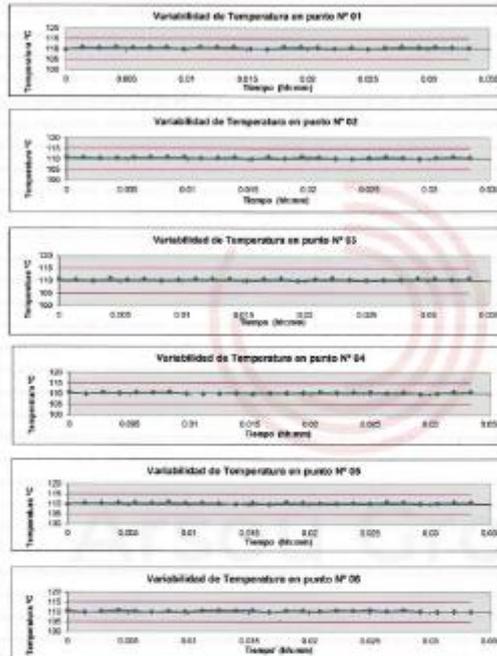


**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrólogía

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0343-028-2021

Página 3 de 5

## GRÁFICO



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Asoc. Vía. Los Ríos de San Diego Mit C Loro 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Tel: +51 955-1680 / Cel: +51 958 236 795 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com  
www.arsougroup.com

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
Ingeniero Agrónomo **ESTEBAN**  
**ASTROLOGIA**



# LABORATORIO DE SUELOS, AGREGADOS Y CONCRETO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0141-018-2021

Página 2 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

Patrones e Instrumentos Auxiliares

Transibilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
INACAL	Termómetro con sonda MARCA: K20300	0645-CLT-2018 - LABORATORIO ACREDITADO CON REGISTRO N° LC-005

Condiciones ambientales durante la calibración:

Temperatura Ambiental	inicial: 20,1 °C	Final: 20,0 °C
Humedad Relativa	inicial: 65 %RH	Final: 65 %RH
Presión Atmosférica	inicial: 1033 mbar	Final: 1033 mbar

Resultados

### TEMPERATURA

Tiempo (Minutos)	Punto de Verificación (°C)	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TEMPERATURA (°C)										Temperatura (°C)	Tolerancia (°C)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
00:20	100	100.1	100.9	100.5	101.0	100.4	100.7	100.6	101.0	100.9	101.0	100.9	100.9	0.2
00:25	100	100.2	101.0	100.8	100.7	100.0	101.0	100.8	100.4	100.7	100.5	100.7	100.7	0.2
00:30	100	100.0	100.4	100.3	100.4	100.3	100.8	100.4	100.7	100.5	100.7	100.7	100.7	0.2
00:35	100	100.1	100.8	100.8	100.6	100.8	100.5	100.2	100.3	100.6	100.6	100.6	100.6	0.2
00:40	100	100.0	100.8	100.5	100.9	100.8	100.9	100.3	100.8	100.7	100.7	100.7	100.6	0.2
00:45	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
00:50	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
00:55	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
01:00	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
01:05	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
01:10	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
01:15	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
01:20	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
01:25	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
01:30	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
01:35	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
01:40	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
01:45	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
01:50	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
01:55	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
02:00	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
02:05	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
02:10	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
02:15	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
02:20	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
02:25	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
02:30	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
02:35	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
02:40	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
02:45	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
02:50	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
02:55	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
03:00	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
03:05	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
03:10	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
03:15	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
03:20	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
03:25	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
03:30	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
03:35	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
03:40	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
03:45	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
03:50	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
03:55	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
04:00	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
04:05	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
04:10	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
04:15	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
04:20	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
04:25	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
04:30	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
04:35	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
04:40	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
04:45	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
04:50	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
04:55	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
05:00	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
05:05	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
05:10	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
05:15	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
05:20	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
05:25	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
05:30	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
05:35	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
05:40	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
05:45	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
05:50	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
05:55	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
06:00	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
06:05	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
06:10	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
06:15	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
06:20	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
06:25	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2
06:30	100	100.0	100.7	100.5	100.8	100.8	100.8	100.8	100.2	100.8	100.8	100.8	100.8	0.2



