

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO  
EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA  
VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL  
DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023”

Tesis para optar al título profesional de:  
**INGENIERO CIVIL**

**Autores:**

Billy Johanns Gamarra Melendres  
Carmen Catalina Guevara Olivares

**Asesor:**

Ing. Marco Antonio Junior Cerna Vásquez  
<https://orcid.org/0000-0002-8259-5444>

Trujillo - Perú

2023

### **JURADO CALIFICADOR**

Jurado 1	Erick Humberto Rabanal Chávez	42009981
Presidente (a)	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 2	Neicer Campos Vasquez	42584435
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 3	Marco Antonio Junior Cerna Vasquez	43478519
	Nombre y Apellidos	N° DNI

## INFORMA DE SIMILITUD

### INFORME DE ORIGINALIDAD

**5%**

INDICE DE SIMILITUD

**6%**

FUENTES DE INTERNET

**2%**

PUBLICACIONES

**2%**

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

**1**

**hdl.handle.net**

Fuente de Internet

**4%**

**2**

**Submitted to Universidad Andina del Cusco**

Trabajo del estudiante

**1%**

**3**

**repositorio.ucv.edu.pe**

Fuente de Internet

**1%**

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

## DEDICATORIA

*A Dios, que me ha acompañado en este largo camino, brindándome las fuerzas necesarias y las energías para finalizar esta etapa de mi vida.*

*A mi familia, por darme la motivación y el constante apoyo para perseguir mis metas y sueños.*

*A Daleishka, por entenderme, comprenderme y brindarme su apoyo incondicional en todos estos años.*

Billy

## **DEDICATORIA**

*Con mucho cariño a mi familia. Por el apoyo  
de muchos años, por comprender que mi  
esfuerzo no fue vano; sino por el contrario, hoy  
rinde sus frutos.*

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Privada del Norte, por ser la institución que brindo los valores y competencias necesarias para culminar esta etapa del mundo profesional como futuros Ingenieros Civiles.

Del mismo modo, a los docentes que inculcaron y transmitieron los conocimientos en todo momento, llenos de sabiduría, valores y motivaciones para ser unos grandes ingenieros.

## ÍNDICE GENERAL

JURADO CALIFICADOR .....	2
INFORMA DE SIMILITUD .....	3
DEDICATORIA .....	4
AGRADECIMIENTO .....	6
ÍNDICE DE TABLAS .....	10
ÍNDICE DE FIGURAS .....	12
RESUMEN .....	13
1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN .....	14
1.1. Realidad problemática .....	14
1.2. Antecedentes .....	19
1.3. Bases teóricas.....	32
1.3.1. Suelos .....	32
1.3.2. Estabilización.....	41
1.3.3. Grasas .....	47
1.3.4. Carreteras no pavimentadas.....	51
1.4. Formulación del problema .....	53
1.4.1. Problema general .....	53
1.4.2. Problemas específicos.....	53
1.5. Objetivos .....	54
1.5.1. Objetivo general .....	54
1.5.2. Objetivos específicos .....	54
1.6. Justificación .....	55
1.6.1. Justificación técnica.....	55
1.6.2. Justificación social.....	56
1.6.3. Justificación económica.....	56

1.6.4.	Justificación practica .....	57
1.6.5.	Justificación metodológica .....	58
1.7.	Hipótesis .....	58
1.7.1.	Hipótesis general .....	58
1.7.2.	Hipótesis específicas.....	59
2.	CAPITULO II. METODOLOGÍA.....	60
2.1.	Tipo, enfoque y diseño de investigación .....	60
2.1.1.	Tipo de investigación .....	60
2.1.2.	Enfoque de la investigación.....	61
2.1.3.	Diseño de investigación.....	61
2.2.	Población y muestra.....	62
2.2.1.	Universo objetivo .....	62
2.2.2.	Universo muestral.....	62
2.2.3.	Población .....	62
2.2.4.	Muestra .....	63
2.3.	Operacionalización de variables .....	64
2.4.	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos .....	67
2.4.1.	Técnicas de recolección de datos.....	67
2.4.2.	Instrumentos de recolección .....	67
2.4.3.	Análisis de datos.....	69
2.5.	Procedimiento .....	69
2.6.	Análisis estadístico de datos .....	95
2.7.	Aspectos éticos .....	96
2.7.1.	Ética.....	96
2.7.2.	Aspectos éticos .....	96
3.	CAPITULO III. RESULTADOS .....	98
3.1.	Características físicas del suelo .....	98
3.2.	Características del biorresiduo.....	100
3.3.	Propiedades físicas.....	101
3.3.1.	Índice de plasticidad .....	101

3.3.2.	Capacidad de absorción capilar .....	104
3.3.3.	Permeabilidad .....	106
3.4.	Propiedades mecánicas .....	108
3.4.1.	Proctor Modificado.....	108
3.4.2.	Relación de Soporte de California (CBR) .....	111
3.5.	Comparación del suelo.....	113
3.6.	Análisis Estadístico de Datos.....	114
3.6.1.	Prueba de normalidad .....	115
3.6.2.	Prueba de análisis de varianza (ANOVA).....	116
4.	CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	119
4.1.	Discusión .....	119
4.2.	Conclusiones .....	130
	REFERENCIAS .....	131
	ANEXOS .....	140
	ANEXO N° 1. Matriz de Consistencia .....	140
	ANEXO N° 2. Matriz de Operacionalización de Variables .....	141
	ANEXO N° 3. Matrices de valuación de expertos .....	144
	ANEXO N° 4. Instrumentos de la Investigación .....	162
	ANEXO N° 5. Certificado de Laboratorio / Ensayos .....	266
	ANEXO N° 6. Análisis Estadístico .....	364
	ANEXO N° 7. Norma Técnicas Analizadas / Utilizadas - Reglamento .....	369
	ANEXO N° 8. Evidencias Fotográficas .....	373

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Clasificación granulométrica de los suelos</i> .....	33
<b>Tabla 2</b> <i>Clasificación plástica de los suelos</i> .....	34
<b>Tabla 3</b> <i>Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)</i> .....	35
<b>Tabla 4</b> <i>Clasificación por la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO)</i> .....	37
<b>Tabla 5</b> <i>Clasificación de la sub rasante</i> .....	38
<b>Tabla 6</b> <i>Grado de permeabilidad</i> .....	40
<b>Tabla 7</b> <i>Coefficiente de permeabilidad</i> .....	41
<b>Tabla 8</b> <i>Efectividad de los estabilizadores químicos</i> .....	43
<b>Tabla 9</b> <i>Estabilizadores según la clasificación SUCS</i> .....	44
<b>Tabla 10</b> <i>Estabilizadores según la clasificación AASHTO</i> .....	45
<b>Tabla 11</b> <i>Variable independiente y niveles de estudio</i> .....	62
<b>Tabla 12</b> <i>Variables dependientes</i> .....	62
<b>Tabla 13</b> <i>Coordenadas de los puntos de exploración</i> .....	63
<b>Tabla 14</b> <i>Operacionalización de variables</i> .....	64
<b>Tabla 15</b> <i>Matriz de Consistencia</i> .....	65
<b>Tabla 16</b> <i>Listado de fichas de observación</i> .....	68
<b>Tabla 17</b> <i>Ensayos para el suelo extraído de los puntos de exploración</i> .....	73
<b>Tabla 18</b> <i>Tabla guía para el cálculo del contenido de humedad del suelo</i> .....	75
<b>Tabla 19</b> <i>Tabla guía para hallar del porcentaje pasante</i> .....	76
<b>Tabla 20</b> <i>Tabla guía para el cálculo del límite líquido</i> .....	79
<b>Tabla 21</b> <i>Tabla guía para el cálculo del límite líquido</i> .....	82

<b>Tabla 22</b> <i>Dosificaciones de biorresiduo</i> .....	87
<b>Tabla 23</b> <i>Tabla guía para hallar la capacidad de absorción capilar</i> .....	88
<b>Tabla 24</b> <i>Tabla guía para hallar el coeficiente de permeabilidad corregida</i> .....	90
<b>Tabla 25</b> <i>Tabla guía para hallar la densidad máxima</i> .....	93
<b>Tabla 26</b> <i>Características principales del suelo por cada punto de exploración</i> .....	98
<b>Tabla 27</b> <i>Características el biorresiduo</i> .....	100
<b>Tabla 28</b> <i>Índice de plasticidad para el suelo natural y estabilizado</i> .....	102
<b>Tabla 29</b> <i>Capacidad de absorción capilar para el suelo natural y estabilizado</i> .....	104
<b>Tabla 30</b> <i>Permeabilidad para el suelo natural y estabilizado</i> .....	106
<b>Tabla 31</b> <i>Proctor para el suelo natural y estabilizado</i> .....	109
<b>Tabla 32</b> <i>CBR para el suelo natural y estabilizado</i> .....	111
<b>Tabla 33</b> <i>Prueba de normalidad</i> .....	115
<b>Tabla 34</b> <i>ANOVA para el índice de plasticidad</i> .....	116
<b>Tabla 35</b> <i>ANOVA para la capacidad de absorción capilar</i> .....	117
<b>Tabla 36</b> <i>ANOVA para la permeabilidad</i> .....	117
<b>Tabla 37</b> <i>ANOVA para el CBR</i> .....	118

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Problemática en estudio.</i> .....	53
<b>Figura 2</b> <i>Procedimiento experimental</i> .....	70
<b>Figura 3</b> <i>Vía en estudio</i> .....	71
<b>Figura 4</b> <i>Puntos de exploración en la vía desvío Huangamarca – Liriopampa</i> .....	72
<b>Figura 5</b> <i>Triángulo de texturas</i> .....	84
<b>Figura 6</b> <i>Promedios de índices de plasticidad del suelo natural y estabilizado</i> .....	103
<b>Figura 7</b> <i>Promedios de la capacidad de absorción capilar del suelo natural y estabilizado</i> .....	105
<b>Figura 8</b> <i>Promedios de permeabilidad del suelo natural y estabilizado</i> .....	107
<b>Figura 9</b> <i>Promedios de densidad máxima seca del suelo natural y estabilizado</i> .....	110
<b>Figura 10</b> <i>Promedios de CBR al 95% del suelo natural y estabilizado</i> .....	112
<b>Figura 11</b> <i>Propiedades del suelo natural y la dosificación optima de biorresiduo.</i> .....	113
<b>Figura 12</b> <i>Estado actual de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa</i> .....	373
<b>Figura 13</b> <i>Ensayo contenido de humedad del suelo natural</i> .....	373
<b>Figura 14</b> <i>Ensayo análisis granulométrico del suelo natural</i> .....	374
<b>Figura 15</b> <i>Ensayo limite liquido</i> .....	374
<b>Figura 16</b> <i>Conformación y toma de medidas de las probetas para el ensayo capacidad de absorción capilar</i> .....	375
<b>Figura 17</b> <i>Registro de masas del antes y después del ensayo capacidad de absorción capilar</i> .....	375
<b>Figura 18</b> <i>Ensayo capacidad de absorción capilar</i> .....	376
<b>Figura 19</b> <i>Ensayo proctor modificado</i> .....	376
<b>Figura 20</b> <i>Ensayo CBR</i> .....	377

## RESUMEN

La presente investigación surge como alternativa para estabilizar un suelo con productos no convencionales, evaluando la influencia de las dosificaciones de biorresiduo (4%, 8% y 12%) en suelo de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa; empleando una metodología aplicada – explicativa con un diseño experimental y enfoque cuantitativo con ayuda de técnicas e instrumentos de recolección de datos. Para ello, se realizó la caracterización del suelo clasificándolo como un suelo CL, A-6 con una textura franco arcillosa; respecto a las propiedades ingenieriles analizadas, se evaluó el suelo natural y suelo estabilizado mediante el índice de plasticidad con una reducción de 16.76% a 9.65%, la capacidad de absorción capilar disminuyó de 82.54% a 41.96%, la permeabilidad aumentó de  $3.26 \times 10^{-4}$  cm/s a  $8.14 \times 10^{-4}$  cm/s, y el CBR se incrementó de 5.92% a 22.21%; pudiendo concluir que la dosificación óptima que mejora las propiedades física y mecánicas del suelo natural es el 8% de biorresiduo grasa de porcino, pasando de una subrasante con categoría insuficiente a una de muy buena calidad.

**Palabras clave:** Biorresiduo, Grasa de porcino, Índice de plasticidad, Capacidad de absorción capilar, Permeabilidad y CBR.

## 1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

A nivel mundial, para cimentar cualquier tipo de construcción civil es necesario evaluar las propiedades del suelo, y es ahí donde radica una de las principales problemáticas para edificar, porque no todos los suelos cuentan con una óptima calidad para ser usado de forma natural; dependiendo del clima, ubicación, geología y otros factores que influyen en sus propiedades, se determina la calidad y utilidad del suelo a emplear (Ramos y Lozano, 2019); además, la falta de interés y desinformación de los contratantes y la economización de los contratados para la ejecución de una obra civil, ha generado la preocupación de los profesionales, investigadores y personas interesadas en salvaguardar la vida humana, debido a que no se están cumpliendo con las condiciones mínimas necesarias que debe tener un suelo para poder ser utilizado como base o subbase para una cimentación vial (Romero y Solar, 2020). Además, la tipificación de las carreteras, paquete estructural y material de construcción que le corresponde, están relacionadas directamente con la transitabilidad de vehículos que circulan por las ciudades o localidades; pero es notorio que las zonas rurales son las más afectadas dado que el IMDA de dichas vías puede ser relativamente bajo; existiendo zonas productoras y exportadores de alimentos o materias primas que se encuentran en desarrollo y por ende a pesar de contar con un bajo volumen de vehículos en circulación, dichos vehículos tienden a ser pesados como maquinarias o vehículos que transportan grandes cantidad de material; generando daños y deterioro irreparable en las vías de bajo tránsito producto del pasar de vehículos y transcurrir del tiempo (Alzate, Duque, Vásquez y Orrego, 2019). Por otro lado, en diversas partes del mundo como Colombia, donde el 73% de zonas son rurales y la movilización por carretera es de 3 horas debido a la lejanía de las ciudades capitales; la construcción de vías con cimientos de buena calidad o carreteras con suelos

buenos, es de vital importancia para el traslado de las personas (Valdez, 2022); además, Estados Unidos y Rusia son países que han registrados los mayores gastos post desastres naturales con pérdidas económicas y humanas, producto del colapso de viviendas y edificios generados por la inconciencia y desconocimiento de aquellas épocas sobre la calidad del suelo por parte de los profesionales; cambiando la forma de pensar sobre las cimentaciones de las obras civiles (Ragozin, 1994); conjuntamente con el aumento de la población mundial en los últimos cien años llegando hasta el 2022 con más de 8000 millones de personas (CEPAL, 2022), ha generado que diversas poblaciones migren a zonas rurales o no exploradas, producto del costo de la vida, surgiendo nuevas sociedades en el mundo, viéndose la necesidad de realizar proyectos viales para mejorar la calidad de vida de las personas. (Mas, García, Marco y De Marco, 2016). Y tomando en consideración que 1% del producto bruto interno de un país debe ser empleado para el mantenimiento de carreteras según la Asociación Americana de Ingenieros Civiles, y el 2.5% es empleado para el desarrollo de nuevos proyectos (Clavijo, 2019); sumado a que el costo de construir una vía de 1000 metros de longitud por 3 metros de sección transversal es superior a 1000 millones para cualquier tipo de pavimento, y la existencia de suelos con composiciones variables y el desconocimiento de las personas, ha generado diversas contrariedades temporales, económicas y sociales (Musso, Behak y Rostan, 2003).

Por otra parte, el Perú a ser un país con gran diversificación de climas generando una gran variedad de ecosistema, coexisten una heterogeneidad de tipos de suelos afectados por los distintos factores ambientales; los suelos con altos contenidos de limos y arcillas, son los más variables debido a la alteración de su volumen por la escasez o abundancia de agua, generando una gran inestabilidad sobre viviendas, puentes, carreteras y otras obras civiles ocasionando asentamiento o colapsos de las estructuras

construidas (Juárez y Rico, 2007). Sobre todo, los importes gastados del presupuesto peruano para el mantenimiento de vías a nivel nacional son relativamente elevado, como por ejemplo el precio del mantenimiento y mejoramiento de la Carretera Oyón – Ambo de la Ruta nacional PE -18 en Perú fue de S/. 1,261,880.72 cuyo presupuesto fue aprobado por PROVIAS convirtiéndose en una de las ejecuciones más costosas para el tipo de mantenimiento que se realizó (CESEL INGENIERO, 2017). Además, en los dos últimos censos de los años 2007 y 2017 la población rural ha aumentado de 75.9% a 82.4% debido al crecimiento poblacional, por lo que la cantidad de habitantes en los centros poblados ha crecido y a la vez nuevas localidades han sido formadas (INEI, 2022); ocasionando que la producción ganadera y agrícola afectó la calidad de las carreteras debido al diseño estructural inicial, producto del aumento de transitabilidad de personas y vehículos en las distintas zonas del Perú, porque la capa de rodadura es la encargada de dar respuesta a la deflexión de la vía por el transcurrir de los vehículos (Requejo, 2020); y como se mencionó las carreteras de tercera clase y trochas carrozables al ser vías cuya capa de rodadura es afirmado o el suelo natural como tal, este se convierte en el responsable directo de la calidad de la carretera; por ello, diversas personas se han involucrado en el estudio del mejoramiento o innovación de los procesos de construcción y calidad de material, con la finalidad de minorizar gastos y riesgos (Crespo, 2004).

Cabe recalcar que, el departamento de Cajamarca cuenta con 127 distritos y 6210 centros poblados, de los cuales el 99.5% está ubicado en zonas rurales; y solo el 30% de los habitantes se encuentra a menos 30 minutos de la ciudad de Cajamarca, el 36.43% de la población se ubica a más de 30 minutos de un centro de salud de categoría II, y el 17.87% de los habitantes no puede acceder a la educación por la dificultad del traslado, distancia y la orografía de las zonas (Presidencia del Consejo de Ministros); también la mayoría de localidades categorizadas como centros poblados o caseríos, no cuentan con

carreteras pavimentadas, ocasionando incomodidad en los poblados debido a la demora en el tiempo de traslado de un punto a otro, la emisión de polvo en el ambiente y la dificultad de maniobrar los vehículos por el deterioro y falta de mantenimiento en las carreteras (Romero y Solar, 2020); es necesario indicar que, en las zonas rurales tienden a encontrarse materiales con altos contenidos de partículas finas, lo que dificulta la construcción de una carretera debido a la volubilidad del tipo de suelo, impactando en la capacidad de soporte de este; para ello, la ingeniería vio como solución el reemplazo de este tipo de material por uno con mejores propiedades y mayor homogenización en su composición física, pero se ocasiona un incremento económico en la ejecución de obras viales (Musso, Behak y Rostan, 2003); además, el distrito de Bambamarca perteneciente a la provincia de Hualgayoc alberga a 191 centros poblados o caseríos, de los cuales 190 tiene una población menor a 1200 habitantes y entre ellos se encuentran los caseríos de Huangamarca y Liriopampa (INEI, 2017), cuyas zonas cuentan con carreteras sin pavimentar; y específicamente la vía que conecta los caseríos antes mencionados tiene un suelo con altos contenidos de arcillas y limos, lo que hace vulnerable a la carretera por los factores de contracción y expansión que presenta este tipo de materiales, considerando que 8 meses al año dura la temporada de lluvia con un promedio máximo de 54 milímetros (Weather Spark) es preocupante el deterioro que puede llegar a tener dicha carretera.

Entonces uno de los problemas que afecta a una comunidad es la calidad de las carreteras producto de las inadecuadas propiedades físicas y mecánicas del suelo natural como la plasticidad, granulometría, humedad, permeabilidad y capacidad de soporte, porque influyen directamente en la calidad de la vía y la vulnerabilidad que pueden llegar a tener; ocasionando un déficit y diversas dificultades en la construcción o mantenimiento de las vías no pavimentadas, cuyo costo suele ser elevado porque involucra la explotación de canteras, empleo y movilización de maquinaria, consumo de combustible, compra de

materiales y otros requerimientos que son necesarios para dicha actividad (Valdez, 2022); cabe mencionar que, los caminos sin pavimentar pueden presentar problemáticas como irregularidades altas, corrugaciones, ahuellamientos, pérdida de agregados, volubilidad por la presencia de agua, deterioro y disminución de la capa de rodadura en un periodo corto (Gutiérrez, 2017), lo que podría evitarse con la previa evaluación de las propiedades del suelo, garantizando la calidad natural de esta, y así poder tomar decisiones del uso, reemplazo o mejoramiento de este; dicha condición del suelo puede asegurar el óptimo funcionamiento a largo plazo, prevención de posibles fallas y evitar probables accidentes (Hernández, Mejía y Zelaya, 2016).

Otro de los problemas que tiene una sociedad es la cantidad de residuos generados en cortos periodos de tiempo, dañando el medio ambiente y la salud pública, siendo las grasas y aceites difíciles de degradar que al estar en contacto con compuestos minerales se generan ácidos grasos, pudiendo cambiar el potencial de hidrogeno (Ph) de un suelo, afectando la calidad y en zonas agrícolas la producción de alimentos; por otro lado, las grandes cantidades residuales de grasas y aceites provienen de establecimientos dedicados a la preparación de alimentos, tienden a desecharlos al sistema de alcantarillado generando su solidificación y posible obstrucción en las tubería del sistema de alcantarillado, y en zonas donde no se cuentan con dicho sistema se vierte directamente en los suelos afectando las aguas subterráneas y las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo, teniendo el riesgo de infertilidad con el transcurrir del tiempo; pero este tipo de residuo también afecta a los cuerpos de agua, dado que pequeñas cantidades pueden contaminar grandes volúmenes de este líquido, que al ser menos denso que el agua tienen a superponerse formando una película delgada de aproximante  $7.62 \times 10^{-6}$  cm (Jimenes, 2012).

Entonces, teniendo en consideración las problemáticas de las vías de bajo volumen de tránsito, producto de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo que es empleado como rasante o subrasante; y luego de observar la condición actual de la carretera que conecta los caseríos de Huangamarca y Liriopampa, se ha realizado la presente investigación como solución económica y sostenible, que consiste en la estabilización del suelo con dosificaciones de residuo orgánico o llamado también biorresiduo para mejorar las propiedades del suelo y puede emplearse como capa de rodadura; y a su vez el uso de este estabilizador de origen orgánico disminuye la contaminación ambiental brindando un valor agregado a este biorresiduo.

## 1.2. Antecedentes

Luego de realizar la búsqueda de investigaciones en diversas fuentes confiables (Scielo, Scopus, ScienceDirect, Redalyc, Dialnet, Repositorios y otros), que guarden relación con el uso de biorresiduo grasa de porcino en suelos; solo se encontró un estudio que utilizó el mismo estabilizador, siendo este el siguiente.

Huaraca, J. (2022) realizó una investigación en Perú: *Efecto impermeabilizante de grasa residual orgánica porcina en el suelo del pavimento peatonal del Parque Nacional Machupiccho, Cusco, 2021*; donde planteo como objetivo evaluar el efecto de un biopolímero como la grasa de cerdo en el suelo del Parque Nacional Machupiccho, todo ello bajo condiciones controladas mediante ensayos físicos y mecánicas al suelo estabilizado. Para dicha evaluación, se empleó una metodología aplicada cuasiexperimental con un enfoque cuantitativo, empleando el 0%, 10% y 20% de grasa porcina líquida (GP), para evaluar sus propiedades en el laboratorio. De ello, se obtuvo como resultados la ascensión capilar del suelo natural de 25.89 mm, mientras que para el 10% GP se redujo a 3.45 mm y 2.93 mm para el 20% GP, para el peso luego de la absorción de suelo natural se obtuvo 72.45 gramos pero se redujo a 41.90 g y 22.95 g para

la dosificación de grasa porcina. Pudiendo concluir que, el uso de grasa residual orgánica porcina como adición al suelo mejorar la calidad de este, dado que disminuye la ascensión capilar, y el peso luego de la absorción.

Por otro lado, se halló otras investigaciones que emplearon componentes similares en estructura fluido – viscosa, pero de diferente origen, tales como:

### **Internacionales**

Del Castillo, R. y Orobio, A. (2020) realizaron una investigación en Colombia: *Investigación explorativa sobre el efecto del aceite de motor usado en un suelo fino de subrasante*; donde tuvieron como objetivo analizar el comportamiento que presente el suelo a nivel de subrasante cuando es combinada con aceite de motor usado (AMU) con la finalidad de determinar la influencia de este sobre sus propiedades. Los investigadores realizaron una investigación explorativa con una metodología experimental, utilizando 0%, 4%, 8%, 12% y 16% de AMU. Luego de realizar los ensayos se obtuvo un suelo clasificado como limoso de alta plasticidad (MH); los límites de consistencia del suelo natural fueron de 52% de límite líquido (LL), 33.48% de límite plástico (LP) y 18.52% de índice de plasticidad (IP), mientras que para la mejor dosificación con 16% AMU logro disminuir el LL y LP y aumentar el IP hasta 23.5%, mientras que para el proctor modificado se obtuvo 1570 kg/m<sup>3</sup> de densidad seca máxima (DSM) y 25% de humedad óptima (HO) para el suelo sin adiciones alguna, pero para la mejor dosificación AMU se llegó a disminuir a 10% la humedad y aumentar la DMS a 1680 kg/m<sup>3</sup>; también se evaluó la permeabilidad y gravedad específica obteniendo que para el suelo natural  $1.5012 \times 10^{-8}$  cm/seg y 2.697, para las adiciones de AMU la permeabilidad aumento cuando se utilizó 4%, 8% y 12% tomando como resultados  $3.295 \times 10^{-8}$  cm/seg,  $3.239 \times 10^{-8}$  cm/seg y  $2.38 \times 10^{-8}$  cm/seg pero para el 16% la permeabilidad aumento a  $0.605 \times 10^{-8}$  cm/seg, mientras que la gravedad específica también disminuye a 2.50, 2.30, 2.18 y 2.05 para cada

dosificación de AMU. Por lo que se puede concluir que en la ciudad de Cali un suelo típico es clasificado como “MH”, la plasticidad del suelo disminuye con mayores adiciones de AMU, aumenta la densidad máxima seca y disminuye la humedad óptima con altas dosis de AMU, y la adición de AMU no influye significativamente en la permeabilidad del suelo.

Llano, E., Ríos, D. y Restrepo, G. (2020) efectuaron una investigación en Colombia: *Evaluación de tecnologías para la estabilización de suelos viales empleando intemperismo acelerado. Una estrategia de análisis de impactos sobre la biodiversidad*; quienes plantearon como objetivo la estabilización química como respuesta para el mejoramiento de suelos, empleando siete componentes con diversidad de composiciones como un producto polimérico (PO), producto enzimático (PE), aceite sulfonado (AS), organosilano en este caso silano (S), producto puzolánico como la ceniza de zeolita (CZ), cal (CA) y cemento (CE), evaluados bajo condiciones de intemperismo acelerado (IA) a 0,108, 216, 324, 432 y 540 horas, para determinar el comportamiento a un largo plazo y la vida útil de estos. Para ello, se procedió a realizar un estudio con una metodología experimental tipo factorial, utilizando 7330 ml/m<sup>3</sup> de producto polimérico, 33 ml/m<sup>3</sup> de producto enzimático, 233 ml/m<sup>3</sup> de AS, 1882.5 ml/m<sup>3</sup> de S, 1.8 kg/m<sup>3</sup> de CZ, 6% en peso de CA y 180 kg/m<sup>3</sup> de CE. Posteriormente, de los resultados se obtuvo que el suelo reportó una clasificación “CL” y “A-7-6”, con 72.62% de material fino, cuyo índice de plasticidad fue de 25% y la densidad máxima seca (DMS) alcanzó 1.63 g/cm<sup>3</sup> con una humedad del 22%; mientras que, el índice de plasticidad para el suelo con aceite sulfonado fue 21% y se mantiene uniforme al IA, la DMS alcanzada fue 1.65 g/cm<sup>3</sup> y la humedad 21%. Finalmente se concluye que, todos los productos tienen ventajas que aportan al suelo natural en sus propiedades ingenieriles como el índice de plasticidad que tiende a disminuir con el pasar del intemperismo acelerado pero se mantiene constante

con el aceite sulfonado, la densidad aumenta y la humedad disminuye con este producto viscoso; pero de manera específica al tener gran importancia la capacidad de resistencia del suelo y la plasticidad del mismo, la mezcla de suelo con aceite sulfonado sería la más apropiada para una estabilización.

## Nacionales

Huaquisto, S. (2014) planteo una investigación en Perú: *Efecto del aceite residual de la maquinaria pesada en los factores físico mecánicos del suelo*; la cual tuvo como objetivo evaluar la influencia del aceite residual de maquinaria pesada en las propiedades físicas y mecánicas del suelo, estableciendo parámetros iniciales del suelo para compararlos con el material estabilizado con diferentes porcentajes de aceite residual. Para ello el investigador definió una metodología experimental que involucra a la obtención del suelo agrícola de la Patallani en Puno y aceite residual de maquinaria pesada (ARMP), el cual será dosificado en 0%, 2%, 4%, 6%, 8% y 10% en peso. Obteniendo como resultados la clasificación del suelo como tipo “CL” con 68.86% de finos, 27.02% arenas y 4.12% de gravas, y 37.86% de limite líquido (LL), 21.97% de limite plástico (LP) y 15.89 de índice de plasticidad (IP)], conjuntamente se logró 1.58 g/cm<sup>3</sup> de densidad seca y 22.63% de humedad optima; del mismo modo se obtuvo la densidad promedio del aceite siendo 0.94 g/cm<sup>3</sup>; y al adicionar el aceite residual se obtuvo que la mejor dosificación fue el 2% de ARMP porque se alcanzó 25.49% LL - 18.93% LP - 6.56% IP, otra propiedad evaluada fue la densidad máxima seca (DMS) y la humedad optima (HO), alcanzado para el suelo 1.96 g/cm<sup>3</sup> y 10.6%, mientras que para la mejor dosificación se logró obtener 2.02 g/cm<sup>3</sup> y 8.10%, luego se analizó la permeabilidad hidráulica para el suelo natural siendo  $1.18 \times 10^{-4}$  y  $6.24 \times 10^{-4}$  para el ARMP. De lo antes mencionado, se puede concluir que el aceite residual de maquinaria pesada mejora la calidad del suelo natural, porque disminuye el límite líquido, límite plástico, índice de

plasticidad y la permeabilidad hidráulica, demostrando que el aceite residual de maquinaria pesada influye positivamente en el suelo.

Valdez, F. (2022) realizó una investigación en Perú: *El aceite sulfonado en la estabilización de la subrasante en el Tramo Quilcas – Colpar de la provincia Huancayo*; formulan como objetivo evaluar la influencia del aceite sulfonado en las propiedades físicas y mecánicas del suelo extraído del centro poblado Colpar en el distrito de Quilcas de la provincia Huancayo. Por lo que, se planteó una metodología aplicada, con un nivel descriptivo y un diseño pre experimental; estabilizando un suelo con 0%, 2%, 4%, 6% y 8% de aceite sulfonado (AS). Obteniendo como resultados de la caracterización del suelo una clasificación “SP” y “A-1-b” con un contenido físico de 18.60 % de grava, 77.5% de arena y 3.9% de material fino; también se obtuvo 22% de límite líquido, 25% de límite plástico y 2% de índice de plasticidad, conjuntamente se logró 1.818 g/cm<sup>3</sup> de densidad máxima seca (DMS) y 12.4% de humedad óptima (HO) para el suelo natural, mientras que para el suelo estabilizado con la óptima proporción de 4% de AS se alcanzó 1.998 g/cm<sup>3</sup> – 9.01% de DMS y HO; además, en el ensayo CBR el suelo natural tuvo 15.30% con el 95% de compactado y 0.1” de profundidad, pero para la dosificación con aceite sulfonado se alcanzó 26.90%. De lo mencionado anteriormente, se concluye que el uso de aceite sulfonado como estabilizante para suelos mejorar el CBR en 11.60% con la dosificación al 4% de aditivo, del mismo modo a la misma dosificación aumenta la densidad máxima seca y disminuye la humedad óptima; corroborando que el aditivo químico influye significativamente en el suelo.

Tuscano, M. (2017) realizó una investigación en Perú: *Estabilización de subrasante mediante el uso de aceite reciclado en carretera, circuito Cruz de Paz Palian - El Tambo – Huancayo 2017*; teniendo como objetivo observar la influencia del aceite lubricante reciclado en suelo empleado como subrasante de la carretera que conecta

Circuito cruz de paz y Palian en Huancayo. El investigador, empleo una metodología tipo aplicada con un nivel explicativo, bajo un método científico y un diseño experimental que involucró el uso de 0%, 2%, 4% y 6% de aceite reciclado (AR). Con los análisis culminados, se obtuvo como resultados la composición física del suelo con 7.51% de grava, 38.67% arena y 53.82% de material finos; dicho suelo tiene un límite líquido de 41.05%, 25.28% de límite plástico y 15.77% que indica de plasticidad; llegando a ser clasificado como un suelo tipo “CL” y “A-7-6”; del mismo modo se evaluó el proctor modificado llegando a obtener densidades de 1.817 kg/cm<sup>3</sup> para el suelo y 1.728 kg/cm<sup>3</sup> para el 4% de AR con humedades óptimas de 11.85% y 15.45%; para el ensayo CBR se logró valores máximos de 3.05%, y 8.51% para el suelo natural y suelo estabilizado con una densidad máximas seca al 95% y 0.1” de profundidad. Llegando a concluir que, el uso de aceite reciclado aumenta el índice CBR y la densidad del suelo natural con la óptima dosificación del 4% de aceite reciclado.

Además, con finalidad de enriquecer la presente investigación, se empleó otras investigaciones que utilizan diversos componentes estabilizadores de suelos de origen orgánico e inorgánico o químico, con la finalidad de comparar el grado de estabilización del biorresiduo grasa de porcino con dichos componentes; entre ellos se tiene:

### **Internacionales**

Camacho, J., Reyes, O., Mayorga, C. y Méndez, D. (2006) desarrollaron una investigación en Colombia: *Evaluación de aditivos usados en el tratamiento de arcillas expansivas*; planteando como objetivo evaluar la influencia de la cal (CA), cenizas volantes (CV) y aceite sulfonato (AS) como agentes estabilizantes de arcillas de altamente expansibilidad, para determinar los beneficios de cada uno de estos productos afectados por las mismas condiciones controladas. Y para determinar la influencia de estos aditivos se desarrolló la investigación con una metodología experimental adicionando 10%, 20%,

30%, 40% y 50% de CA y los mismos porcentajes para CV, mientras que para AS se adiciono 0.10%, 0.25%, 0.50%, 0.65% y 0.75%. Los resultados obtenidos de la investigación indican que la bentonita tiene 360% de índice de plasticidad (IP) y al adicional 0.75% de AS reduce a 243%. A raíz de lo mencionado, se puede concluir que el uso de aceite sulfonado disminuye el límite líquido e índice de plasticidad de la arcilla altamente expansiva en 117%, mejorando sus propiedades físicas como la trabajabilidad.

Alarcón, J., Jiménez, M. y Benítez, R. (2020) ejecutaron una investigación en Colombia: *Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitosos*; teniendo como objetivo evaluar la viabilidad de usar lodos aceitosos para estabilizar suelos granulares y suelos para subrasante, con la finalidad de aumentar la resistencia y plasticidad del suelo original y a su vez aprovechar los residuos producto de la extracción de petróleo para minorizar los efectos negativos en el ambiente. Es por ello, que procedieron a realizar una investigación con una metodología experimental con adiciones de 2%, 4%, 6% y 8% de lodos aceitosos (LA). Luego de culminar los ensayos se obtuvo que para el material granular se clasificó como un “suelo limoso” según la SUCS y un suelo tipo “A-2-4” en base a AASHTO con 15.8% de partículas finas, 38.5% de gravas y 45.7% de arena, limite liquido del 35%, limite plástico de 27%, índice de plasticidad de 8% para el suelo original, pero para el material estabilizado con 4% de lodo aceitoso el índice de plasticidad fue de 7% y el CBR de 30% aumento a 31% debido a que a dosificaciones mayores dicha propiedad decae en gran medida; por otro lado evaluaron la ascensión capilar total a un suelo clasificado como “SM” o arena limosa, cuya capacidad llego al 40% en los primeros 80 minutos, mientras que al adicionar lodo aceitoso dicha propiedad fue completamente nula. Por todo ello, se puede concluir que la mejor dosificación de lodo aceite para material granular de subrasante es del 4%, también se concluyó que el curado de las mezclas de suelo y lodo aceite afecta en gran medida a las propiedades físicas y

mecánicas; además el efecto del lodo aceitoso tiene un efecto positivo dado que vuelve impermeable al suelo e incrementa su estabilidad hídrica y que el uso de este producto baja la plasticidad hasta volverla nula.

Ospina, M., Chavez, S. y Jiménez, L. (2020) elaboraron una investigación en Colombia: *Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero*; tuvieron como objetivo analizar la influencia del suelo con adiciones de escoria de acero, con la finalidad de evaluar los criterios de calidad de dicha mezcla como subrasante. Para ello se aplicó una metodología experimental cuantitativa empleando arcilla caolinita extraída de la sabana de Bogotá con dosificación de 25%, 50% y 75% escoria de acero (EA), retenida entre los tamices N° 10 y N° 100. Obteniendo como resultados de caracterización del índice de plasticidad para el suelo natural de 15.50% y 0% con el 75% EA, del mismo modo, la densidad máxima seca inicial fue 1.59 g/cm<sup>3</sup> con una humedad optima de 20.20% y al agregar escoria de acero se logró 1.55 g/cm<sup>3</sup> y 10.80%, pero para el CBR se alcanzó 7.97% para el suelo natural y 30.20% para el suelo estabilizado. De lo expuesto se puede concluir que, el uso de escorias de acero disminuye en gran medida la plasticidad del suelo llegando a anularla con el 75% EA siendo esta la dosificación optima; con la misma dosificación se logró cuatriplicar el valor de CBR inicial, de manera general la escoria de acero puede ser empleada como agente estabilizante de suelos cohesivos.

Ojeda, O., Mendoza, J. y Baltazar, M. (2018) realizaron una investigación en México: *Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante*; quienes tuvieron como objetivo evaluar el uso de ceniza de bagazo de caña (CBC) como sustituto del cemento para mejorar las propiedades del suelo granular arenoso. Para ello, utilizaron una metodología experimental, para ello se evaluó a la

combinación del 3%, 5% y 7% de Cemento Portland (CP) con el suelo natural, cuya sustitución del cemento fue del 0%, 25%, 50% y 100% de CBC. Los resultados de la investigación indican que el suelo tiene 20.70% de material fino y 79.30% de arenas, con un límite líquido del 31.20% pero no presenta límite plástico ni índice de plasticidad, pero se logró un CBR de 24.50%; mientras que para el suelo estabilizado con 7% CP se logró 1.311 g/cm<sup>3</sup> de densidad máximo seca y 208% de CBR, también con el 5% CBC se obtuvo 1.312 g/cm<sup>3</sup> y 48%, mientras que para la combinación 3% CP – 50% CBC se obtuvieron los mejores resultados con 1.345 g/cm<sup>3</sup> y 142% de CBR. Pudiendo concluir que, el cemento portland mejora las propiedades físicas y mecánicas y la mezcla de cemento y ceniza también influye en gran medida en el suelo natural, llegar a deducir que el 7% de cemento es la mejor proporción para estabilizar un suelo.

Mishra, B. y Mohit, K. (2018) elaboraron una investigación en India: *Use of randomly oriented polyethylene terephthalate (PET) fiber in combination with fly ash in subgrade of flexible pavement, [Uso de fibra de tereftalato de polietileno (PET) aleatoriamente orientada en combinación con cenizas volantes en subrasante de pavimento flexible]*; con el principal objetivo de analizar la influencia de las cenizas volantes y PET en suelos arcillosos, reflejado en las propiedades ingenieriles del suelo extraído de la ciudad de Lucknow. Por lo que, tuvieron que recurrir a una investigación con una metodología experimental que incluyó a la obtención del suelo, fibras de PET y cenizas volantes (CV), y la dosificación con 0% de aditivo (C0), 0.4% PET – 5% CV (C1), 0.8% PET – 10% CV (C2), 1.2% PET – 15% CV (C3) y 1.6% PET – 20% CV (C4). Logrando obtener resultados de la cantidad de materia fina que fue del 66%, 32% de arenas y 2% de gravas, lo que conllevó a clasificar al suelo como tipo “CL”, con límite líquido (LL) de 52.8%, 31.2% de límite plástico (LP) y 21.6% de índice de plasticidad (IP), con gravedad específica de 2.75, densidad máxima seca de 1.74 g/cm<sup>3</sup> y 16.18% de

humedad óptima y 4.91% de CBR; por otro lado al comparar las propiedades iniciales con la mejor dosificación de 1.2% PET – 15% CV, se reportó los límites de consistencia 59.2% LL, 44.2% LP y 15% IP, para la densidad máxima seca se alcanzó 1.64 g/cm<sup>3</sup> y 11.86% de CBR. Con los resultados obtenidos se puede concluir que la densidad máxima seca, la humedad óptima y el índice de plasticidad disminuye con la adición de PET – CV, pero aumenta el CBR.