# LABORATORIO DE SUELOS, AGREGADOS Y CONCRETO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 0141-018-2021

Página 1 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**Fecha de emisión:** 2021/01/20

**Solicitante:** CONCHIPA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADO

**Dirección:** PISCARICA NRO. 58 (EQUINA CTDO PUERTA ROSA, PT TENDA) APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY

**Instrumento de medición:** HORNO DE LABORATORIO

**Identificación:** 0141-018-2021

**Marca:** ARSOU

**Modelo:** HR701

**Serie:** 400215

**Cámara:** 85 Litros

**Ventilación:** NATURAL

**Reductor:** THG12

**Modelo:** NO INDICA

**Procedencia:** PIR4

**Lugar de calibración:** Laboratorio de ARSOU GROUP

**Fecha de calibración:** 2021/01/20

**Método/Procedimiento de calibración:**  
 - SNM - PC-01E 2da Ed. 2008 - Procedimiento para la calibración de medidores térmicos con aire como medio termostático. INACAL.  
 - ASTM D 2216, MTC E 108 - Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las condiciones propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a recomendaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de la calibración, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



**ARSOU GROUP S.A.C.**  
 Ing. Mayra Elena Arévalo Carasco  
 METROLOGÍA

**ARSOU GROUP S.A.C.**  
 Avda. Vv. Los Pianos de San Diego Mz C Lote 01, San Martín de Porres, Lima, Perú  
 Telf: +51 301 2880 / Cel: +51 928 294 790 / Cel: +51 925 151 437  
 ventas@arsougroup.com  
 www.arsougroup.com



# LABORATORIO DE SUELOS, AGREGADOS Y CONCRETO



## CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 773

Página 1 de 1

FECHA DE EMISIÓN : 2021-02-11

1. SOLICITANTE : CONCHIPA EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA

DIRECCIÓN : PRO. ARICA NRO. 8N ( ESQUINA C/DO PUERTA ROJA FT. TIENDA) APURIMAC-ABANCAY-ABANCAY

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : CAZUELA CASA/GRANDE DIGITAL

MARCA : PINZUAR PROCEDENCIA : NO INDICA  
MODELO : PS-111 IDENTIFICACION : NO INDICA  
NUMERO DE SERIE : 0271 TIPO : DIGITAL  
FECHA DE INSPECCIÓN : 2021-02-11 UBICACION : NO INDICA

3. PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN  
Procedimiento de calibración Comparación directa con patrones calibrados.

4. LUGAR DE INSPECCIÓN  
La calibración se realizó en el Laboratorio de Metrología de Pinzuar Ltda. Sucursal del Perú.  
Calle Ricardo Palma N° 998 Urb. San Joaquín Bellavista - Callao.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura °C	20.5	20.6
Humedad Relativa %RH	62	62

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

7. OBSERVACIONES  
El equipo cumple con la norma INV E125-07 / ASTM D 4318 / NTC 4630

8. RESULTADOS

CARACTERÍSTICAS	VALOR	UNIDAD
Peso de la copa y el soporte	205	g
Espesor de la copa	2.02	mm
Profundidad de la copa	24.25	mm
Altura de la boca	60.29	mm
Ancho de la base	125.33	mm
Longitud de la base	150.32	mm
Nº de golpes por segundo	2	golpes / s

  
Henry Luis Rodríguez  
Matrícula del Laboratorio de Metrología  
PINZUAR LTDA. SUCURSAL DEL PERÚ

TRAZABILIDAD: Pinzuar Ltd. Asegura y valida la trazabilidad de los patrones empleados en esta inspección

(\*) Este certificado de inspección expresa solamente el resultado de las mediciones realizadas y no refleja el momento y condiciones en que se realizaron.

Calle Ricardo Palma N° 998 Urbanización San Joaquín Bellavista - Callao.  
Teléfono: 51(0) 5621283 - 4841886 | RPC 986554347 - RPM 943837118 | labmetrologia@pinzuar.com.pe

WWW.PINZUAR.COM.PE



## LABORATORIO DE SUELOS, AGREGADOS Y CONCRETO



### FABRICA DE MAQUINARIAS Y BALANZAS



Cusco, 14 de Agosto del 2020

#### CERTIFICADO

Nos es grato dirigimos a Ud. para saludarlos y así mismo poner en su consideración, que nuestra empresa JR SCALE S.R.L. con RUC: 20450695247, dirección en Av. Huayna Capac N° 155-A Wanchaq - Cusco.

Ha hecho el Mantenimiento y Calibración de:

Balanza Electrónica de Granel  
Capacidad: 30 Kgs Serie N° GR-30C Marca JR  
siendo Certificado y Verificado de su personal al cual se le hace entrega de dicha constatación del cual se solicita a pedido de su prestigiosa empresa de nombre:  
CONCHIPA S.R.L.  
y RUC: 20601713433  
se realiza dicha calibración con pesas patrones certificadas por INACAL, entidad responsable de otorgar que nuestras pesas se encuentren bien.

Se le pide el manejo adecuado y recomendado por nuestro personal.

Atentamente

JR SCALE S.R.L.  
JORGE CASTILLO HUARCAYA  
ADMINISTRADOR

JORGE CASTILLO HUARCAYA  
ADMINISTRADOR  
MOV: 984 948556 - RPC: 980 739505



CUSCO: Avenida Huayna Capac N° 155-A - Wanchaq Teléfono: (084-233535)

CEL.: ☎ 984 948556 RPC: ☎ 980 739505



balanzasjrusco@gmail.com



www.balanzasjr.com

encontranos en:



balanzasjrusco



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 220-024-2020

Página 3 de 3

**Arsou Group**  
Laboratorio de Metrología

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

Posición de la Carga	Determinación de E <sub>g</sub>				Determinación de E <sub>g</sub>				
	Carga Ma <sup>(1)</sup> (g)	I (kg)	ΔI (g)	EI (g)	Carga L (g)	I (kg)	ΔI (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	1	1	0	0	500	500	0	0	0
2		1	0	0		500	0	0	0
3		1	0	0		500	0	0	0
4		1	0	0		500	0	0	0
5		1	0	0		500	0	0	0

<sup>(1)</sup> Valor entre 0 y 10 e

**ENSAYO DE PESAJE**

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				EMP <sup>(2)</sup> (kg)
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1	1.0	0	0	0	1.0	0	0	0	1
10	10.0	0	0	0	10.0	0	0	0	1
50	50.0	0	0	0	50.0	0	0	0	1
100	100.0	0	0	0	100.0	0	0	0	1
500	500.0	0	0	0	500.0	0	0	0	1
1000	1000.0	0	0	0	1000.0	0	0	0	1
5000	5000.0	0	0	0	5000.0	0	0	0	1
10000	10000.0	0	0	0	10000.0	0	0	0	1
15000	15000.0	0	0	0	15000.0	0	0	0	3
20000	20000.0	0	0	0	20000.0	0	0	0	3
30000	30000.0	0	0	0	30000.0	0	0	0	3

**Legenda**

E: Indicación de la balanza

ΔI: Carga Incrementada

E: Error encontrado

E<sub>g</sub>: Error en cero

E<sub>c</sub>: Error corregido

EMP: Error máximo permitido

**Observaciones**

- Antes de la calibración no se realizó ningún tipo de ajuste.
- Los EMP para esta balanza, corresponden para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II según la Norma Metrología Peruana NMP 003:2009
- La incertidumbre de la medición ha sido calculado para un nivel de confianza de aproximadamente del 95 % con un factor de cobertura k=2.
- (\*) Código indicado en una etiqueta adherida al instrumento.
- Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALBRADO"

ARSOU GROUP S.A.C

Ing. Hugo Luis Alvarez Cortés  
METROLOGÍA



ARSOU GROUP S.A.C.