Swaidan, A., Hammoud, I y Meziab, A. (2016) realizó una investigación en Siria: *Effect of adding natural pozzolana on geotechnical properties of lime-stabilized clayey soil, [Efecto de la adición de puzolana natural sobre las propiedades geotécnicas de suelos arcillosos estabilizados con cal]*; quisieron plantear como objetivo evaluar el efecto de la puzolana de origen natural (PN), la cal (CA) y la mezcla de ambos aditivos (PN-CA), en las propiedades geotécnicas del suelo de la ciudad de Aalqeen. Los investigadores como solución plantearon una metodología experimental que involucró la combinación del suelo con 10% y 20% de PN, 4% y 8% de CA, 10% PN – 4% CA, 10% PN – 8% CA, 20% PN – 4% CA y 20% PN – 8% CA. De ello, se obtuvo como resultados del índice de plasticidad (IP) de 28.8%, 1.48 g/cm<sup>3</sup> de densidad máxima seca (DMS) y 2.89% de CBR para el suelo original, mientras que para el 8% de cal se alcanzó 1.35 g/cm<sup>3</sup> y 66.02%, para el 10% de puzolana natural fue 1.51 g/cm<sup>3</sup> y 23.34%, y para la combinación 20% PN – 8% CA se lograron los valores más altos con 1.50 g/cm<sup>3</sup> y 90.96%. De todo ello, se puede concluir que las adiciones de puzolana natural, cal o la combinación de ambas disminuyen la plasticidad del suelo natural, aumentan la densidad máxima que sea y el CBR; por lo que la influencia de los aditivos como combinación presentan mejores resultados.

Azis, M. (2016) culminó la investigación en Turquía: *Improvement in Bearing Capacity of a Soft Soil by Addition of Fly Ash, [Mejora de la capacidad de carga de un*

*suelo blando mediante la adición de cenizas volantes*]; planteando como objetivo analizar la influencia de cenizas volantes en el suelo blando de la ciudad de Elmadag, mediante la comparación de sus propiedades físicas y mecánicas con el suelo natural. Para ello, tuvo que plantear una metodología experimental empleando las dosificaciones de 3%, 5%, 7% y 10% de cenizas volantes (CV) con categoría C y categoría F. Los resultados reportados por el investigador, indican que las cenizas tuvieron altos contenidos de CaO, SiO<sub>2</sub> y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; la clasificación al suelo fue tipo “CL”, y el índice de plasticidad fue de 12% y 15% para el suelo natural y la mejor dosificación de ceniza volante al 10% en peso; por otro lado del ensayo proctor se obtuvo 2.188 g/cm<sup>3</sup> y 2.100 g/cm<sup>3</sup>, y respecto al CBR se logró obtener 5.10% y 114.5% con curado de 28 días. De lo indicado, se pudo concluir que a mayor dosificación de cenizas volantes aumenta el índice de plasticidad e índice CBR pero disminuye la densidad, por lo que de forma general existe una influencia positiva en la adición de cenizas volantes en el suelo natural, mostrándose los mejores resultados con 10% de dosificación.

### **Nacionales**

Chavarry, C., Figueroa, R. y Reynaga, R. (2020) idearon una investigación en Perú: *Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas*; quienes desarrollaron el objetivo principal de determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo extraído del Malecón Huaycoloro en la Lima, cuyo material fue estabilizado con cloruro de calcio para mitigar la transmisión del polvo. Ellos ejecutaron la investigación mediante una metodología experimental del tipo descriptivo, correlacional y explicativo, cuyo diseño es prospectivo y longitudinal; además, de un procedimiento experimental aplicado a 2.50 km de vía con 40% en volumen de cloruro de calcio. Luego de la evaluación, se obtuvo como resultados la clasificación del suelo que fue tipo “GW” y “A-1”; con CBR de 50.25% para el suelo original y 114.77% para

el suelo estabilizado; con el ensayo de proctor modificado se alcanzó  $2.312 \text{ g/cm}^3$  y  $5.47\%$  de densidad máxima seca y humedad óptima para el suelo original, y  $2.332 \text{ g/cm}^3$  y  $6.4\%$  para el suelo estabilizado. Concluyendo que el uso de cloruro de calcio fue beneficioso como estabilizante del suelo natural, duplicando el valor de CBR y aumentando la densidad; además, disminuye la emisión de polvo y mejora las propiedades físicas del suelo.

Piedra, J., Vásquez, J. y Arriola, G (2021) programaron una investigación en Perú: *Evaluación de la estabilización de un suelo expansivo utilizando ceniza de cáscara de arroz, Distrito de Jaén, Cajamarca, Perú*; donde el objetivo fue estabilizar un suelo expansivo con la cascara de arroz calcinada, con la finalidad de mejorar las propiedades ingenieriles del suelo extraído de la localidad Uña de gato en Jaén. En vista de esta problemática, se realizó la investigación con una metodología cuantitativa de diseño cuasi experimental, la que consistió en estabilizar el suelo con 4%, 9% y 12% de ceniza de cascara de arroz (CCA). Los resultados obtenidos de los límites de consistencia reporto un promedio de 41.5% de límite líquido, 19.3% de límite plástico, 22.3% de índice plástico y  $1.86 \text{ g/cm}^3$  de densidad máxima seca (DMS), con una clasificación tipo “CL” y “A-6 y A-7-6”; y un CBR de 4.5% al 95% de densidad máxima seca 0.1” de penetración, mientras que para CBR con la dosificación óptima del 12% CCA se reportó  $1.75 \text{ g/cm}^3$  de DMS y 7% de CBR. De la investigación realizada se puede concluir que el suelo estudiado es un suelo arcilloso de elevada plasticidad, cuya dosificación óptima que mejora las propiedades del suelo fue el 12% de ceniza de cascara de arroz.

## Locales

Romero, V. y Solar, H. (2020) realizó una investigación en Perú: *Influencia del porcentaje de ceniza de cáscaras de arroz y residuos de conchas de abanico sobre el índice de CBR en la estabilización de un suelo arcilloso, en el distrito de San Pedro de*

*Lloc*; donde tuvieron como objetivo analizar el efecto de la ceniza de cascara de arroz (CA) y ceniza de conchas de abanico (CC) como estabilizadores orgánicos del suelo extraído de la localidad San Rafael, mediante la medición del CBR como propiedad mecánica. Para ello, se utilizó una metodología aplicada, explicativa de diseño experimental que involucro a las dosificaciones de 4%, 6% y 8% CA con el 1%, 2% y 3% CC. Culminado los ensayos correspondientes, se obtuvo como resultados la caracterización del suelo “CL” y “A-6”, logrando los resultados promedios para el proctor modificado y CBR para el suelo natural 1.637 g/cm<sup>3</sup> y 8.13% y para la dosificación de 3% CC – 8% CA con valores máximos de 1.953 g/cm<sup>3</sup> para la densidad máxima seca, 10.00% de humedad máxima y 51.37% para 95% DMS y 0.1”.Pudiendo concluir que, la influencia de la combinación de ceniza de cascara de arroz y ceniza de conchas de abanico como estabilizadores, proporcionar un gran aumento en el CBR a comparación del suelo natural, y que la mejor dosificación para ello es 3% CC y 8% CA.

Perez, A y Rosas, L. (2021) realizó una investigación en Perú: *Influencia del cloruro de sodio sobre la resistencia, permeabilidad y relación de soporte de California de suelos arcillosos urbanos*; teniendo como principal objetivo determinar la influencia del cloruro de sodio en el suelo de la ciudad de Trujillo, mediante la evaluación de sus propiedades físicas y mecánicas. Para ello, se utilizó una metodología experimental con mezclas del suelo con 1.5%, 3% y 4.5% de cloruro de sodio (NaCl). Teniendo como resultados del suelo natural 1.56 g/cm<sup>3</sup> de densidad máxima seca, 9% de CBR y 5.3 x 10<sup>-5</sup> cm/s de permeabilidad mientras que para dosificación con mejores valores de sus propiedades fue 3% de cloruro de sodio con resultados promedios de 1.75 g/cm<sup>3</sup>, 30% y 3.7 x 10<sup>-5</sup> cm/s. Debido a lo expuesto, se pudo concluir que la máxima dosificación de cloruro de sodio que se debe emplear para estabilizar un suelo y mejorar sus propiedades es de 3% del aditivo químico.

### **1.3.Bases teóricas**

#### **1.3.1. Suelos**

La descripción de la palabra suelo ha evolucionado con el transcurrir del tiempo, desde interpretaciones simplistas como recubrimiento terroso que se ubica encima de un cuerpo rocoso, a ser considerado como un cuerpo natural con un contexto naturista, seguido de un cuerpo que evoluciona constantemente por agentes externos como lluvia, aire, entre otras afecciones; pero en los últimos años el suelo es considerado como una capa de diferentes espesores constituido de materiales terrosos no consolidados, que se encuentra en constante interacción dinámica con factores que modifican sus propiedades influenciados principalmente por el clima (Jaramillo, 2002).

También, el suelo es considerado un componente fundamental para la subsistencia de los seres vivos, cuya composición mineralógica proviene de la descomposición por factores climatológicos de la roca madre; y sus propiedades físicas, químicas y mecánicas se diferencian según la ubicación geográfica del suelo, dado que varían por la climatología y agentes que influyen en este (Schlegel, 1996).

Además, para la ingeniería son yacimientos de minerales o partículas orgánicas que conforman una capa terrestre; del mismo modo, para la ingeniería civil el suelo es el material más importante; definido como una capa de transformación que está en incesante modificación y sobre la cual se apoyan o cimientan las obras de construcción, por ello las propiedades de este deben ser óptimas y apropiadas, siendo la capacidad de resistencia una de las importantes para prevenir posibles pérdidas económicas y humanas (ConstruMinde Chile, 2018).

## Propiedades

Existen diversas propiedades del suelo, pero en base al Capítulo IV “Suelos” Sub Capítulo 4.3 “Descripción de suelos” del Manual de Carreteras en la sección Suelos y Pavimentos, publicado por el Ministerio de Transporte y Comunicación (MTC) en el año 2014; las principales propiedades del suelo son:

### a) Granulometría

La granulometría simboliza el tamaño de partícula que tiene un suelo, cuya finalidad es clasificar al suelo según sus componentes diferenciados por su tamaño, basándose en la siguiente tabla (MTC, 2014).

**Tabla 1**

*Clasificación granulométrica de los suelos*

<b>Tipos de Material</b>	<b>Tamaño de las Partículas (mm)</b>
Grava	75 – 4.75
	Arena Gruesa: 4.75 – 2.00
Arena	Arena Media: 2.00 – 0.425
	Arena Fina: 0.425 – 0.075
Limo	0.075 – 0.005
Arcilla	Menor a 0.005

*Nota:* Clasificación del suelo en función del tamaño de partícula según el manual brindado por MTC.

## b) Plasticidad

La plasticidad simboliza la estabilidad de un suelo, la cual depende directamente de las partículas menores o iguales 0.075 mm de diámetro, dado que el material fino tiene una gran capacidad para la absorción de líquidos; por ende esta propiedad se mide empleando los Límites Atterberg clasificando al suelo por el índice de plasticidad de este, dicha categorización se basa en la siguiente tabla (MTC, 2014).

**Tabla 2**

*Clasificación plástica de los suelos*

<b>Índice de Plasticidad</b>	<b>Plasticidad</b>	<b>Características</b>
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20	Media	Suelos arcillosos
IP > 7		
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos
IP = 0	No Plástico (NP)	Suelos extensos de arcilla

*Nota:* Clasificación del suelo en función del índice de plasticidad según el manual brindado por MTC.

## c) Humedad Natural

La humedad natural simboliza la cantidad de agua que contiene el suelo, la cual es influenciada por las partículas finas menores o iguales a 0.075 mm que contenga en su composición (MTC, 2014).

#### d) Clasificación de los suelos

La clasificación de suelos simboliza las características de un suelo, en base a la granulometría, plasticidad y humedad que presenta (MTC, 2014).

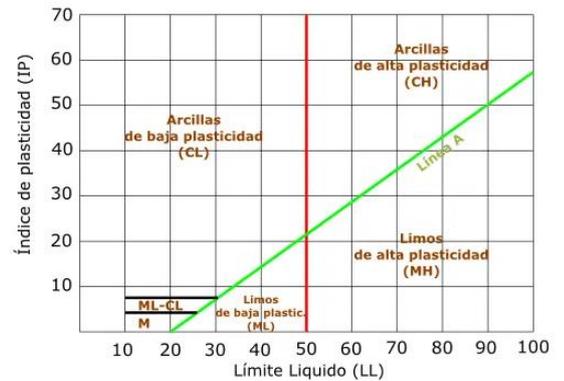
Además, el Manual de Carreteras en la Sección Suelos y Pavimento publicado por el Ministerios de Transporte y Comunicación, se menciona dos sistemas de clasificación, los cuales se representan en las siguientes tablas.

**Tabla 3**

*Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)*

Divisiones Principales	Símbolos del Grupo	Nombres Típicos	Identificación de Laboratorio
<b>SUELOS DE GRANO GRUESO</b> Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200	<b>Gravas limpias</b> (sin o con pocos finos)	<b>GW</b> Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 4$ $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ Determinar entre 1 y 3
	<b>Gravas con finos</b> (apreciable cantidad de finos)	<b>GP</b> Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.
	<b>Gravas limosas</b>	<b>GM</b> Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.	Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue:
	<b>Gravas arcillosas</b>	<b>GC</b> Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.	<5% ->GW, GP, SW,
<b>ARENAS</b> Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el	<b>Arenas limpias</b> (pocos o sin finos)	<b>SW</b> Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	$Cu = D_{60}/D_{10} > 6$ $Cc = (D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}$ entre 1 y 3
	<b>Arenas mal graduadas</b>	<b>SP</b> Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	12% -> casos límite que requieren usar doble símbolo. Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.

tamiz número 4 (4,76 mm)	<b>Arenas con finos</b> (apreciable cantidad de finos)	<b>SM</b>	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.	Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4.	Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble.
		<b>SC</b>	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.	Límites de Atterberg sobre la línea A con IP>7.	
<b>Limos y arcillas:</b> Límite líquido menor de 50		<b>ML</b>	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosa, o limos arcillosos con ligera plasticidad.		
<b>SUELOS DE GRANO FINO</b> Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200	<b>CL</b>		Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.		
<b>Limos y arcillas:</b> Límite líquido mayor de 50		<b>OL</b>	Limos y arcillas orgánicos limosas de baja plasticidad.		
	<b>MH</b>		Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.		
	<b>CH</b>	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.			
	<b>OH</b>	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.			



Suelos muy orgánicos **PT** Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.

*Nota:* Clasificaciones de los suelos en base al SUCS.

#### Tabla 4

*Clasificación por la Asociación Americana de Oficiales de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO)*

Clasificación	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)						Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)				
	A-1		A-3	A-2-4			A-4	A-5	A-6	A-7	A-7-5
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6				A-2-7	A-7-6
<b>Porcentaje que pasa:</b>											
N° 10 (2 mm)	50 máx.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N° 40 (0,425 mm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	-	-	-	-	-	-	-	-
N° 200 (0,075 mm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	-	35 máx.	-	-	36 min	-	-	-
<b>Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40</b>											
Límite líquido	-	-	-	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín. (2)
Índice de plasticidad	6 máx.	-	NP (1)	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
<b>Constituyentes principales</b>	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa			Suelos limosos		Suelos arcillosos		
<b>Características como sub grado</b>	Excelente a bueno						Pobre a malo				

*Nota:* Clasificación de los suelos en base al AASHTO.

#### e) California Bering Ratio (CBR)

El valor de la relación de soporte o llamado también CBR, simboliza la resistencia del suelo o la capacidad de soporte de este, cuya propiedad ayuda a

clasificar la subrasante en función del porcentaje de CBR, basándose en la siguiente tabla (MTC, 2014).

**Tabla 5**

*Clasificación de la sub rasante*

<b>Categoría de sub rasante</b>	<b>Porcentaje CBR</b>
S0: Subrasante inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante pobre	CBR ≥ 3% a CBR < 6%
S2: Subrasante regular	CBR ≥ 6% a CBR < 10%
S3: Subrasante buena	CBR ≥ 10% a CBR < 20%
S4: Subrasante muy buena	CBR ≥ 20% a CBR < 30%
S5: Subrasante excelente	CBR ≥ 30%

*Nota:* Categorización de sub rasantes según el manual brindado por MTC.

#### **f) Otras propiedades**

Existen otras propiedades que menciona el Manual de Carreteras en la Sección Suelos y Pavimentos, tales como:

- **Equivalente de área:** Cuya propiedad determinar la cantidad relativa de partículas finas, pero es menos exacto que los Límites de Atterberg.
- **Índice de grupo:** Es el índice normado de la clasificación AASHTO.
- **Modulo Resiliente:** Es utilizado para diseño de pavimentaciones.

#### **Propiedades Especificas**

Existen otras propiedades del suelo que pueden afectar al comportamiento de este, generando daños en una construcción o edificación, entre ellas tenemos:

### **a) Capacidad de absorción capilar**

La capilaridad de un suelo está relacionada con la tensión superficial de este, haciendo referencia a la succión de agua que realiza un suelo, y es diferente para cada tipo de material debido al tamaño de poros capilares que pueden llegar a tener; entonces, la ascensión capilar en los suelos, puede entenderse como un grupo de sección transversales de diferentes diámetros (García y Vásquez, 2023).

Este fenómeno ocurre por fuerzas de cohesión y adhesión presentes en este fenómeno; siendo la primera las fuerzas de atracción entre moléculas de una misma sustancia, mientras que la segunda es la atracción entre moléculas, pero de distintas sustancias.

#### **Contracción en suelo finos**

La capilaridad es una de las responsables del efecto de contracción en suelos finos dado que, el suelo al estar saturado producto de lluvias, humedad u otros, ejerce una fuerza de separación entre las partículas del suelo, luego este mismo al perder humedad producto del calor el agua se evapora y el suelo al retomar su estado normal de nivel freático; se genera una presión capilar que produce fuerzas compresivas al suelo; pasando de una presión hidrostática del suelo saturado a un esfuerzo de tensión superficial.

### **b) Permeabilidad**

La permeabilidad en suelos de forma generales es la capacidad de este para dejar pasar o fluir el agua a través de su estructura física pero sin alterarla; dicha característica particular del suelo se determina imponiendo un gradiente hidráulico en una parte del suelo y en una dirección determinada (Puga, 2012).

Además, existen diversos factores que influyen en la permeabilidad del suelo teniendo como ejemplo, la porosidad del suelo, temperatura, estructura, humedad y otros; cabe recalcar que la permeabilidad se cuantifica mediante su coeficiente el cual representa la velocidad de traslación del agua en una sección de terreno aplicando un gradiente hidráulico (Tolentino, 2018).

Entonces, el coeficiente de permeabilidad (K) al ser medible se puede clasificar en base al grado de permeabilidad desde impermeable a muy permeable, y se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 6**

*Grado de permeabilidad*

<b>Permeabilidad</b>	<b>K (cm/s)</b>
Alta	$> 10^{-1}$
Media	$10^{-1}$ a $10^{-3}$
Baja	$10^{-3}$ a $10^{-5}$
Muy baja	$10^{-5}$ a $10^{-7}$
Impermeable	$< 10^{-7}$

*Nota:* La medición del grado permeabilidad está basado en la tabla propuesta por Cisneros en el año 2010.

Por otro lado, existe una tabla que muestra la intensidad del coeficiente de permeabilidad diferenciado por el tipo de suelo y grado de drenaje, tal y como lo muestra la siguiente tabla (Angelone, Garibay y Casaux, 2006).

**Tabla 7**

*Coefficiente de permeabilidad*

K (cm/s)	10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>	10	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>
	Drenaje	Bueno				Malo				Práct. Impermeable		
Tipo de suelo	Grava gruesa cascajo		Arena mezclada con grava		Arena limpia		Suelos orgánicos e inorgánicos		Mezcla limo arena y arcilla		Suelo impermeable modificado por efecto de la vegetación y la intemperización	
					Arena muy fina				Suelo impermeable, como arcilla homogénea debajo de la zona de intemperización			

*Nota:* La tabla muestra el grado de impermeabilidad de un suelo y la calidad de drenaje que puede llegar a presentar.

**1.3.2. Estabilización**

El mejoramiento o estabilización de suelos, consiste en mejorar las características del suelo, con la finalidad de superar parámetros numéricos iniciales de este (Aldana, 2021). En los pavimentos, la estabilización de suelos permite transformar un suelo con malas propiedades, en uno con mejores condiciones técnicas, tales como la capacidad de soporte, erosión, durabilidad, permeabilidad, entre otros que ayuden a cumplir la funcionalidad de una vía; para ello es necesario realizar estudios previos para determinar el mejor estabilizante que se acomode al tipo de suelo (PRO ROAD).

Dicho procedimiento consiste en adicionar un agente estabilizador al suelo en proporciones determinadas con anterioridad, brindando mejoras a las propiedades físicas, químicas y mecánicas iniciales (TECPA, 2022). Entonces, estabilidad de un suelo consistete en mejorar las propiedades de un suelo por medio de cualquier sistema con el objetivo de erradicar los principales problemas que tiene una carretera son la baja capacidad de soporte, alta permeabilidad y la plasticidad del suelo, por lo que al aplicar los agentes estabilizantes como medida correctiva, se mejora la calidad y tiempo de vida útil de la vía (Montejo, Montejo y Montejo, 2018).

Pero de forma concisa, la Normativa CE 020 “Estabilización de Suelos y Taludes” define a la estabilización como un tratamiento físico o químico que tiene como finalidad mejorar las propiedades mecánicas de un suelo.

### **Tipos de estabilización**

Según el Capítulo 6 “Suelos” de la Normativa CE 020 “Estabilización de Suelos y Taludes”, existen 3 métodos de estabilización, siendo estos los siguientes:

#### **a) Método Químico**

Este método se usa cuando el suelo no cumpla con la resistencia o deformación mínima, otro caso es cuando no puede emplearse el suelo original y cuando este no puede ser sustituido. Entonces el estabilizador químico no debe ser dañino para ningún ser vivo, debe ser fabricado de enzimas o compuesto multi enzimáticos. Los aditivos estabilizadores: debe utilizarse en suelos finos (> 25%) o con materia orgánica; y los más comunes son la cal, cemento y asfalto (CE 020).

Además, los estabilizadores químicos más empleados tienen una efectividad diversa para cada tipo de suelo, lo cual se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 8**

*Efectividad de los estabilizadores químicos*

Tipos de suelos	Arcillas	Arcillas	Limos	Limos	Arenas	Arenas
	Finas	Gruesas	Finos	Gruesos	Finas	Gruesas
<b>Tamaño de partícula</b>	<0.0006	0.0006 a 0.002	0.002 a 0.01	0.01 a 0.006	0.006 a 0.4	0.4 a 2.0
<b>Estabilidad volumétrica</b>	Muy Pobre	Regular	Regular	Buenos	Muy bueno	Muy buenos
<b>Cal</b>	Si	Si	Si	---	---	---
<b>Cemento</b>	No	No	No	No	Si	Si
<b>Asfalto</b>	---	---	---	---	Si	Si

*Nota:* Efectividad de los estabilizadores químicos para cada tipo de suelo según la normativa vigente CE 020.

**b) Método Físico**

Este método emplea maquinaria y la estabilización más conocida es por compactación, la cual se aplica a todas donde la materia prima es suelo; mejorando la resistencia al corte, disminuyendo la compresibilidad y la relación de vacíos (CE 020).

**Tipos de estabilizadores**

Adicionalmente en el Sub capítulo 9.1 “Criterios geotécnicos para establecer la estabilización de suelos” dentro del Capítulo IX “Estabilización de Suelos” del Manual de Carreteras en la Sección Suelos y Pavimentos publicado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, brinda dos guías de recomendación para la

selección de estabilizadores en función del tipo de suelos, las cuales se muestran a continuación.

**Tabla 9**

*Estabilizadores según la clasificación SUCS*

ÁREA	CLASE DE SUELO	TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO	RESTRICCIÓN EN LL Y IP DEL SUELO	RESTRICCIÓN EN EL PORCENTAJE QUE PASA LA MALLA 200	OBSERVACIONES
1 A	SW o SP	(1) Asfalto	IP no excede de 25		
		(2) Cemento Pórtland			
		(3) Cal-Cemento-Cenizas volantes			
1 B	SW – SM o SP – SM o SW – SC o SP - PC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		
		(2) Cemento Pórtland	IP no excede de 30		
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 C	SM o SC o SM-SC	(1) Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	
		(2) Cemento Pórtland	(b)		
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 A	GW o GP	(1) Asfalto	(b)		Solamente material bien graduado El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4
		(2) Cemento Pórtland	IP no menor de 12		
		(3) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 B	GW-GM o GP-GM o GW – GC o GP-GC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien graduado El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4
		(2) Cemento Pórtland	IP no excede de 30		
		(3) Cal	IP no menor de 12		
		(4) Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 C	GM o GC o GM-GC	(1) Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien graduado El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4
		(2) Cemento Pórtland	(b)		

	(3)	Cal	IP no menor de 12	
	(4)	Cal-Cemento- Cenizas volantes	IP no excede de 25	
3	(1)	Cemento Pórtland	LL no menor de 40 IP no menor de 20	Solamente orgánicos y fuertemente ácidos contenidos en esta área no son susceptibles a la estabilización por métodos ordinarios
	(2)	Cal	IP no menor de 12	
IP= Índice Plástico			Sin restricción u observación	
(b) IP 20+(50 – porcentaje que pasa la Malla N° 200) /4			No es necesario Aditivo estabilizador	Fuente: US Army Corps of Engineers

*Nota:* Lista de estabilizadores para cada tipo de suelo según la clasificación SUCS

**Tabla 10**

*Estabilizadores según la clasificación AASHTO*

TIPO DE ESTABILIZADOR RECOMENDADO	NORMAS TÉCNICAS	SUELO	DOSIFICACIÓN	CURADO (APERTURA AL TRANSITO)	OBSERVACIONES
		A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7. LL < 40% IP ≤ 1 8% CMO < 1.0% SULFATOS < 0.2% ABRASIÓN < 50% DURABILIDAD SO4 Ca AF ≤ 10% AG ≤ 12% DURABILIDAD SO4 Mg AF ≤ 15% AG ≤ 18%	2-12%	7 días	Diseño de mezcla de acuerdo con recomendaciones de la PCA (Portland Cement Association)
Cemento	EG-CBT-2008 Sección 3068 ASTM C 150 AASHTO M 85				
		A-1, A-2, A-3 PASANTE MALLA N° 200 ≤ 10% IP ≤ 8% Equiv. Arena ≥ 40% CMO (2) < 1.0% SULFATOS (SO4) < 0.6% ABRASIÓN < 50% DURABILIDAD SO4 Ca AF ≤ 10% AG ≤ 12% DURABILIDAD SO4 Mg AF ≤ 15%	4-8%	Mínimo 24 horas	Cantidad de aplicación a ser definida de acuerdo con resultados del ensayo Marshall modificado o Illinois
Emulsión	ASTM D 2397 O AASHTO M 208				

AG ≤ 18%					
Cal	EG-CBT-2008	A-2-6, A-2-7, A-6 Y A-7			Para IP>50%, se puede aplicar cal en dos etapas
	Sección 3078	10% ≤ IP ≤ 50%			
Cal	AASHTO M 216	CMO < 3.0%	2-8%	Mínimo 72 horas	Diseño de mezcla de acuerdo con la Norma ASTM D 6276
	ASTM C 977	SULFATOS < 0.2%			
		ABRASIÓN < 50%			
Cloruro de Calcio	ASTM D 98	A-1, A-2, Y A-3			24 horas
	ASTM D 345	IP ≤ 15%	1 a 3% en peso del suelo seco		
	ASTM E 449	CMO < 3.0%			
	MTC E 1109	SULFATOS < 0.2%			
Cloruro de Sodio	EG-CBT-2008	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7			La cantidad de sal depende de los resultados (dosificación) y tramo de prueba
	Sección 309 B	8 ≤ IP ≤ 15%	50-80 Kg/m <sup>3</sup>	07 días	
	ASTM E 534	CMO < 3.0%			
	MTC E 1109	ABRASIÓN < 50%			
Cloruro de Magnesio	MTC E 1109	A-1, A-2 Y A-3			La cantidad de sal depende de los resultados de laboratorio (dosificación) y tramo de prueba
		IP ≤ 15%	50-80 Kg/m <sup>3</sup>	48 horas	
		CMO < 3.0%			
Enzimas	EG-CBT-2008	A-2-4, A-2-5, A-2-6, A-2-7			De acuerdo con Especificaciones Del fabricante
	Sección 308 B	6% ≤ IP ≤ 15%	1L/30-33 m <sup>3</sup>		
	MTC E 1109	4.5 ≤ pH ≤ 8.5			
		CMO No debe contener			
		ABRASIÓN < 50%			
Aceites Sulfonados		Aplicable en suelos con partículas finas limosas o arcillosas, con LL bajo, arcillas y limos muy plásticos			De acuerdo con Especificaciones Del fabricante
		CMO < 1.0%			
		Abrasión < 50%			

*Nota:* Lista de estabilizadores para cada tipo de suelo según la clasificación AASHTO.

## **Estabilizadores no Tradicionales**

Este tipo de estabilización son llamadas no tradicionales, debido a que no se emplea agentes estabilizadores conocidos o de los cuales no se cuenta con abundante información, dado que en su mayoría son subproductos o residuos; pero estos compuestos han sido empleados desde la antigüedad teniendo entre ellos a las cenizas de diversos productos. En el Perú, también se han empleado estos estabilizadores siendo los más representativos las cenizas de ladrilleras, cenizas volantes, también desechos industriales como escoria de acero, del mismo modo subproductos industriales como cementos activados y lodos aceitosos; actualmente que se están empleando bio estabilizadores que impactan positivamente en la contaminación y agentes como nano sílice o bio enzimas (Noriega, Vives y Muñoz, 2022)

### **1.3.3. Grasas**

Existen diferentes tipos de grasas, así como diversos derivados de las mismas, teniendo su origen en animales, vegetales y en algunos casos mezclas de ambas; pero las tipologías más comunes provienen de los animales de origen marino, aves, extraídas de los cerdos y de vacunos, los cuales tienen grasas poliinsaturadas, insaturadas, moderadamente insaturadas y saturadas, respectivamente (Ionita,2022).

#### **Grasas de origen animal**

Las grasas animales tienen su origen en los tejidos o estructura celular del propio animal, representando la membrana de grasa de este; y para extraer dicho material es necesario emplear temperatura para romper las paredes de las células, logrando atenuar la densidad y viscosidad para que se filtre y se separe de los tejidos grasos. A pesar de que existen diversas maneras de obtener las grasas animales, la más

recomendable es con el uso de calor promedio de 45 °C, dado que por este procesamiento se obtiene baja acidez y mayor calidad (Enrique, 2018).

### **Grasas porcinas**

Tal como su nombre lo indica la grasa porcina proviene de los cerdos, cuya taxonomía es la siguiente:

Reino: Animalia	Género: Sus
Filo: Cordados	Especie: S. scrofa
Clase: Mamíferos	Subespecie: S. s. doméstica
Orden: Artiodactyla	Nombre trinomio: Sus scrofa domestica
Familia: Suidae	

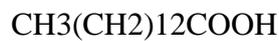
Las carnes de origen porcino son consideradas carnes con alto contenido de grasas, cuyo compuesto está formado esencialmente por ácidos teniendo entre ellos al oleico, linoleico, esteárico y palmítico (INTERPORC, 2022). Además, la grasa que contiene la carne de cerdo es del tipo subcutánea es decir que puede eliminarse fácilmente por intervención manual; y como el cerdo es un animal monogástrico, la cantidad de grasa que contenga dependerá directamente de la alimentación de este (INTERPORC, 2022). La extracción de la grasa de cerdo puede obtenerse de cualquier parte de este animal que contenga tejido graso como el lomo del porcino, la parte que rodea a los órganos digestivos o la piel del animal (Sola, 2020).

Por otro lado, la cantidad de grasa que puede llegar a tener un cerdo dependerá de la raza, alimentación, y otros factores que influyen en su crianza, entonces un porcino criado en condiciones controladas tiene un 70% de carne, por ende, el 30% constituye grasas, huesos y órganos. Pero, los chanchos criados en la naturaleza sin un

control zootécnico pueden llegar a tener entre 60 a 70% de carne, y de lo sobrante la grasa representa el 20% a 30% del peso del cerdo (Marine, 2016).

### **A) Composición química**

La grasa de cerdo contiene en su gran mayoría aceites y grasas, que incluyen ácidos grasos como mirístico, oleico, linoleico, esteárico, palmitoleico y palmítico, conteniendo entre 14 a 18 carbonos en su cadena cuyo grupo funcional representativo es el ácido carboxílico; por lo que se podría mencionar que la fórmula química de la grasa de cerdo es la siguiente (Sanz).



### **B) Minerales, vitaminas y nutrientes**

La grasa de cerdo contiene minerales como cloro (4 mg), calcio (1 mg), fósforo (3 mg), yodo (9.70 mg), magnesio (1 mg), potasio (1 mg), sodio (1 mg); también contiene vitaminas como la vitamina E (13%) y K (9%), además, brinda 891 kcal, dichos valores por cada 100 gramos. Por otro lado, contiene colesterol (93 mg) y por cada 100 gramos 99 gramos son grasas como grasas saturadas o llamadas también grasas malas para el cuerpo humano (40.60 g), grasas monoinsaturadas o llamada grasas buenas (42.99 g) y grasas poliinsaturadas (9.79 g) (Juárez, 2008).

### **Contaminación del ambiente**

Uno de los principales problemas de la contaminación es generado por empresas, plantas industriales, sector construcción y otros, pero los desechos industriales y domésticos como aceites y grasas ocasionan la formación de metales pesados y compuestos de origen orgánico e inorgánico, los cuales afectan negativamente a un ecosistema dado que estos residuos son arrojados al sistema de alcantarillado en las ciudades o a los ríos, lagos o suelo en zonas rurales; llegando a

contaminar el suelo no solo químicamente sino también biológicamente (Escobar, 2002). Cabe recalcar que los contaminantes más perjudiciales para el ambiente son los aceites o grasas provenientes de industrias y desechos domésticos, porque vulnera el equilibrio que existe en un ecosistema; dado que estos residuos provienen de productos químicos que son tóxicos para el ambiente y la salud humana (Shigenaka, 2011).

Uno de los ejemplos más notorio es el empleo de aceites, porque 1 litro de aceite puede contaminar 40 000 litros de agua lo que representaría el consumo personal en una vivienda (Observatorio Ambiental de Bogotá). Debido a ello México ha implementado la Norma Ambiental NADF-012-AMBT-2015, con la finalidad de minorizar el impacto que puede llegar a tener la contaminación con grasas y aceites de origen animal o vegetal (SEDEMA, 2015).

### **Gestión de residuos**

La gestión de residuos es un tema relevante en los últimos años, debido al aumento excesivo de contaminación, y para ellos se debe tener en claro la diferencia entre desecho y residuo; el primer de estos son subproductos residuales de acciones domésticas, sociales, industriales o de procesos naturales, mientras que el segundo tiene origen orgánico e inorgánico, pero son considerados desperdicios porque no tienen un valor o ya no se pueden reutilizar (Acuña y Valera, 2008).

Entonces, debido a la gran cantidad de desechos existen programas de gestión de tratamientos de desechos, con la finalidad de reciclar, reutilizar y dar un valor agregado a estos; del mismo modo se trata de concientizar e impartir paulatinamente una cultura de reciclaje a las personas para en un futuro minorizar el impacto negativo en el ambiente (Sáez y Joheni, 2014).

#### 1.3.4. Carreteras no pavimentadas

Las carreteras no pavimentadas, son aquellas cuya capa de rodadura está formada por materiales granulares propios del suelo o extraídos de cantera para la formación de dicha capa (Gutiérrez, 2017).

Y según el Manual de carreteras en la sección suelos y pavimentación publicado por el Ministerio de Transportes y Comunicación en el año 2014, existen tipos de caminos no pavimentados, siendo estos los siguientes:

- a) **Caminos de tierra:** Estos están constituidos por el suelo natural que presenta y si este no cumple con las características mínimas se puede mejorar con grava tamizada.
- b) **Caminos de grava:** Estos están constituidos por una capa de material natural seleccionado con un tamaño de partícula menor a 75 milímetros.
- c) **Caminos de afirmados:** Estos están constituidos por una capa de material cuya composición física involucra arenas y material fino, con una dosificación determinada.
- d) **Caminos de afirmados por una capa estabilizada:** Estos están constituidos por una capa de material estabilizado, que pueden ser el propio suelo con adiciones de estabilizadores químicos o afirmados con gravas tratadas.

Por otro lado, el Manual de Carreteras – Diseño Geométrico, clasifica a las carreteras de dos maneras:

##### A) Clasificación según su demanda

En base a esta clasificación, las carreteras en el Perú se pueden dividir en las siguientes:

- a) **Autopistas de primera clase:** Este tipo de vías deben tener un IMDA mayor a 6000 vehículos por día con una calzada central mínima de 6 metros; superficie de rodadura debe ser pavimentada.
- b) **Autopistas de segunda clase:** Este tipo de vías deben tener un IMDA entre 4001 y 6000 vehículos por día con una calzada central que puede variar entre 1 y 6 metros; la superficie de rodadura debe ser pavimentada.
- c) **Carreteras de primera clase:** Este tipo de carretera debe tener un IMDA entre 2001 y 4000 vehículos por día con una calzada de dos carriles de mínimo 3.60 metros; la superficie de rodadura debe ser pavimentada.
- d) **Carreteras de segunda clase:** Este tipo de carretera deben tener un IMDA entre 400 y 2000 vehículos por día con una calzada de dos carriles de mínimo 3.30 metros; la superficie de rodadura debe ser pavimentada.
- e) **Carreteras de tercera clase:** Este tipo de carretera deben tener un IMDA menor a 400 vehículos por día con una calzada de dos carriles de mínimo 3.00 metros; la superficie de rodadura puede ser un material estabilizado con compuestos químicos y otros componentes, o puede ser afirmado como capa de rodadura, y es una solución básica y económica.
- f) **Trochas carrozables:** Este tipo de carretera deben tener un IMDA menor a 200 vehículos por día y sus características geométricas alcanzan para ser considerada carretera; debe tener una calzada mínimo 4.00 metros y la capa de rodadura puede ser suelo natural o afirmada.

## **B) Clasificación según su orografía**

En base a esta clasificación, las carreteras en el Perú se pueden dividir en las siguientes:

- a) **Terreno plano Tipo 1:** Estas tienen pendiente transversal menores o igual al 10% y pendiente longitudinal menor al 3%.
- b) **Terreno ondulado Tipo 2:** Estas tienen pendiente transversal entre 11% y 50% y pendiente longitudinal entre 3% y 6%.
- c) **Terreno accidental Tipo 3:** Estas tienen pendiente transversal entre 51% y 100% y pendiente longitudinal superior al 8%.
- d) **Terreno escarpado Tipo 4:** Estas tienen pendiente transversal superior al 100% y pendiente longitudinal superior al 8%.

## 1.4. Formulación del problema

### 1.4.1. Problema general

¿Cuál es la influencia del biorresiduo grasa de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023?

#### Figura 1

*Problemática en estudio.*



*Nota:* La figura muestra una esquematización del problema en estudio.

### 1.4.2. Problemas específicos

¿Cómo se clasifica el suelo de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023?

¿Cuáles son las características principales del biorresiduo grasa de porcino

¿Cuál es la influencia del biorresiduo grasa de porcino, sobre las propiedades físicas en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023?

¿Cuál es la influencia del biorresiduo grasa de porcino, sobre las propiedades mecánicas en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023?

¿Cuál es la comparación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural con la proporción óptima de biorresiduo grasa de porcino para la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca – Hualgayoc?

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar la influencia del biorresiduo grasa de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.

### **1.5.2. Objetivos específicos**

Clasificar el suelo de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.

Determinar las características principales del biorresiduo grasa de porcino.

Evaluar la influencia del biorresiduo grasa de porcino, sobre las propiedades físicas en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.

Analizar la influencia del biorresiduo grasa de porcino, sobre las propiedades mecánicas en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.

Individualizar y comparar las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural con la proporción óptima de biorresiduo grasa de porcino para la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca – Hualgayoc.

## **1.6. Justificación**

### **1.6.1. Justificación técnica**

Es bien sabido que, las normativas vigentes recomiendan el uso de estabilizadores como la cal, cemento, asfalto, y otros, todos de origen químico o inorgánico; pero estos tienden a afectar las propiedades productivas del suelo cuando la vía está ubicada en zonas agrícolas; y al existir una diversidad de suelos en el país que son influenciados por sus propios microclimas, el uso de estabilizantes no puede ser determinado por recomendaciones de normativas que no ha analizado la realidad de la zona donde se aplicara; es por ellos que se debería de realizar estudios específicos de un suelos para cada lugar de trabajo bajo las condiciones reales de cada zona; y el caso de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa en el distrito de Bambamarca, al contar con menos de 2000 habitantes son categorizadas como centros poblados o caseríos; sumado a que la carretera del desvío entre Huangamarca – Liriopampa no cuenta con mantenimiento rutinario; se puede suponer que, las autoridades competentes no consideran necesario mejorar la calidad de la vía, debido al bajo índice medio diario anual (IMDA) que presenta la carretera o al limitado presupuesto del estado para el mejoramiento o construcción de vías, conjuntamente con la incomodidad de los pobladores; se ha visto la necesidad de

realizar una investigación que ayude a mejorar la calidad de la vía que se encuentra a nivel de subrasante.

### **1.6.2. Justificación social**

La presente investigación sirve para mejorar las propiedades de la vía en estudio, llegando a mejorar la condición inicial de la carretera y la transitabilidad de los pobladores de los centros poblados de Huangamarca, Liriopampa y anexos; pudiendo mejorar la calidad de vida de los pobladores y la disminución del tiempo para trasladarse de un lugar a otro.

### **1.6.3. Justificación económica**

Los pobladores de Huangamarca, Liriopampa y anexos reaccionan positivamente ante una posible aplicación de la presente investigación, dado que al mejorar la calidad de la vida se disminuirá el tiempo de traslado de un lugar a otro y permitiría el ingreso de vehículos pesados que ayuden al transporte de productos ganaderos y agrícolas, mejorando la economía de los centros poblados y distrito en general. Del mismo modo, el uso de residuos como la grasa de porcino, la cual es considerada como desecho orgánico se estaría brindando un segundo uso y valor agregado, pudiendo llegar a comercializar la grasa de cerdo y no solo su carne. Cabe mencionar que, la vía en estudio al ser una trocha sumado el paso de vehículos pesados que no deberían trasladarse por dicha carretera dado que no está diseñada para ello; el mantenimiento genera costos adicionales a la entidad pública teniendo que designar parte del presupuesto anual a reparación, mantenimiento o mejoramiento de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa; por ello se presentó como solución la estabilización de la vía a nivel de subrasante con un componente de base orgánica que no tiene un costo para su adquisición.

#### **1.6.4. Justificación practica**

La presente investigación tiene como objetivo primordial mejorar las propiedades físicas y mecánicas de la Vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca – Hualgayoc de la provincia de Hualgayoc; con la finalidad de desarrollar y enriquecer la capacidad de transitabilidad que tiene la vía en estudio, dado que, el estado actual de la carretera dificulta el traslado de los pobladores y vehículos; mejorando las características de la carretera se generaría un impacto efectivo en las persona que residen en ambas localidades, porque simplifica el traslado de un lugar a otro. Además, como el traslado de una localidad a otra es largo y recurrente, los pobladores tienden a trasladarse en vehículos, lo que genera una gran emisión de polvo en todo el recorrido, esto incomoda a los habitantes por la precariedad de carretera y presencia de partículas finas en el ambiente; en consecuencia, la presente investigación también busca mejorar la calidad de vida de los habitantes de ambas localidades.

Debido a la realidad antes mencionada, la solución más práctica y rentable es la estatización del suelo con la aplicación de productos que mejoran las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural, como la capacidad de soporte, permeabilidad y la alta plasticidad debido a las constantes lluvias en dichas zonas; por ello, en la presente investigación se brindó como solución estabilizar el suelo con grasa de porcino liquida, dado que, al ser un componente orgánico no afecta a la calidad productiva del suelo, mejorando las propiedades de este. Recíprocamente, con el uso del biorresiduo se disminuye la contaminación ambiental en los ríos, lagos y otros cuerpos de agua, porque el desecho inconsciente de fluidos aceitosos puede llegar a contaminar 40 000 litros de agua según el observatorio Ambiental de Bogotá; de igual importancia, al emplear el biorresiduo para este caso la grasa liquida de porcino, se estaría dando un valor agregado

y una utilidad a este subproducto; y al no arrojarlo de manera desprevénida al suelo o riachuelos, se estaría aminorando la contaminación dentro de un ecosistema.

Por otra parte, esta investigación permite diversificar el uso de compuestos de origen natural para la estabilización de suelos, mejorando la condición inicial y la calidad física y mecánica de este; brindando una metodología que pueda ser replicada por otros investigadores como un método estable. Además, otorga conocimiento sobre la económica circular, porque se aprovecha y brinda otro uso a un desecho que no tenía ninguna aplicación reduciendo el impacto ambiental sobre una sociedad.

### **1.6.5. Justificación metodológica**

La presente investigación, tiene como finalidad generar la curiosidad de las personas sobre el uso de estabilizadores alternativos o de origen orgánico, que no deterioren el suelo con el transcurrir de los años, utilizándolos como fuente de adición o sustitución en la estabilización de suelos; del mismo modo, incita a los investigadores a usar compuestos no tradicionales para mejorar las propiedades de los suelos; todo ello genera una contribución valiosa a la ingeniería. Por último, esta investigación fue desarrollada con la finalidad de brindar un aporte a la colectividad de investigadores, educadores y alumnos; sobre el uso de biorresiduo para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos

## **1.7. Hipótesis**

### **1.7.1. Hipótesis general**

A medida que aumenta la dosificación del biorresiduo, mejora las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante en la Vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca – Hualgayoc.

### **1.7.2. Hipótesis específicas**

El tipo de suelo influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.

Las características principales del biorresiduo grasa de porcino influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.

A medida que aumenta la dosificación del biorresiduo, mejora las propiedades físicas de la subrasante en la Vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca – Hualgayoc.

A medida que aumenta la dosificación del biorresiduo, mejora las propiedades mecánicas de la subrasante en la Vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca – Hualgayoc.

La proporción óptima de biorresiduo grasa de porcino influye significativamente en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca – Hualgayoc.

## **2. CAPITULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo, enfoque y diseño de investigación**

#### **2.1.1. Tipo de investigación**

##### **Tipo de investigación por el propósito**

Esta investigación es del tipo aplicada, por el hecho de proponer incógnitas precisas que requieren respuestas inminentes, porque todo problema tiene una reacción que puede desencadenar en hechos novedosos; y para ello, es necesario emplear teorías generales llevándolas a la práctica. Debido a lo mencionado, la presente investigación se inició con la recopilación de información relacionada con la estabilización de suelos; coincidiendo con lo mencionado anteriormente (Baena, 2017).

##### **Tipo de investigación por el diseño**

Esta investigación es del tipo experimental, debido a que formula involucrar a un fenómeno a condiciones preestablecidas con la finalidad de visualizar la reacción o efecto que tienen sobre este; manipulando las variables en un ambiente controlado donde no afecten factores extraños a la investigación. Y como en esta investigación se manipula las dosificaciones de biorresiduo para combinarlo con el suelo y evaluar sus propiedades en el laboratorio; se estaría cumpliendo con lo citado anteriormente (Gallardo, 2017).

##### **Tipo de investigación por el nivel de conocimiento**

Esta investigación es del tipo explicativa, porque va más allá de la definición de conceptos, sino que está encaminada a resolver incógnitas brindando respuestas sobre las causas de los fenómenos físicos o sociales que ocurren por influencia de las variables de estudio. En vista de ello, la presente investigación explica la interacción del suelo con el biorresiduo como agente estabilizador, evaluando sus propiedades con

ensayos físicos y mecánicos como los límites de consistencia, CBR y la capacidad de absorción capilar; con ello se estaría cumpliendo con lo expuesto anteriormente (Hernández, Fernández y Baptista, 2004).

### **2.1.2. Enfoque de la investigación**

Esta investigación tiene un enfoque cuantitativo, ya que parte de conceptos teóricos avalados por la comunidad científica y tiene sus cimientos en la medición de características tratando de normalizar los resultados, los cuales fueron obtenidos del seguimiento de un protocolo o procedimiento específico, reportando resultados ante una incógnita determinada. Y como la presente investigación midió las propiedades físicas y mecánicas del suelo y suelo estabilizado con biorresiduo, donde se reportó valores numéricos producto de la ejecución de ensayos; se estaría cumpliendo con lo mencionado líneas arriba (Bernal, 2010).

### **2.1.3. Diseño de investigación**

Esta investigación tiene un diseño experimental, en cuya tipología predomina la relación causa – efecto, donde la concepción fundamental es la manipulación de variables en un ambiente controlado sobre un objetivo o acción para posteriormente observar los posibles resultados ante una incógnita planteada. Es por ello que, esta investigación planteo emplear diferentes dosificaciones de biorresiduo como estabilizador del suelo, con el objetivo de determinar la influencia de este compuesto en las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural y suelo estabilizado (Fernández y Baptista 2014).

En vista de todo lo expuesto anteriormente se plantearon las variables independientes y dependientes de esta investigación, las cuales se plasman en las siguientes tablas.

**Tabla 11**

*Variable independiente y niveles de estudio*

<b>Variables Independientes</b>	<b>Niveles de Estudio</b>
A: Dosificación de biorresiduo	0%, 4%, 8% y 12%

*Nota:* Variable independiente y los niveles de estudios para la presente investigación.

**Tabla 12**

*Variables dependientes*

<b>Variables Dependientes</b>
X: Propiedades Físicas
Y: Propiedades Mecánicas

*Nota:* Variables dependientes de la presente investigación

## **2.2.Población y muestra**

### **2.2.1. Universo objetivo**

Todos los suelos en el Departamento “Cajamarca”

### **2.2.2. Universo muestral**

Todos los suelos en la Provincia de Hualgayoc.

### **2.2.3. Población**

Suelo en la Vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca  
– Hualgayoc.

#### 2.2.4. Muestra

En la presente investigación, se utilizó un muestreo no probabilístico, dado que la muestra de suelo fue extraída de los puntos de exploración de la Vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca en Hualgayoc, y la cantidad de calicatas fue definida en base a que la carretera es de bajo volumen de tránsito y según el Cuadro 4.1 “Numero de calicatas para exploración de suelos” del Manual de Carreteras en la sección Suelos y Pavimentos, por lo que se realizó 9 puntos de exploración dado que el tramo evaluado fue de 9 km. Además, la Norma Técnica Peruana (NTP 339.175) menciona que la cantidad mínima de repeticiones para garantizar la confiabilidad de los ensayos físicos y mecanismos debe ser de 3 veces. Entonces, tomando en consideración la cantidad de material empleado para cada ensayo evaluado, se necesitó aproximadamente 100 kilogramos de suelo por cada punto de exploración; y en la siguiente tabla se muestran las coordenadas de cada uno de estos.

**Tabla 13**

*Coordenadas de los puntos de exploración*

<b>Punto de exploración</b>	<b>Coordenada</b>
C – 01	785825.08 m E - 9261070.14 m S
C – 02	785102.08 m E - 9261574.12 m S
C – 03	784678.66 m E - 9261165.16 m S
C – 04	783956.48 m E - 9261277.42 m S
C – 05	784033.07 m E - 9261818.83 m S
C – 06	783492.28 m E - 9262494.43 m S

C – 07	782950.39 m E - 9263151.41 m S
C – 08	782280.82 m E - 9262996.01 m S
C – 09	782126.06 m E - 9263660.69 m S

*Nota:* La tabla muestra las coordenadas ubicadas en la zona 17 M.

### 2.3.Operacionalización de variables

**Tabla 14**

*Operacionalización de variables*

Tipos de variable	Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escale de Medición
Independiente	Caracterización del biorresiduo	Peculiaridades principales de un componente o material.	Características físicas de un residuo o subproducto.	Inspección sensorial	Visión, olfato, gusto y tacto	Intervalo
	Dosificación de biorresiduo	Dosificación, proporción o distribución de un material en medidas exactas de una sustancia o mezcla.	Cantidad porcentual de biorresiduo.	Dosificación (% , 8% y 12%)	Proporción en gramos	Intervalo
Dependiente			Propiedades que determinan el comportamiento de un material o compuesto que son influenciadas por condiciones naturales o controladas, teniendo como propiedades físicas a la plasticidad, granulometría y otros; y propiedades mecánicas como la resistencia, CBR, entre otras.	Límites de Atterberg	Índice de plasticidad	Intervalo
	Propiedades Físicas	Características que influyen en el comportamiento de un material afectado por agentes externos como el clima, y que caracterizan a un material o compuesto como apropiado o inapropiado para una acción o efecto.		Capacidad de Absorción Capilar	Absorción	Intervalo
	Propiedades Mecánicas			Permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad	Intervalo
				Capacidad de soporte (CBR)	Resultados del CBR.	Intervalo

*Nota:* Operacionalización de las variables de la presente investigación.

**Tabla 15**

*Matriz de Consistencia*

<b>Influencia del biorresiduo grasa de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.</b>						
<b>Título</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Metodología</b>	<b>Población</b>	
<b>General</b> ¿Cuál es la influencia del biorresiduo grasa de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023?	<b>General</b>			<b>Tipo de investigación:</b> Aplicada <b>Diseño:</b> Experimental <b>Enfoque:</b> Cuantitativo	<b>Población</b> Conformada por el suelo en la Vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca	
	Determinar la influencia del biorresiduo grasa de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.	A medida que aumenta la dosificación del biorresiduo, mejora las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante en la Vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc.				
<b>Específico 1</b> ¿Cómo se clasifica el suelo de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023?	<b>Específico 1</b>		<b>Variable Independiente</b> Dosificación de biorresiduo	<b>a) Técnicas de recolección de datos</b> Observación Análisis de contenido	<b>Muestra</b> Conformada por las muestras de suelo extraídas de los puntos de exploración en Vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca	
	Clasificar el suelo de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.	El tipo de suelo influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.				
<b>Específico 2</b> ¿Cuáles son las características principales del biorresiduo grasa de porcino?	<b>Específico 2</b>		<b>Variable Dependiente</b> Propiedades Físicas Propiedades Mecánicas	<b>b) Técnicas de laboratorio</b> Observación Protocolo de ensayo de laboratorio.	<b>Muestreo</b> Muestreo no probabilístico e intencional, dado que la muestra es representativa.	
	Determinar las características principales del biorresiduo grasa de porcino.	Las características principales del biorresiduo grasa de porcino influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas				
				<b>B) Instrumentos de recolección de datos</b> <b>a) Instrumentos de investigación documental y bibliográfica</b> Fichas de registro Fichas bibliográficas Internet.	<b>Unidad de análisis</b> Muestras de suelo.	
			<b>b) Instrumentos de recolección de datos de trabajo campo</b> Libreta de campo Fichas del laboratorio Fichas del Manual de Ensayo de Materiales.			
			<b>c) Instrumentos de recolección de datos de laboratorio</b> Protocolo de laboratorio para el reporte de datos, producto de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterización del suelo.</li> </ul>			

del suelo de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.

- Ensayo de propiedades físicas.
- Ensayo de propiedades mecánicas.

**Específico 3**

Evaluar la influencia del biorresiduo grasa de porcino, sobre las propiedades físicas en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.

**Específico 3**

¿Cuál es la influencia del biorresiduo grasa de porcino, sobre las propiedades físicas en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023?

**Específico 3**

A medida que aumenta la dosificación del biorresiduo, mejora las propiedades físicas de la subrasante en la Vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc.

**Específico 4**

Analizar la influencia del biorresiduo grasa de porcino, sobre las propiedades mecánicas en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.

**Específico 4**

¿Cuál es la influencia del biorresiduo grasa de porcino, sobre las propiedades mecánicas en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023?

**Específico 4**

A medida que aumenta la dosificación del biorresiduo, mejora las propiedades mecánicas de la subrasante en la Vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc.

Hualgayoc,  
2023.

**Específico 5**

Individualizar  
y comparar las  
propiedades

**Específico 5**  
¿Cuál es la  
comparación de las  
propiedades físicas  
y mecánicas del  
suelo natural con la  
proporción óptima  
de biorresiduo grasa  
de porcino para la  
estabilización de la  
subrasante de la vía  
desvío  
Huangamarca –  
Liriopampa del  
distrito de  
Bambamarca –  
Hualgayoc?

físicas y **Específico 5**  
mecánicas del La proporción  
suelo natural óptima de  
con la biorresiduo grasa  
proporción de porcino influye  
óptima de significativamente  
biorresiduo en la estabilización  
grasa de de la subrasante de  
porcino para la la vía desvío  
estabilización Huangamarca –  
de la Liriopampa del  
subrasante de distrito de  
la vía desvío Bambamarca –  
Huangamarca Hualgayoc.  
– Liriopampa  
del distrito de  
Bambamarca –  
Hualgayoc.

*Nota:* Matriz de consistencia de la presente investigación.

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

### 2.4.1. Técnicas de recolección de datos

La técnica de recolección de datos empleada en esta investigación fue la observación, porque es una técnica precisa e implacable, que ayuda a conocer directamente la finalidad de la investigación para posteriormente explicar y evaluar los resultados de una determinada situación (Bernal, 2010).

### 2.4.2. Instrumentos de recolección

Existen diversos instrumentos para la recolección de datos que dependen del tipo de investigación y la finalidad de estas (Bernal, 2010). Y en esta investigación se empleó como instrumentos de recolección de datos a las fichas técnicas del laboratorio

donde se realizaron los ensayos físicos y químicos al suelo y suelo estabilizado, también se emplearon las fichas de observación y procedimientos experimentales brindados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el Manual de Ensayo de Materiales publicado en el año 2016.

Dentro de los cuales, las fichas de observación empleadas para la presente investigación fueron validadas mediante un juicio de expertos (Ver Anexo N° 3) y las matrices empleadas en esta investigación fueron las siguientes.

**Tabla 16**

*Listado de fichas de observación*

<b>Fichas de observación</b>	<b>Código de documento</b>
Registro de perfil del suelo.	SD – UPN: 01
Análisis Granulométrico de suelos por tamizado.	AG – UPN: 01
Determinación del contenido de humedad de un suelo.	CH – UPN:01
Determinación del límite líquido de los suelos	
Determinación del límite plástico de los suelos e índice de plasticidad.	LP – UPN:01
Análisis granulométrico por medio del hidrómetro.	HID – UPN:01
Clasificación SUCS y clasificación AASHTO.	SA – UPN:01
Método de ensayo estándar para la gravedad específica de sólidos de suelo mediante picnómetro de agua.	GE – UPN:01
Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía modificada.	PM – UPN:01
CBR de suelos (Laboratorio).	CBR – UPN:01
Capacidad de absorción capilar.	AC – UPN:01
Coefficiente de permeabilidad - carga variable.	PER – UPN:01

*Nota:* Fichas de observación empleadas para los ensayos de caracterización y evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural y estabilizado.

### **2.4.3. Análisis de datos**

Para el análisis de datos se empleó las normativas establecidas en el Manual de Ensayo de Materiales brindado por MTC.

También se utilizó el Software “Microsoft Excel”, porque es útil y de fácil manipulación; realiza cálculos numéricos que se pueden expresar de manera cuantitativa o cualitativa mediante el uso de gráficos como histogramas, dispersiones, entre otros (Excel total).

Además, se utilizó el Software “SPSS” porque es un programa donde de manera rápida y eficiente se determina la tendencia o la relación entre variables de estudio (Souto). Y en esta investigación fue usado para la comprobación de la hipótesis mediante la normalidad y homogeneidad, las cuales definieron el método estadístico a emplear.

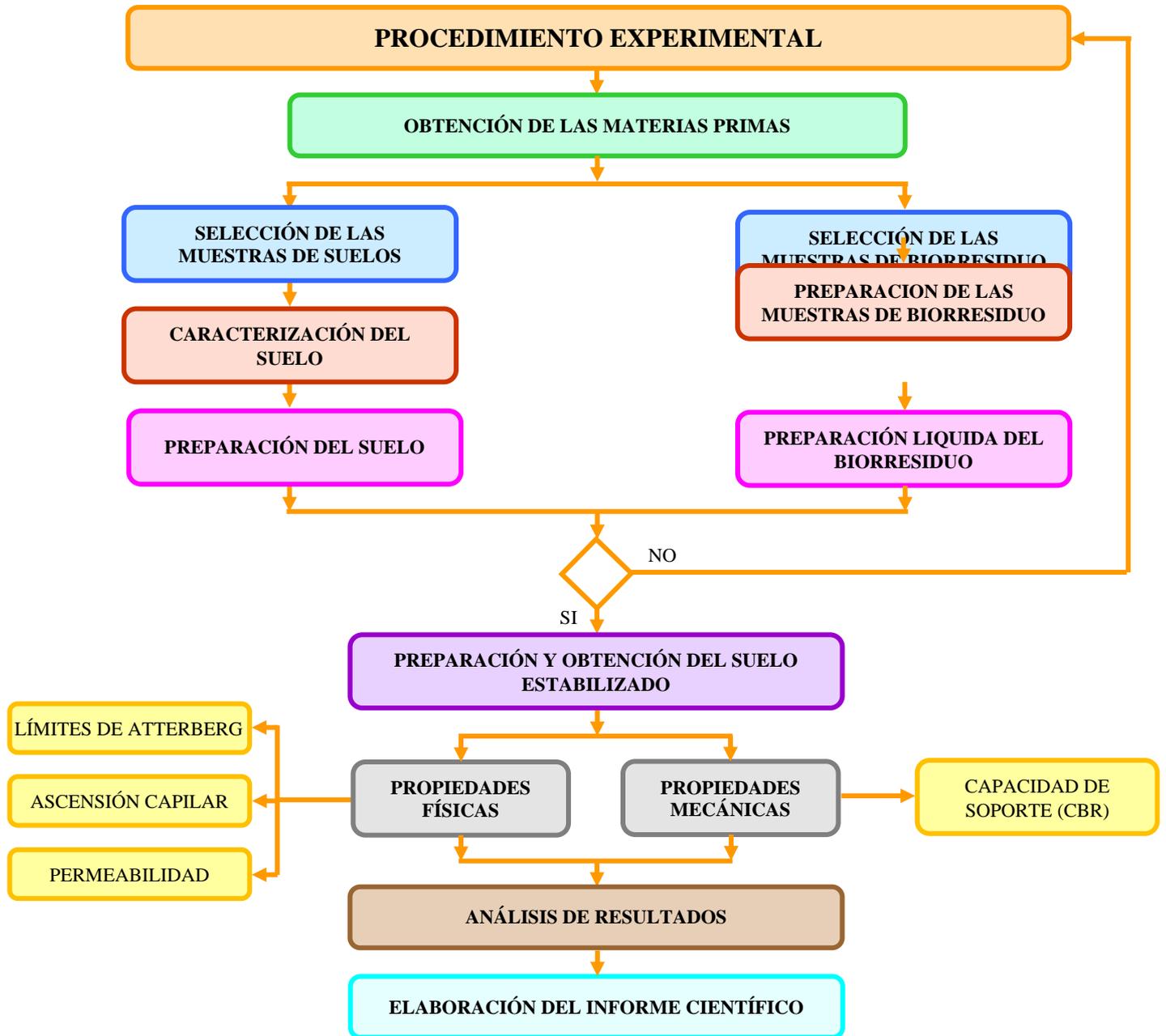
### **2.5. Procedimiento**

El primer paso para realizar la presente investigación, fue recopilar bases teóricas empleando la técnica de observación, con el objetivo de encontrar posibles soluciones ante la problemática en estudio, del mismo modo se buscó y seleccionó información que ayudaron a plasmar la realidad problemática y las bases teóricas que fueron empleadas como sustento de los fenómenos ocurridos en la estabilización de suelos con biorresiduo.

Posteriormente, se desarrolló el procedimiento experimental descrito a continuación.

**Figura 2**

*Procedimiento experimental*

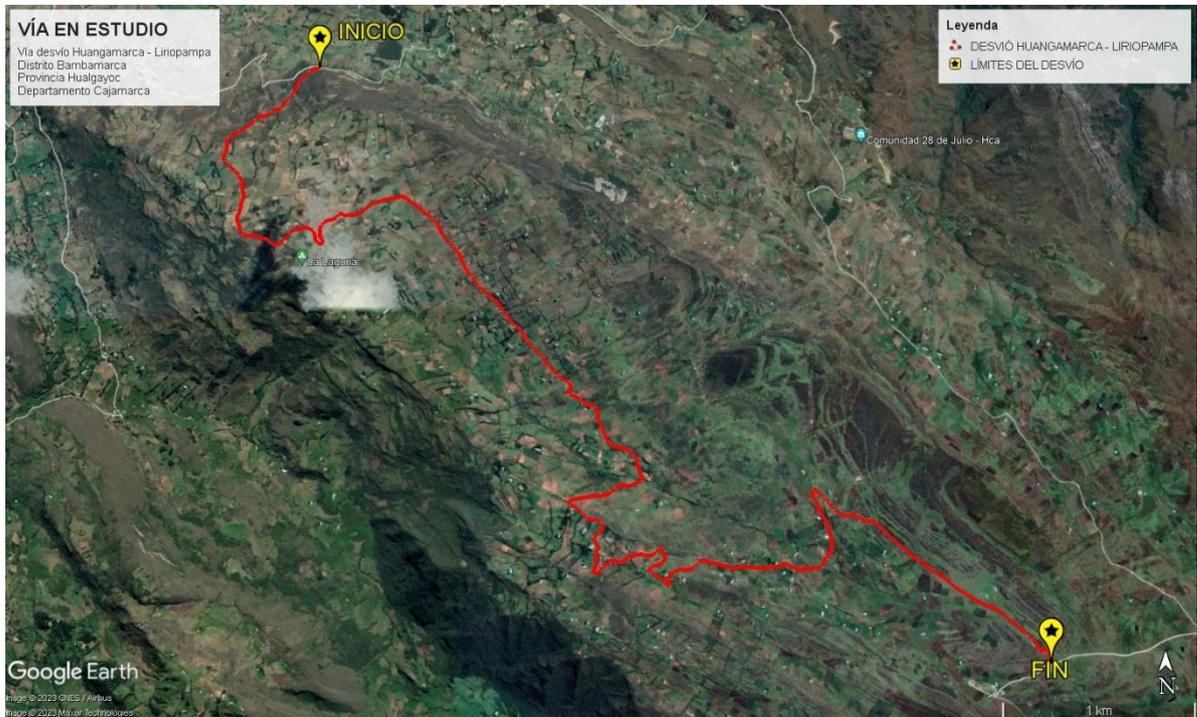


*Nota:* La figura muestra el procedimiento experimental de la presente investigación.

La presente investigación se desarrolló en los 9.20 km de carretera del desvío entre los centros poblados Huangamarca y Liriopampa del Distrito de Bambamarca en la Provincia de Hualgayoc del Departamento de Cajamarca.

### Figura 3

#### Vía en estudio



*Nota:* La Vía en estudio es desvío Huangamarca – Liriopampa del Distrito de Bambamarca en la Provincia Hualgayoc del Departamento Cajamarca.

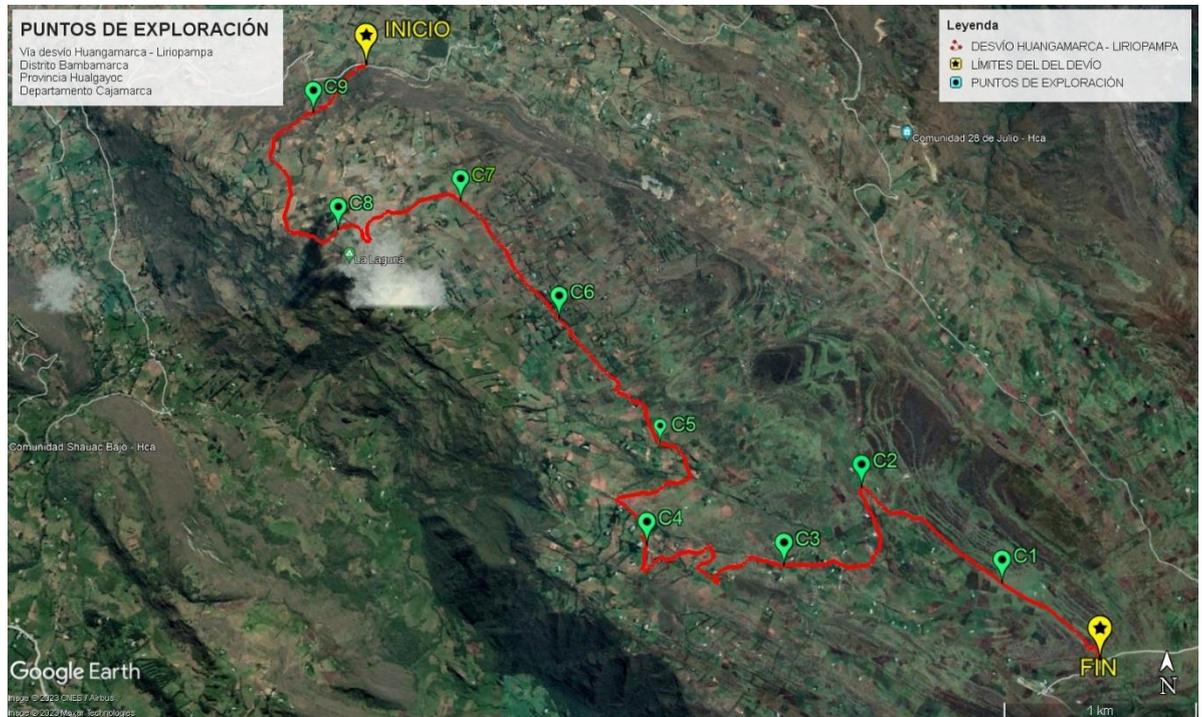
## A) OBTENCIÓN DE LAS MATERIAS PRIMAS

### SUELO NATURAL

La ubicación de la investigación se encuentra en la Vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca de la provincia de Hualgayoc - Cajamarca, en dicha ubicación se realizó 9 puntos de exploración a 1.50 metros de profundidad de las cuales se extrajo el suelo natural y se depositó en sacos plásticos, con la finalidad de evitar la contaminación del suelo con agentes externos y se más factible el transporte del material.

**Figura 4**

*Puntos de exploración en la vía desvío Huangamarca – Liriopampa*



*Nota:* La figura muestra la ubicación de los puntos de exploración en la Vía en estudio es Desvío Huangamarca – Liriopampa.

## **BIORRESIDUO**

La grasa de porcino para esta investigación fue obtenida de las localidades de Huangamarca y comunidades de Liriopampa del distrito de Bambamarca, Provincia Hualgayoc, departamento de Cajamarca.

## **B) SELECCIÓN DE LAS MUESTRAS DE SUELOS**

La selección de las muestras del suelo, empezó por la separación de la vegetación presente en la vía, así como de la primera capa de 0.30 metros

aproximadamente; posterior a ello, se extrajo el suelo de cada punto de exploración realizado en el tramo de la vía.

## CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

Los ensayos de laboratorio realizados en la presente investigación fueron estipulados en el Numeral 4.4 “Ensayos de Laboratorio” del Capítulo IV “Suelos” del Manual de Carreteras en la Sección Suelos y Pavimentos, siendo estos los siguientes.

**Tabla 17**

*Ensayos para el suelo extraído de los puntos de exploración*

ENSAYO	NORMATIVA	
	ASTM	MTC
Análisis Granulométrico de suelos por tamizado	D 422	E 107
Contenido de humedad	D 2216	E 108
Límites líquidos de suelos	D 4318	E 110
Límite plástico	D 4318	E 111
Clasificación SUCS	D 2487	---
Clasificación AASHTO	D 3282	---
Análisis granulométrico por medio del hidrómetro	D 422	E 109

*Nota:* Ensayos de laboratorio estipulados en el Manual de Carreteras.

Por lo que, los ensayos en mención fueron ejecutados en base a los procedimientos establecidos en el Manual de ensayos de materiales publicado en el año 2016 por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

### a) Contenido de humedad de un suelo

Para el contenido de humedad de un suelo se tomó como referencia la normativa vigente MTC E 108 indicando la cantidad mínima de 20 gramos de material para la ejecución del ensayo, por ello se utilizó masas superiores a dicho gramaje. El procedimiento de este ensayo empezó con la obtención y rotulación de los recipientes de humedad, donde se colocó una masa de suelo natural extraído de las calicatas, tomando la masa inicial del recipiente y la masa del recipiente con la muestra de suelo con ayuda de una balanza nivelada con una incertidumbre de 0.01 g; posteriormente se trasladó el recipiente con el material al horno para realizar el secado a una temperatura de 110 °C con una incertidumbre de  $\pm 5$  °C por 24 horas aproximadamente; luego de transcurrido el tiempo se dejó enfriar el horno a temperatura ambiente para poder retirar los depósitos con el suelo y ser pesados en la balanza registrando la tercera masa del ensayo; finalmente se desechó el material y se aseó los recipientes.

La ejecución del ensayo para hallar el contenido de humedad del suelo, fue realizado al siguiente día de la extracción la muestra, con la finalidad de hallar la humedad real que presente el suelo. Cabe recalcar que, si la muestra presentara humedad al observarla o palparla, se regresara al horno a misma temperatura de 110 °C por 60 minutos adicionales, y se repetirá tantas veces como se obtenga una variación máxima del 0.1% entre el peso seco actual y el anterior a ese.

El contenido de humedad del suelo, fue calculado utilizando la ecuación presente en la normativa MTC E 108, siendo esta la siguiente.

$$W = \frac{A - B}{B - C} \times 100$$

### Tabla 18

*Tabla guía para el cálculo del contenido de humedad del suelo*

Muestra	A	B	C	Humedad (%)	Humedad Promedio (%)

*Nota:* La tabla fue empleada para registrar las masas y contenido de humedad del suelo.

Donde:

- W : Contenido de humedad del suelo expresado en porcentaje
- A : Peso de la muestra natural con el recipiente expresado en gramos
- B : Peso de la muestra seca con el recipiente expresado en gramos.
- C : Peso del del recipiente expresado en gramos

### b) Análisis Granulométrico de suelos por tamizado

Para el análisis Granulométrico de un suelo por el método de tamizado se tomó como referencia la normativa vigente MTC E 107 indicando la cantidad mínima de 65 gramos (suelos arcillosos y limosos) para la ejecución del ensayo, por ello se utilizó masas superiores a dicho gramaje. El procedimiento de este ensayo empezó con la obtención de los tamices y pesaje de estos empleando una balanza nivelada de incertidumbre de 0.01 gramos, para luego ordenarlos ascendentemente de la siguiente manera 3”, 2”, 1 1/2”, 1”, 3/4”, 1/2”, 3/8”, N° 4,

No 10, N° 16, No 30, No 40, N° 50, N° 100, N° 200 y el platillo; posteriormente se vació las muestras (previamente pesada y seca en el horno) sobre los tamices apilados y se colocó la tapa sobre el tamiz superior, seguido se colocó sobre el equipo vibrador por 10 minutos y se dejó reposar por otros 5 minutos para evitar la polución de partículas finas presentes en el suelo, después se registró la masa de cada tamiz con el suelo retenido sobre estas; finalmente se desechó el material y se aseó los tamices.

Cabe recalcar que el ensayo se dividió en dos partes, el suelo retenido en la malla 3/8” fue tamizado con las mayas de diámetro superior y el material pasante fue tamizado con el tamiz N° 4 y los siguientes de menor diámetro.

La ejecución del ensayo de análisis granulométrico por tamizado, fue realizado para obtener la curva granulométrica del suelo, la cual está representada por la abertura en milímetros de cada malla y el porcentaje de suelo pasante en cada tamiz; y para ello se empleará ecuaciones presentes en la normativa MTC E 107, siendo estas la siguientes.

$$\text{Peso retenido} = \text{Peso del tamiz con la muestra} - \text{Peso del tamiz}$$

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

$$\text{Pasante} = 100 - \text{Retenido Acumulado}$$

**Tabla 19**

*Tabla guía para hallar del porcentaje pasante*

Abertura de Malla		Peso	Peso	Peso Retenido	Pasante
Pulg/malla	mm	Retenido	Acumulado	Acumulado	(%)

	(g)	(%)	(%)
2"	50.800		
1 1/2"	38.100		
1"	25.400		
3/4"	19.050		
1/2"	12.700		
3/8"	9.525		
No 4	4.750		
No 10	2.000		
No 16	1.191		
No 30	0.595		
No 40	0.420		
No 50	0.296		
No 100	0.149		
No 200	0.075		
Plato	< 0.075		

*Nota:* La tabla fue empleada para registrar las masas y porcentaje de retenido, acumulado, retenido acumulado y pasante.

### c) Análisis granulométrico por medio del hidrómetro

Para hallar el análisis granulométrico utilizando hidrómetro se tomó como referencia la normativa vigente MTC E 109 indicando la cantidad mínima que

oscila entre 50 a 60 gramos de suelo con su respectiva humedad natural y debe ser el material pasante el tamiz N° 200. El procedimiento de este ensayo empezó con la preparación del reactivo químico hexametáfosfato de sodio (40 gramos por litro de agua destilada), con el cual se determinó la medida correctiva del defloculante (Cd) y por menisco (Cm), luego se introduce el suelo a la probeta juntamente con la solución de hexametáfosfato de sodio y se agita para homogenizar la mezcla; finalmente se deja reposar y se toma las lecturas del hidrómetro y temperatura a 0, 1, 2, 5, 15, 60, 120, 250 y 1440 minutos; posteriormente se desechó el material y se aseó los instrumentos utilizados.

#### **d) Límites líquidos de suelos**

Para hallar el límite líquido de un suelo se tomó como referencia la normativa vigente MTC E 110 indicando la cantidad mínima que oscila entre 150 a 200 gramos de suelo tamizado por la malla N° 40 para la ejecución del ensayo, por ello se utilizó masas superiores a dicho gramaje. El procedimiento de este ensayo empezó con el secado del suelo a  $110 \pm 5$  °C por un periodo de 24 horas y su posterior tamizado por la malla N° 40; luego en un recipiente de porcelana o metálico se adiciono la muestra de suelo y se adiciono pequeñas cantidades de agua destilada para mezclar homogéneamente la mezcla con ayuda de una espátula metálica con mango de madera, dicha actividad se realizó hasta obtener una mezcla pastosa, paralelamente el equipo Casagrande o Cuchara Casagrande tuvo que calibrarse con ayuda del ranulador o calibrador con la finalidad de mantener la altura máxima del platillo a la base de 1 cm; posteriormente se colocó la mezcla de suelo con agua sobre el platillo del equipo y aplicando ligera presión con la espátula se trató de dar forma a la mezcla adicionando o retirando la muestra, para dejarla de 1 cm de altura; luego con el ranulador desde la parte superior media del platillo

se seccionó hasta la parte inferior media dejando a la mezcla en dos partes; seguido con fuerza y velocidad constante se hizo girar la manivela hasta observar que ambas secciones del suelo se juntaron y se registró la cantidad de golpes o vueltas de manivela del equipo Casagrande, a la vez se retiró una porción de la mezcla con la espátula para hallar el contenido de humedad, dicho procedimiento se repitió las veces necesarias hasta obtener tres rangos de golpes siendo estos de 15 a 25, 20 a 30 y 25 a 35; finalmente se desechó el material y se aseó los equipos e instrumentos utilizados.

Cabe recalcar que, la consistencia de la mezcla de suelo y agua destilada es variable, si esta fluida y la cantidad de golpes no es la requerida se puede adicionar suelo tamizado, pero si tiene una consistencia muy seca se adiciona agua destilada con ayuda de una pipeta o probeta de vidrio

La ejecución límite líquido, fue realizado para obtener la plasticidad que presente un suelo; y para ello se empleó los cálculos correspondientes y la normativa MTC E 108 para el contenido de humedad; del mismo modo con la humedad y la cantidad de golpes del ensayo (logarítmicamente) se pudo hallar la curva de fluides del suelo; con dicha curva se proyecta la cantidad de golpes numero 25 con una línea vertical hasta donde seccione a la curva de fluides, luego con una curva horizontal se proyecta hasta el eje del contenido de humedad y el valor que registra es el límite líquido del suelo.

## **Tabla 20**

*Tabla guía para el cálculo del límite líquido*

Ítem	Muestra		
	01	02	03

---

A

B

C

W

N° de golpes

Límite Líquido

---

*Nota:* La tabla fue empleada para registrar las masas, contenido de humedad del suelo y limite liquido del suelo.

Donde:

W : Contenido de humedad del suelo expresado en porcentaje

A : Peso de la muestra natural con el recipiente expresado en gramos

B : Peso de la muestra seca con el recipiente expresado en gramos.