Mia. E Lote 2 Urb. La Virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Tel: +51 301-1680 / Cel: +51 928 196 793 / Cel: +51 925 151 837  
ventas@arsougroup.com.pe  
www.arsougroup.com



# LABORATORIO DE SUELOS, AGREGADOS Y CONCRETO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 220-024-2020

Página 2 de 3

## Arsou Group

### Indicaciones Metodológicas Auxiliares

Trazabilidad	Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de CADENT S.A.C.	Juego de Pesas de 1g a 2kg	0828-UM-2019
Patrones de referencia de CADENT S.A.C.	Pesa de 5 kg	0826-UM-2019
Patrones de referencia de CADENT S.A.C.	Pesa de 10 kg	0827-UM-2019
Patrones de referencia de CADENT S.A.C.	Pesa de 25 kg	0170-UM-2019

### Condiciones ambientales durante la calibración

Temperatura Ambiental	Inicial: 19,5 °C	Final: 20,1 °C
Humedad Relativa	Inicial: 64 %hr	Final: 65 %hr
Presión Atmosférica	Inicial: 1015 mbar	Final: 1015 mbar

### Resultados

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 250 g			Carga L1= 500 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	1500.0	0	0	30000	0	0
2	1500.0	0	0	30000	0	0
3	1500.0	0	0	30000	0	0
4	1500.0	0	0	30000	0	0
5	1500.0	0	0	30000	0	0
6	1500.0	0	0	30000	0	0
7	1500.0	0	0	30000	0	0
8	1500.0	0	0	30000	0	0
9	1500.0	0	0	30000	0	0
10	1500.0	0	0	30000	0	0
Carga (g)	Diferencia Máxima Encontrada (g)			Error Máximo Permitido (g)		
1500	0			1		
30000	0			3		



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Hugo Luis Alvarado Carrión  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Mta. E. Lote 2 Urb. La Virreyña, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 301-1680 / Cel: +51 928 396 793 / Cel: +51 925 151 437  
ventas@arsougroup.com.pe  
www.arsougroup.com



# LABORATORIO DE SUELOS, AGREGADOS Y CONCRETO



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
N° 220-024-2020

Página 1 de 3

## Arsou Group

Laboratorio de Metrología

Fecha de emisión 2020/07/20  
Solicitante CONTROL DE CALIDAD ALMATHO E.I.R.L.  
Dirección PROGRESO NRD. 167 SAN GREGORIO - LIMA - ATE

Instrumento de medición **BALANZA**  
Identificación 220-024-2020  
Intervalo de indicación 0 g a 30000 g  
División de escala Resolución 1 g  
División de verificación (n) 1 g  
Tipo de indicación Digital  
Marca / Fabricante OHAUS  
Modelo R21PE302H  
N° de serie 8349380656  
Procedencia USA  
Ubicación LABORATORIO DE ARSOU GROUP S.A.C.  
Lugar de calibración ASOC. DE VIV. LAS FLORES DE SAN DIEGO MZ C LOTE 01 - SAN MARTIN DE PORRES

Fecha de calibración 2020/07/20

Método/Procedimiento de calibración

"Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIIb" (PC-001) del SNM-INDECOPI, 3era edición Enero 2009 y la Norma Metrológica Peruana "Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento No Automático (NMP 003:2009)

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento recalibrar sus instrumentos a intervalos regulares, los cuales deben ser establecidos sobre la base de las características propias del instrumento, sus condiciones de uso, el mantenimiento realizado y conservación del instrumento de medición o de acuerdo a reglamentaciones vigentes.

ARSOU GROUP S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento después de su calibración, si de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en este documento.

Este certificado no podrá ser reproducido o difundido parcialmente, excepto con autorización previa por escrito de ARSOU GROUP S.A.C.



ARSOU GROUP S.A.C.  
Ing. Néstor Ángel Carrón  
METROLOGÍA

ARSOU GROUP S.A.C.  
Mza. E Lote 2 Urb. La Virreyena, San Martín de Porres, Lima, Perú  
Telf: +51 305-1080 / Cel: +51 928 126 793 / Cel: +51 925 151 457  
ventas@arsougroup.com.pe  
www.arsougroup.com



# LABORATORIO DE SUELOS, AGREGADOS Y CONCRETO



No.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO: 202-2021-011  
Pág. 5 de 5

### TABLA DE CALIBRACIÓN

Carga en kN  $A_2 + (A_1 * X) + (A_3 * X^2) + (A_4 * X^3)$ , donde X = Lectura del Dial