C : Peso del del recipiente expresado en gramos

## e) Límite plástico de los suelos e índice de plasticidad

### Límite plástico

Para hallar el límite plástico de un suelo se tomó como referencia la normativa vigente MTC E 111 indicando la cantidad mínima es de 20 gramos de suelo tamizado por la malla N° 40 para la ejecución del ensayo, por ello se utilizó masas superiores a dicho gramaje. El procedimiento de este ensayo empezó con el secado del suelo a  $110 \pm 5$  °C por un periodo de 24 horas y su posterior tamizado por la malla N° 40; luego en un recipiente de porcelana o metálico se adiciono la

muestra de suelo y se adiciono pequeñas cantidades de agua destilada para mezclar homogéneamente la mezcla con ayuda de una espátula metálica con mango de madera, dicha actividad se realizó hasta obtener una mezcla con fluides pastosa; seguido con ayuda de la yema de los dedos se formó un elipsoide de 3.2 mm de diámetro aproximadamente, el cual se clocó en una placa de vidrio hasta que se desmorone, luego se halló el contenido de humedad presente en cada ensayo; finalmente se desechó el material y se aseó los equipos e instrumentos utilizados.

Cabe recalcar que, la cantidad mínima de muestra para hallar la humedad en este ensayo fue de 6 gramos, y que si al desmoronarse el elipsoide no ha alcanzado los 3.2 mm aproximante, se repetirá el ensayo tantas veces sea necesario.

La ejecución limite plástico, fue realizado para obtener la plasticidad que presente un suelo; y para ello se empleó los cálculos correspondientes y la normativa MTC E 108 para el contenido de humedad.

### **Índice de Plasticidad**

Para el índice de plasticidad se empleado los valores obtenidos de los ensayos de limite líquido y límite plástico y con ayuda de la ecuación de la normativa vigente MTC E 111 se obtuvo el índice de plasticidad, dicha ecuación es la siguiente.

$$IP = LL - LP$$

Donde:

LL : Limite liquido expresado en porcentaje

LP : Limite plástico expresado en porcentaje

IP : índice de plasticidad expresado en porcentaje

**Tabla 21**

*Tabla guía para el cálculo del límite líquido*

Ítem	Muestra		
	01	02	03
A			
B			
C			
W			
Límite Plástico			
Índice Plástico			

*Nota:* La tabla fue empleada para registrar las masas, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.

Donde:

- A : Peso de la muestra natural con el recipiente expresado en gramos
- B : Peso de la muestra seca con el recipiente expresado en gramos.
- C : Peso del del recipiente expresado en gramos

**f) Clasificación SUCS**

Para clasificación de suelos mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) fue necesario culminar ensayos previos como los límites de consistencia y análisis granulométrico por tamizado; porque el primero de estos incluye al límite líquido y plástico con los cuales se determinó el índice de plasticidad que se fue empleado en la gráfica de Carta de Plasticidad para hallar el tipo de suelo en estudio; por otro lado con el análisis granulométrico se pudo determinar que el suelo en estudio es un suelo de partículas finas en base a la normativa D 2487, dicha normativa contiene una tabla que fue descrita en el apartado “Bases teóricas” del Capítulo I “Introducción” de la presente investigación; con ambos ensayos y con la tabla de clasificación de suelos por SUCS se clasificó al suelo en estudio.

#### **g) Clasificación AASHTO**

Para clasificación de suelos mediante la Asociación Americana Oficial de Carreteras Estatales y Transportes (AASHTO), fue necesario culminar ensayos previos como los límites de consistencia y análisis granulométrico por tamizado; porque el primero de estos incluye al límite líquido y plástico con los cuales se determinó el índice de plasticidad que se fue empleado para seleccionar el grupo al que perteneció el suelo en estudio; por otro lado con el análisis granulométrico se pudo determinar la clasificación general del suelo en base a la tabla brindada por la normativa D 3282, dicha normativa contiene una tabla que fue descrita en el apartado “Bases teóricas” del Capítulo I “Introducción” de la presente investigación; con ambos ensayos y con la tabla de clasificación de suelos por AASHTO se clasificó al suelo.

#### **h) Clasificación de texturas**

Para determinar la textura del suelo fue necesario determinar con anterioridad el porcentaje de arena, arcilla y limo que tuvo el suelo; y con ayuda del Triángulo de Texturas brindado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) que contiene 12 texturas entre ellas: Arcilloso, Arcilloso arenoso, Arcilloso limoso, Franco arcilloso, Franco arcilloso arenoso, Franco arcilloso limoso, Franco, Franco arenoso, Franco limoso, Arenoso, Arenoso franco, Limoso.

El procedimiento consistió en emplear dicho triángulo de textura donde cada lado tiene una gradación de porcentajes entre 0% a 100% de arena, arcilla y limo de manera independiente; entonces, con los porcentajes obtenidos de ensayos previos se seleccionó los valores porcentuales en la gráfica y empleando líneas oblicuas se proyectó de un punto hacia el lado opuesto; la proyección de los 3 porcentajes (arena, limo y arcilla) se interceptaron en un punto y en el área donde se ubique esa intercepción es la textura del suelo.

## **Figura 5**

*Triángulo de texturas*



residuo de grasa de porcino del lomo, espalda y vísceras del animal, para almacenarles temporalmente en recipientes herméticos para su transporte.

### **PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS DE BIORRESIDUO**

Para la preparación se tuvo que limpiar, empezando por la extracción de material extraños a la grasa como trozos de carne o piel, órganos, tejidos, entre otros; luego se lavó con agua destilada y se secó con papel absorbente para evitar la acumulación de agua en la grasa y posible formación de sustancias acuosas.

### **PREPARACIÓN LIQUIDA DEL BIORRESIDUO**

Para la preparación del biorresiduo de grasa de porcino limpia y seca, se utilizó el método clásico que emplean los pobladores de las zonas en estudio; para cual se necesitó una cocina y una olla, dentro de la cual se colocó la grasa de porcino y se agregó agua hasta sobrepasar la cantidad de grasa, luego se sometió a calentamiento con una intensidad media alta y conforme se evaporaba el agua se reponía la cantidad necesaria hasta que la grasa se vuelva líquida (esto se repitió aproximadamente cada 25 minutos); paralelamente cuando la manteca esta fundida se pasó por un colador para almacenarlo en recipientes; luego se deje enfriar la solución hasta que la grasa de porcino líquida se solidifique formando dos capas, una de grasa y otra de un sustancia líquida; finalmente se extrae la parte solidificada que es la grasa empleada para el estudio.

Cabe recalcar que la grasa al solidificarse se convierte en una mezcla pastosa al tacto; por lo que se calentó a una temperatura menor a 40 °C para regresarlo al estado líquido y poder ser utilizado para la mezcla con el suelo natural.

### **D) PREPARACIÓN Y OBTENCIÓN DEL SUELO ESTABILIZADO**

Luego de la obtención y preparación del suelo, conjuntamente con la obtención y preparación de biorresiduo líquido; se mezcló el suelo con las diferentes dosificaciones de biorresiduo líquido hasta obtener una mezcla homogénea. Las dosificaciones de biorresiduo se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 22**

*Dosificaciones de biorresiduo*

---

<b>GRASA DE PORCINO LIQUIDA (GPL)</b>
0% GPL
4% GPL
8% GPL
12% GPL

---

*Nota:* Dosificaciones del biorresiduo para la presente investigación.

## **E) PROPIEDADES FÍSICAS**

### **LÍMITES DE ATTERBERG**

Los límites de Atterberg hacen alusión al Limite Líquido y Limite Plástico, incluyendo al Índice de Plasticidad dado que este es la diferencia entre los dos anteriores; entonces, se empleó las normativas E 110 y E 111 del Manual de Ensayo de Materiales, al igual que la caracterización del suelo natural, con la diferencia que se evaluó la plasticidad del suelo con las diversas dosificaciones de biorresiduo líquido.

### **CAPACIDAD DE ABSORCIÓN CAPILAR**

Para capacidad de absorción capilar de un suelo se tomó como referencia la normativa vigente UNE EN 1015 – 18 indicando el procedimiento del ensayo. El procedimiento de este ensayo empezó con el suelo natural tamizado y las muestras de suelo combinadas con las dosificaciones de biorresiduo mezcladas hasta lograr homogenizarla, se procedió a la conformación de las probetas cubicas de 5 x 5 x 5 cm., para lo cual se confecciono moldes con dichas dimensiones y con ayuda de un pisón de madera se procedió a compactar con 25 golpes en 3 capas para cada probeta; posteriormente se dejó secar al ambiente por 1 día para realizar el desmoldado y luego dejó secar por 2 días adicionales y en el tercer día se colocó en el horno a 110 °C por 24 horas para garantizar la perdida de humedad de las probetas y se tomó sus dimensiones; luego en un recipiente de vidrio con dos soportes interiores donde se colocó las probetas se llenó de agua hasta 5 mm de la altura de las probetas y se registró la masa de las probetas secas y luego de 30 minutos de inmersión. Además, el ensayo de capacidad de absorción capilar fue realizado para cada dosificación de biorresiduo.

Para determinar la capacidad de absorción capilar se utilizó como base la normativa UNE EN 1015 – 18 (2003), para dicha propiedad se calculó el valor utilizando la siguiente ecuación.

$$Ca (\%) = \frac{Ws - Wd}{Wd} \times 100$$

**Tabla 23**

*Tabla guía para hallar la capacidad de absorción capilar*

N°	A (m2)	T (min)	Wd(g)	Ws (g)	Ca (%)
1					

2

3

---

*Nota:* La tabla representa la capacidad de absorción capilar y fue empleada para registrar los datos para el cálculo de dicho valor.

Donde:

- A : Área de contacto expresada en metros cuadrados
- T : Tiempo de exposición expresado en minutos
- Wd : Masa de la probeta seca expresada en gramos
- Ws : Masa de la probeta saturada expresada en gramos
- Ca : Capacidad de absorción Capilar expresada en porcentaje

## **PERMEABILIDAD**

Para el ensayo de permeabilidad de un suelo se adaptó y tomó como referencia la normativa vigente ASTM D 2434 Y ASTM D 5084, determinando el coeficiente de permeabilidad con cargas variables. El procedimiento de este ensayo empezó con tamizar el suelo con el tamiz N° 4, para colocar dentro del permeámetro cuya base cuenta con una piedra porosa; posteriormente se compacta con 30 golpes por cada dejando caer el pisón a una altura aproximada de 27 cm, luego de completar a compactación se colocó otra piedra porosa sobre el suelo compactado y se selló la cámara del permeámetro para evitar fugas; después se colocó el permeámetro con la

válvula de salida abierta con la muestra en un recipiente lleno de agua para saturar la muestras de suelo compactada; luego de 24 horas se sacó el molde y se conectó al tubo de entrada, el cual a su vez está conectado a la bureta con carga variable, luego se llena de agua la bureta hasta una altura determinada y se registró dicho valor en centímetros, posteriormente se abre la llave de la bureta para que fluya el agua y al mismo tiempo se inicia el cronometro y registra la temperatura, el cual es detenido cuando el nivel de agua bajo hasta una segunda altura predeterminada previamente; finalmente se desechó el material y se aseó los equipos e instrumentos utilizados.

Además, el ensayo de permeabilidad fue realizado para cada dosificación de biorresiduo.

El cálculo de la permeabilidad, fue realizada para obtener el coeficiente de permeabilidad que presente un suelo; para dicha propiedad se calculó el valor utilizando la siguiente ecuación.

$$K_T = 2.3 * \left( \frac{a * L}{A * \Delta t} \right) * \log_{10} \left( \frac{h_1}{h_2} \right) \quad K_{20} = K_T * \left( \frac{\eta_T}{\eta_{20}} \right)$$

**Tabla 24**

Tabla guía para hallar el coeficiente de permeabilidad corregida

Ítem	H <sub>o</sub> (cm)	H <sub>f</sub> (cm)	t (s)	T (°C)	K <sub>T</sub> (cm/seg)	η <sub>T</sub>	η <sub>20</sub>	K <sub>20</sub> (cm/seg)
1								
2								
3								

*Nota:* La tabla representa el cálculo del coeficiente de permeabilidad y fue empleada para registrar los datos para el cálculo de dicho valor.

Donde:

$H_o$  : Altura inicial expresada en centímetros

$H_f$  : Altura final expresada en centímetros

$t$  : Tiempo al finalizar expresada en segundos

$T$  : Temperatura expresada en grados centígrados

$K_T$  : Coeficiente de permeabilidad expresada en cm/seg

$\eta_T$  : Viscosidad del agua a temperatura del ensayo

$\eta_{20}$  : Viscosidad del agua a 20 °C

$K_T$  : Coeficiente de permeabilidad expresada en cm/seg

$K_{20}$  : Coeficiente de permeabilidad corregida expresada en cm/seg

## **F) PROPIEDADES MECÁNICAS**

### **COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA MODIFICADA (PRÓCTOR MODIFICADO)**

Para el proctor modificado de un suelo se tomó como referencia la normativa vigente MTC E 115 indicando tres métodos para la ejecución del ensayo, el primero Método A es empleado si como máximo el 20% del material es retenido en el tamiz N°4, Método B si como mínimo el 20% es retenido por el tamiz N°4 y máximo el 20% en la malla 3/8", mientras que el Método C es usado si como mínimo el 20% es

retenido por el tamiz 3/8" y máximo el 30% en la malla 3/4", para ello fue necesario realizar en análisis granulométrico descrito anteriormente en la presente investigación. El procedimiento de este ensayo empezó con la selección del método, el cual se determinó emplear el Método A, dicho método utilizó un molde de 4 pulgadas y el ensayo fue realizado en 5 capas con 25 golpes por cada una; previamente el suelo fue secado en el horno a una temperatura de  $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$  por un periodo mínimo de 24 horas; posteriormente se registró las dimensiones de altura y diámetro del molde, seguido del pesaje del molde sin el collarín con ayuda de una balanza nivelada con una variación máxima de 0.01 gramos; a la vez se agregó el suelo una adición porcentual de agua en base al peso de la muestra de suelo, para ser mezclada y homogenizada; luego se colocó el collarín al molde y se adicionó el suelo dentro del molde para ser compactado en 5 capas con 25 golpes con ayuda de un pistón (la quinta capa debe tener una altura superior al molde sin el collarín), para posteriormente se quitó el collarín y con ayuda de un regla metálica se niveló el suelo compactado hasta la altura del molde y con una brocha se limpió todo excedente para poder ser pesado el molde con el suelo compactado; posteriormente se desmoldó el molde y se extrajo una fracción de suelo compactado para hallar el contenido de humedad de la muestra, dicho procedimiento se repitió para diferentes dosificación de agua la cual va aumentando porcentualmente; cabe recalcar que un ensayo proctor involucra 4 o 5 ensayos a diferentes cantidad de agua hasta que el valor de la densidad máxima disminuya; finalmente se desechó el material y se aseó los instrumentos y equipos empleados. Además, el ensayo de Próctor Modificado fue realizado para cada dosificación de biorresiduo.

Para determinar el contenido de humedad de las fracciones de suelos por cada ensayo de proctor modificado se empleó la normativa MTC E 108, pero para determinar la densidad máxima seca del suelo se utilizó la siguiente ecuación.

$$D_s = \frac{D}{1 + \frac{W}{100}}$$

$$D = \frac{A - B}{V} \times 1000$$

Donde:

D : Densidad húmeda expresada en miligramo por metro cubico

Ds : Densidad seca expresada en miligramo por metro cubico

A : Masa del molde y el suelo húmedo expresado en kilogramos

B : Masa del molde expresado en kilogramos.

W : Contenido de humedad expresada en porcentaje.

V : Volumen del molde en metros cúbicos.

## Tabla 25

*Tabla guía para hallar la densidad máxima*

MUESTRA	Dosificación de agua					
	No	2%	4%	6%	8%	10%
A (gr)						

---

B (gr)

V (gr)

W (%)

D (gr/cm<sup>3</sup>)

Ds (gr/cm<sup>3</sup>)

---

*Nota:* La tabla representa un ensayo proctor culminado y fue empleada para registrar las masas y densidades del suelo.

### **CAPACIDAD DE SOPORTE CBR (LABORATORIO)**

Para el ensayo CBR en laboratorio se tomó como referencia la normativa vigente MTC E 132 indicando que la muestra debe estar seca mediante la normativa MTC C 108 y debe emplearse el suelo que pasa el tamiz 3/4". El procedimiento de este ensayo empezó la obtención del suelo seco y tamizado, el cual fue colocado en un recipiente plástico donde se adiciono la cantidad de agua que indico el ensayo de proctor modificado, cuya mezcla fue homogenizada en su totalidad; paralelamente se preparó el molde de 6 pulgadas adicionando el disco espaciador dentro de este para poder colocar el papel filtro previamente recortado al diámetro del molde, luego se adicionó la mezcla de suelo homogenizada en 5 capas, cabe mencionar que un ensayo CBR involucra 3 repeticiones del mismo procedimiento con la diferencia de que para uno se compacto a 12 golpes, otro a 26 golpes y 55 golpes por cada capa; luego de cada compactación se retira el disco espaciador para nivelar el suelo compactado a la altura del molde, posteriormente se colocaron las pesas que son empleadas como sobrecargas para poder sumergirlo en agua por 96 horas tomando las medidas de expansión del suelo con el uso de dial; culminado el tiempo se ensayó el molde con la muestra saturada en la prensa CBR y se registró los valores necesarios para los cálculos

respectivos; finalmente se desechó el material y se aseó los instrumentos y equipos empleados. Además, el ensayo de CBR en laboratorio fue realizado para cada dosificación de biorresiduo.

Cabe mencionar que, el suelo compactado o saturado no puede ser reutilizado para otros ensayos dado que ha cambiado sus características iniciales.

## **G) ANÁLISIS DE RESULTADOS**

El análisis de resultados de la presente investigación, fue evaluado en base a las guías y protocolos del laboratorio, así como a los procedimientos experimentales que se describen en el Manual de Ensayos de Materiales publicado en el año 2016 por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Para la validez y confiabilidad de los resultados se empleó el método probabilístico Análisis de Varianzas (ANOVA).

## **H) ELABORACIÓN DEL INFORME CIENTÍFICO**

Luego de la recopilación y selección de información, seguido de la culminación de ensayos físicos y mecánicos, culminando con el cálculo y análisis de resultados, se procedió a elaborar en informe científico representado por la presente investigación.

### **2.6. Análisis estadístico de datos**

Para validar los resultados obtenidos en esta investigación, se utilizó las pruebas de homogeneidad y normalidad, con las que se concluyó emplear el método probabilístico Análisis de Varianzas (ANOVA), cuyo método valida la hipótesis del presente estudio.

## **2.7.Aspectos éticos**

### **2.7.1. Ética**

La ética en la investigación científica es importante dado que depende del ambiente cultural de una sociedad, es decir que, la formación moral de las personas representa el comportamiento ético de estas, lo que se ve reflejado en la calidad de la investigación (Salazar, Icaza, y Alejo, 2018)

### **2.7.2. Aspectos éticos**

Los aspectos éticos tienen como finalidad brindar las garantías necesarias que respalden la información y datos de una investigación; por ello, en esta investigación se consideró los siguientes aspectos éticos:

#### **Confiabilidad**

Es uno de los aspectos más importantes de una investigación dado que una buena confiabilidad es aquella congruente y estable en el tiempo; además, tiene como finalidad aseverar al investigador que empleando procedimientos realizado por otro estudioso, se puede llegar a conclusiones similares (Martínez, 2006). Y en esta investigación se empleó los protocolos brindados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el Manual de Ensayo de Materiales, se cumplió con el criterio de confiabilidad.

#### **Calidad de investigación**

Para la calidad de la investigación científica se debe considerar la organización, protocolos, procedimientos, análisis y otros aspectos que son necesarios para una buena calidad investigadora; además, depende directamente de las personas, dado que son ellas las que determinan y deciden las herramientas, técnicas y procedimientos que se usan en una investigación (Ortega, Delgado, Reyes, Cejas y Slimani, 2009). Por

ello, en esta investigación se empleó procedimientos establecidos por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, también se usó las normas de la Asociación Americana de Psicología (APA).

### **Honestidad**

Es necesaria para proteger la veracidad del conocimiento científico y al depender completamente de las personas, la honestidad dependerá del comportamiento y sinceridad de estas (Pino, 2015). Y en esta investigación, se cumple con la honestidad debido a que se realizó de manera consciente y responsable porque podría ser empleada como antecedente para otros estudios.

### 3. CAPITULO III. RESULTADOS

#### 3.1. Características físicas del suelo

Para brindar respuesta al **primer objetivo específico** “*Clasificar el suelo de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023*”, se presenta la Tabla 26, mostrando los valores obtenidos de los ensayos de contenido de humedad, análisis granulométrico, gravedad específica, límites de Atterberg e hidrometría, así como la clasificación de suelos mediante SUCS, AASHTO y una clasificación adicional mediante el triángulo de texturas; cabe recalcar que, la tabla antes mencionada fue elaborada con los anexos 4.1 al 4.7.

**Tabla 26**

*Características principales del suelo por cada punto de exploración*

Punto de exploración		C 01	C 02	C 03	C 04	C 05	C 06	C 07	C 08	C 09
<b>Profundidad</b>		0.00 – 1.50 metros								
<b>Contenido de Humedad (%)</b>		8.88	7.28	7.06	7.68	7.11	7.48	8.40	7.98	7.39
<b>Gravedad específica (g/cm<sup>3</sup>)</b>		2.791	2.795	2.790	2.779	2.786	2.790	2.779	2.782	2.786
<b>Análisis granulométrico (%)</b>	<b>Arena</b>	23.02	22.26	26.75	23.87	24.36	22.44	24.55	25.72	21.17
	<b>Limo</b>	45.48	41.74	36.45	46.63	41.94	44.16	41.95	38.68	42.03
	<b>Arcilla</b>	31.50	36.00	36.80	29.50	33.70	33.40	33.50	35.60	36.80
<b>Límites de Atterberg (%)</b>	<b>LL</b>	37.98	38.16	37.86	38.73	37.98	38.21	37.98	38.09	38.45
	<b>LP</b>	21.29	21.71	21.26	22.32	21.19	21.10	21.34	21.00	21.34
	<b>IP</b>	16.69	16.45	16.60	16.41	16.79	17.11	16.64	17.09	17.11

<b>Clasificación SUCS</b>	CL								
<b>Clasificación AASHTO</b>	A – 6	A – 6	A – 6	A – 6	A – 6	A – 6	A – 6	A – 6	A – 6
<b>Clasificación de Texturas</b>	FA								

*LL: Limite líquido, LP: Limite plástico, IP: Índice de plasticidad, FA: Franco Arcillosa*

*Nota:* Los resultados son valores producto de ensayos físicos y mecánicos, con los cuales se clasificó el suelo de los diferentes puntos de exploración.

### **Interpretación**

En la Tabla 26, se presentan los resultados de la caracterización de los 9 puntos de exploración donde se visualiza una humedad máxima del 8.88%, también se observa el análisis granulométrico con valores máximo de 26.75% de arena, 46.63% de limos y 36.80% de arcillas; además, los límites de Atterberg alcanzan 38.73% de limite líquido, 22.32% de limite plástico y 16.41% de índice de plasticidad; con gravedad específica entre 2.782 g/cm<sup>3</sup> y 2.795 g/cm<sup>3</sup>, para muestras de suelos extradías a una profundidad de 1.50 metros donde se encontró un solo estrato. Además, la tabla también muestra la clasificación mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) en los 09 puntos de exploración, tipificándolo como un suelo “CL” - “Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media o arcillas limosas”; del mismo modo, se clasificó mediante la American Association Standards Highway Transportation Officials (AASHTO) perteneciendo al grupo “A6” teniendo como material predominante “Suelo Arcilloso” con terreno de fundación regular a deficiente e índices de grupo 11; por otro lado, se clasificó mediante ayuda de la composición física de suelos, llegado a tener una textura “Franco Arcillosa” para cada punto de exploración.

### 3.2. Características del biorresiduo

Para brindar respuesta al **segundo objetivo específico** “*Determinar las características principales del biorresiduo grasa de porcino*”, se presenta en la Tabla 27, mostrando los resultados de una inspección visual y al tacto del estabilizante orgánico; cabe recalcar que, las tablas antes mencionadas fueron elaboradas con los anexos 4.8.

**Tabla 27**

*Características el biorresiduo*

<b>Nombre Del Producto</b>	Grasa de porcino	
<b>Generalidad</b>	Extraída de cerdos criados en la naturaleza y conformada por la cobertura de grasa del animal	
<b>Características Generales</b>	<b>Peso</b>	: Sin especificar
	<b>Dimensiones</b>	: No aplica
	<b>Extracción</b>	: De la panza, espala y vísceras
<b>Características Organolépticas</b>	<b>Color</b>	: Blanco marfil
	<b>Sabor</b>	: Producto fresco
	<b>Aroma</b>	: Característico, Libre de olores rancios
	<b>Textura</b>	: Consistente, Húmeda y Retráctil al tacto
	<b>Apariencia</b>	: Forma irregular
<b>Temperatura De Recepción</b>	23 °C	
<b>Método De Conservación</b>	Temperatura ambiente (se recomienda refrigerar)	
<b>Almacenamiento</b>	En lugares frescos y secos, donde no de luz directa; libre de plagas o sustancias con las que no se pueda contaminar el producto.	



*Nota:* Características físicas e inspección visual del biorresiduo grasa de porcino.

#### Interpretación

En la Tabla 27, se presentan los resultados de la caracterización e inspección visual del biorresiduo grasa de porcino, donde indica las características generales como la extracción de la grasa indicando que fue extirpada de la panza, espalda y vísceras de

los porcinos, también se mencionan las características organolépticas como el color blanco marfil, aroma libre de olores rancios, textura consistente, humedad y retráctil al taco, con apariencia e forma irregular, por otro lado se menciona que los porcinos fueron criados por los pobladores de manera natural sin la inyección de productos químicos ni alteración genética.

### **3.3. Propiedades físicas**

Para brindar respuesta al **tercer objetivo específico** “*Evaluar la influencia del biorresiduo grasa de porcino, sobre las propiedades físicas en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023*”, se presenta la Tabla 28, 29 y 30, así como en la Figura 6, 7 y 8 mostrando los valores obtenidos de los ensayos de límites de Atterberg, capacidad de absorción capilar y permeabilidad; teniendo en consideración que toda la vía en estudio tiene propiedades físicas y mecánicas semejante así como la clasificación del suelo, por lo que, se evaluó las muestras del suelo como un todo, pero con 03 repeticiones cada ensayo; cabe recalcar que, las tablas y figuras antes mencionadas fueron elaboradas con los anexos 4.9 al 4.11.

#### **3.3.1. Índice de plasticidad**

El índice de plasticidad fue determinado con la diferencia entre los límites de Atterberg; por lo que en la siguiente tabla se muestran los valores porcentuales promedios para el suelo natural y el suelo estabilizado con grasa de porcino líquida (GPL).

**Tabla 28**

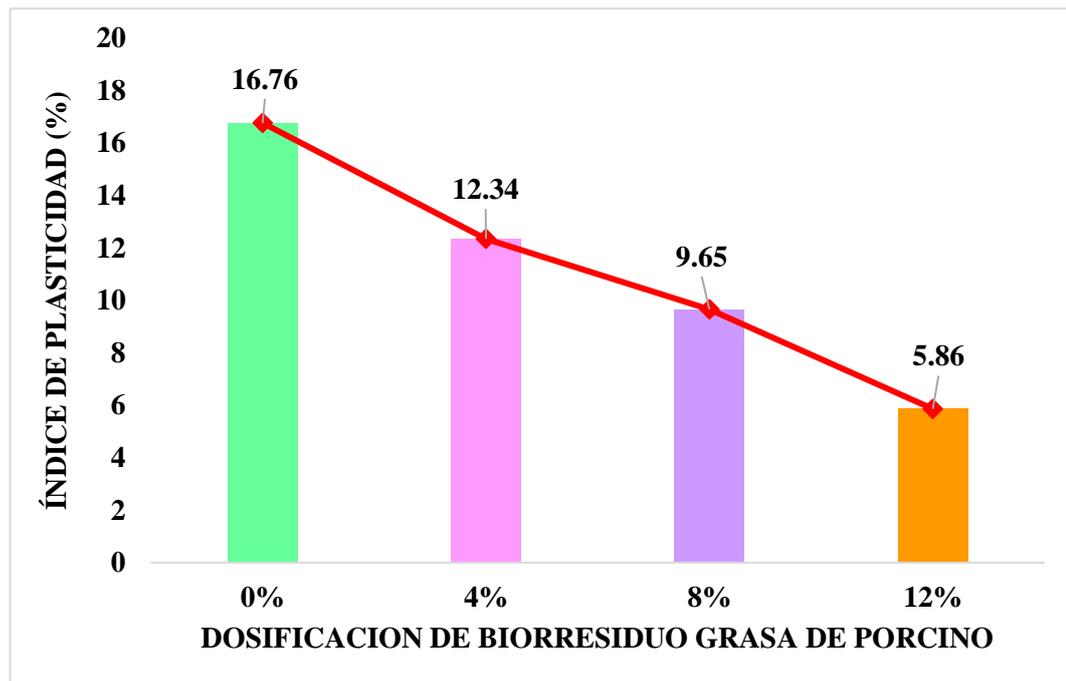
*Índice de plasticidad para el suelo natural y estabilizado*

<b>Dosificación</b>	<b>Repetición</b>	<b>Índice de Plasticidad (%)</b>
Suelo Natural	Promedio	16.76
Suelo Natural	01	12.26
+	02	12.41
4% GPL	03	12.36
Suelo Natural	01	9.51
+	02	9.81
8% GPL	03	9.64
Suelo Natural	01	5.92
+	02	5.78
12% GPL	03	5.89

*Nota:* Valores de los índices de plasticidad del suelo natural y suelos dosificado con biorresiduo.

**Figura 6**

*Promedios de índices de plasticidad del suelo natural y estabilizado*



*Nota:* Valores promedio de los índices de plasticidad del suelo natural y suelos dosificado con biorresiduo.

### **Interpretación**

En la Figura 6, se muestran los resultados promedios del índice de plasticidad hallado con la diferencia de los límites de Atterberg; apreciando una clara disminución de la propiedad desde 16.76% para el suelo natural hasta 5.86% para la dosificación de 12% de biorresiduo grasa de porcino, con lo que se puede indicar que a mayor dosificación de biorresiduo menor es el índice de plasticidad.

### 3.3.2. Capacidad de absorción capilar

La capacidad de absorción capilar fue determinada con los pesos secos y saturados luego de 30 minutos de sumergir parcialmente las probetas cúbicas; por lo que en la siguiente tabla se muestran los valores porcentuales promedios para el suelo natural y el suelo estabilizado con grasa de porcino líquida (GPL).

**Tabla 29**

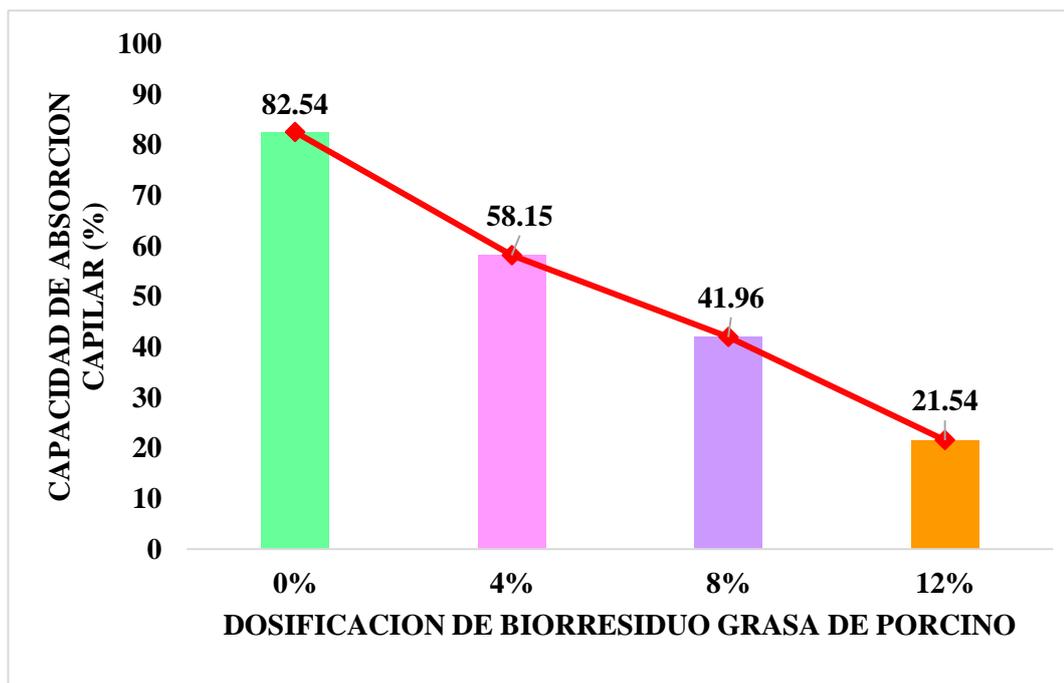
*Capacidad de absorción capilar para el suelo natural y estabilizado*

<b>Dosificación</b>	<b>Repetición</b>	<b>Capacidad de Absorción Capilar (%)</b>
Suelo Natural	01	82.54
	02	83.32
	03	81.77
Suelo Natural + 4% GPL	01	56.85
	02	57.69
	03	59.91
Suelo Natural + 8% GPL	01	38.52
	02	44.64
	03	42.71
Suelo Natural + 12% GPL	01	21.02
	02	23.85
	03	19.75

*Nota:* Valores de capacidad de absorción capilar del suelo natural y suelos dosificado con biorresiduo.

**Figura 7**

*Promedios de la capacidad de absorción capilar del suelo natural y estabilizado*



*Nota:* Valores promedio de la capacidad de absorción capilar del suelo natural y suelos dosificado con biorresiduo.

### **Interpretación**

En la Figura 7, se muestran los resultados promedios de la capacidad de absorción capilar, hallada con los pesos secos y saturados de las probetas cubicas con dimensiones de 5 centímetros por lado y dejándolas en inmersión parcial por 30 minutos; apreciando una clara disminución de la propiedad desde 82.54% para el suelo natural hasta 21.54% para la dosificación de 12% de biorresiduo grasa de porcino, con

lo que se puede indicar que a mayor dosificación de biorresiduo menor es la capacidad de absorción capilar.

### 3.3.3. Permeabilidad

La permeabilidad fue determinada luego de corregir la permeabilidad del ensayo empleando las viscosidades a diferentes temperaturas, esta última permeabilidad dependió del tiempo que demora en fluir una cantidad determinada de agua en las probetas; por lo que en la siguiente tabla se muestran los valores promedios para el suelo natural y el suelo estabilizado con grasa de porcino líquida (GPL).

**Tabla 30**

*Permeabilidad para el suelo natural y estabilizado*

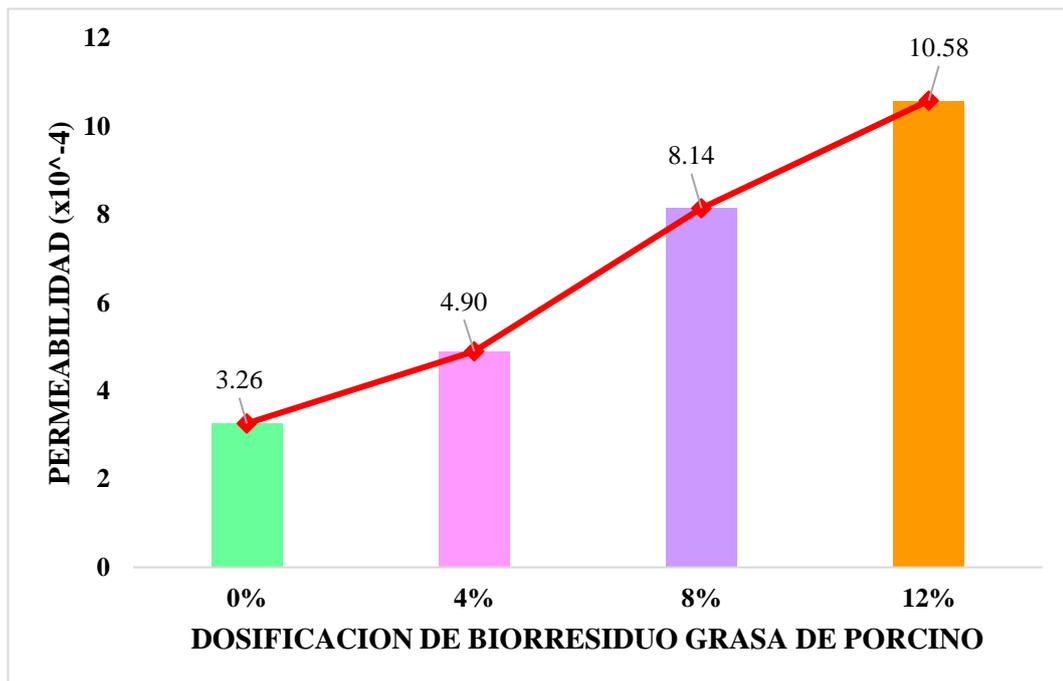
<b>Dosificación</b>	<b>Repetición</b>	<b>Permeabilidad (cm/seg)</b>
Suelo Natural	01	$3.1454 \times 10^{-4}$
	02	$3.2603 \times 10^{-4}$
	03	$3.251 \times 10^{-4}$
	04	$3.3897 \times 10^{-4}$
Suelo Natural + 4% GPL	01	$4.652 \times 10^{-4}$
	02	$4.911 \times 10^{-4}$
	03	$5.249 \times 10^{-4}$
	04	$4.788E \times 10^{-4}$
Suelo Natural + 4% GPL	01	$7.803 \times 10^{-4}$
	02	$8.651 \times 10^{-4}$

8% GPL	03	$8.608 \times 10^{-4}$
	04	$7.503 \times 10^{-4}$
<hr/>		
Suelo Natural	01	$1.039 \times 10^{-3}$
	02	$9.964 \times 10^{-4}$
+		
12% GPL	03	$1.166 \times 10^{-3}$
	04	$1.031 \times 10^{-3}$

*Nota:* Valores de permeabilidad del suelo natural y suelos dosificado con biorresiduo.

**Figura 8**

*Promedios de permeabilidad del suelo natural y estabilizado*



*Nota:* Valores promedio de la permeabilidad del suelo natural y suelos dosificado con biorresiduo.

### Interpretación

En la Figura 8, se muestran los resultados promedios de permeabilidad, hallada con un flujo constante de agua en un tiempo determinado; apreciando un claro aumento de la propiedad desde  $3.26 \times 10^{-4}$  cm/seg para el suelo natural hasta  $10.58 \times 10^{-4}$  cm/seg para la dosificación de 12% de biorresiduo grasa de porcino, con lo que se puede indicar que a mayor dosificación de biorresiduo mayor es la permeabilidad.

### **3.4. Propiedades mecánicas**

Para brindar respuesta al **cuarto objetivo específico** “*Analizar la influencia del biorresiduo grasa de porcino, sobre las propiedades mecánicas en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023*”, se presenta la Tabla 31 y 32, sí como en la Figura 9 y 10, mostrando los valores obtenidos de los ensayos de proctor y CBR; teniendo en consideración que toda la vía en estudio tiene propiedades físicas y mecánicas semejante así como la clasificación del suelo, por lo que, se evaluó las muestras del suelo pero con 03 repeticiones cada ensayo; cabe recalcar que, las tablas y figuras antes mencionadas fueron elaboradas con los anexos 4.12 y 4.13.

#### **3.4.1. Proctor Modificado**

La densidad máxima seca y la humedad óptima fueron determinadas con el ensayo proctor modificado a diferentes humedades; por lo que en la siguiente tabla se muestran los valores promedios para el suelo natural y el suelo estabilizado con grasa de porcino líquida (GPL).

**Tabla 31**

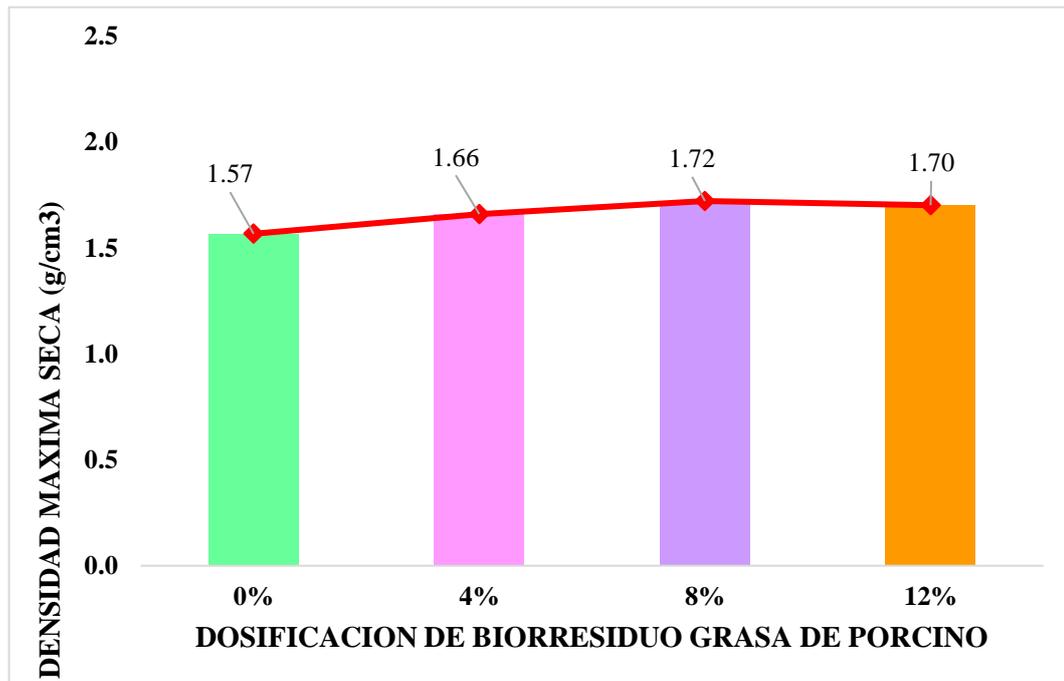
*Proctor para el suelo natural y estabilizado*

Dosificación	Repetición	Densidad Máxima	Humedad
		Seca (g/cm <sup>3</sup> )	Óptima (%)
Suelo Natural	01	1.56	7.10
	02	1.57	7.16
	03	1.58	7.29
Suelo Natural + 4% GPL	01	1.66	10.55
	02	1.65	10.50
	03	1.67	10.55
Suelo Natural + 8% GPL	01	1.70	13.10
	02	1.72	13.00
	03	1.74	13.10
Suelo Natural + 12% GPL	01	1.69	17.35
	02	1.70	17.10
	03	1.72	16.90

*Nota:* Valores de densidad máxima seca y humedad para el suelo natural y suelos dosificado con biorresiduo.

**Figura 9**

*Promedios de densidad máxima seca del suelo natural y estabilizado*



*Nota:* Valores promedio de *densidad máxima seca* del suelo natural y suelos dosificado con biorresiduo.

### Interpretación

En la Figura 9, se muestran los resultados promedios de densidad máxima seca y humedad óptima, hallada con el ensayo proctor modificado a diferentes humedades; apreciando un claro aumento de la propiedad desde  $1.57 \text{ g/cm}^3$  para el suelo natural hasta  $1.70 \text{ g/cm}^3$  para la dosificación de 12% de biorresiduo grasa de porcino, con lo que se puede indicar que a mayor dosificación de biorresiduo mayor es la densidad seca máxima.

### 3.4.2. Relación de Soporte de California (CBR)

El CBR fue determinado luego de ensayar las muestras a diferentes cantidades de golpes, a 0.1” y 0.2” de penetración, hallando una curva de densidad seca máxima vs el valor porcentual de CBR; por lo que en la siguiente tabla se muestran los valores porcentuales promedios para el suelo natural y el suelo estabilizado con grasa de porcino líquida (GPL).

**Tabla 32**

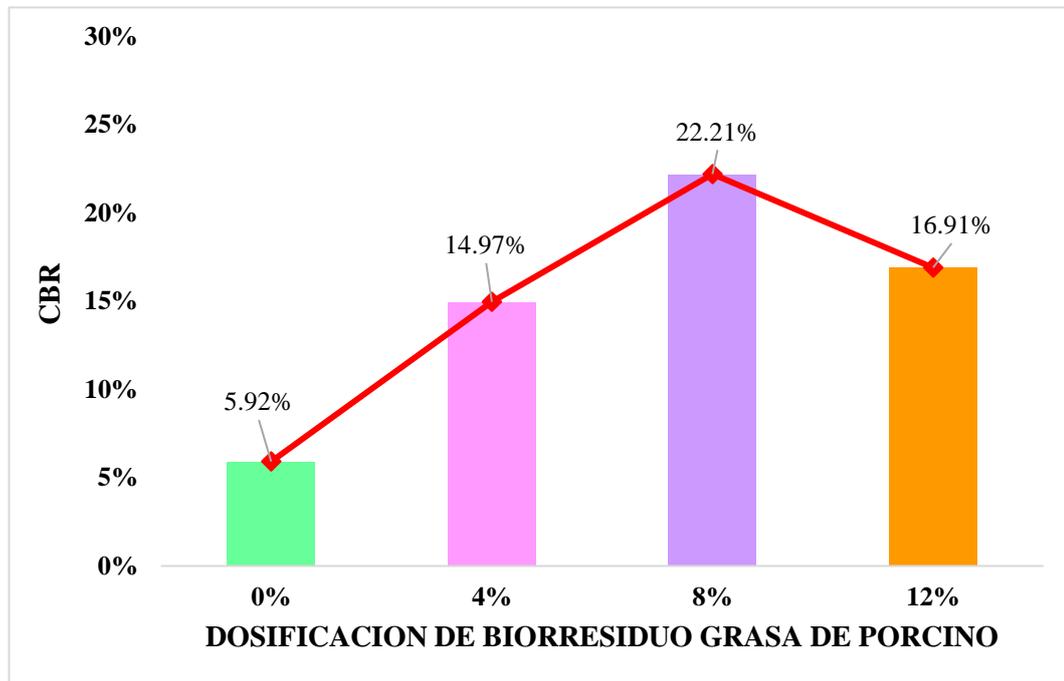
*CBR para el suelo natural y estabilizado*

<b>Dosificación</b>	<b>Repetición</b>	<b>CBR (%)</b>
	01	5.30
Suelo Natural	02	5.97
	03	6.48
Suelo Natural	01	13.82
+	02	15.20
4% GPL	03	15.89
Suelo Natural	01	21.27
+	02	22.16
8% GPL	03	23.20
Suelo Natural	01	16.03
+	02	17.13
12% GPL	03	17.58

*Nota:* Valores de CBR para el suelo natural y suelos dosificado con biorresiduo.

**Figura 10**

*Promedios de CBR al 95% del suelo natural y estabilizado*



*Nota:* Valores promedio de CBR del suelo natural y suelos dosificado con biorresiduo con densidad máxima seca al 95% y 0.1” de penetración, según lo estipulado en Manual de carreteras Suelos geología, geotécnica y pavimentos.

### **Interpretación**

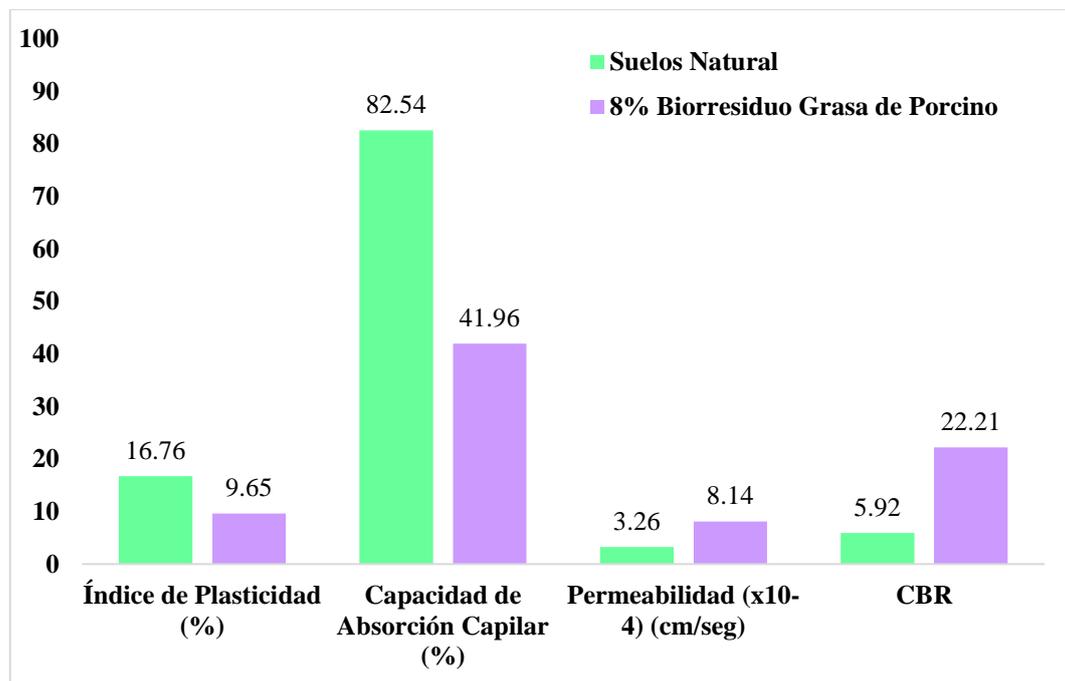
En la Figura 10, se muestran los resultados promedios de CBR, hallado a una penetración de 0.1” con la densidad máxima seca al 95%, según lo estipulado en Manual de carreteras Suelos geología, geotécnica y pavimentos; apreciando un claro aumento de la propiedad desde 5.95% para el suelo natural hasta 22.21% para la dosificación de 8% de biorresiduo grasa de porcino, porque al 12% de estabilizante el CBR disminuye a 16.91%, con lo que se puede indicar que a mayor dosificación de biorresiduo mayor es el CBR hasta el 8% dosificación máxima.

### 3.5.Comparación del suelo

Para brindar respuesta al **quinto objetivo específico** “*Individualizar y comparar las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural con la proporción optima de biorresiduo grasa de porcino para la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca – Hualgayoc*”, se presenta la Figura 11, mostrando los valores promedios de las propiedades físicas y mecánicas de la mejor dosificación para la estabilización del suelo de la subrasante en estudio y el suelo natural; cabe recalcar que, la figura antes mencionada fue elaborada con los anexos 4.9 al 4.13.

**Figura 11**

*Propiedades del suelo natural y la dosificación optima de biorresiduo.*



*Nota:* Valores promedio y clasificación del suelo de los diferentes puntos de exploración y sus respectivas características a la profundidad estudiada.

## **Interpretación**

En la Figura 11, se muestran los resultados promedios de las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural y la dosificación al 8% de biorresiduo grasa de porcino, apreciando una notoria mejoría en las propiedades como el Índice de Plasticidad dado que disminuye aproximadamente en la mitad el valor porcentual inicial, también disminuye la Capacidad de Absorción Capilar en una cuarta, del mismo modo aumenta la permeabilidad en el triple del suelo original y cuatriplica el valor CBR del suelo natural.

### **3.6. Análisis Estadístico de Datos**

La finalidad del análisis estadístico es determinar la influencia del biorresiduo grasa de porcino en el suelo de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa empleando la normalidad y homogeneidad, para determinar el uso de pruebas estadísticas paramétricas o no paramétricas; siendo para la presente investigación el uso de análisis ANOVA.

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos en la investigación se empleó el Software IBM SPSS Statistics, cuyo programa facilita la obtención de la normalidad y el software STATGRAPHICS que brinda el análisis ANOVA.

Además, las pruebas estadísticas se realizaron en un solo grupo, porque la investigación es del tipo mono factorial; evaluando la influencia del 0%, 4%, 8% y 12% de biorresiduo grasa de porcino.

### 3.6.1. Prueba de normalidad

Esta prueba fue empleada para determinar si existe una distribución normal en los datos; y como se cuenta con una cantidad menor a 50 valores numéricos, se utilizó “Shapiro – Wilk”. Por otro lado, para esta prueba se plantearon dos hipótesis:

#### A) Hipótesis Nula o llamada también “H0”

Esta hipótesis se acepta, si existe una distribución normal, y para ello debe cumplirse que P - valor debe ser mayor o igual a 0.05.

#### B) Hipótesis Alternativa o llamada también “H1”

Esta hipótesis se acepta, si no existe una distribución normal, y para ello debe cumplirse que P - valor debe ser menor o igual a 0.05.

**Tabla 33**

*Prueba de normalidad*

Propiedad	Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	P - valor
<b>Índice de Plasticidad</b>	0.897	12	0.143
<b>Capilaridad</b>	0.909	12	0.209
<b>Permeabilidad</b>	0.898	12	0.149
<b>CBR</b>	0.904	12	0.178

*Nota:* La tabla muestra la distribución normal de las propiedades evaluadas en esta investigación.

De la tabla anterior, donde se muestra las normalidades para las propiedades evaluadas y sus dosificaciones al 0%, 4%, 8% y 12% de biorresiduo grasa de porcino, resulta que dichos valores son mayores a 0.05; por lo que, se acepta la hipótesis nula, lo que significaría que si existe una distribución normal.

### 3.6.2. Prueba de análisis de varianza (ANOVA)

Esta prueba fue empleada para corroborar la igualdad de efectos o el efecto significativo que tienen el biorresiduo graso de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa.

Por otro lado, para esta prueba se plantearon dos hipótesis:

#### A) Hipótesis Nula o llamada también “H0”

Esta hipótesis se acepta, si las dosificaciones de biorresiduo tienen el mismo efecto significativo en las propiedades físicas o mecánicas del suelo estabilizado, y para ello debe cumplirse que P - valor debe ser mayor o igual a 0.05.

#### B) Hipótesis Alternativa o llamada también “H1”

Esta hipótesis se acepta, si alguna dosificación de biorresiduo tiene un efecto significativo o diferente en las propiedades físicas o mecánicas del suelo estabilizado, y para ello debe cumplirse que P - valor debe ser menor o igual a 0.05.

**Tabla 34**

*ANOVA para el índice de plasticidad*

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	P - valor
<b>Entre grupos</b>	183.274	3	61.0914	5028.1	0.0000

---

<b>Dentro de grupos</b>	0.0972	8	0.01215
<b>Total</b>	183.371	11	

---

*Nota:* La tabla muestra el valor “F” y la significancia de los valores del índice de plasticidad.

**Tabla 35**

*ANOVA para la capacidad de absorción capilar*

---

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	P - valor
<b>Entre grupos</b>	5987.31	3	1995.77	461.59	0.0000
<b>Dentro de grupos</b>	34.5895	8	4.32369		
<b>Total</b>	6021.9	11			

---

*Nota:* La tabla muestra el valor “F” y la significancia de los valores de la capacidad de absorción capilar.

**Tabla 36**

*ANOVA para la permeabilidad*

---

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	P - valor
<b>Entre grupos</b>	128.804	3	42.9345	178.86	0.0000
<b>Dentro de grupos</b>	2.8805	12	0.240041		
<b>Total</b>	131.684	15			

---

*Nota:* La tabla muestra el valor “F” y la significancia de los valores de la permeabilidad

**Tabla 37**

*ANOVA para el CBR*

	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>P - valor</b>
<b>Entre grupos</b>	414.458	3	138.153	182.38	0.0000
<b>Dentro de grupos</b>	6.06013	8	0.757517		
<b>Total</b>	420.518	11			

*Nota:* La tabla muestra el valor “F” y la significancia de los valores de CBR.

De las tablas anteriores del análisis de varianza (ANOVA) para las propiedades del índice de plasticidad, capacidad de absorción capilar, permeabilidad y CBR, se puede observar que todos los valores de significancia o llamado también P - valor, son valores menores a 0.05, concluyendo que se ACEPTA la hipótesis altera o llamada también “H1”, existiendo una influencia significativa de alguna dosificación de

biorresiduo grasa de porcino en la estabilización del suelo perteneciente a la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca en la provincia de Hualgayoc.

## 4. CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Discusión

En la presente investigación, plasmó como **objetivo general** “*Determinar la influencia del biorresiduo grasa de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023*”, por ello, tomando en consideración los aditivos estabilizadores indicados en la normativa vigente CE 020 “Estabilización de suelos y taludes” y las guías referenciales estipuladas en el Capítulo IX “Estabilización de Suelos” del Manual de Carreteras (2014), donde se mencionan estabilizadores como cal, cemento, asfalto y aceites sulfonados para suelos con alto contenidos de material fino (mayor a 0.075 mm), siendo estos compuestos de origen químico o inorgánico tienden a afectar algunas propiedades químicas y biológicas de los suelos como pH, capacidad productiva, disponibilidad de nutrientes, entre otros; se vio la necesidad de utilizar un estabilizador diferente debido a la presencia de vegetación en los laterales de la vía en estudio, optando por utilizar un estabilizador de origen natural

como la grasa de porcino, la cual es extraída de los cerdos criados por los pobladores de la localidad de Huangamarca – Liriopampa, cabe mencionar que estos animales son monogástricos, por lo que su grasa dependerá de la alimentación y como lo llevan un control zootécnico la grasa puede llegar a ser del 20 al 30 por ciento del peso del cerco.

Por otro lado se planteó como **primer objetivo específico** “*Clasificar el suelo de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023*”, para lo cual se utilizó la clasificación del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y la tipificación de la American Association Standards Highway Transportation Officials (AASHTO), porque son las clasificaciones de suelos empleados en el Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos de la sección Suelos y Pavimentos, donde en el Capítulo IV “Suelos” indican la cantidad de calicatas, descripción de los suelos, propiedades, ensayos de laboratorio entre otros criterios que deben tomarse en consideración. Por lo que, **luego de culminar los ensayos** en la Tabla 26 con la caracterización del suelo por cada punto de exploración indicando la composición física aproximada del suelo de 24% arena, 42% limo y 34% arcilla, también con límites de Atterberg máximos de 38.73% para el límite líquido y 22.32% de límite plástico, logrando deducir que el suelo en estudio cuenta con una plasticidad media y según SUCS se clasifica como “CL” o llamados también arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media o arcillas limosas, para la Clasificación AASHTO se indicó que el suelo pertenece al grupo A – 6, con constituyente principal suelo arcilloso y con categoría de subgrado de pobre a malo; además, en base al triángulo de texturas se determinó que el suelo en estudios pertenece a los suelos Franco Arcillosos; esto **concuerta** con la investigación planteada por Huaraca (2022) evaluó un suelo de clasificación “CL” con adiciones de diversos porcentajes de grasa de porcino, mientras que en otras investigaciones se usó el mismo tipo de suelo pero con otros estabilizadores

como en la investigación de Romero y Solar (2020), Perez y Rosas (2021), Tuscano (2017) y Huaquisto (2014), evaluaron la misma clasificación de suelo “CL” – “A – 6”, y los estudios realizados por Llano, Ríos y Restrepo (2020), Mishra y Mohit (2018), Piedra, Vásquez y Arriola (2021) analizaron suelos de clasificación “CL” pero con índices de plasticidad mayores al de esta investigación, mientras que en las indagaciones planteadas por Azis (2016) y Huaraca (2022) también estudiaron suelos de tipo “CL” pero con índices de plasticidad menores; **por el contrario**, la investigación de Del Castillo y Orobio (2020) se analizó un suelo de clasificación “MH”, Alarcón, Jiménez y Benítez (2020) evaluaron un suelo granular (limo) y un suelo para subrasante (SM), Camacho, Reyes, Mayorga y Méndez (2006) emplearon un material altamente plástico como la bentonita, Ospina, Chavez y Jiménez (2020) utilizaron un suelo con alto contenido de caolinita, Ojeda, Mendoza y Baltazar (2018) ensayaron un suelo granular arenoso, Swaidan, Hammoud y Meziab (2016) investigaron sobre un suelo de clasificación “CH”, Chavarry, Figueroa y Reynaga (2020) usaron un suelo “GW” y Valdez (2022) un suelo “SP”. **Esto puede atribuirse a que**, al tamaño de partícula del suelo y la cantidad de material fino (limo y arcilla) que contienen los suelos de la serranía del Peru y la incorporación de cualquier aditivo podría afectar las propiedades del suelo, y este a la vital importancia para la agricultura, ganadería y construcción, es un material de constantes estudios; además las problemáticas que presentan los suelos arcillosos y limosos, debido a la contracción por falta de humedad en los climas secos o hinchamiento producto de la capacidad de absorción de agua en los climas húmedos afecta en gran medida a cualquier construcción ingenieril que se realice.

También se tuvo como **segundo objetivo específico** “*Determinar las caracterizas principales del biorresiduo grasa de porcino*”, planteando una ficha de inspección sensorial donde se mostró las principales características y generalidades del subproducto

estudiado con ayuda del olfato, gusto, tacto y visualización. Por lo que, **luego de culminar la inspección**, dicha ficha indicó las características generales como un color blanco marfil, aroma libre de olores rancios y una textura consistente, siendo las zonas de extracción de la grasa del porcino la panza, espalda y vísceras las más representativas; esto **concuierda** con la investigación planteada por Huaraca (2022), quien extrajo la grasa orgánica de las mismas zonas del porcino. **Esto puede atribuirse a que**, la mayor acumulación de grasa está ubicada en esas zonas, también el biorresiduo es una grasa subcutánea de fácil extracción manual, y el cerdo al ser un animal monogástrico la cantidad de grasa dependerá de la alimentación del animal, llegando a obtener entre el 20% y 30% de grasa por cada porcino.

Para el **tercer objetivo específico** “*Evaluar la influencia del biorresiduo grasa de porcino, sobre las propiedades físicas en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023*”, se evaluó el suelo natural y estabilizado; teniendo como primera instancia al **índice de plasticidad (IP)**, cuyas propiedades es una característica importante del suelo según el Manual de Carreteras (2014), dado que el límite líquido (LL), límite plástico (LP) e índice de plasticidad (IP) indica el grado de plasticidad del suelo, teniendo en consideración que a mayor valor de IP aumenta la plasticidad de un suelo. Por lo que, **luego de culminar los ensayos** de límites de Atterberg y calcular el índice de plasticidad, en la Figura 6 se muestran los resultado promedios de índices de plasticidad del suelo evaluado, mostrando una notoria disminución en el IP conforme aumenta la dosificación de biorresiduo con un valor 16.76% y 5.86% para el suelo natural y la máxima dosificación de grasa de porcino; esto **concuierda** con las investigaciones de Huaquisto (2014) quien estudio un suelo (CL) reportando valores de IP de un suelo sin estabilizar de 15.89% y con el 10% de aceite residual de la maquinaria pesada dicho valor decayó a 3.64%, Llano, Ríos y Restrepo

(2020) evaluaron un suelo (CL) aplicando siete estabilizadores llegando a alcanzar un valor de IP de 25% para el suelo natural, 21% para 233 ml/m<sup>3</sup> de aceite sulfonado, 11% para 6% de cal y 9% para la aplicación de 180 kg/m<sup>3</sup> de cemento, Mishra y Mohit (2018) analizaron un suelo (CL) con IP de 21.6% y cuando se aplicó la combinación de PET – Ceniza Volante (16% - 20%) dicho valor se redujo a 16.4%, del mismo modo en los estudios de Camacho, Reyes, Mayorga y Méndez (2006) se dosificó 7.50 ml/L de aceite sulfonado a la bentonita reduciendo el IP de 360% a 243%, Ospina, Chavez y Jiménez (2020) introdujeron escorias de acero a un suelo con alto contenido de colinita llegando a minorizar el IP de 15.50% a 5.8% con el 50% de escorias, Swaidan, Hammoud y Meziab (2016) usaron un suelo (CH) con IP de 28.8% y al agregarle 20% de puzolana natural se redujo a 21.24%, con 8% de cal llegó a 5.79% y con 20% de puzolana natural - 8% de cal decayó a 2.87%, Alarcón, Jiménez y Benítez (2020) analizaron la influencia de los lodos aceitosos en suelos granulares y suelos para subrasante llegando a obtener 8% y 17% de IP pero al agregar 6% de este estabilizador el valor de IP se redujo un valor nulo, **por el contrario** en las investigaciones planteadas por Azis (2016) quien usó un suelo (CL) con IP 12% luego de aplicar 10% de ceniza volante el valor del índice de plasticidad aumentó a 15%, y en el estudio de Del Castillo y Orobio (2020) al emplear un suelo (MH) con IP de 18.52% y adicionarle 16% de Aceite de motor usado el IP también aumentó a 23.5%. **Esto puede atribuirse a que**, para adicionar la grasa de porcino se tuvo que calentar a 40 °C dicho componente para convertirla en una sustancia fluida, para añadirla al agua y obtener una mezcla líquida que fue agregada al suelo seco; entonces al no poder combinarse por completo el agua con la grasa de porcino líquida, esta última fue la primera en entrar en contacto con el suelo creando una capa delgada en las partículas del suelo, generando la disminución en la capacidad de absorción de agua del suelo; también el agua al ser el agente responsable de la unión de partículas del suelo se convierte en el

encargado de aumentar o disminuir la plasticidad, por ende al añadir la grasa de porcino y a mayor dosificación de grasa de porcino adicionada a una cantidad de agua determinada, hace que los límites de Atterberg disminuyan porque se necesitaría menor cantidad de agua para que el suelo cambie de un estado a otro; además, la grasa de porcino a ser un componente con un perfil lípidos de ácidos grasos, los cuales son moléculas anfipáticas es decir que tiene en su cadena hidrocarbonada una región no polar, tienden a no disolverse por completo con fluidos polares como el agua, entonces los suelos con altos contenidos de material fino (arcilla y limo) al estar en contacto con sustancia no polares no tienen propiedades plásticas; por otro lado, se han encontrado investigaciones que indican que si un compuesto fluido de origen orgánico como la grasa de porcino líquida se usa para homogenizar un suelo, las propiedades del fluido líquido como la viscosidad afectaran las características del suelo como los límites de Atterberg haciendo que un suelo arcilloso se comporte como un suelo granular reduciendo la plasticidad de este.

En segunda instancia se evaluó a la **capacidad de absorción capilar**, la cual es una propiedad que relacionada con la ascensión de agua por canales capilares formados por espacios vacíos interconectados, esta características también depende del tipo de material y porosidad que tiene un suelo, siendo este último el responsable de la capacidad de absorción porque un material con alto contenido de partículas finas como arcillas tiende a tener una alta absorción capilar de agua. Por lo que, **luego de culminar los ensayos** de capacidad de absorción capilar (CAP) en la Figura 7 se presentan los resultados promedios mostrando una notoria disminución en la CAP conforme aumenta la dosificación de biorresiduo con un valor 82.54% y 21.24% para el suelo natural y la máxima dosificación de grasa de porcino; esto **concuerda** con las investigaciones planteadas por Huaraca (2022) quien analizo un suelo (CL) con adiciones de grasa porcina

obteniendo una ascensión capilar luego de 24 horas de 25.90 cm para el suelo natural, 3.45 cm con 10% de grasa y 2.94 cm para 20% de estabilizante, lo que representa una CAP de 40.449%, 22.66% y 13.76%, respectivamente, del mismo modo Alarcón, Jiménez y Benítez (2020) estudiaron suelos con material granular y material para subrasante que tiene un absorción capilar del 40% luego de 80 minutos, mientras que al adicionar lodos aceitosos independientemente de la dosificaciones la absorción capilar se redujo a 0%. **Esto puede atribuirse a que**, al mezclar el agua con la grasa de porcino líquida (a 40 °C) adicionándola al suelo seco, el primer componente que entro en contacto con el suelo fue la grasa de porcino líquida porque esta al ser un compuesto anfipático con cadenas hidrocarbonadas que tienen una regional no polar, tienden a no mezclarse en una solución completamente homogénea, entonces como la grasa de porcino líquida al entrar en contacto con el suelo formo una película delgada alrededor de los partículas del suelo por ende la porosidad del suelo se recubrió con esta delgada capa de material no polar, dificultando la ascensión capilar y absorción de agua por los canales capilares formados por los espacios vacíos interconectados con las partículas del suelo.

En tercera instancia se evaluó la **permeabilidad**, siendo esta la propiedad responsable de la fluides del agua dentro del suelo, la cual es afectada por la porosidad, estructura, temperatura y otros agentes externos que influyen en la permeabilidad de los suelos, esta propiedad se expresa mediante el coeficiente de permeabilidad. Por lo que, **luego de culminar los ensayos**, en la Figura 8 se muestran los resultado promedios de permeabilidad, mostrando una notoria disminución en la propiedad conforme aumenta la dosificación de biorresiduo con un valor  $3.26 \times 10^{-4}$  cm/s y  $10.58 \times 10^{-4}$  cm/s para el suelo natural y la máxima dosificación de grasa de porcino; esto **concuierda** con las investigaciones de Del Castillo y Orobio (2020) quienes estudiaron un suelo (CL) con permeabilidad de  $5.30 \times 10^{-5}$  y al dosificar con 4.5% de cloruro la permeabilidad aumenta

a  $3.40 \times 10^{-5}$ , del mismo modo Perez y Rosas (2021) analizo un suelo (MH) con adición del 16% de aceite de motor usado llegando a obtener  $1.501 \times 10^{-8}$  para el suelo y  $0.605 \times 10^{-8}$  para el suelo estabilizado, **por el contrario** en la investigación de Huaquisto (2014) preparo un suelo (CL) con permeabilidad de  $1.18 \times 10^{-3}$  y al mezclarlo con 10% de aceite residual de la maquinaria pesada dicho valor disminuyo a  $9.986 \times 10^{-5}$ . **Esto puede atribuirse a que**, la permeabilidad depende de muchos factores como el tamaño de partícula, tipo de suelo, entre otros; pero el ensayo para hallar el coeficiente de permeabilidad corregido se ensayó con el suelo saturado de agua, influyendo directamente el grado de compactación que se realizó a las probetas conformadas para el ensayo, y como el suelo estudiado fue un suelo con alto contenido de material fino de partículas menores a 0.075 mm, el grado de compactación fue elevado producto de la absorción de agua de las probetas, reduciendo el volumen de vacíos y porosidad que tiene un suelo seco; por ende la dosificación de grasa de porcino liquida no tiene una influencia significativa en la permeabilidad del suelo lo que corrobora los valores obtenido del ensayo que están en el rango de una permeabilidad baja de orden  $10^{-4}$ ; por otro lado, se puedo deducir que como la grasa de porcino en un inicio su estado es sólido pastoso pero al calentarla a  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  se vuela liquida, luego de mezclar la solución de agua y grasa de porcino liquida con el suelo, llega un punto en que la grasa de porcino liquida recubrió la mayoría de partículas y el estabilizante sobrante puedo solidificarse dado que la temperatura bajo a temperatura ambiente y estos residuos ocuparon los espacios vacíos o porosidades presentes en el suelo, dificultando el paso del agua.

Como **cuarto objetivo específico** “*Analizar la influencia del biorresiduo grasa de porcino, sobre las propiedades mecánicas en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023*”, se evaluó el suelo natural y estabilizado; teniendo al CBR, cuya propiedad según el

Manual de Carreteras (2014) es la propiedad que mide la capacidad de soporte del suelo basado en su resistencia y evaluado a diferentes penetraciones, este valor también es empleado para clasificar a la subrasante como pobre, regular, buena, muy buena y excelente. Por lo que, **luego de culminar los ensayos** de CBR, en la Figura 10 se muestra los valores CBR promedios para una penetración de 0.1” a una densidad máxima seca del 95% según lo indicado en el Manual de Carreteras (2014), observando un notorio aumento del CBR conforme aumenta la dosificación de biorresiduo con un valor 5.92% y 22.21% para el suelo natural y el 8% de grasa de porcino, porque al adicionarle mayor cantidad disminuya el valor de la propiedad a 16.91% con el 12% de biorresiduo; mejorando la calidad del suelo de una subrasante pobre a una de muy buena calidad; esto **concuerda** con las investigaciones de Mishra y Mohit (2018) quienes evaluaron un suelo (CL) con CBR de 4.91% y al agregarle 12% PET – 15% ceniza volante el valor aumento a 11.86%, Tuscano (2017) analizó un suelo (CL) con 3.05% de CBR incrementando el valor a 8.51% con 4% de aceite reciclado, Romero y Solar (2020) estudiaron un suelo (CL) con características iniciales de 8.13% CBR pero al adicionar 3% residuos ceniza de conchas de abanico con 8% ceniza cáscaras de arroz dicho valor fue de 51.37%, Perez y Rosas (2021) examinaron un suelo (CL) y lo comparo con un suelo al 3% de cloruro de sodio aumentando el CBR de 9% a 30%, Piedra, Vásquez y Arriola (2021) investigaron un suelo (CL) de 4.50% CBR que al adicionar 12% ceniza de cáscara de arroz se logró 7%, Azis (2016) indagó un suelo (CL) de 5.1% CBR y luego de 28 días de curado se alcanzó 114.50% con el 10% de ceniza volante, Ospina, Chavez y Jiménez (2020) estudiaron un suelo con alto contenido de caolinita con 7.97% CBR y dosificar con el 75% de escoria de acero se aumentó a 30.20%, Swaidan, Hammoud y Meziab (2016) examinaron un suelo (CH) con 2.89 CBR y al añadir 20% Puzolana natural – 8% Cal se reportó 90.96%, Chavarry, Figueroa y Reynaga (2020) evaluaron un suelo (GW) con

adición del 40% en volumen cloruro de calcio cuyo CBR al 80% fue de 50.25% y 114.7% para cada uno, Valdez (2022) analizo un suelo (SP) de 15.305 CBR que al añadir 4% aceite sulfonado se logró 26.90% CBR, **por el contrario** en las investigaciones de Alarcón, Jiménez y Benítez (2020) quienes analizaron un suelo con material granular de 30% CBR al 90% densidad que al agregar 8% lodo aceitoso dicho valor disminuyo a 12% Ojeda, Mendoza y Baltazar (2018) evaluaron un suelo granular arenoso con CBR inicial al 100% de 24.50% mientras que al agregar 3% cemento – 50% ceniza de bagazo de caña bajo a 142%. **Esto puede atribuirse a que**, al usar grasa de porcina liquida como adición al agua para mezclarlo con el suelo seco, el aumento de biorresiduo disminuye la cantidad de agua lo que significa un ahorro para densificar el suelo, porque este sustituye la función del agua; en otras palabras, la grasa de residuo liquida tiene como finalidad lubricar las partículas del suelo generando una matriz ordenada que conceda una mejor compactación del suelo; también, se puede deducir que como el biorresiduo es el primero en entrar en contacto con el suelo, este recubre las partículas del suelo con grasa de porcino, aumentando la fuerza de unión entre partículas; por otro lado, se indica en investigaciones que el uso de componentes orgánicos como la grasa de porcino liquida con propiedades diferentes al agua como la viscosidad puede hacer que un suelo arcilloso se comporte como granular, lo cual se corrobora con el ensayos de límites de Atterberg dado que dichos valores disminuyen considerablemente y es bien sabido que a menor índice de plasticidad menor es plasticidad, entonces al comportarse un suelo arcilloso como granular, puede aumentar su tenacidad logrando soportar mayores cargas sin sufrir deformaciones; pero esto ocurre solo hasta la dosificación del 8% de grasa de porcino, dado que pasando dicho porcentaje el valor de CBR decae y eso se atribuye a una saturación del suelo con biorresiduo.

Finalmente, el **quinto objetivo específico** “*Individualizar y comparar las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural con la proporción óptima de biorresiduo grasa de porcino para la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca – Hualgayoc, 2023*”, se realizó un análisis del suelo natural y suelo estabilizado basados en las propiedades físicas y mecánicas evaluadas en la investigación. Por lo que, **luego de culminar la comparación** de las propiedades, en la Figura 11 se muestran los resultados promedios, presentando una notoria mejora en el índice de plasticidad porque reduce el valor inicial de 16.76% a 9.65%, también enriquece la capacidad de absorción capilar dado que disminuye de 82.54% a 21.54%, progresa ligeramente la permeabilidad porque aumenta de  $3.26 \times 10^{-4}$  a  $8.14 \times 10^{-4}$ , del mismo modo prospera el CBR dado que aumenta en gran medida la propiedad del suelo natural de 5.92% a 22.21% mejorando la calidad de la subrasante de pobre a muy buena; concluyendo que el 8% de biorresiduo grasa de porcino es la dosificación óptima para mejorar de manera general las propiedades físicas y mecánicas del suelo extraído de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa, esto **concuerda** con la investigación planteada por Huaraca (2022) porque también concluye que la grasa de porcino influye significativamente en las propiedades del suelo clasificado como “CL” según SUCS. **Esto puede atribuirse a que**, la grasa de porcino al ser un material líquido (temperatura entre 30 a 40 °C) aporta fluides en los límites de Atterberg, como es un compuesto que adiciona lubricación en las partículas, ayuda que no absorba agua las partículas del suelo mejorando la capacidad de absorción capilar y como reviste al suelo con una ligera capa de este componente deja fluir los líquidos entre sus partículas mejorando la permeabilidad, del mismo modo este material cuando es mezclado con el suelo genera una matriz ordenada y aumenta la fuerza de unión entre partículas aumentando el valor de CBR.

## 4.2. Conclusiones

Con el objetivo general, se determinó la influencia del biorresiduo grasa de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca – Hualgayoc, resultando una influencia significativa en el mejoramiento de sus propiedades.

En base al primer objetivo específico, se clasificó el suelo de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023; hallando que el suelo se clasificó con la simbología “CL” en base a SUCS, “A – 6” según AASHTO y pertenece al grupo de suelos franco arcilloso conforme lo indica la clasificación por texturas.

Debido al segundo objetivo específico, se determinó las características principales del biorresiduo grasa de porcino, cuyas características organolépticas indican un color blanco marfil, sabor a producto fresco con un aroma característico y libre de olores rancios, presenta una textura consistente, humedad y retráctil al taco con una apariencia física de formas irregulares.

El tercer objetivo específico, evaluó la influencia del biorresiduo grasa de porcino, sobre las propiedades físicas en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023; concluyendo que el biorresiduo influye significativamente en el índice de plasticidad, capacidad de absorción capilar y permeabilidad del suelo estudiado; resultando una disminución en el índice de plasticidad de 16.76% a 5.86%, una reducción en la capacidad de absorción capilar de un valor inicial 82.54% hasta 21.54% y se aumentó el valor de la permeabilidad de  $3.26 \times 10^{-4}$  cm/s hasta  $10.58 \times 10^{-4}$  cm/s con el 12% de biorresiduo.

El cuarto objetivo específico, analizó la influencia del biorresiduo grasa de porcino, sobre las propiedades mecánicas en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023; concluyendo que el biorresiduo influye significativamente en el CBR; llegando a incrementar dichas propiedades de 5.92% hasta 22.21% con la dosificación del 8% de biorresiduo.

Con el quinto objetivo específico, se individualizó y comparó las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural con la proporción óptima de biorresiduo grasa de porcino para la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca – Hualgayoc; concluyendo que la mejor dosificación en términos generales para estabilizar un suelo con biorresiduo de grasa de porcino es el 8% de este compuesto de base orgánica.

## REFERENCIAS

Acuña, S. y Valera, V. (2008). *Indicadores de generación de residuos y desechos sólidos en Venezuela*. Revista REDISA, I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos, Universidad Metropolitana, Caracas, Venezuela.

Alarcón, J., Jiménez, M. y Benítez, R. (2020). *Estabilización de suelos mediante el uso de lodos aceitoso*. Revista Ingeniería de Construcción, 35(1), 5-20.  
<https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732020000100005>

Aldana, R. (2021). *Estabilizaciones de suelos y capas granulares*.  
<https://www.aulacarreteras.com/estabilizaciones-de-suelos/>

Alzate, A, Duque, J., Vásquez, B. y Orrego, J. (2019). *Mejoramiento de subrasante en vías de tercer orden*. Universidad Libre, Pereira, Colombia.

Angelone, S., Garibay, M. y Casaux, M.(2006). *Permeabilidad de suelos*. Universidad Nacional de Rosario, Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura.

Azis, M. (2016). *Improvement in Bearing Capacity of a Soft Soil by Addition of Fly Ash*. Revista Procedia Engineering, 143(1), 498-505.  
<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.063>

Baena, G. (2017). *Metodología de la investigación*. 3<sup>era</sup> edición. Grupo Editorial Patria.

Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. 3<sup>era</sup> edición. Pearson Educación.

Camacho, J., Reyes, O., Mayorga, C. y Méndez, D.(2006). *Evaluación de aditivos usados en el tratamiento de arcillas expansivas*. Revista Ciencia e Ingeniería Neogranadina , 16 (2), 45-53. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91116205>

CE 020 (2012). *Estabilización de Suelos y Taludes*. 9 de noviembre 2012. D. O. No. 478250

CEPAL (2022). *El mundo alcanza los 8 mil millones de habitantes, de los cuales 662 millones viven en América Latina y el Caribe*. <https://www.cepal.org/es/noticias/mundo-alcanza-8-mil-millones-habitantes-cuales-662-millones-viven-america-latina-caribe>

CESEL INGENIEROS (2017). *Fraccionamiento y actualización del presupuesto del estudio definitivo para el mejoramiento de la carretera Oyón- Tambo*. Oyón: s.n., marzo - 2017. Estudios básicos topográficos, trazo y diseño vial, Volumen II, Tomo I. Ministerio de transporte y comunicaciones.

Chavarry, C., Figueroa, R. y Reynaga, R. (2020). *Estabilización química de capas granulares con cloruro de calcio para vías no pavimentadas*. Revista Polo del

Conocimiento, 5(6), 40-69.

<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/1465>

ConstruMine Chile (2018). *Mecánica de suelos I.*

<https://construmine.webnode.cl/l/mecanica-de-suelos-i/>

Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones*, 4<sup>ta</sup> edición. México: Limusa, S.A. de C.V.