$A_1 = 0.43423$   
 $A_2 = 0.03972$

$A_3 = 8.16262E-06$   
 $A_4 = -4.3264E-09$

Desvío estándar del ajuste = 0,13865 kN

Unidades del dial	Carga en kN									
	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
100	4.483 5	4.889 8	4.896 4	5.103 4	5.310 7	5.518 3	5.726 3	5.934 5	6.143 1	6.352 1
150	6.661 3	6.770 8	6.980 7	7.190 6	7.401 3	7.612 0	7.823 1	8.034 4	8.246 0	8.457 9
200	8.670 1	8.882 6	9.095 3	9.308 3	9.521 6	9.735 2	9.949 0	10.163	10.377	10.592
250	10.607	11.022	11.237	11.453	11.668	11.885	12.101	12.317	12.534	12.751
300	12.668	13.185	13.403	13.621	13.839	14.057	14.275	14.494	14.713	14.931
350	15.181	15.370	15.589	15.809	16.029	16.249	16.469	16.689	16.910	17.130
400	17.351	17.572	17.793	18.014	18.236	18.457	18.679	18.901	19.123	19.345
450	19.567	19.789	20.011	20.234	20.456	20.679	20.902	21.125	21.348	21.571
500	21.794	22.017	22.240	22.464	22.687	22.911	23.134	23.358	23.582	23.805
550	24.029	24.253	24.477	24.701	24.925	25.149	25.373	25.597	25.821	26.046
600	26.270	26.494	26.718	26.943	27.167	27.391	27.615	27.840	28.064	28.288
650	28.512	28.736	28.961	29.185	29.409	29.633	29.857	30.081	30.305	30.529
700	30.753	30.977	31.201	31.425	31.649	31.872	32.096	32.319	32.543	32.766
750	32.990	33.213	33.436	33.659	33.882	34.105	34.328	34.551	34.773	34.996
800	35.218	35.440	35.663	35.885	36.107	36.328	36.550	36.772	36.993	37.214
850	37.436	37.657	37.877	38.098	38.319	38.539	38.759	38.979	39.199	39.419
900	39.639	39.858	40.077	40.296	40.515	40.734	40.952	41.170	41.388	41.606
950	41.824	42.041	42.259	42.478	42.692	42.909	43.125	43.341	43.557	43.773
1 000	43.988									

### FIRMAS AUTORIZADAS

*[Firma]*  
Fis. Harold Jackson Orihuela Chipana  
Coordinador Laboratorio de Metrología

*[Firma]*  
Tec. Elvir Quinto Gulza  
Técnico de Calibración

Fu. del Certificado

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Calle Risarzo Palma # 998 Urbanización San Joaquín / Bellavista - Callao | Teléfono: 51(1) 9621263 - 4641608 | Lima, Perú | peru.laboratorio@pinzuar.com.pe  
peru.comercial@pinzuar.com.pe | www.pinzuar.com.pe



# LABORATORIO DE SUELOS, AGREGADOS Y CONCRETO



No.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO 026-2021 PLF  
Pág. 4 de 5

Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE  
Tipo de Instrumento: MAQUINA PARA ENSAYOS MARSHALL Y CBR CON ANILLO

### DATOS DE LA CALIBRACIÓN

Dirección de la Carga:			Compresión		Resolución: 4.95 lbf			
Indicación de la Máquina			Series de medición: Indicación del Patrón					
%	lbf	Unidades	1 (ASC)	2 (ASC)	2 (DESC)	3 (ASC)	4 (ASC)	
10	1 008.1	100	1 024.5	1 003.8		1 011.5		
20	1 949.5	200	1 964.6	1 919.3		1 942.6		
30	2 916.0	300	2 927.2	2 913.5		2 920.9		
40	3 901.8	400	3 930.4	3 828.2		3 878.7		
50	4 901.0	500	4 827.9	4 906.1	No Aplica	4 917.6	No Aplica	
60	5 907.9	600	5 931.4	5 910.2		5 914.3		
70	6 916.5	700	6 920.2	6 899.1		6 901.6		
80	7 921.1	800	7 936.1	7 907.7		7 921.9		
90	8 915.7	900	8 909.9	8 882.8		8 887.6		
100	9 894.6	1000	9 906.0	9 895.9		9 897.7		
Indicación después de Carga:			0.00	0.00	No Aplica	0.00	No Aplica	

### RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

Indicación de la Máquina	Exactitud g (%)	Errores Relativos Calculados			Resolución Relativa a (%)	Incertidumbre Relativa Us (%) k=2
		Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)		
10	1 008.1	-0.5	2.0		0.49	1.4
20	1 949.5	0.4	2.3		0.25	1.5
30	2 916.0	-0.16	0.47		0.17	0.47
40	3 901.8	0.6	2.6		0.13	1.7
50	4 901.0	-0.33	0.44	No Aplica	0.10	0.39
60	5 907.9	-0.18	0.36	No Aplica	0.08	0.38
70	6 916.5	0.14	0.31		0.07	0.35
80	7 921.1	-0.01	0.36		0.06	0.37
90	8 915.7	0.25	0.30		0.06	0.34
100	9 894.6	-0.05	0.10		0.05	0.19
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00				

Factor de Conversión: 1 lbf = 4.448222 N

\*NIST SPECIAL PUBLICATION 811 : Guide for the Use of the International System of Units (SI) - Anexo B5.

### CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 19.3 °C      Humedad Mínima: 70 % Hr  
Temperatura Máxima: 19.6 °C      Humedad Máxima: 72 % Hr

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Calle Ricardo Palma # 996 Urbanización San Joaquín / Bellavista - Callao | Teléfono: 51(1) 9521293 - 4541606 | Lima, Perú | peru.laboratorio@pinzuar.com.co  
peru.comercial@pinzuar.com.co | www.pinzuar.com.co



# LABORATORIO DE SUELOS, AGREGADOS Y CONCRETO



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

No. **020-2021 PLF**  
NÚMERO  
Pág. 3 de 5

### RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Errores relativos absolutos máximos hallados					
Exactitud q(%)	Repetibilidad b(%)	Reversibilidad v(%)	Accesorios aces(%)	Cero fe(%)	Resolución a(%) en el 10%
0.58	2.84	No Aplica	No Aplica	0.00	0.48

### CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYOS

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma NTC-ISO 7500-1:2007.

CLASE DE LA ESCALA DE LA MÁQUINA	EXACTITUD (a)	REPETIBILIDAD (b)	REVERSIBILIDAD (v)	CERO (fe)	RESOLUCIÓN RELATIVA (e)
0.5	0.5	0.5	0.75	0.05	0.25
1	1.0	1	1.5	0.1	0.50
2	2.0	2	3	0.2	1.00
3	3.0	3	4.5	0.3	1.50

### INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición este dada en la tabla de resultados de la página No. 2. La incertidumbre de medición fue calculada utilizando un factor de cobertura  $k = 2,29$  Para un nivel de confianza aproximado del 95,45% para una distribución "t-student" y fue estimada con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

### TRAZABILIDAD

El Laboratorio de Metrología de Pinzuar Ltda. asegura el mantenimiento de la trazabilidad de los patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido trazados al Sistema Internacional de Unidades. S.I. para la prestación de servicios de calibración según la Norma ISO - IEC 17025

### OBSERVACIONES

- Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez.
- El usuario es responsable de establecer los intervalos de calibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (NTC-ISO 7 500-1)
- Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
- Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
- La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7 500 - 1 de 2007, numeral 6.4.2 en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10 °C y 35 °C; con una variación máxima de 2 °C durante cada serie de medición.
- Se adjunta con el certificado la estampilla de calibración No. **020-2021 PLF**

### FIRMAS AUTORIZADAS

Fis. Herold Jackson Orhuela Chipana

Tec. Erika Quinte Guiza

Coordinador: Laboratorio de Metrología con Calidad Humana al Cliente



# LABORATORIO DE SUELOS, AGREGADOS Y CONCRETO



No.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

NÚMERO 020-2021 PLF  
Pág. 2 de 5

Método de Calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE  
Tipo de Instrumento: MÁQUINA PARA ENSAYOS MARSHALL Y CBR CON ANILLO