Del Castillo, R. y Orobio, A. (2020). *Investigación exploratoria sobre el efecto del aceite de motor usado en un suelo fino de subrasante*. Revista Informes de la Construcción, 72(558), e336. <https://doi.org/10.3989/ic.69016>

Duque, G y Escobar, C. (2022). *Mecánica de suelos*. Colombia: Manizales, 1<sup>era</sup> edición). Universidad Nacional de Colombia

Enrique, O. (2018). *Obtención de grasa de origen animal*. <https://www.engormix.com/balanceados/articulos/obtencion-grasa-origen-animal-t42855.htm>

Excel total. *Qué es Excel y para qué sirve*. <https://exceltotal.com/que-es-excel/>

Escobar, J. (2002). *La contaminación de los ríos, Santiago de Chile, CEPAL: División de Recursos Naturales e Infraestructura*.

Fernández, C. y Baptista, P. (2014) *Metodología de la investigación*. 6<sup>ta</sup> edición. McGRAW-HILL

Gallardo, E. (2017). *Metodología de la Investigación*. 1<sup>era</sup> edición. Universidad Continental.

García, Y. y Vásquez, J. (2023). *Análisis de modelos de estimativa de la ascensión capilar en suelos no saturados*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil) Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia.

Gutiérrez, M. (2017). *Gestión de carreta no pavimentadas*. (Tesis de postgrado en Planificación y Gestión de Infraestructuras). Universidad Politécnica de Madrid. Madrid – España.

Hernández, J., Mejía, D. y Zelaya, C. (2016). *Propuesta de estabilización de suelos arcillosos para su aplicación en pavimentos rígidos en la facultad multidisciplinaria oriental de la universidad de el salvador*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil). Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2004). *Metodología de la investigación*. 1<sup>era</sup> edición. MCGRAW-HILL

Huaraca, J. (2022). *Efecto impermeabilizante de grasa residual orgánica porcina en el suelo del pavimento peatonal del Parque Nacional Machupiccho, Cusco, 2021*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.

Huaquisto, S. (2014). *Efecto del aceite residual de la maquinaria pesada en los factores físico mecánicos del suelo*. (Tesis doctoral en Ciencias Tecnología y medio ambiente). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

INEI (2017). *Censos nacionales 2017: XII de población, VII de vivienda y III de comunidades indígenas*. <https://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>

INEI (2022). *Nota de prensa - Población peruana alcanzó las 33 millones 396 mil personas en el año 2022*.

INTERPORC (2022). *La carne de cerdo ¿Es una carne grasa?*. <https://interporc.com/2022/09/08/carne-de-cerdo-contenido-carne-grasa?cat=blog/vive-en->



Ministerio de transportes y comunicaciones (2016). Manual de ensayos de materiales.

Mishra, B. y Mohit, K. (2018). *Use of randomly oriented polyethylene terephthalate (PET) fiber in combination with fly ash in subgrade of flexible pavement*. Revista Construction and Building Materials, 190(1), 95-107. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.09.074>

Montejo, A., Montejo, A., y Montejo, A.(2018). *Estabilización de suelos*. Primera edición, Bogotá: Ediciones de la U, 2018.

MTC (2014). *Manual de carreteras – Diseño Geométrico*.

MTC (2014). *Manual de Carreteras – Sección Suelos y Pavimentos*.

Musso, M., Behak, L. y Rostan, A.(2003). *Subrasantes expansivas en Rutas Nacionales: ¿mito o realidad?*. Conferencia: 4to Congreso de la Vialidad Uruguaya, Montevideo, Uruguay.

Noriega, Y., Vives, J. y Muñoz, S. (2022). *Uso de estabilizadores de suelo: una revisión del impacto al corte y asentamiento*. Revista Avances Investigación En Ingeniería, 19 (1). <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.6856>

Observatorio Ambiental de Bogotá (2019). *Aceite de cocina, otra amenaza para los acuíferos*. <https://oab.ambientebogota.gov.co/aceite-de-cocina-otra-amenaza-para-los-acuiferos/#:~:text=Solo%20un%20litro%20de%20aceite,alcantarillas%20y%20redes%20de%20saneamiento>.

Ojeda, O., Mendoza, J. y Baltazar, M. (2018). *Influencia de la inclusión de ceniza de bagazo de caña de azúcar sobre la compactación, CBR y resistencia a la compresión simple de un material granular tipo subrasante*. Revista ALCONPAT, 8 (2), 194 – 208. <http://dx.doi.org/10.21041/ra.v8i2.282>

Ortega, G, Delgado, G., Reyes, A., Cejas, G., y Slimani, N. (2009). *Metodología para la gestión de la calidad en la investigación científica en el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar*. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar , XLIII (3), 52-59.

Ospina, M., Chavez, S. y Jiménez, L. (2020). *Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero*. Revista Investigación, Desarrollo e Innovación, 11 (1), 185-196. <https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n1.2020.11692>

Perez, A. y Rosas, L. (2021). *Influencia del cloruro de sodio sobre la resistencia, permeabilidad y relación de soporte de California de suelos arcillosos urbanos*. (Tesis de pregrado en Ingeniería de Materiales). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

Piedra, J., Vásquez, J. y Arriola, G. (2021). *Evaluación de la estabilización de un suelo expansivo utilizando ceniza de cáscara de arroz, distrito de jaén, Cajamarca, Perú*. Revista Ingeniería: Ciencia Tecnología e Innovación, 8(2), 125-134. <https://doi.org/10.26495/icti.v8i2.1914>

Pino, P. (2015). *La honestidad en la investigación científica*. Acta Médica Peruana , 32 (4), 193-194.

Presidencia del Consejo de Ministros. *Cajamarca: información territorial*. <https://www.gob.pe/institucion/pcm/campa%C3%B1as/4310-cajamarca-informacion-territorial>

PRO ROAD. *Estabilización de Suelos*. <https://www.proroadglobal.com/estabilizacion-de-suelos/>

Puga, P. (2012). Estudio Experimental del coeficiente de permeabilidad en arenas (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil). Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción, Chile.

Ragozin, A. (1994) *Basic principles of natural hazard risk assessment and management*. 7 th International IAEG Congress.

Ramos, J. y Lozano, J. (2019). *Estabilización de suelo mediante aditivos alternativos*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil) Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia.

Requejo, R. (2020). *Estabilización de suelos arenosos utilizando Oryza Sativa (arroz), Pueblo Joven Las Dunas – Lambayeque- Perú 2019*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil). Universidad Señor de Sipán, Piura – Perú.

Romero, V. y Solar, H. (2020). *Influencia del porcentaje de ceniza de cáscaras de arroz y residuos de conchas de abanico sobre el índice de CBR en la estabilización de un suelo arcilloso, en el distrito de San Pedro de Lloc. Trujillo*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil). Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú.

Sáez, A. y Joheni, A. (2014). *Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe*. Revista Omnia , 20 (3), 121-135.

Salazar, M., Icaza, M., y Alejo, O. (2018). *La importancia de la ética en la investigación*. Revista Universidad y Sociedad, 10(1), 305-311.  
[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202018000100305&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000100305&lng=es&tlng=es).

Sanz, A. *Tecnología de grasas, aceites y ceras*.  
<https://www.eii.uva.es/organica/qoi/tema-02.php>

Schlegel, G. (1996). *Ecología y enseñanza rural: Manual para profesores rurales del área andina*. Roma, Italia: FAO.

SEDEMA (2015). *Separación de grasas y aceites de origen animal y/o vegetales residuales*. [http://data.sedema.cdmx.gob.mx/nadf24/separacio\\_grasas.html](http://data.sedema.cdmx.gob.mx/nadf24/separacio_grasas.html)

Shigenaka, G. (2011). *Effects of Oil in the Environment. Mexico: Gulf Professional Publishing*. Oil Spill Science and Technology, 1<sup>era</sup> edición, Gulf Professional Publishing, 985-1024.

Sola, D. (2020). *Manteca de cerdo*.  
[https://www.3tres3.com/latam/articulos/manteca-de-cerdo\\_12373/](https://www.3tres3.com/latam/articulos/manteca-de-cerdo_12373/)

Souto, I. *Todo lo que necesitas saber sobre SPSS antes de utilizarlo*.  
<https://www.uscmarketingdigital.com/todo-sobre-spss/>

Swaidan, A., Hammoud, I y Meziab, A. (2016). *Effect of adding natural pozzolana on geotechnical properties of lime-stabilized clayey soil*. Revista Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, 8(5), 714-725. <https://doi.org/10.1016/j.jrmge.2016.04.002>

TECPA (2022). *La estabilización de suelos*. <https://www.tecpa.es/estabilizacion-de-suelos/#:~:text=La%20estabilizaci%C3%B3n%20de%20suelos%20es%20el%20proceso%20al%20que%20se,problemas%20en%20estructuras%20y%20pavimentos>.

Tolentino, M. (2018). Permeabilidad del suelo con adición del 10% de ceniza de concha de abanico, Carretera Cambio Puente – Cascajal. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil). Universidad San Pedro, Chimbote, Perú.

Tuscano, M. (2017). *Estabilización de subrasante mediante el uso de aceite reciclado en carretera, circuito Cruz de Paz Palian - El Tambo – Huancayo 2017*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil). Universidad Alas Peruanas, Huancayo, Perú.

Valdez, F. (2022). *El aceite sulfonado en la estabilización de la subrasante en el Tramo Quilcas – Colpar de la provincia Huancayo*. (Tesis de pregrado en Ingeniería Civil). Universidad Peruana Los Andes, Huancayo, Perú.

Weather Spark. *El clima y el tiempo promedio en todo el año en Bambamarca Perú.*

<https://es.weatherspark.com/y/19982/Clima-promedio-en-Bambamarca-Per%C3%BA-durante-todo-el-a%C3%B1o>

## ANEXOS

### ANEXO N° 1. Matriz de Consistencia

Tipos de variable	Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escale de Medición
Independiente	Caracterización del biorresiduo	Peculiaridades principales de un componente o material.	Características físicas de un residuo o subproducto.	Inspección sensorial	Visión, olfato y tacto	Intervalo
	Dosificación de biorresiduo	Dosificación, proporción o distribución de un material en medidas exactas de una sustancia o mezcla.	Cantidad porcentual de biorresiduo.	Dosificación (% , 8% y 12%)	Proporción en gramos	Intervalo
Dependiente	Propiedades Físicas	Características que influyen en el comportamiento de un material afectado por agentes externos como el clima, y que caracterizan a un material o compuesto como apropiado o inapropiado para una acción o efecto.	Propiedades que determinan el comportamiento de un material o compuesto que son influenciadas por condiciones naturales o controladas, teniendo como propiedades físicas a la plasticidad, granulometría y otros; y propiedades mecánicas como la resistencia, CBR, entre otras.	Límites de Atterberg	Índice de plasticidad	Intervalo
			Capacidad de Absorción Capilar	Absorción	Intervalo	
			Permeabilidad	Coefficiente de permeabilidad	Intervalo	
Propiedades Mecánicas			Capacidad de soporte (CBR)	Resultados del CBR.	Intervalo	

## ANEXO N° 2. Matriz de Operacionalización de Variables

Influencia del biorresiduo grasa de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.					
Titulo	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población
<b>General</b> ¿Cuál es la influencia del biorresiduo grasa de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023?	<b>General</b> Determinar la influencia del biorresiduo grasa de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.		<b>General</b> A medida que aumenta la dosificación del biorresiduo, mejora las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante en la Vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca – Hualgayoc.	<b>Tipo de investigación:</b> Aplicada <b>Diseño:</b> Experimental <b>Enfoque:</b> Cuantitativo <b>C) Técnicas de recolección de datos</b> <b>d) Técnicas de recolección de datos</b> Observación Análisis de contenido <b>e) Técnicas de campo</b> Observación Protocolo o procedimientos de recolección, reducción, conservación y transporte de muestras de suelo. <b>f) Técnicas de laboratorio</b> Observación Protocolo de ensayo de laboratorio. <b>D) Instrumentos de recolección de datos</b> <b>d) Instrumentos de investigación documental y bibliográfica</b> Fichas de registro	<b>Población</b> Conformada por el suelo en la Vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca  <b>Muestra</b> Conformada por las muestras de suelo extraídas de los puntos de exploración en Vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca  <b>Muestreo</b>
	<b>Específico 1</b> ¿Cómo se clasifica el suelo de la subrasante de la vía desvío Huangamarca –	<b>Específico 1</b> Clasificar el suelo de la subrasante de la vía desvío Huangamarca	<b>Específico 1</b> El tipo de suelo influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas	Variable Independiente Dosificación de biorresiduo  Variable Dependiente Propiedades Físicas Propiedades Mecánicas	

Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023?	– Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.	del suelo de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.	Fichas bibliográficas Internet.	Muestreo no probabilístico e intencional, dado que la muestra es representativa.
<b>Específico 2</b> ¿Cuáles son las características principales del biorresiduo grasa de porcino?	<b>Específico 2</b> Determinar las características principales del biorresiduo grasa de porcino.	<b>Específico 2</b> Las características principales del biorresiduo grasa de porcino influye significativamente en las propiedades físicas y mecánicas del suelo de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.	<b>e) Instrumentos de recolección de datos de trabajo campo</b>	<b>Unidad de análisis</b> Muestras de suelo.
<b>Específico 3</b> ¿Cuál es la influencia del biorresiduo grasa de porcino, sobre las propiedades físicas en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023?	<b>Específico 3</b> Evaluar la influencia del biorresiduo grasa de porcino, sobre las propiedades físicas en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.	<b>Específico 3</b> A medida que aumenta la dosificación del biorresiduo, mejora las propiedades físicas de la subrasante en la Vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc.	<b>f) Instrumentos de recolección de datos de laboratorio</b>	
<b>Específico 4</b>	<b>Específico 4</b>	<b>Específico 4</b>	Libreta de campo Fichas del laboratorio Fichas del Manual de Ensayo de Materiales.	
			Protocolo de laboratorio para el reporte de datos, producto de: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caracterización del suelo.</li> <li>• Ensayo de propiedades físicas.</li> <li>• Ensayo de propiedades mecánicas.</li> </ul>	

¿Cuál es la influencia del biorresiduo grasa de porcino, sobre las propiedades mecánicas en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023?

Analizar la influencia del biorresiduo grasa de porcino, sobre las propiedades mecánicas en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023?

A medida que aumenta la dosificación del biorresiduo, mejora las propiedades mecánicas de la subrasante en la Vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca – Hualgayoc.

**Específico 5**

Individualizar y comparar las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural con la proporción óptima de biorresiduo grasa de porcino para la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.

**Específico 5**

¿Cuál es la comparación de las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural con la proporción óptima de biorresiduo grasa de porcino para la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc?

**Específico 5**

La proporción óptima de biorresiduo grasa de porcino influye significativamente en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca – Hualgayoc.

Individualizar y comparar las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural con la proporción óptima de biorresiduo grasa de porcino para la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.

### **ANEXO N° 3. Matrices de valuación de expertos**

#### **ANEXO N° 3.1. PROPIEDAD FÍSICA – ÍNDICE DE PLASTICIDAD**

### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de la investigación:</b>	Influencia del biorresiduo grasa de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.
<b>Línea de investigación:</b>	Tecnologías Emergentes.
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. Richard Rene Tolentino Vejarano (CIP – 78401)
<b>El instrumento de medición pertenece:</b>	Variable Dependiente – Propiedad Física – Índice de Plasticidad.

Mediante la matriz de evaluación de expertos. Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “X” en las columnas de SI o NO.  
Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Apreciación		Observaciones
		SI	NO	
01	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
02	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el tema de la investigación?	X		
03	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recolectar la información objetiva sobre la estabilización de suelos, sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.	X		
04	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente sobre la estabilización, dimensiones e indicadores de este.	X		
05	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación.	X		
06	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.	X		
07	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.	X		
08	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión acorde con las variables.	X		
09	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.	X		
10	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.	X		

**Sugerencias:**

No presenta.

**Firma del experto:**



Richard Rene Tolentino Vejarano  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 78401

### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de la investigación:</b>	Influencia del biorresiduo grasa de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.
<b>Línea de investigación:</b>	Tecnologías Emergentes.
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. Jorge Alejandro Barrantes Villanueva (CIP – 197384)
<b>El instrumento de medición pertenece:</b>	Variable Dependiente – Propiedad Física – Índice de Plasticidad.

Mediante la matriz de evaluación de expertos. Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “X” en las columnas de SI o NO.  
Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Apreciación		Observaciones
		SI	NO	
01	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		---
02	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el tema de la investigación?	X		---
03	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recolectar la información objetiva sobre la estabilización de suelos, sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.	X		---
04	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente sobre la estabilización, dimensiones e indicadores de este.	X		---
05	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación.	X		---
06	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.	X		---
07	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.	X		---
08	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión acorde con las variables.	X		---
09	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.	X		---
10	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.	X		---

#### Sugerencias:

No presento sugerencias para la variable índice de plasticidad.

#### Firma del experto:



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de la investigación:</b>	Influencia del biorresiduo grasa de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.
<b>Línea de investigación:</b>	Tecnologías Emergentes.
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. Maria Lourdes Delmi Yangua Salazar (CIP – 251751)
<b>El instrumento de medición pertenece:</b>	Variable Dependiente – Propiedad Física – Índice de Plasticidad.

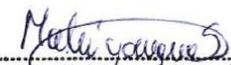
Mediante la matriz de evaluación de expertos. Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “X” en las columnas de SI o NO.  
Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Apreciación		Observaciones
		SI	NO	
01	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
02	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el tema de la investigación?	X		
03	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recolectar la información objetiva sobre la estabilización de suelos, sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.	X		
04	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente sobre la estabilización, dimensiones e indicadores de este.	X		
05	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación.	X		
06	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.	X		
07	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.	X		
08	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión acorde con las variables.	X		
09	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.	X		
10	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.	X		

**Sugerencias:**

Todo correcto.

**Firma del experto:**



Ing. Marie Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	LP-UPN: 01
NORMA	: MTC E 110 - MTC E 111/ ASTM D 4318 / NTP 339.129	
INVESTIGACIÓN		

CALICATA / MUESTR.	TIPO DE MATERIAL
UBICACIÓN	LABORATORIO
INVESTIGADORES	FECHA DE MUESTREO
	FECHA DE ENSAYO

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)  
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (MTC E 111)**

**LIMITE LIQUIDO**

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo			
Tara + suelo seco			
Agua			
Peso de la tara			
Peso del suelo seco			
% humedad			
No. golpes			
LIMITE LIQUIDO			

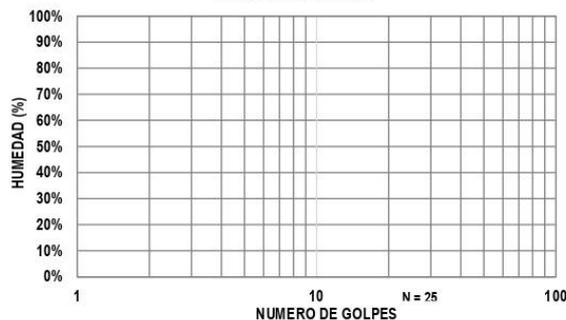
**LIMITE PLASTICO**

MASAS	ENSAYO N°01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo			
Tara + suelo seco			
Agua			
Peso de la tara			
Peso del suelo seco			
% humedad			
LIMITE PLASTICO			

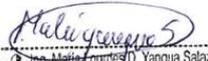
**RESULTADOS:**

Limite Liquido:	
Liquido Plastico:	
Indice de Plasticidad:	

**CURVA DE FLUIDEZ**



OBSERVACIONES

Experto 01	Experto 02	Experto 03
 Richard Rene Tolentino Vejarano INGENIERO CIVIL C.I.P. 78401	 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva ING. DE MATERIALES R. CIP N° 197384	 Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar RESPONSABLE DE LABORATORIO CIP 231731
Ing. Richard Rene Tolentino Vejarano	Ing. Jorge Alejandro Barrantes Villanueva	Ing. Maria Lourdes Delmi Yangua Salazar

### ANEXO N° 3.2. PROPIEDAD FÍSICA – CAPACIDAD DE ABSORCIÓN CAPILAR

#### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de la investigación:</b>	Influencia del biorresiduo grasa de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.
<b>Línea de investigación:</b>	Tecnologías Emergentes.
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. Richard Rene Tolentino Vejarano (CIP – 78401)
<b>El instrumento de medición pertenece:</b>	Variable Dependiente – Propiedad Física – Capacidad de Absorción Capilar.

Mediante la matriz de evaluación de expertos. Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “X” en las columnas de SI o NO.  
Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Apreciación		Observaciones
		SI	NO	
01	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
02	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el tema de la investigación?	X		
03	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recolectar la información objetiva sobre la estabilización de suelos, sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.	X		
04	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente sobre la estabilización, dimensiones e indicadores de este.	X		
05	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación.	X		
06	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.	X		
07	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.	X		
08	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión acorde con las variables.	X		
09	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.	X		
10	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.	X		

**Sugerencias:**

No presenta.

**Firma del experto:**



Richard Rene Tolentino Vejarano  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 78401

### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de la investigación:</b>	Influencia del biorresiduo grasa de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.
<b>Línea de investigación:</b>	Tecnologías Emergentes.
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. Jorge Alejandro Barrantes Villanueva (CIP – 197384)
<b>El instrumento de medición pertenece:</b>	Variable Dependiente – Propiedad Física – Capacidad de Absorción Capilar.

Mediante la matriz de evaluación de expertos. Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “X” en las columnas de SI o NO.  
Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Apreciación		Observaciones
		SI	NO	
01	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		---
02	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el tema de la investigación?	X		---
03	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recolectar la información objetiva sobre la estabilización de suelos, sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.	X		---
04	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente sobre la estabilización, dimensiones e indicadores de este.	X		---
05	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación.	X		---
06	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.	X		---
07	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.	X		---
08	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión acorde con las variables.	X		---
09	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.	X		---
10	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.	X		---

#### Sugerencias:

No presento sugerencias para la variable Capacidad de Absorción Capilar.

#### Firma del experto:



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de la investigación:</b>	Influencia del biorresiduo grasa de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.
<b>Línea de investigación:</b>	Tecnologías Emergentes.
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. Maria Lourdes Delmi Yangua Salazar (CIP – 251751)
<b>El instrumento de medición pertenece:</b>	Variable Dependiente – Propiedad Física – Capacidad de Absorción Capilar.

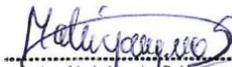
Mediante la matriz de evaluación de expertos. Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “X” en las columnas de SI o NO.  
Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Apreciación		Observaciones
		SI	NO	
01	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
02	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el tema de la investigación?	X		
03	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recolectar la información objetiva sobre la estabilización de suelos, sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.	X		
04	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente sobre la estabilización, dimensiones e indicadores de este.	X		
05	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación.	X		
06	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.	X		
07	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.	X		
08	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión acorde con las variables.	X		
09	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.	X		
10	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.	X		

**Sugerencias:**

Todo correcto.

**Firma del experto:**



Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: CAPACIDAD DE ABSORCION CAPILAR	AC-UPN: 01
NORMA	: UNE EN 1015 - 18 (EMPLEADA COMO REFERENCIA)	 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN		

CALICATA / MUESTRA	TIPO DE MATERIAL
UBICACIÓN	LABORATORIO
INVESTIGADORES	FECHA DE MUESTREO
	FECHA DE ENSAYO

### CAPACIDAD DE ABSORCION CAPILAR (UNE EN 1015 - 18)

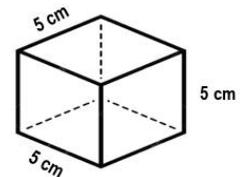
N°	Dimensiones			Ac (m <sup>2</sup> )	Tiempo de Exposicion (min)	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	Va (kg/(m <sup>2</sup> .min0.5))	Ca (%)
	L (m)	A (m)	H (m)						
1									
2									
3									

Dosificacion	Va (kg/m <sup>2</sup> .min0.5)	Ca (%)
0% Biorresiduo		

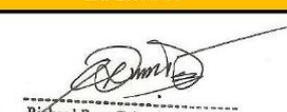
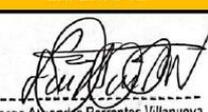
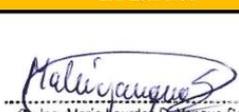
Donde:

- L : Largo
- A: Ancho
- H : Altura
- Ca : Capacidad de absorción Capilar
- Va : Velocidad de absorción Capilar

Dimension de las probetas:



OBSERVACIONES
---------------

EXPERTO 01	EXPERTO 02	EXPERTO 03
 Richard Rene Tolentino Vejarano INGENIERO CIVIL C.I.P. 78401	 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva ING. DE MATERIALES R. CIP. N° 197384	 Ing. Maria Lourdes Delmi Yangua Salazar RESPONSABLE DE LABORATORIO CIP. 251751
Ing. Richard Rene Tolentino Vejarano	Ing. Jorge Alejandro Barrantes Villanueva	Ing. Maria Lourdes Delmi Yangua Salazar

### ANEXO N° 3.3. PROPIEDAD FÍSICA – PERMEABILIDAD

#### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de la investigación:</b>	Influencia del biorresiduo grasa de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.
<b>Línea de investigación:</b>	Tecnologías Emergentes.
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. Richard Rene Tolentino Vejarano (CIP – 78401)
<b>El instrumento de medición pertenece:</b>	Variable Dependiente – Propiedad Física – Permeabilidad.

Mediante la matriz de evaluación de expertos. Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “X” en las columnas de SI o NO.  
Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Apreciación		Observaciones
		SI	NO	
01	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
02	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el tema de la investigación?	X		
03	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recolectar la información objetiva sobre la estabilización de suelos, sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.	X		
04	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente sobre la estabilización, dimensiones e indicadores de este.	X		
05	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación.	X		
06	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.	X		
07	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.	X		
08	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión acorde con las variables.	X		
09	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.	X		
10	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.	X		

**Sugerencias:**

No presenta.

**Firma del experto:**



Richard Rene Tolentino Vejarano  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 78401

### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de la investigación:</b>	Influencia del biorresiduo grasa de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.
<b>Línea de investigación:</b>	Tecnologías Emergentes.
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. Jorge Alejandro Barrantes Villanueva (CIP – 197384)
<b>El instrumento de medición pertenece:</b>	Variable Dependiente – Propiedad Física – Permeabilidad.

Mediante la matriz de evaluación de expertos. Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “X” en las columnas de SI o NO.  
Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Apreciación		Observaciones
		SI	NO	
01	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		---
02	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el tema de la investigación?	X		---
03	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recolectar la información objetiva sobre la estabilización de suelos, sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.	X		---
04	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente sobre la estabilización, dimensiones e indicadores de este.	X		---
05	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación.	X		---
06	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.	X		---
07	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.	X		---
08	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión acorde con las variables.	X		---
09	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.	X		---
10	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.	X		---

#### Sugerencias:

No presento sugerencias para la variable Permeabilidad.

#### Firma del experto:



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de la investigación:</b>	Influencia del biorresiduo grasa de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.
<b>Línea de investigación:</b>	Tecnologías Emergentes.
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. Maria Lourdes Delmi Yangua Salazar (CIP – 251751)
<b>El instrumento de medición pertenece:</b>	Variable Dependiente – Propiedad Física – Permeabilidad.

Mediante la matriz de evaluación de expertos. Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “X” en las columnas de SI o NO.  
Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Apreciación		Observaciones
		SI	NO	
01	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
02	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el tema de la investigación?	X		
03	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recolectar la información objetiva sobre la estabilización de suelos, sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.	X		
04	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente sobre la estabilización, dimensiones e indicadores de este.	X		
05	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación.	X		
06	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.	X		
07	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.	X		
08	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión acorde con las variables.	X		
09	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.	X		
10	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.	X		

**Sugerencias:**

Todo correcto.

**Firma del experto:**



Ing. Maria Lourdes Delmi Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD - CARGA VARIABLE	PER-UPN: 01
NORMA	: ADAPTADO DE ASTM D 2434 Y ASTM D 5084	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN		

CALICATA / MUESTI	TIPO DE MATERIAL
UBICACIÓN	LABORATORIO
INVESTIGADORES	FECHA DE MUESTREO
	FECHA DE ENSAYO

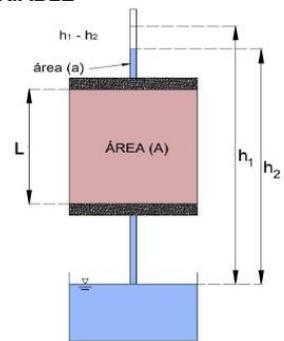
### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD - CARGA VARIABLE

DATOS DEL ENSAYO	
Sección transversal del tubo de carga	( a )
Longitud de la muestra	( L )
Sección transversal de la muestra	( A )

$$K_T = 2.3 * \left( \frac{a * L}{A * \Delta t} \right) * \log_{10} \left( \frac{h_1}{h_2} \right)$$

$$K_{20} = K_T * \left( \frac{\eta_T}{\eta_{20}} \right)$$

$K_T$  : Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)       $K_{20}$  : Coeficiente de permeabilidad corregida (cm/seg)  
 $h_1$  : Altura del agua al comienzo del ensayo (cm)     $\eta_T$  : Viscosidad del agua a temperatura del ensayo  
 $h_2$  : Altura del agua finalizado el ensayo (cm)       $\eta_{20}$  : Viscosidad del agua a 20 °C



Item	Altura Inicial	Altura Final	Tiempo al finalizar	T °C	Permeabilidad "Kt" (cm/seg)	$\eta_T$	$\eta_{20}$	Permeab. Corr. "K20" (cm/seg)
1								
2								
3								
4								

"K20" promedio =

OBSERVACIONES

EXPERTO 01	EXPERTO 02	EXPERTO 03
 Richard Rene Tolentino Vejarano INGENIERO CIVIL C.I.P. 78401	 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva ING. DE MATERIALES R. C.I.P. N° 197384	 Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar RESPONSABLE DE LABORATORIO C.I.P. 251751
Ing. Richard Rene Tolentino Vejarano	Ing. Jorge Alejandro Barrantes Villanueva	Ing. Maria Lourdes Delmi Yangua Salazar

### ANEXO N° 3.4. PROPIEDAD MECÁNICA – CBR

#### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de la investigación:</b>	Influencia del biorresiduo grasa de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.
<b>Línea de investigación:</b>	Tecnologías Emergentes.
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. Richard Rene Tolentino Vejarano (CIP – 78401)
<b>El instrumento de medición pertenece:</b>	Variable dependiente – Propiedad Mecánica – CBR.

Mediante la matriz de evaluación de expertos. Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “X” en las columnas de SI o NO.  
Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Apreciación		Observaciones
		SI	NO	
01	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
02	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el tema de la investigación?	X		
03	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recolectar la información objetiva sobre la estabilización de suelos, sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.	X		
04	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente sobre la estabilización, dimensiones e indicadores de este.	X		
05	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación.	X		
06	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.	X		
07	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.	X		
08	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión acorde con las variables.	X		
09	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.	X		
10	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.	X		

**Sugerencias:**  
No presenta.

**Firma del experto:**



Richard Rene Tolentino Vejarano  
INGENIERO CIVIL  
C.I.P. 78401

### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de la investigación:</b>	Influencia del biorresiduo grasa de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.
<b>Línea de investigación:</b>	Tecnologías Emergentes.
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. Jorge Alejandro Barrantes Villanueva (CIP – 197384)
<b>El instrumento de medición pertenece:</b>	Variable dependiente – Propiedad Mecánica – CBR.

Mediante la matriz de evaluación de expertos. Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “X” en las columnas de SI o NO.  
Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Apreciación		Observaciones
		SI	NO	
01	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		---
02	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el tema de la investigación?	X		---
03	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recolectar la información objetiva sobre la estabilización de suelos, sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.	X		---
04	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente sobre la estabilización, dimensiones e indicadores de este.	X		---
05	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación.	X		---
06	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.	X		---
07	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.	X		---
08	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión acorde con las variables.	X		---
09	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.	X		---
10	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.	X		---

**Sugerencias:**

No presento sugerencias para la variable CBR.

**Firma del experto:**



Jorge Alejandro Barrantes Villanueva  
ING. DE MATERIALES  
R. CIP. N° 197384

### MATRIZ PARA EVALUACIÓN DE EXPERTOS

<b>Título de la investigación:</b>	Influencia del biorresiduo grasa de porcino en la estabilización de la subrasante de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa del distrito de Bambamarca - Hualgayoc, 2023.
<b>Línea de investigación:</b>	Tecnologías Emergentes.
<b>Apellidos y nombres del experto:</b>	Ing. Maria Lourdes Delmi Yangua Salazar (CIP – 251751)
<b>El instrumento de medición pertenece:</b>	Variable dependiente – Propiedad Mecánica – CBR.

Mediante la matriz de evaluación de expertos. Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “X” en las columnas de SI o NO.  
Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la coherencia de las preguntas sobre la variable en estudio.

Ítems	Preguntas	Apreciación		Observaciones
		SI	NO	
01	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
02	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el tema de la investigación?	X		
03	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recolectar la información objetiva sobre la estabilización de suelos, sus dimensiones e indicadores conceptuales y operacionales.	X		
04	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente sobre la estabilización, dimensiones e indicadores de este.	X		
05	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual de manera que permiten hacer inferencias en función a la hipótesis, problema y objetivos de la investigación.	X		
06	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con las variables, dimensiones e indicadores.	X		
07	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.	X		
08	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión acorde con las variables.	X		
09	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.	X		
10	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.	X		

**Sugerencias:**

Todo correcto.

**Firma del experto:**



Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)	CBR-UPN: 01
NORMA	: MTC E 132 / ASTM D 1883 / NTP 339.145	
INVESTIGACIÓN		

CALICATA / MUESTRA	TIPO DE MATERIAL
UBICACIÓN	LABORATORIO
INVESTIGADORES	FECHA DE MUESTREO
	FECHA DE ENSAYO

### CBR DE SUELOS (MTC E 132)

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
Molde N°			
Número de Capas			
Número de golpes por capas			
Muestra húmeda + Molde (gr.)			
Peso del Molde (gr.)			
Peso de la Muestra húmeda (gr.)			
Volúmen de la Muestra (cm3)			
Densidad húmeda (gr/cm3)			

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)			
Muestra seca + Tara (gr.)			
Peso del Agua (gr.)			
Peso de la Tara (gr.)			
Muestra Seca (gr.)			
Contenido de humedad ( % )			
DENSIDAD SECA ( gr./cm3)			

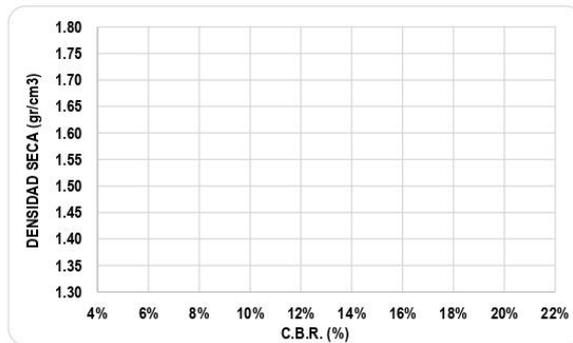
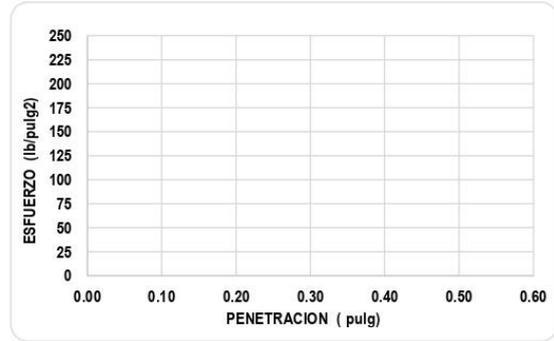
### ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetr. pulg.	56 Golpes		25 Golpes		12 Golpes	
	Ensayo Carga		Ensayo Carga		Ensayo Carga	
	lbs.	lbs/pulg2	lbs.	lbs/pulg2	lbs.	lbs/pulg2
0.000						
0.025						
0.050						
0.075						
0.100						
0.200						
0.300						
0.400						
0.500						

Area de pistón de penetración
D. pistón = 1.96 pulg
A. pistón = 3.00 pulg2

Nº Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (lbs/pulg2)	Carga unit (lbs/pulg2)	CBR (%)
12	0.1			
12	0.2			
25	0.1			
25	0.2			
56	0.1			
56	0.2			

GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1			
	0.2			



PARA 0.1" DE PENETRACION

DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):  
HUMEDAD OPTIMA (%):

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):  
C.B.R. (%):

OBSERVACIONES

EXPERTO 01	EXPERTO 02	EXPERTO 03
 Richard Rene Tolentino Vejarano INGENIERO CIVIL C.I.P. 78401	 Jorge Alejandro Barrantes Villanueva ING. DE MATERIALES R. CIP. N° 197384	 Ing. Maria Lourdes Delmi Yangua Salazar RESPONSABLE DE LABORATORIO CIP. 251751
Ing. Richard Rene Tolentino Vejarano	Ing. Jorge Alejandro Barrantes Villanueva	Ing. Maria Lourdes Delmi Yangua Salazar

## ANEXO N° 4. Instrumentos de la Investigación

### ANEXO N° 4.1. SONDAJES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO SD-UPN: 01
ENSAYO	: REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	
CALICATA / MUESTRA	: C - 01	TIPO DE MATERIAL : ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	FECHA DE EXCAVACION : 21 / Julio / 2023
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO : 22 / Julio / 2023

### REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
	-0.10	0.10	Relleno de material tipo granular			
1		1.50	Arcilla medianamente plástica de color beige claro, parcialmente húmeda con estructura cohesiva.	CL		M 1
2	-1.50					
3						
4						
5			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO SD-UPN: 01
ENSAYO	: REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 02	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	FECHA DE EXCAVACION	: 21 / Julio / 2023
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANN S GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023

### REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
	-0.10	0.10	Relleno de material tipo granular			
1		1.50	Arcilla medianamente plástica de color beige claro, parcialmente húmeda con estructura cohesiva.	CL		M 1
2	-1.50					
3						
4						
5			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO SD-UPN: 01
ENSAYO	: REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 03	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	FECHA DE EXCAVACION	: 21 / Julio / 2023
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANN S GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023

### REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
	-0.10	0.10	Relleno de material tipo granular			
1		1.50	Arcilla medianamente plástica de color beige claro, parcialmente húmeda con estructura cohesiva.	CL		M 1
2	-1.50					
3						
4						
5			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO SD-UPN: 01
ENSAYO	: REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	
CALICATA / MUESTRA	: C - 04	TIPO DE MATERIAL : ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	FECHA DE EXCAVACION : 21 / Julio / 2023
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANN S GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO : 22 / Julio / 2023

### REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
	-0.10	0.10	Relleno de material tipo granular			
1		1.50	Arcilla medianamente plástica de color beige claro, parcialmente húmeda con estructura cohesiva.	CL		M 1
2	-1.50					
3						
4						
5			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO SD-UPN: 01
ENSAYO	: REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	
CALICATA / MUESTRA	: C - 05	TIPO DE MATERIAL : ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	FECHA DE EXCAVACION : 21 / Julio / 2023
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANN S GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO : 22 / Julio / 2023

### REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
	-0.10	0.10	Relleno de material tipo granular			
1		1.50	Arcilla medianamente plástica de color beige claro, parcialmente húmeda con estructura cohesiva.	CL		M 1
2	-1.50					
3						
4						
5			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO SD-UPN: 01
ENSAYO	: REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 06	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	FECHA DE EXCAVACION	: 22 / Julio / 2023
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANN S GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023

### REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
	-0.10	0.10	Relleno de material tipo granular			
1		1.50	Arcilla medianamente plástica de color beige claro, parcialmente húmeda con estructura cohesiva.	CL		M 1
2	-1.50					
3						
4						
5			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO SD-UPN: 01
ENSAYO	: REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 07	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	FECHA DE EXCAVACION	: 22 / Julio / 2023
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANN S GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023

### REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
	-0.10	0.10	Relleno de material tipo granular			
1		1.50	Arcilla medianamente plástica de color beige claro, parcialmente húmeda con estructura cohesiva.	CL		M 1
2	-1.50					
3						
4						
5			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO SD-UPN: 01
ENSAYO	: REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 08	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	FECHA DE EXCAVACION	: 22 / Julio / 2023
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANN S GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023

### REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
	-0.10	0.10	Relleno de material tipo granular			
1		1.50	Arcilla medianamente plástica de color beige claro, parcialmente húmeda con estructura cohesiva.	CL		M 1
2	-1.50					
3						
4						
5			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO SD-UPN: 01
ENSAYO	: REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 09	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	FECHA DE EXCAVACION	: 22 / Julio / 2023
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANN S GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023

### REGISTRO DE PERFIL DEL SUELO

Esc.	Prof.(m)	Esp.(mts)	Descripcion Visual del Suelo	SUCS	Simbolo	Muestra
	-0.10	0.10	Relleno de material tipo granular			
1		1.50	Arcilla medianamente plástica de color beige claro, parcialmente húmeda con estructura cohesiva.	CL		M 1
2	-1.50					
3						
4						
5			NAF = NO SE ENCONTRO A LA PROFUNDIDAD ESTUDIADA			

OBSERVACIONES
---------------

## CARACTERIZACIÓN DEL SUELO

### ANEXO N° 4.2. CONTENIDO DE HUMEDAD

FICHA DE OBSERVACIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO	 <p>CH-UPN: 01</p>
NORMA	: MTC E 108 / ASTM D 2216 / NTP 339.127	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 01 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 24 / Julio / 2023

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (MTC E 108)

N°	A	B	C	D	E	HUMEDAD (%)	PROMEDIO
01	127.70	120.60	7.10	41.24	79.36	8.95%	8.88%
02	115.45	109.74	5.71	45.98	63.76	8.96%	
03	134.73	128.40	6.33	55.87	72.53	8.73%	

Donde:

- A: Peso de la muestra con recipiente de secado
- B: Peso de la muestra seca con recipiente de secado
- C: Peso del agua
- D: Peso del recipiente de secado
- E: Peso de la muestra sec

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO	 <p>CH-UPN: 01</p>
NORMA	: MTC E 108 / ASTM D 2216 / NTP 339.127	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 02 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 24 / Julio / 2023

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (MTC E 108)

N°	A	B	C	D	E	HUMEDAD (%)	PROMEDIO
01	125.60	119.80	5.80	42.50	77.30	7.50%	7.28%
02	105.24	101.74	3.50	49.41	52.33	6.69%	
03	126.79	121.04	5.75	45.79	75.25	7.64%	

Donde:

- A: Peso de la muestra con recipiente de secado
- B: Peso de la muestra seca con recipiente de secado
- C: Peso del agua
- D: Peso del recipiente de secado
- E: Peso de la muestra sec

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO	 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
NORMA	: MTC E 108 / ASTM D 2216 / NTP 339.127	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 03 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 24 / Julio / 2023

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (MTC E 108)

Nº	A	B	C	D	E	HUMEDAD (%)	PROMEDIO
01	126.30	120.80	5.50	43.10	77.70	7.08%	7.06%
02	113.26	109.41	3.85	54.31	55.10	6.99%	
03	138.65	132.74	5.91	49.55	83.19	7.10%	

Donde:

- A: Peso de la muestra con recipiente de secado
- B: Peso de la muestra seca con recipiente de secado
- C: Peso del agua
- D: Peso del recipiente de secado
- E: Peso de la muestra sec

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO	 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
NORMA	: MTC E 108 / ASTM D 2216 / NTP 339.127	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 04 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 24 / Julio / 2023

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (MTC E 108)

Nº	A	B	C	D	E	HUMEDAD (%)	PROMEDIO
01	120.51	115.29	5.22	45.29	70.00	7.46%	7.68%
02	119.00	114.13	4.87	49.11	65.02	7.49%	
03	99.63	95.76	3.87	47.99	47.77	8.10%	

Donde:

- A: Peso de la muestra con recipiente de secado
- B: Peso de la muestra seca con recipiente de secado
- C: Peso del agua
- D: Peso del recipiente de secado
- E: Peso de la muestra sec

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO	 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
NORMA	: MTC E 108 / ASTM D 2216 / NTP 339.127	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 05 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 24 / Julio / 2023

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (MTC E 108)

Nº	A	B	C	D	E	HUMEDAD (%)	PROMEDIO
01	117.10	112.74	4.36	50.47	62.27	7.00%	7.11%
02	109.74	105.32	4.42	41.84	63.48	6.96%	
03	115.03	110.94	4.09	55.47	55.47	7.37%	

Donde:

- A: Peso de la muestra con recipiente de secado
- B: Peso de la muestra seca con recipiente de secado
- C: Peso del agua
- D: Peso del recipiente de secado
- E: Peso de la muestra sec

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO	 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
NORMA	: MTC E 108 / ASTM D 2216 / NTP 339.127	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 06 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 24 / Julio / 2023

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (MTC E 108)

Nº	A	B	C	D	E	HUMEDAD (%)	PROMEDIO
01	113.57	109.74	3.83	60.21	49.53	7.73%	7.48%
02	119.99	115.30	4.69	48.76	66.54	7.05%	
03	125.60	120.09	5.51	48.17	71.92	7.66%	

Donde:

- A: Peso de la muestra con recipiente de secado
- B: Peso de la muestra seca con recipiente de secado
- C: Peso del agua
- D: Peso del recipiente de secado
- E: Peso de la muestra sec

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO	 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
NORMA	: MTC E 108 / ASTM D 2216 / NTP 339.127	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 07 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 24 / Julio / 2023

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (MTC E 108)

Nº	A	B	C	D	E	HUMEDAD (%)	PROMEDIO
01	125.63	119.85	5.78	50.41	69.44	8.32%	8.40%
02	97.45	94.33	3.12	55.94	38.39	8.13%	
03	132.74	128.06	4.68	74.63	53.43	8.76%	

Donde:

- A: Peso de la muestra con recipiente de secado
- B: Peso de la muestra seca con recipiente de secado
- C: Peso del agua
- D: Peso del recipiente de secado
- E: Peso de la muestra sec

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO	 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
NORMA	: MTC E 108 / ASTM D 2216 / NTP 339.127	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 08 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 24 / Julio / 2023

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (MTC E 108)

Nº	A	B	C	D	E	HUMEDAD (%)	PROMEDIO
01	116.78	111.52	5.26	45.79	65.73	8.00%	7.98%
02	119.49	114.08	5.41	46.27	67.81	7.98%	
03	107.18	103.74	3.44	60.47	43.27	7.95%	

Donde:

- A: Peso de la muestra con recipiente de secado
- B: Peso de la muestra seca con recipiente de secado
- C: Peso del agua
- D: Peso del recipiente de secado
- E: Peso de la muestra sec

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO	 <p>CH-UPN: 01</p>
NORMA	: MTC E 108 / ASTM D 2216 / NTP 339.127	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 09 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 24 / Julio / 2023

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (MTC E 108)**

N°	A	B	C	D	E	HUMEDAD (%)	PROMEDIO
01	103.01	99.41	3.60	49.55	49.86	7.22%	7.39%
02	106.68	102.74	3.94	51.43	51.31	7.68%	
03	120.62	115.55	5.07	45.74	69.81	7.26%	

Donde:

- A: Peso de la muestra con recipiente de secado
- B: Peso de la muestra seca con recipiente de secado
- C: Peso del agua
- D: Peso del recipiente de secado
- E: Peso de la muestra sec

OBSERVACIONES
---------------

### ANEXO N° 4.3. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	AG-UPN: 01
NORMA	: MTC E 107 / ASTM D 422 / NTP 339.128	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

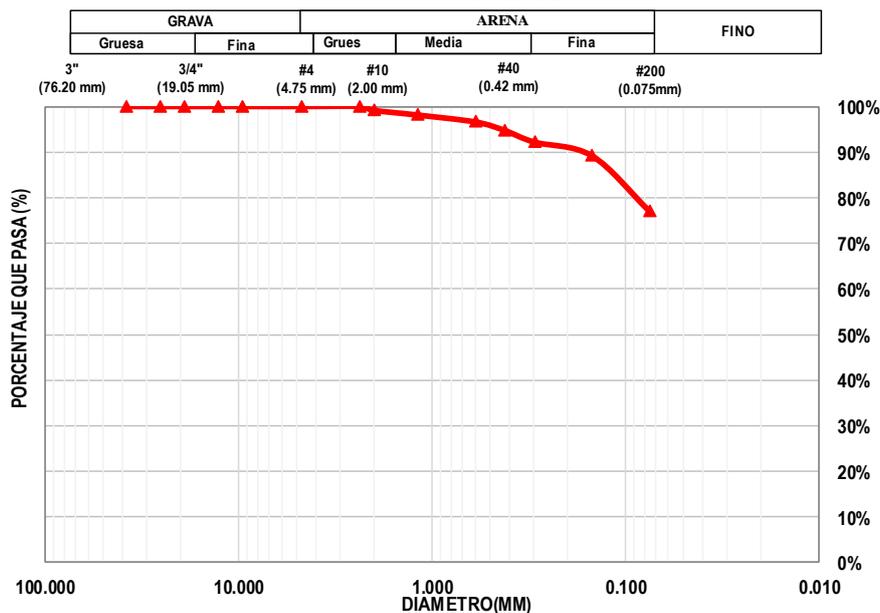
CALICATA / MUESTRA	: C - 01 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

#### ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E 107)

Peso Original (gr)	1000.00				
Pérd. por lavado(gr)	769.83				
Peso Tamizado (gr)	230.17				
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa
2"	50.600	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	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.750	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 8	2.380	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 10	2.000	8.52	0.85%	0.85%	99.15%
No 16	1.191	10.20	1.02%	1.87%	98.13%
No 30	0.595	15.39	1.54%	3.41%	96.59%
No 40	0.420	18.63	1.86%	5.27%	94.73%
No 50	0.296	25.42	2.54%	7.82%	92.18%
No 100	0.149	30.12	3.01%	10.83%	89.17%
No 200	0.075	121.89	12.19%	23.02%	76.98%
Platb	< 0.075	769.83	76.98%	100.00%	0.00%
Sumatoria		1000.00	100.00%		

OBSERVACIONES:	
Tamaño Maximo:	N° 10
<b>Porcentaje en muestra:</b> % Grava (3" a #4): <b>0.00%</b> % Arena (#4 a #200): <b>23.02%</b> % Finos (Menor a #200): <b>76.98%</b>	
<b>Características Granulometricas:</b> D60: (mm): - D50: (mm): - D30: (mm): - D10: (mm): - Cu: - Cc: -	

#### CURVA GRANULOMETRICA



FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	AG-UPN: 01
NORMA	: MTC E 107 / ASTM D 422 / NTP 339.128	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

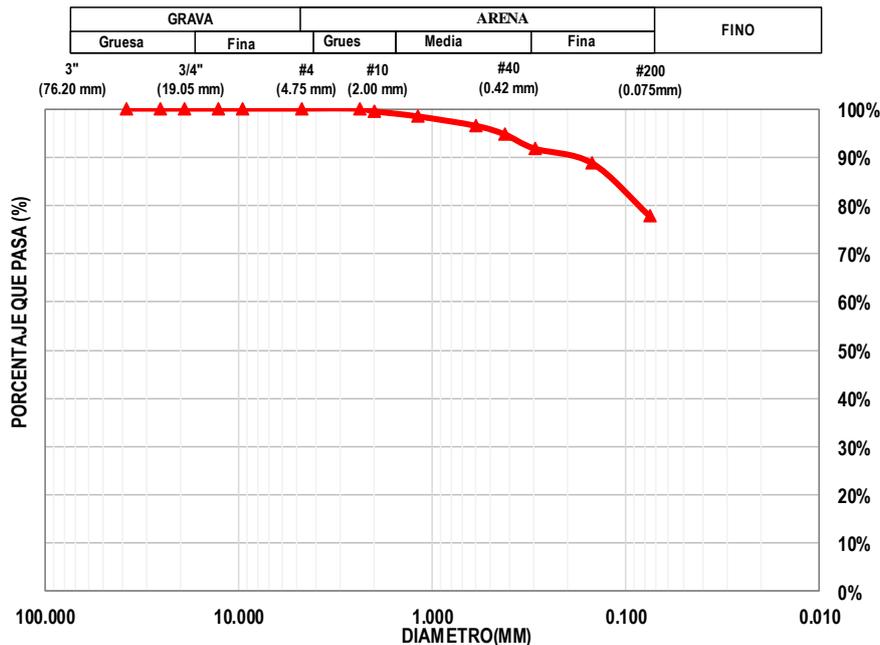
CALICATA / MUESTRA	: C - 02 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

### ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E 107)

Peso Original (gr)	1050.00				
Pérd. por lavado(gr)	816.28				
Peso Tamizado (gr)	233.72				
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa
2"	50.600	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	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.750	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 8	2.380	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 10	2.000	5.79	0.55%	0.55%	99.45%
No 16	1.191	10.95	1.04%	1.59%	98.41%
No 30	0.595	20.54	1.96%	3.55%	96.45%
No 40	0.420	18.96	1.81%	5.36%	94.64%
No 50	0.296	30.45	2.90%	8.26%	91.74%
No 100	0.149	31.88	3.04%	11.29%	88.71%
No 200	0.075	115.15	10.97%	22.26%	77.74%
Plato	< 0.075	816.28	77.74%	100.00%	0.00%
Sumatoria		1050.00	100.00%		

OBSERVACIONES:	
Tamaño Maximo:	N° 10
<b>Porcentaje en muestra:</b> % Grava (3" a #4): <b>0.00%</b> % Arena (#4 a #200): <b>22.26%</b> % Finos (Menor a #200): <b>77.74%</b>	
<b>Características Granulometricas:</b> D60: (mm): - D50: (mm): - D30: (mm): - D10: (mm): - Cu: - Cc: -	

### CURVA GRANULOMETRICA



FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	AG-UPN: 01
NORMA	: MTC E 107 / ASTM D 422 / NTP 339.128	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

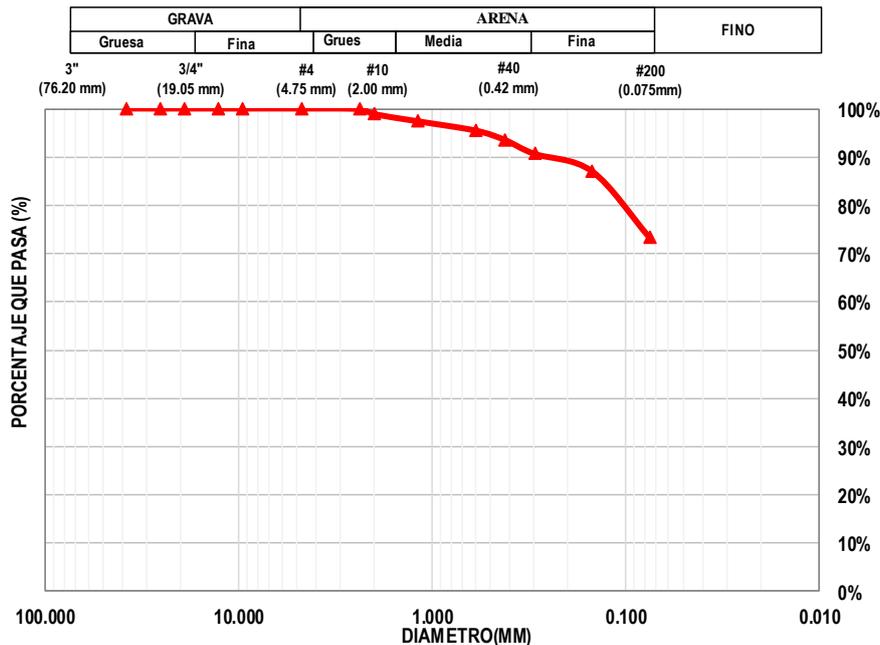
CALICATA / MUESTRA	: C - 03 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

### ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E 107)

Peso Original (gr)	980.00				
Pérd. por lavado(gr)	717.86				
Peso Tamizado (gr)	262.14				
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa
2"	50.600	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	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.750	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 8	2.380	1.12	0.11%	0.11%	99.89%
No 10	2.000	10.19	1.04%	1.15%	98.85%
No 16	1.191	14.44	1.47%	2.63%	97.37%
No 30	0.595	19.03	1.94%	4.57%	95.43%
No 40	0.420	19.11	1.95%	6.52%	93.48%
No 50	0.296	28.04	2.86%	9.38%	90.62%
No 100	0.149	35.44	3.62%	13.00%	87.00%
No 200	0.075	134.77	13.75%	26.75%	73.25%
Plato	< 0.075	717.86	73.25%	100.00%	0.00%
Sumatoria		980.00	100.00%		

OBSERVACIONES:	
Tamaño Maximo:	N° 8
<b>Porcentaje en muestra:</b> % Grava (3" a #4): <b>0.11%</b> % Arena (#4 a #200): <b>26.63%</b> % Finos (Menor a #200): <b>73.25%</b>	
<b>Características Granulometricas:</b> D60: (mm): - D50: (mm): - D30: (mm): - D10: (mm): - Cu: - Cc: -	

### CURVA GRANULOMETRICA



FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	AG-UPN: 01
NORMA	: MTC E 107 / ASTM D 422 / NTP 339.128	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

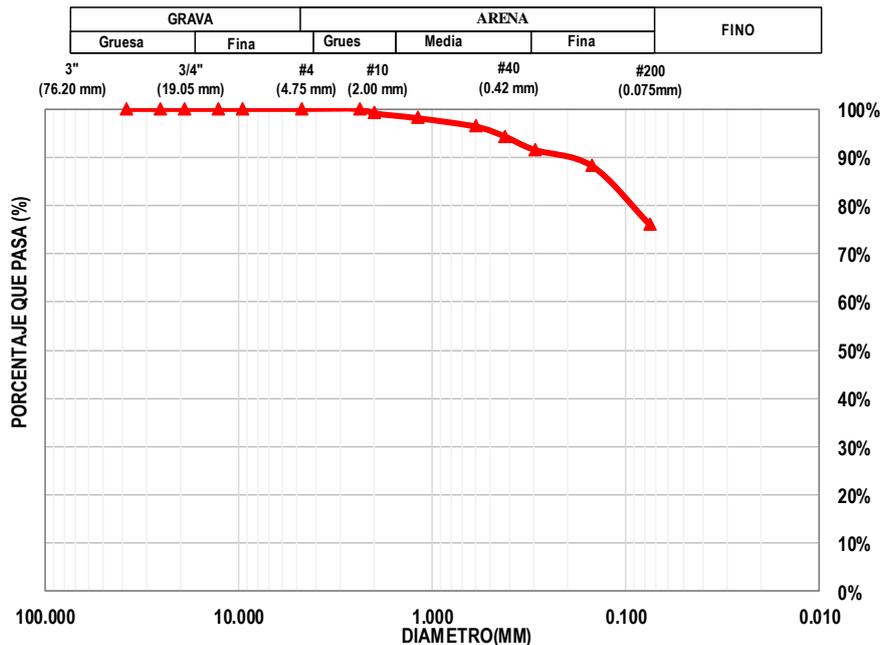
CALICATA / MUESTRA	: C - 04 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

### ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E 107)

Peso Original (gr)	1000.00				
Pérd. por lavado(gr)	761.33				
Peso Tamizado (gr)	238.67				
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa
2"	50.600	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	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.750	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 8	2.380	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 10	2.000	9.07	0.91%	0.91%	99.09%
No 16	1.191	9.99	1.00%	1.91%	98.09%
No 30	0.595	17.45	1.75%	3.65%	96.35%
No 40	0.420	20.45	2.05%	5.70%	94.30%
No 50	0.296	27.37	2.74%	8.43%	91.57%
No 100	0.149	33.57	3.36%	11.79%	88.21%
No 200	0.075	120.77	12.08%	23.87%	76.13%
Plato	< 0.075	761.33	76.13%	100.00%	0.00%
Sumatoria		1000.00	100.00%		

OBSERVACIONES:	
Tamaño Maximo:	N° 10
<b>Porcentaje en muestra:</b> % Grava (3" a #4): <b>0.00%</b> % Arena (#4 a #200): <b>23.87%</b> % Finos (Menor a #200): <b>76.13%</b>	
<b>Características Granulometricas:</b> D60: (mm): - D50: (mm): - D30: (mm): - D10: (mm): - Cu: - Cc: -	

### CURVA GRANULOMETRICA



FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	AG-UPN: 01
NORMA	: MTC E 107 / ASTM D 422 / NTP 339.128	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

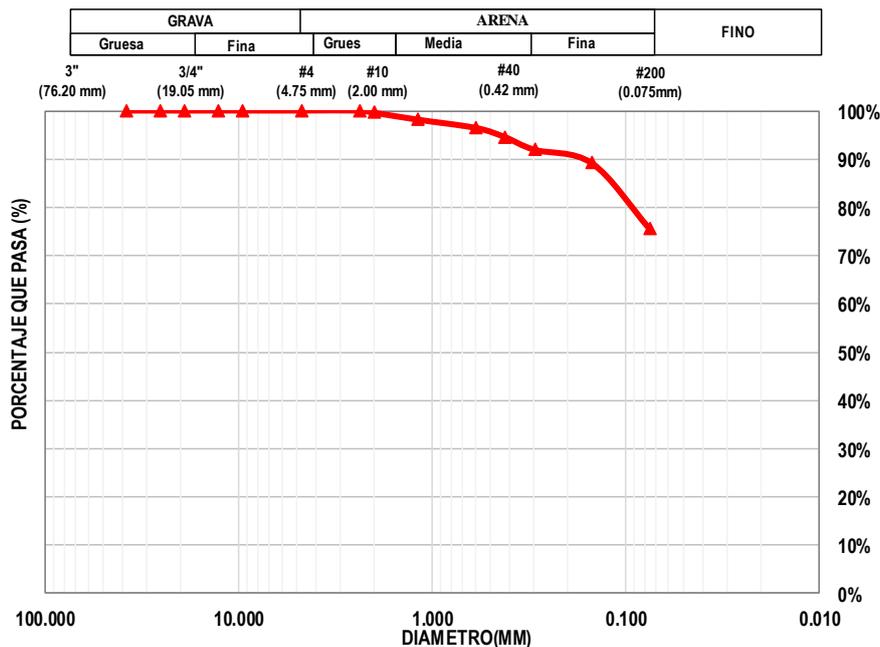
CALICATA / MUESTRA	: C - 05 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

### ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E 107)

Peso Original (gr)	1080.00				
Pérd. por lavado(gr)	816.90				
Peso Tamizado (gr)	263.10				
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa
2"	50.600	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	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.750	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 8	2.380	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 10	2.000	4.78	0.44%	0.44%	99.56%
No 16	1.191	15.37	1.42%	1.87%	98.13%
No 30	0.595	18.40	1.70%	3.57%	96.43%
No 40	0.420	20.46	1.89%	5.46%	94.54%
No 50	0.296	28.07	2.60%	8.06%	91.94%
No 100	0.149	30.22	2.80%	10.86%	89.14%
No 200	0.075	145.80	13.50%	24.36%	75.64%
Plato	< 0.075	816.90	75.64%	100.00%	0.00%
Sumatoria		1080.00	100.00%		

OBSERVACIONES:	
Tamaño Maximo:	N° 10
<b>Porcentaje en muestra:</b> % Grava (3" a #4): <b>0.00%</b> % Arena (#4 a #200): <b>24.36%</b> % Finos (Menor a #200): <b>75.64%</b>	
<b>Características Granulometricas:</b> D60: (mm): - D50: (mm): - D30: (mm): - D10: (mm): - Cu: - Cc: -	

### CURVA GRANULOMETRICA



FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	AG-UPN: 01
NORMA	: MTC E 107 / ASTM D 422 / NTP 339.128	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

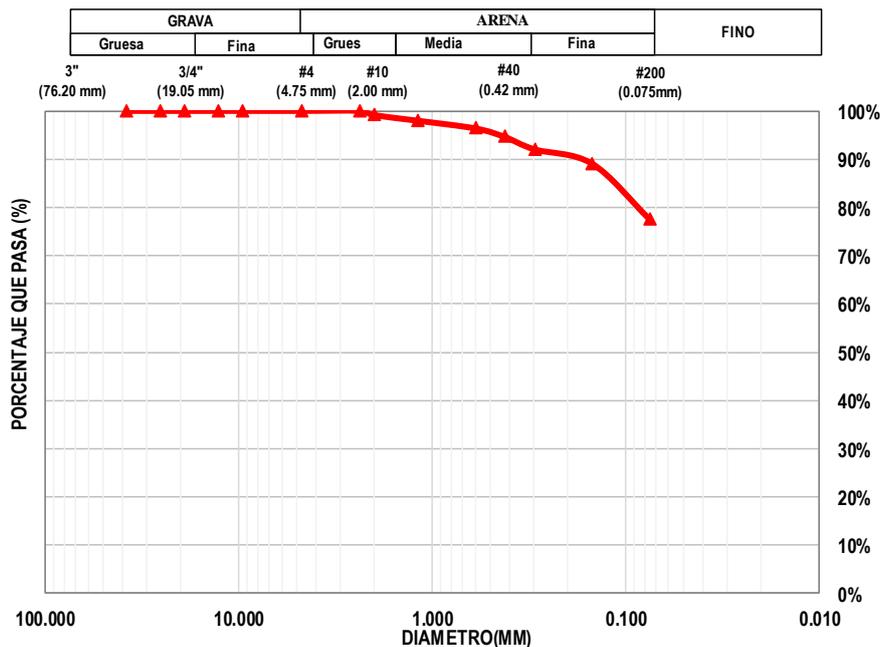
CALICATA / MUESTRA	: C - 06 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

### ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E 107)

Peso Original (gr)	1100.00				
Pérd. por lavado(gr)	853.18				
Peso Tamizado (gr)	246.82				
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa
2"	50.600	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	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.750	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 8	2.380	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 10	2.000	9.58	0.87%	0.87%	99.13%
No 16	1.191	12.63	1.15%	2.02%	97.98%
No 30	0.595	17.80	1.62%	3.64%	96.36%
No 40	0.420	19.46	1.77%	5.41%	94.59%
No 50	0.296	27.94	2.54%	7.95%	92.05%
No 100	0.149	32.61	2.96%	10.91%	89.09%
No 200	0.075	126.80	11.53%	22.44%	77.56%
Plato	< 0.075	853.18	77.56%	100.00%	0.00%
Sumatoria		1100.00	100.00%		

OBSERVACIONES:	
Tamaño Maximo:	N° 10
<b>Porcentaje en muestra:</b> % Grava (3" a #4): <b>0.00%</b> % Arena (#4 a #200): <b>22.44%</b> % Finos (Menor a #200): <b>77.56%</b>	
<b>Características Granulometricas:</b> D60: (mm): - D50: (mm): - D30: (mm): - D10: (mm): - Cu: - Cc: -	

### CURVA GRANULOMETRICA



FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	AG-UPN: 01
NORMA	: MTC E 107 / ASTM D 422 / NTP 339.128	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

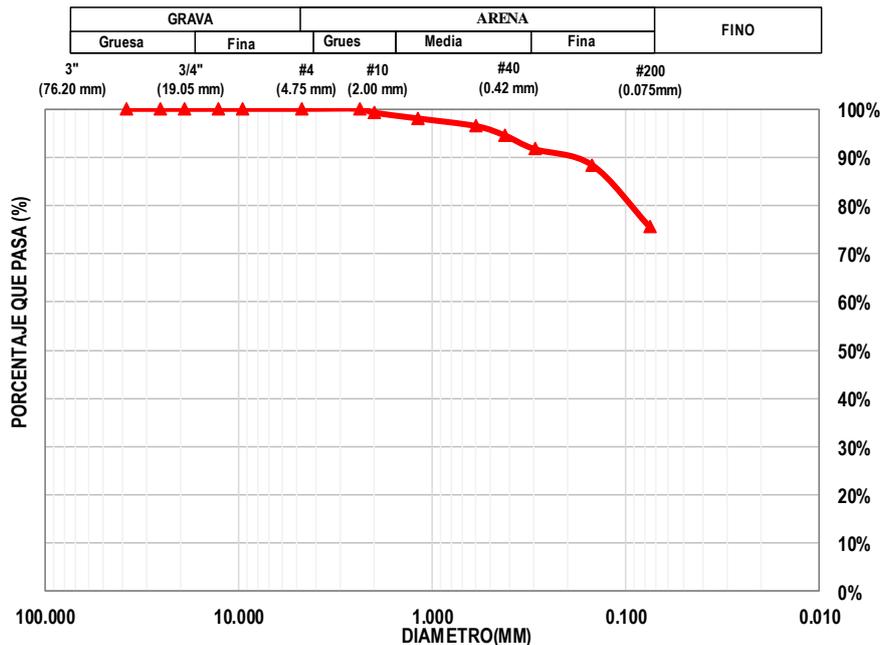
CALICATA / MUESTRA	: C - 07 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

### ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E 107)

Peso Original (gr)	1000.00				
Pérd. por lavado(gr)	754.50				
Peso Tamizado (gr)	245.50				
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa
2"	50.600	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	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.750	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 8	2.380	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 10	2.000	7.94	0.79%	0.79%	99.21%
No 16	1.191	11.84	1.18%	1.98%	98.02%
No 30	0.595	15.87	1.59%	3.57%	96.44%
No 40	0.420	19.77	1.98%	5.54%	94.46%
No 50	0.296	28.07	2.81%	8.35%	91.65%
No 100	0.149	33.27	3.33%	11.68%	88.32%
No 200	0.075	128.74	12.87%	24.55%	75.45%
Plato	< 0.075	754.50	75.45%	100.00%	0.00%
Sumatoria		1000.00	100.00%		

OBSERVACIONES:	
Tamaño Maximo:	N° 10
<b>Porcentaje en muestra:</b> % Grava (3" a #4): <b>0.00%</b> % Arena (#4 a #200): <b>24.55%</b> % Finos (Menor a #200): <b>75.45%</b>	
<b>Características Granulometricas:</b> D60: (mm): - D50: (mm): - D30: (mm): - D10: (mm): - Cu: - Cc: -	

### CURVA GRANULOMETRICA



FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	AG-UPN: 01
NORMA	: MTC E 107 / ASTM D 422 / NTP 339.128	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

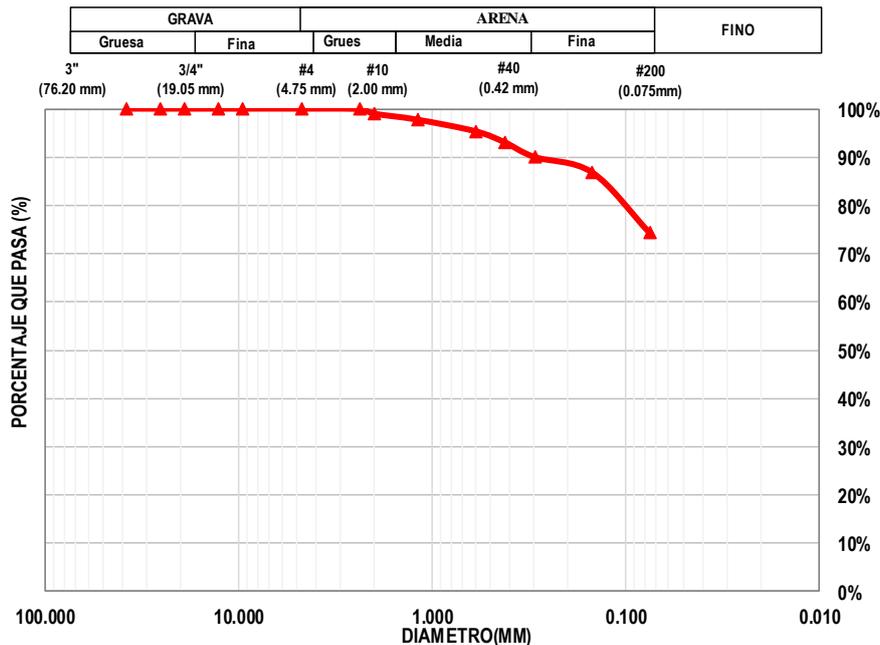
CALICATA / MUESTRA	: C - 08 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

### ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E 107)

Peso Original (gr)	1000.00				
Pérd. por lavado(gr)	742.82				
Peso Tamizado (gr)	257.18				
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa
2"	50.600	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	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.750	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 8	2.380	0.84	0.08%	0.08%	99.92%
No 10	2.000	9.45	0.95%	1.03%	98.97%
No 16	1.191	12.45	1.25%	2.27%	97.73%
No 30	0.595	24.12	2.41%	4.69%	95.31%
No 40	0.420	22.99	2.30%	6.99%	93.02%
No 50	0.296	30.07	3.01%	9.99%	90.01%
No 100	0.149	31.79	3.18%	13.17%	86.83%
No 200	0.075	125.47	12.55%	25.72%	74.28%
Plato	< 0.075	742.82	74.28%	100.00%	0.00%
Sumatoria		1000.00	100.00%		

OBSERVACIONES:	
Tamaño Maximo:	N° 8
<b>Porcentaje en muestra:</b> % Grava (3" a #4): <b>0.08%</b> % Arena (#4 a #200): <b>25.63%</b> % Finos (Menor a #200): <b>74.28%</b>	
<b>Características Granulometricas:</b> D60: (mm): - D50: (mm): - D30: (mm): - D10: (mm): - Cu: - Cc: -	

### CURVA GRANULOMETRICA



FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO	AG-UPN: 01
NORMA	: MTC E 107 / ASTM D 422 / NTP 339.128	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

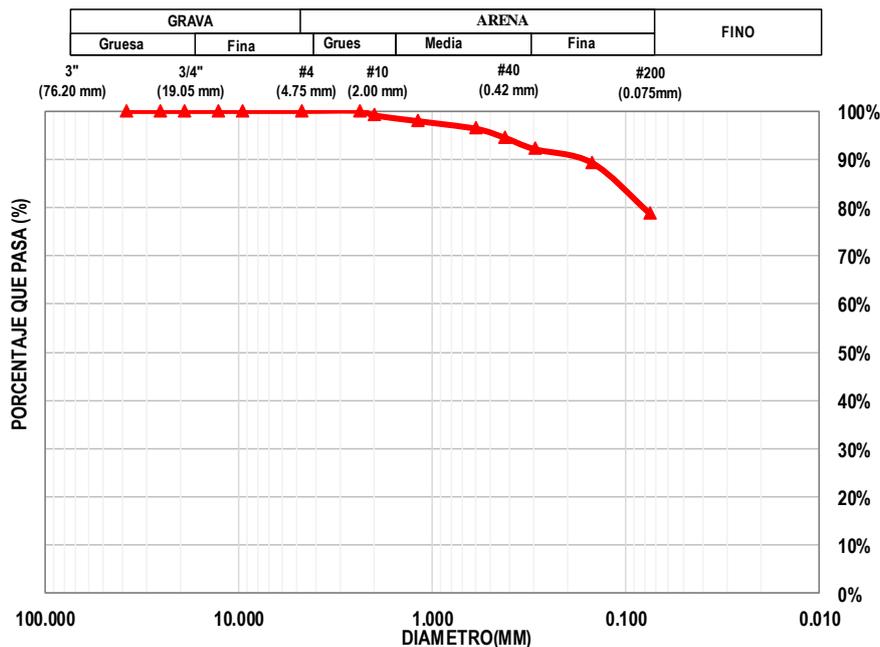
CALICATA / MUESTRA	: C - 09 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

### ANALISIS GRANULOMETRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E 107)

Peso Original (gr)	1250.00				
Pérd. por lavado(gr)	985.41				
Peso Tamizado (gr)	264.59				
ABERT. MALLA		Peso	%	% Ret	%
Pulg/malla	mm	Retenido	Retenido	Acumulado	Pasa
2"	50.600	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	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
3/8"	9.525	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 4	4.750	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 8	2.380	0.00	0.00%	0.00%	100.00%
No 10	2.000	11.52	0.92%	0.92%	99.08%
No 16	1.191	14.61	1.17%	2.09%	97.91%
No 30	0.595	19.85	1.59%	3.68%	96.32%
No 40	0.420	23.52	1.88%	5.56%	94.44%
No 50	0.296	28.99	2.32%	7.88%	92.12%
No 100	0.149	35.64	2.85%	10.73%	89.27%
No 200	0.075	130.46	10.44%	21.17%	78.83%
Plato	< 0.075	985.41	78.83%	100.00%	0.00%
Sumatoria		1250.00	100.00%		

OBSERVACIONES:	
Tamaño Maximo:	N° 10
<b>Porcentaje en muestra:</b> % Grava (3" a #4): <b>0.00%</b> % Arena (#4 a #200): <b>21.17%</b> % Finos (Menor a #200): <b>78.83%</b>	
<b>Características Granulometricas:</b> D60: (mm): - D50: (mm): - D30: (mm): - D10: (mm): - Cu: - Cc: -	

### CURVA GRANULOMETRICA



## ANEXO N° 4.4. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR MEDIO DEL HIDRÓMETRO

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO	HID-UPN: 01
NORMA	: MTC E 109 / ASTM D 422 / NTP 339.128	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

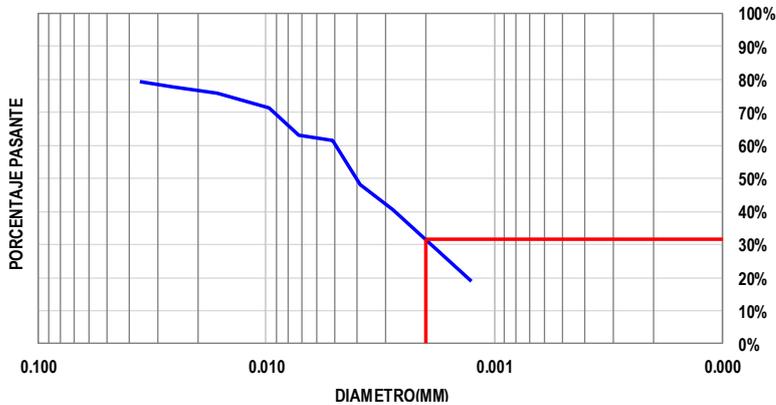
CALICATA / MUESTRA	: C - 01 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

### ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO (MTC E 109)

Hidrometro N°:	152 H	Cantidad:	4% en 125ml	Ws	58.4 g
Agente Dispersante:	NaPO3	Correccion del menisco (Cm):	1.0	Gs:	2.79
Correccion de cero (Cd):	3.0			a:	0.972

Fecha	Hora de lectura	Tiempo transcurrido (min)	Temp. °C	Lectura real del hidrometro	Lectura Corregida del hidrometro Rc	% mas Fino	Hidrometro corregido por menisco	L (tabla)	L/t	K (tabla)	D (mm)
07/09/2022	09:03 a. m.	0	22	50	48.6	100.00%	51	7.9	-	0.0126	-
07/09/2022	09:04 a. m.	1	22	49	47.6	79.21%	50	8.1	8.1000	0.0126	0.0360
07/09/2022	09:05 a. m.	2	22	48	46.6	77.54%	49	8.3	4.1500	0.0126	0.0258
07/09/2022	09:08 a. m.	5	22	47	45.6	75.88%	48	8.4	1.6800	0.0126	0.0164
07/09/2022	09:18 a. m.	15	23	44	42.9	71.39%	45	8.9	0.5933	0.0126	0.0097
07/09/2022	09:33 a. m.	30	23	39	37.9	63.07%	40	9.7	0.3233	0.0126	0.0072
07/09/2022	10:03 a. m.	60	23	38	36.9	61.40%	39	9.9	0.1650	0.0126	0.0051
07/09/2022	11:03 a. m.	120	23	30	28.9	48.09%	31	11.2	0.0933	0.0126	0.0039
07/09/2022	01:13 p. m.	250	24	25	24.3	40.44%	26	12.0	0.0480	0.0126	0.0028
08/09/2022	09:03 a. m.	1440	24	12	11.3	18.80%	13	14.2	0.0099	0.0126	0.0013

CURVA GRANULOMETRICA



% de Material	
Arcilla:	31.50%

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO	HID-UPN: 01
NORMA	: MTC E 109 / ASTM D 422 / NTP 339.128	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

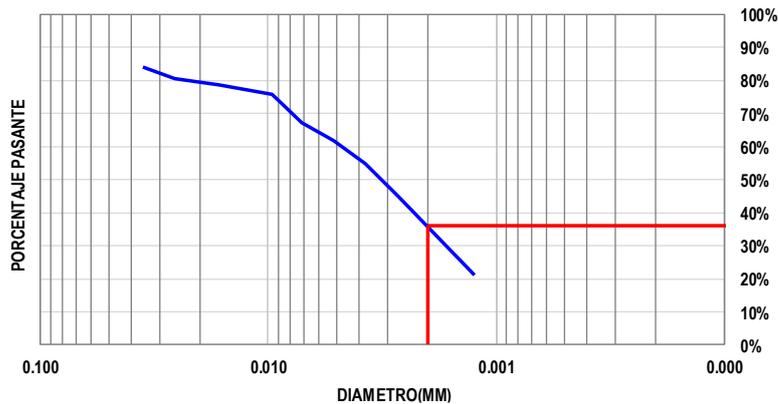
CALICATA / MUESTRA	: C - 02 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO (MTC E 109)

Hidrometro N°:	152 H	Cantidad:	4% en 125ml	Ws	56.0 g
Agente Dispersante:	NaPO3	Correccion del menisco (Cm):	1.0	Gs:	2.80
Correccion de cero (Cd):	3.2			a:	0.971