### DATOS DE LA CALIBRACIÓN

Dirección de la Carga: Compresión Resolución: 0.022 kN

Indicación de la Máquina			Series de medición: Indicación del Patrón				
%	kN	Unidades	1 (ASC) kN	2 (ASC) kN	2 (DESC)	3 (ASC) kN	4 (ASC)
10	4.483 5	100	4.557 1	4.465 3		4.499 2	
20	8.670 1	200	8.739 1	8.537 4		8.641 2	
30	12.968	300	13.021	12.960		12.993	
40	17.351	400	17.483	17.028		17.253	
50	21.794	500	21.921	21.824	No Aplica	21.875	No Aplica
60	26.270	600	26.384	26.290		26.308	
70	30.753	700	30.783	30.689		30.700	
80	35.218	800	35.301	35.175		35.238	
90	39.639	900	39.633	39.513		39.534	
100	43.988	1 000	44.064	44.019		44.027	
Indicación después de Carga			0.000	0.000	No Aplica	0.000	No Aplica

### RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN

Indicación de la Máquina		Errores Relativos Calculados				Resolución	Incertidumbre
%	kN	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Accesorios Acces. (%)	Relativa g (%)	Relativa U± (%) k=2
10	4.483 5	-0.5	2.0			0.49	1.4
20	8.670 1	0.4	2.3			0.25	1.5
30	12.968	-0.18	0.47			0.17	0.47
40	17.351	0.6	2.6			0.13	1.7
50	21.794	-0.36	0.44			0.10	0.39
60	26.270	-0.22	0.36	No Aplica	No Aplica	0.08	0.38
70	30.753	0.10	0.31			0.07	0.35
80	35.218	-0.06	0.36			0.06	0.37
90	39.639	0.20	0.30			0.06	0.34
100	43.988	-0.11	0.10			0.05	0.19
Error Relativo de Cero fo (%)		0.00					

Calibró: Tec. Elvis Quinte Guiza  
Técnico de Calibración

### CONDICIONES AMBIENTALES

La calibración se realizó bajo las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Mínima: 19.3 °C Humedad Mínima: 70 % Hr  
Temperatura Máxima: 19.6 °C Humedad Máxima: 72 % Hr

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Calle Ricardo Palma # 998 Urbanización San Joaquín / Bellavista - Callao | Teléfono: 51(1) 5621263 - 4641606 | Lima, Perú | peru.laboratorio@pinzuar.com.co  
peru.comercial@pinzuar.com.co | www.pinzuar.com.co

## ANEXO 8: AUTORIZACIÓN PARA EXCAVACIÓN DE CALICATAS



"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERU : 200 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

**INSTITUTO DE VIALIDAD MUNICIPAL DE LA PROVINCIA DE ABANCAY**



Abancay, 12 de Marzo del 2021

### CARTA N° 005-2021-GG-IVP-AB.

Señor:

**Joel Fricz Torres Cáceres**  
Estudiante Ing. Civil de la Universidad Cesar Vallejo.

**Asunto : Autorización de calicatas.**

Me dirijo a usted, con respecto al solicitud de fecha 10 de marzo del 2021, sobre la autorización para realizar trabajo de estudios de exploración de suelos haciendo uso calicatas para la investigación titulada "estabilización subrazante adicionando bolsas de polietileno fundido en la trocha carrozable Moyocorral – Umaccata, Abancay, Apurímac 2021.

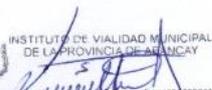
En atención a lo solicitado se autoriza la apertura de calicatas en el camino vecinal con INFORME N° 045-2021-IVP-AB-JO/GFJ que será de investigación de la Escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, a cargo del estudiante TORRES CACERES, JOEL FRICZ, quien se compromete en cumplir con las indicaciones y normas de seguridad.

Se adjunta:

- INFORME N° 045-2021-IVP-AB-JO/GFJ

Es propicia la ocasión para expresar los sentimientos de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente,

  
INSTITUTO DE VIALIDAD MUNICIPAL  
DE LA PROVINCIA DE ABANCAY  
Lic. Sandro L. Ugarte Huilca  
GERENTE GENERAL (e)

**ANEXO 9: PANEL FOTOGRÁFICO**



**Foto 1:** Recolección de muestra calicata C-3.



**Foto 2:** Cierre de calicata luego de extracción de muestras.



Foto 3: Incorporación de agua a lata n°2 para fundido de bolsas



Foto 4: Bolsas agregadas a la maquina casera



Foto 5: Suelo natural + 1% de BPF en forma de grumos (ensayo proctor)

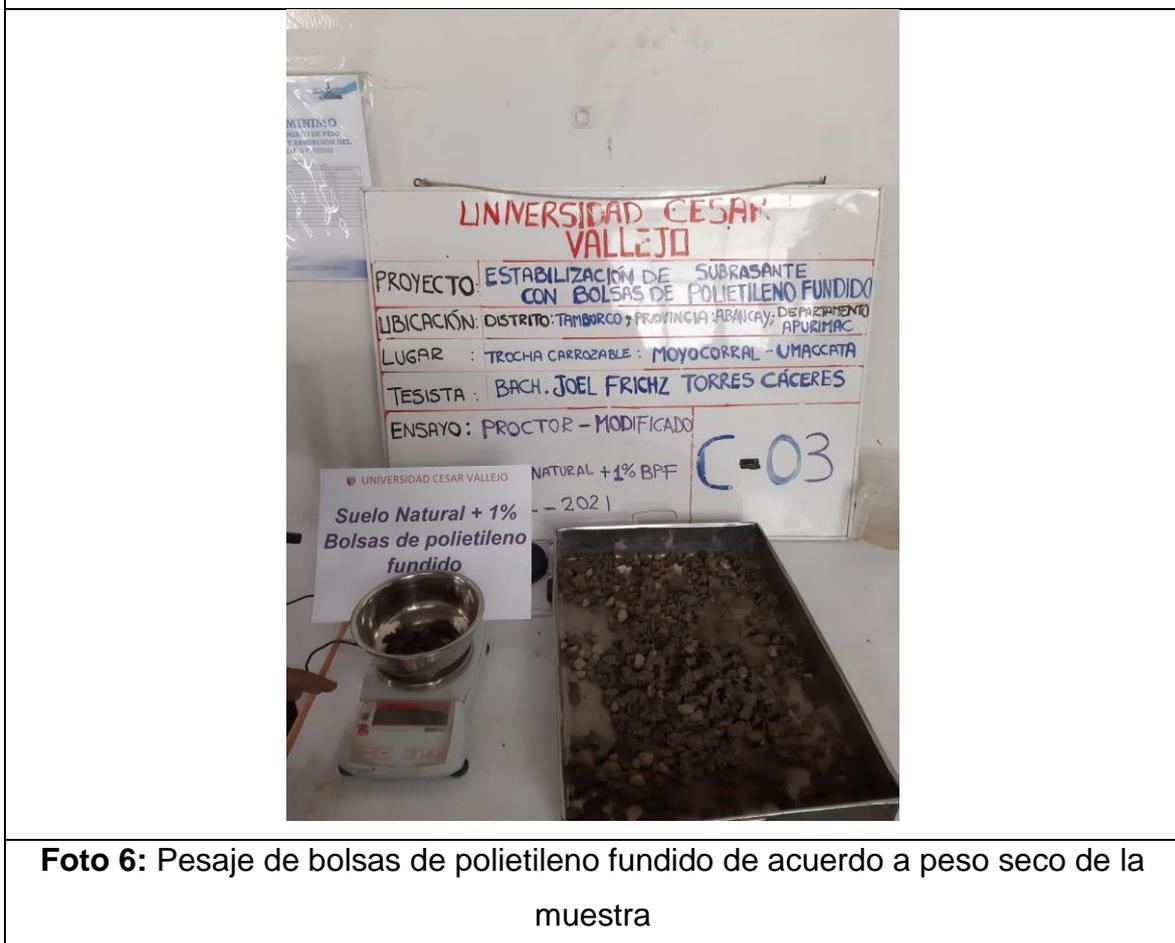


Foto 6: Pesaje de bolsas de polietileno fundido de acuerdo a peso seco de la muestra



**Foto 7:** Muestras de suelo listas para ensayo CBR (C-3)



**Foto 8:** Toma de datos ensayo CBR.



**Foto 9:** Midiendo la expansión de los especímenes de la calicata C-2



**Foto 10:** Laboratorio de suelos CONCHIPA E.I.R.L, lugar donde se realizó los ensayos.