Fecha	Hora de lectura	Tiempo transcurrido (min)	Temp. °C	Lectura real del hidrometro	Lectura Corregida del hidrometro Rc	% mas Fino	Hidrometro corregido por menisco	L (tabla)	L/t	K (tabla)	D (mm)
07/09/2022	09:03 a. m.	0	22	53	51.4	100.00%	54	7.4	-	0.0126	-
07/09/2022	09:04 a. m.	1	22	50	48.4	83.92%	51	7.9	7.9000	0.0126	0.0355
07/09/2022	09:05 a. m.	2	22	48	46.4	80.45%	49	8.3	4.1500	0.0126	0.0257
07/09/2022	09:08 a. m.	5	22	47	45.4	78.72%	48	8.4	1.6800	0.0126	0.0164
07/09/2022	09:18 a. m.	15	23	45	43.7	75.77%	46	8.8	0.5867	0.0126	0.0097
07/09/2022	09:33 a. m.	30	23	40	38.7	67.10%	41	9.6	0.3200	0.0126	0.0071
07/09/2022	10:03 a. m.	60	23	37	35.7	61.90%	38	10.1	0.1683	0.0126	0.0052
07/09/2022	11:03 a. m.	120	23	33	31.7	54.96%	34	10.7	0.0892	0.0126	0.0038
07/09/2022	01:13 p. m.	250	24	27	26.1	45.25%	28	11.7	0.0468	0.0126	0.0027
08/09/2022	09:03 a. m.	1440	24	13	12.1	20.98%	14	14.0	0.0097	0.0126	0.0012

CURVA GRANULOMETRICA



% de Material	
Arcilla:	36.00%

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO	HID-UPN: 01
NORMA	: MTC E 109 / ASTM D 422 / NTP 339.128	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

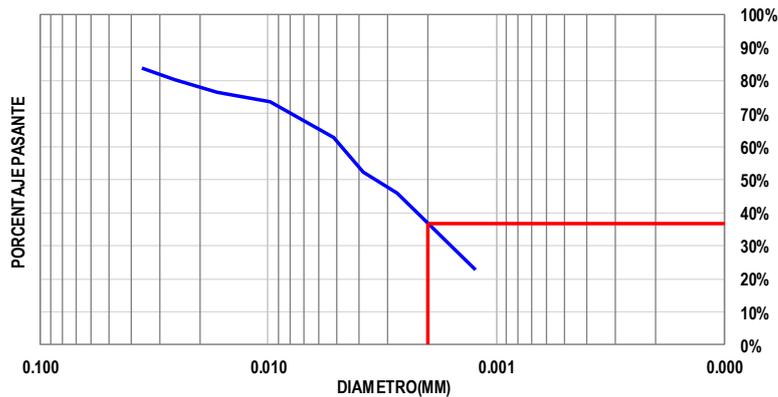
CALICATA / MUESTRA	: C - 03 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO (MTC E 109)

Hidrometro N°:	152 H	Cantidad:	4% en 125ml	Ws	54.7 g
Agente Dispersante:	NaPO3	Correccion del menisco (Cm):	1.0	Gs:	2.79
Correccion de cero (Cd):	3.5			a:	0.972

Fecha	Hora de lectura	Tiempo transcurrido (min)	Temp. °C	Lectura real del hidrometro	Lectura Corregida del hidrometro Rc	% mas Fino	Hidrometro corregido por menisco	L (tabla)	L/t	K (tabla)	D (mm)
07/09/2022	09:03 a. m.	0	22	52	50.1	100.00%	53	7.6	-	0.0126	-
07/09/2022	09:04 a. m.	1	22	49	47.1	83.67%	50	8.1	8.1000	0.0126	0.0360
07/09/2022	09:05 a. m.	2	22	47	45.1	80.12%	48	8.4	4.2000	0.0126	0.0259
07/09/2022	09:08 a. m.	5	22	45	43.1	76.56%	46	8.8	1.7600	0.0126	0.0168
07/09/2022	09:18 a. m.	15	23	43	41.4	73.54%	44	9.1	0.6067	0.0126	0.0099
07/09/2022	09:33 a. m.	30	23	40	38.4	68.22%	41	9.6	0.3200	0.0126	0.0072
07/09/2022	10:03 a. m.	60	23	37	35.4	62.89%	38	10.1	0.1683	0.0126	0.0052
07/09/2022	11:03 a. m.	120	23	31	29.4	52.23%	32	11.1	0.0925	0.0126	0.0038
07/09/2022	01:13 p. m.	250	24	27	25.8	45.83%	28	11.7	0.0468	0.0126	0.0027
08/09/2022	09:03 a. m.	1440	24	14	12.8	22.74%	15	13.8	0.0096	0.0126	0.0012

CURVA GRANULOMETRICA



% de Material	
Arcilla:	36.80%

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO	HID-UPN: 01
NORMA	: MTC E 109 / ASTM D 422 / NTP 339.128	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

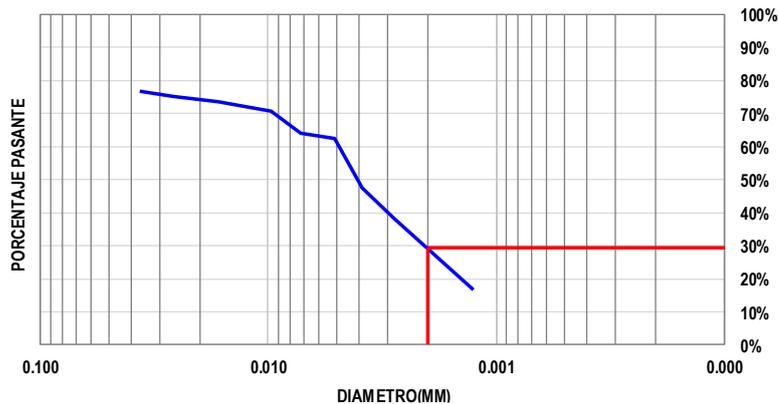
CALICATA / MUESTRA	: C - 04 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO (MTC E 109)

Hidrometro N°:	152 H	Cantidad:	4% en 125ml	Ws	58.8 g
Agente Dispersante:	NaPO3	Correccion del menisco (Cm):	1.0	Gs:	2.78
Correccion de cero (Cd):	3.2			a:	0.974

Fecha	Hora de lectura	Tiempo transcurrido (min)	Temp. °C	Lectura real del hidrometro	Lectura Corregida del hidrometro Rc	% mas Fino	Hidrometro corregido por menisco	L (tabla)	L/t	K (tabla)	D (mm)
07/09/2022	09:03 a. m.	0	22	50	48.4	100.00%	51	7.9	-	0.0127	-
07/09/2022	09:04 a. m.	1	22	48	46.4	76.83%	49	8.3	8.3000	0.0127	0.0365
07/09/2022	09:05 a. m.	2	22	47	45.4	75.17%	48	8.4	4.2000	0.0127	0.0260
07/09/2022	09:08 a. m.	5	22	46	44.4	73.51%	47	8.6	1.7200	0.0127	0.0166
07/09/2022	09:18 a. m.	15	23	44	42.7	70.70%	45	8.9	0.5933	0.0127	0.0098
07/09/2022	09:33 a. m.	30	23	40	38.7	64.08%	41	9.6	0.3200	0.0127	0.0072
07/09/2022	10:03 a. m.	60	23	39	37.7	62.42%	40	9.7	0.1617	0.0127	0.0051
07/09/2022	11:03 a. m.	120	23	30	28.7	47.52%	31	11.2	0.0933	0.0127	0.0039
07/09/2022	01:13 p. m.	250	24	24	23.1	38.25%	25	12.2	0.0488	0.0127	0.0028
08/09/2022	09:03 a. m.	1440	24	11	10.1	16.72%	12	14.3	0.0099	0.0127	0.0013

CURVA GRANULOMETRICA



% de Material	
Arcilla:	29.50%

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO	HID-UPN: 01
NORMA	: MTC E 109 / ASTM D 422 / NTP 339.128	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

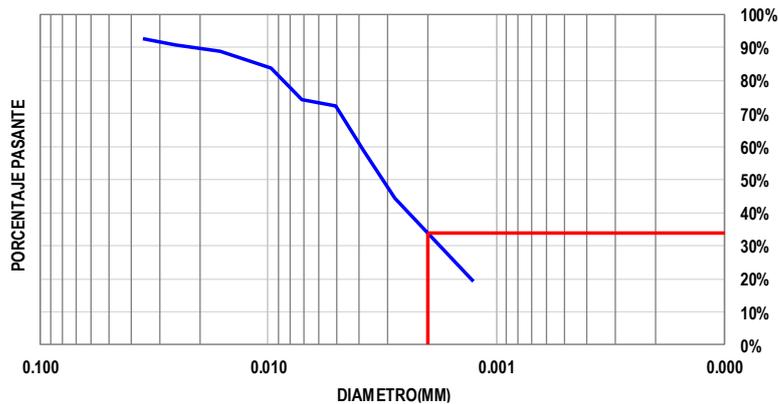
CALICATA / MUESTRA	: C - 05 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 26 / Julio / 2023

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO (MTC E 109)

Hidrometro N°:	152 H	Cantidad:	4% en 125ml	Ws	50.6 g
Agente Dispersante:	NaPO3	Correccion del menisco (Cm):	1.0	Gs:	2.79
Correccion de cero (Cd):	3.3			a:	0.973

Fecha	Hora de lectura	Tiempo transcurrido (min)	Temp. °C	Lectura real del hidrometro	Lectura Corregida del hidrometro Rc	% mas Fino	Hidrometro corregido por menisco	L (tabla)	L/t	K (tabla)	D (mm)
07/09/2022	09:03 a. m.	0	22	51	49.3	100.00%	52	7.8	-	0.0127	-
07/09/2022	09:04 a. m.	1	22	50	48.3	92.79%	51	7.9	7.9000	0.0127	0.0356
07/09/2022	09:05 a. m.	2	22	49	47.3	90.87%	50	8.1	4.0500	0.0127	0.0255
07/09/2022	09:08 a. m.	5	22	48	46.3	88.95%	49	8.3	1.6600	0.0127	0.0163
07/09/2022	09:18 a. m.	15	23	45	43.6	83.76%	46	8.8	0.5867	0.0127	0.0097
07/09/2022	09:33 a. m.	30	23	40	38.6	74.16%	41	9.6	0.3200	0.0127	0.0072
07/09/2022	10:03 a. m.	60	23	39	37.6	72.24%	40	9.7	0.1617	0.0127	0.0051
07/09/2022	11:03 a. m.	120	23	32	30.6	58.79%	33	10.9	0.0908	0.0127	0.0038
07/09/2022	01:13 p. m.	250	24	24	23.0	44.19%	25	12.2	0.0488	0.0127	0.0028
08/09/2022	09:03 a. m.	1440	24	11	10.0	19.21%	12	14.3	0.0099	0.0127	0.0013

CURVA GRANULOMETRICA



% de Material	
Arcilla:	33.70%

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO	HID-UPN: 01
NORMA	: MTC E 109 / ASTM D 422 / NTP 339.128	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

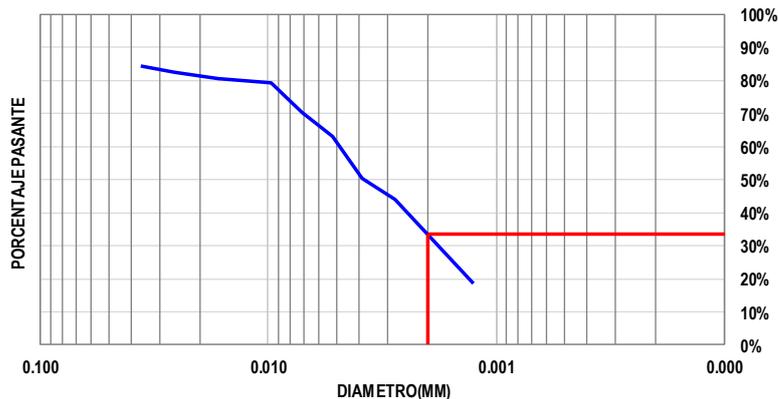
CALICATA / MUESTRA	: C - 06 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 26 / Julio / 2023

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO (MTC E 109)

Hidrometro N°:	152 H	Cantidad:	4% en 125ml	Ws	53.8 g
Agente Dispersante:	NaPO3	Correccion del menisco (Cm):	1.0	Gs:	2.79
Correccion de cero (Cd):	3.0			a:	0.972

Fecha	Hora de lectura	Tiempo transcurrido (min)	Temp. °C	Lectura real del hidrometro	Lectura Corregida del hidrometro Rc	% mas Fino	Hidrometro corregido por menisco	L (tabla)	L/t	K (tabla)	D (mm)
07/09/2022	09:03 a. m.	0	22	50	48.6	100.00%	51	7.9	-	0.0126	-
07/09/2022	09:04 a. m.	1	22	48	46.6	84.23%	49	8.3	8.3000	0.0126	0.0364
07/09/2022	09:05 a. m.	2	22	47	45.6	82.43%	48	8.4	4.2000	0.0126	0.0259
07/09/2022	09:08 a. m.	5	22	46	44.6	80.62%	47	8.6	1.7200	0.0126	0.0166
07/09/2022	09:18 a. m.	15	23	45	43.9	79.35%	46	8.8	0.5867	0.0126	0.0097
07/09/2022	09:33 a. m.	30	23	40	38.9	70.32%	41	9.6	0.3200	0.0126	0.0072
07/09/2022	10:03 a. m.	60	23	36	34.9	63.08%	37	10.2	0.1700	0.0126	0.0052
07/09/2022	11:03 a. m.	120	23	29	27.9	50.43%	30	11.4	0.0950	0.0126	0.0039
07/09/2022	01:13 p. m.	250	24	25	24.3	43.92%	26	12.0	0.0480	0.0126	0.0028
08/09/2022	09:03 a. m.	1440	24	11	10.3	18.62%	12	14.3	0.0099	0.0126	0.0013

CURVA GRANULOMETRICA



% de Material	
Arcilla:	33.40%

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO	HID-UPN: 01
NORMA	: MTC E 109 / ASTM D 422 / NTP 339.128	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

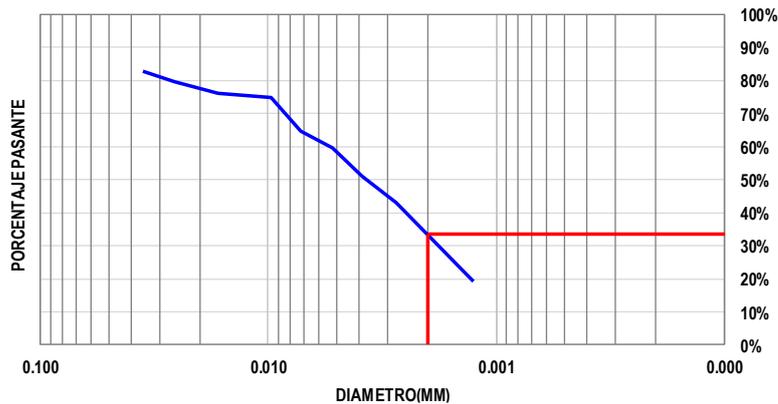
CALICATA / MUESTRA	: C - 07 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 26 / Julio / 2023

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO (MTC E 109)

Hidrometro N°:	152 H	Cantidad:	4% en 125ml	Ws	57.1 g
Agente Dispersante:	NaPO3	Correccion del menisco (Cm):	1.0	Gs:	2.78
Correccion de cero (Cd):	3.0			a:	0.974

Fecha	Hora de lectura	Tiempo transcurrido (min)	Temp. °C	Lectura real del hidrometro	Lectura Corregida del hidrometro Rc	% mas Fino	Hidrometro corregido por menisco	L (tabla)	L/t	K (tabla)	D (mm)
07/09/2022	09:03 a. m.	0	22	51	49.6	100.00%	52	7.8	-	0.0127	-
07/09/2022	09:04 a. m.	1	22	50	48.6	82.92%	51	7.9	7.9000	0.0127	0.0357
07/09/2022	09:05 a. m.	2	22	48	46.6	79.51%	49	8.3	4.1500	0.0127	0.0258
07/09/2022	09:08 a. m.	5	22	46	44.6	76.10%	47	8.6	1.7200	0.0127	0.0166
07/09/2022	09:18 a. m.	15	23	45	43.9	74.91%	46	8.8	0.5867	0.0127	0.0097
07/09/2022	09:33 a. m.	30	23	39	37.9	64.67%	40	9.7	0.3233	0.0127	0.0072
07/09/2022	10:03 a. m.	60	23	36	34.9	59.55%	37	10.2	0.1700	0.0127	0.0052
07/09/2022	11:03 a. m.	120	23	31	29.9	51.02%	32	11.1	0.0925	0.0127	0.0039
07/09/2022	01:13 p. m.	250	24	26	25.3	43.17%	27	11.9	0.0476	0.0127	0.0028
08/09/2022	09:03 a. m.	1440	24	12	11.3	19.28%	13	14.2	0.0099	0.0127	0.0013

CURVA GRANULOMETRICA



% de Material	
Arcilla:	33.50%

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO	HID-UPN: 01
NORMA	: MTC E 109 / ASTM D 422 / NTP 339.128	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

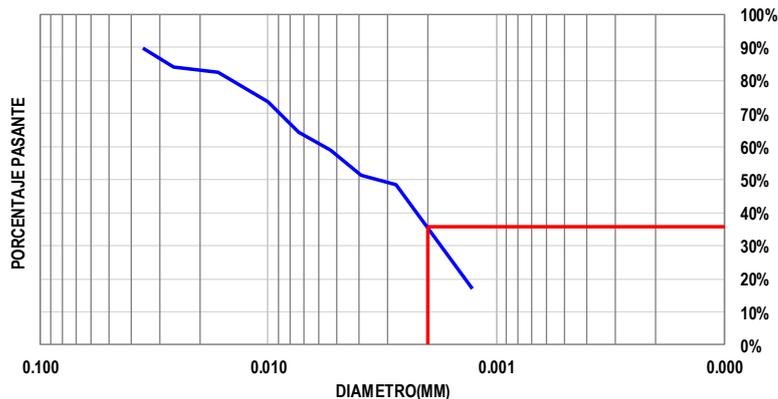
CALICATA / MUESTRA	: C - 08 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 26 / Julio / 2023

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO (MTC E 109)

Hidrometro N°:	152 H	Cantidad:	4% en 125ml	Ws	52.5 g
Agente Dispersante:	NaPO3	Correccion del menisco (Cm):	1.0	Gs:	2.78
Correccion de cero (Cd):	3.2			a:	0.974

Fecha	Hora de lectura	Tiempo transcurrido (min)	Temp. °C	Lectura real del hidrometro	Lectura Corregida del hidrometro Rc	% mas Fino	Hidrometro corregido por menisco	L (tabla)	L/t	K (tabla)	D (mm)
07/09/2022	09:03 a. m.	0	22	51	49.4	100.00%	52	7.8	-	0.0127	-
07/09/2022	09:04 a. m.	1	22	50	48.4	89.76%	51	7.9	7.9000	0.0127	0.0356
07/09/2022	09:05 a. m.	2	22	47	45.4	84.19%	48	8.4	4.2000	0.0127	0.0260
07/09/2022	09:08 a. m.	5	22	46	44.4	82.34%	47	8.6	1.7200	0.0127	0.0166
07/09/2022	09:18 a. m.	15	23	41	39.7	73.62%	42	9.4	0.6267	0.0127	0.0100
07/09/2022	09:33 a. m.	30	23	36	34.7	64.35%	37	10.2	0.3400	0.0127	0.0074
07/09/2022	10:03 a. m.	60	23	33	31.7	58.79%	34	10.7	0.1783	0.0127	0.0054
07/09/2022	11:03 a. m.	120	23	29	27.7	51.37%	30	11.4	0.0950	0.0127	0.0039
07/09/2022	01:13 p. m.	250	24	27	26.1	48.40%	28	11.7	0.0468	0.0127	0.0027
08/09/2022	09:03 a. m.	1440	24	10	9.1	16.88%	11	14.5	0.0101	0.0127	0.0013

CURVA GRANULOMETRICA



% de Material	
Arcilla:	35.60%

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO	HID-UPN: 01
NORMA	: MTC E 109 / ASTM D 422 / NTP 339.128	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

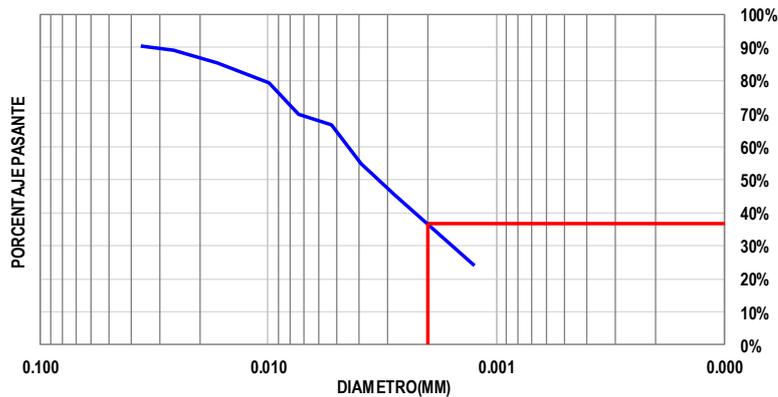
CALICATA / MUESTRA	: C - 09 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 26 / Julio / 2023

### ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO (MTC E 109)

Hidrometro N°:	152 H	Cantidad:	4% en 125ml	Ws	50.1 g
Agente Dispersante:	NaPO3	Correccion del menisco (Cm):	1.0	Gs:	2.79
Correccion de cero (Cd):	3.0			a:	0.973

Fecha	Hora de lectura	Tiempo transcurrido (min)	Temp. °C	Lectura real del hidrometro	Lectura Corregida del hidrometro Rc	% mas Fino	Hidrometro corregido por menisco	L (tabla)	L/t	K (tabla)	D (mm)
07/09/2022	09:03 a. m.	0	22	49	47.6	100.00%	50	8.1	-	0.0127	-
07/09/2022	09:04 a. m.	1	22	48	46.6	90.49%	49	8.3	8.3000	0.0127	0.0365
07/09/2022	09:05 a. m.	2	23	47	45.9	89.13%	48	8.4	4.2000	0.0127	0.0259
07/09/2022	09:08 a. m.	5	23	45	43.9	85.24%	46	8.8	1.7600	0.0127	0.0168
07/09/2022	09:18 a. m.	15	23	42	40.9	79.42%	43	9.2	0.6133	0.0127	0.0099
07/09/2022	09:33 a. m.	30	23	37	35.9	69.71%	38	10.1	0.3367	0.0127	0.0073
07/09/2022	10:03 a. m.	60	24	35	34.3	66.60%	36	10.4	0.1733	0.0127	0.0053
07/09/2022	11:03 a. m.	120	24	29	28.3	54.95%	30	11.4	0.0950	0.0127	0.0039
07/09/2022	01:13 p. m.	250	24	24	23.3	45.24%	25	12.2	0.0488	0.0127	0.0028
08/09/2022	09:03 a. m.	1440	24	13	12.3	23.88%	14	14.0	0.0097	0.0127	0.0012

CURVA GRANULOMETRICA



% de Material	
Arcilla:	36.80%

OBSERVACIONES
---------------

## ANEXO N° 4.5. LÍMITES DE ATTERBERG

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	LP-UPN: 01
NORMA	: MTC E 110 - MTC E 111/ ASTM D 4318 / NTP 339.129	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 01 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 24 / Julio / 2023

### DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110) DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (MTC E 111)

#### LIMITE LIQUIDO

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	46.53	34.35	36.06
Tara + suelo seco	43.09	31.10	32.50
Agua	3.44	3.25	3.56
Peso de la tara	35.36	22.95	21.85
Peso del suelo seco	7.73	8.15	10.65
% humedad	44.50%	39.88%	33.43%
No. golpes	15	23	34
LIMITE LIQUIDO	37.98%		

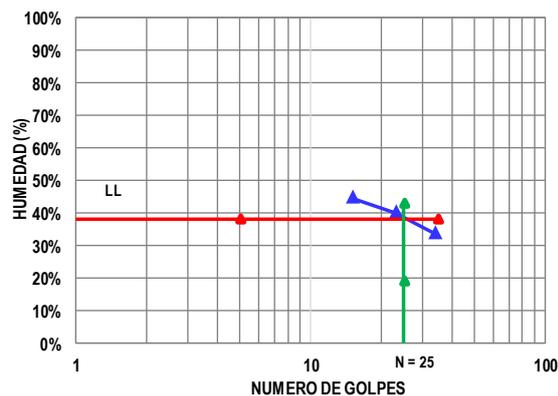
#### LIMITE PLASTICO

MASAS	ENSAYO N°01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	23.67	25.86	25.75
Tara + suelo seco	23.20	25.33	25.06
Agua	0.47	0.53	0.69
Peso de la tara	20.86	22.90	21.92
Peso del suelo seco	2.34	2.43	3.14
% humedad	20.09%	21.81%	21.97%
LIMITE PLASTICO	21.29%		

#### RESULTADOS:

Limite Liquido:	37.98%
Liquido Plastico:	21.29%
Indice de Plasticidad:	16.69%

#### CURVA DE FLUIDEZ



#### OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	LP-UPN: 01
NORMA	: MTC E 110 - MTC E 111/ ASTM D 4318 / NTP 339.129	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 02 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 24 / Julio / 2023

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)  
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (MTC E 111)**

**LIMITE LIQUIDO**

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	33.48	34.28	38.70
Tara + suelo seco	28.05	31.10	33.74
Agua	5.43	3.18	4.96
Peso de la tara	15.41	22.74	19.79
Peso del suelo seco	12.64	8.36	13.95
% humedad	42.96%	38.04%	35.56%
No. golpes	17	26	30
LIMITE LIQUIDO	38.16%		

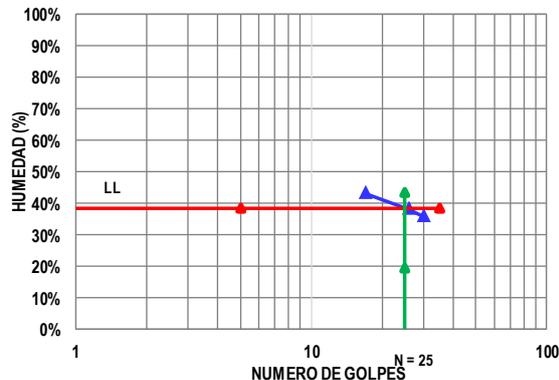
**LIMITE PLASTICO**

MASAS	ENSAYO N°01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	29.62	37.76	33.51
Tara + suelo seco	28.36	36.40	32.12
Agua	1.26	1.36	1.39
Peso de la tara	22.53	30.14	25.74
Peso del suelo seco	5.83	6.26	6.38
% humedad	21.61%	21.73%	21.79%
LIMITE PLASTICO	21.71%		

**RESULTADOS:**

Limite Liquido:	38.16%
Liquido Plastico:	21.71%
Indice de Plasticidad:	16.45%

**CURVA DE FLUIDEZ**



**OBSERVACIONES**

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	LP-UPN: 01
NORMA	: MTC E 110 - MTC E 111/ ASTM D 4318 / NTP 339.129	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 03 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 24 / Julio / 2023

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)  
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (MTC E 111)**

**LIMITE LIQUIDO**

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	43.62	36.86	33.38
Tara + suelo seco	38.16	32.96	29.13
Agua	5.46	3.90	4.25
Peso de la tara	25.23	22.47	16.41
Peso del suelo seco	12.93	10.49	12.72
% humedad	42.23%	37.18%	33.41%
No. golpes	18	27	34
LIMITE LIQUIDO	37.86%		

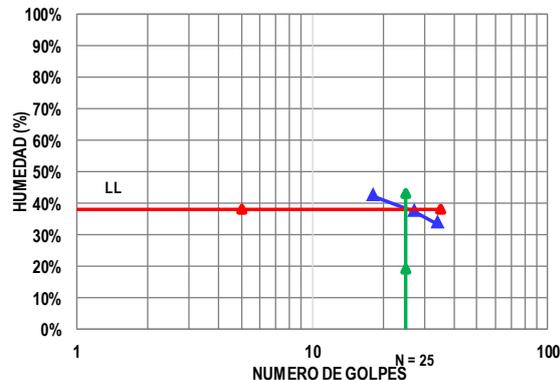
**LIMITE PLASTICO**

MASAS	ENSAYO N°01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	24.24	26.09	32.88
Tara + suelo seco	23.45	25.13	31.74
Agua	0.79	0.96	1.14
Peso de la tara	19.74	20.63	26.35
Peso del suelo seco	3.71	4.50	5.39
% humedad	21.29%	21.33%	21.15%
LIMITE PLASTICO	21.26%		

**RESULTADOS:**

Limite Liquido:	37.86%
Liquido Plastico:	21.26%
Indice de Plasticidad:	16.60%

**CURVA DE FLUIDEZ**



OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	LP-UPN: 01
NORMA	: MTC E 110 - MTC E 111/ ASTM D 4318 / NTP 339.129	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 04 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 24 / Julio / 2023

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)  
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (MTC E 111)**

**LIMITE LIQUIDO**

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	41.42	42.22	31.17
Tara + suelo seco	35.64	38.63	26.98
Agua	5.78	3.59	4.19
Peso de la tara	22.46	29.78	15.97
Peso del suelo seco	13.18	8.85	11.01
% humedad	43.85%	40.56%	38.06%
No. golpes	16	22	26
LIMITE LIQUIDO	38.73%		

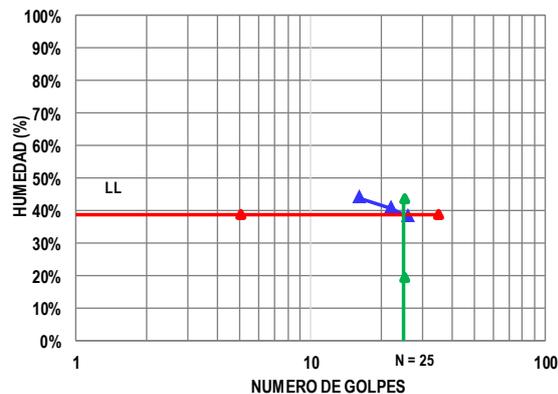
**LIMITE PLASTICO**

MASAS	ENSAYO N°01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	31.41	34.36	37.11
Tara + suelo seco	29.61	32.85	35.19
Agua	1.80	1.51	1.92
Peso de la tara	21.55	26.06	26.62
Peso del suelo seco	8.06	6.79	8.57
% humedad	22.33%	22.24%	22.40%
LIMITE PLASTICO	22.32%		

**RESULTADOS:**

Limite Liquido:	38.73%
Liquido Plastico:	22.32%
Indice de Plasticidad:	16.41%

**CURVA DE FLUIDEZ**



OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	LP-UPN: 01
NORMA	: MTC E 110 - MTC E 111/ ASTM D 4318 / NTP 339.129	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 05 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 24 / Julio / 2023

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)  
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (MTC E 111)**

**LIMITE LIQUIDO**

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	33.17	37.70	36.22
Tara + suelo seco	27.80	34.79	32.41
Agua	5.37	2.91	3.81
Peso de la tara	15.74	27.30	21.38
Peso del suelo seco	12.06	7.49	11.03
% humedad	44.53%	38.85%	34.54%
No. golpes	15	24	32
LIMITE LIQUIDO	37.98%		

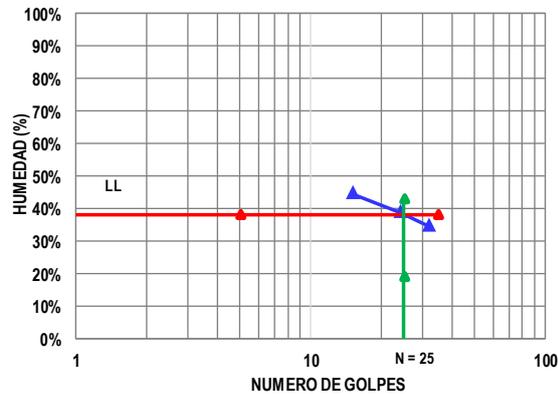
**LIMITE PLASTICO**

MASAS	ENSAYO N°01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	25.43	26.57	26.49
Tara + suelo seco	24.59	25.30	25.23
Agua	0.84	1.27	1.26
Peso de la tara	20.64	19.30	19.27
Peso del suelo seco	3.95	6.00	5.96
% humedad	21.27%	21.17%	21.14%
LIMITE PLASTICO	21.19%		

**RESULTADOS:**

Limite Liquido:	37.98%
Liquido Plastico:	21.19%
Indice de Plasticidad:	16.79%

**CURVA DE FLUIDEZ**



OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	LP-UPN: 01
NORMA	: MTC E 110 - MTC E 111/ ASTM D 4318 / NTP 339.129	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 06 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)  
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (MTC E 111)**

**LIMITE LIQUIDO**

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	33.61	37.51	40.10
Tara + suelo seco	30.19	32.46	37.41
Agua	3.42	5.05	2.69
Peso de la tara	22.26	19.78	29.74
Peso del suelo seco	7.93	12.68	7.67
% humedad	43.13%	39.83%	35.07%
No. golpes	17	23	31
LIMITE LIQUIDO	38.21%		

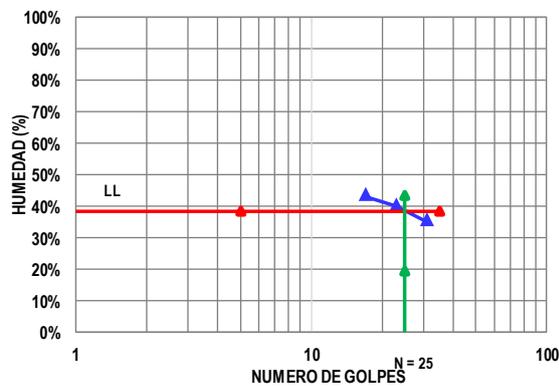
**LIMITE PLASTICO**

MASAS	ENSAYO N°01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	38.61	35.09	34.22
Tara + suelo seco	36.54	33.12	31.70
Agua	2.07	1.97	2.52
Peso de la tara	26.74	23.78	19.75
Peso del suelo seco	9.80	9.34	11.95
% humedad	21.12%	21.09%	21.09%
LIMITE PLASTICO	21.10%		

**RESULTADOS:**

Limite Liquido:	38.21%
Liquido Plastico:	21.10%
Indice de Plasticidad:	17.11%

**CURVA DE FLUIDEZ**



OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	LP-UPN: 01
NORMA	: MTC E 110 - MTC E 111/ ASTM D 4318 / NTP 339.129	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 07 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)  
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (MTC E 111)**

**LIMITE LIQUIDO**

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	33.12	34.30	36.13
Tara + suelo seco	27.83	31.10	32.41
Agua	5.29	3.20	3.72
Peso de la tara	15.98	22.88	21.48
Peso del suelo seco	11.85	8.22	10.93
% humedad	44.64%	38.93%	34.03%
No. golpes	15	24	33
LIMITE LIQUIDO	37.98%		

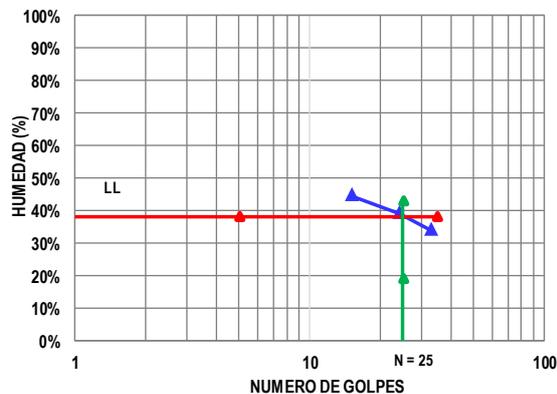
**LIMITE PLASTICO**

MASAS	ENSAYO N°01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	25.20	26.63	26.47
Tara + suelo seco	24.43	25.38	25.23
Agua	0.77	1.25	1.24
Peso de la tara	20.81	19.51	19.45
Peso del suelo seco	3.62	5.87	5.78
% humedad	21.27%	21.29%	21.45%
LIMITE PLASTICO	21.34%		

**RESULTADOS:**

Limite Liquido:	37.98%
Liquido Plastico:	21.34%
Indice de Plasticidad:	16.64%

**CURVA DE FLUIDEZ**



OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS DETERMINACIÓN DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	LP-UPN: 01
NORMA	: MTC E 110 - MTC E 111/ ASTM D 4318 / NTP 339.129	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 08 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)  
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (MTC E 111)**

**LIMITE LIQUIDO**

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	35.71	38.11	39.40
Tara + suelo seco	31.25	34.98	35.79
Agua	4.46	3.13	3.61
Peso de la tara	20.74	26.47	25.49
Peso del suelo seco	10.51	8.51	10.30
% humedad	42.44%	36.78%	35.05%
No. golpes	18	28	31
LIMITE LIQUIDO	38.09%		

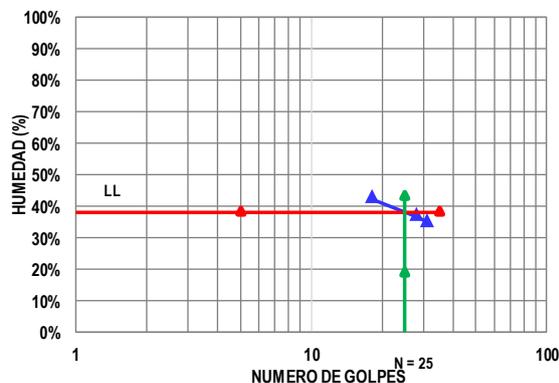
**LIMITE PLASTICO**

MASAS	ENSAYO N°01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	27.87	31.66	31.60
Tara + suelo seco	26.78	30.12	30.46
Agua	1.09	1.54	1.14
Peso de la tara	21.56	22.75	25.09
Peso del suelo seco	5.22	7.37	5.37
% humedad	20.88%	20.90%	21.23%
LIMITE PLASTICO	21.00%		

**RESULTADOS:**

Limite Liquido:	38.09%
Liquido Plastico:	21.00%
Indice de Plasticidad:	17.09%

**CURVA DE FLUIDEZ**



OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	LP-UPN: 01
NORMA	: MTC E 110 - MTC E 111/ ASTM D 4318 / NTP 339.129	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 09 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANN S GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)  
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (MTC E 111)**

**LIMITE LIQUIDO**

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	34.84	32.31	40.33
Tara + suelo seco	30.12	28.89	36.41
Agua	4.72	3.42	3.92
Peso de la tara	19.36	20.44	25.63
Peso del suelo seco	10.76	8.45	10.78
% humedad	43.87%	40.47%	36.36%
No. golpes	16	22	29
LIMITE LIQUIDO	38.45%		

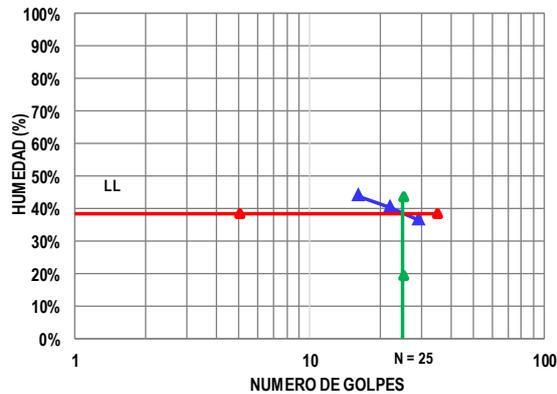
**LIMITE PLASTICO**

MASAS	ENSAYO N°01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	32.46	28.25	30.41
Tara + suelo seco	31.25	26.79	29.07
Agua	1.21	1.46	1.34
Peso de la tara	25.63	19.94	22.74
Peso del suelo seco	5.62	6.85	6.33
% humedad	21.53%	21.31%	21.17%
LIMITE PLASTICO	21.34%		

**RESULTADOS:**

Limite Liquido:	38.45%
Liquido Plastico:	21.34%
Indice de Plasticidad:	17.11%

**CURVA DE FLUIDEZ**



**OBSERVACIONES**

## ANEXO N° 4.6. GRAVEDAD ESPECIFICA

FICHA DE OBSERVACIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: MÉTODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA	GE-UPN: 01
NORMA	: MTC E 113 / ASTM D 854 / NTP 339.131	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	
CALICATA / MUESTRA	: C - 01 / M - 01	TIPO DE MATERIAL : ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO : INGMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO : 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO : 24 / Julio / 2023

### GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA (MTC E 113)

Descripción	Unidad	Valor
Picnómetro	N°	1
Capacidad del picnómetro	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del picnómetro	g	156.12
Peso del picnómetro + suelo seco	g	215.74
Peso del suelo seco	g	59.62
Peso del picnómetro + suelo + agua	g	676.63
Peso del picnómetro+ agua a C.T.	g	638.91
Peso del picnómetro+ agua a Temp. Ensayo	g	638.37
Temperatura del ensayo	° C	20.50
Gravedad especifica a Temp.ensayo	g/cm <sup>3</sup>	2.79
Coefficiente de Temperatura (K)	---	0.99989
Gravedad especifica a 20 °C	g/cm <sup>3</sup>	2.791

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: MÉTODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA	GE-UPN: 01
NORMA	: MTC E 113 / ASTM D 854 / NTP 339.131	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	
CALICATA / MUESTRA	: C - 02 / M - 01	TIPO DE MATERIAL : ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO : INGMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO : 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO : 24 / Julio / 2023

### GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA (MTC E 113)

Descripción	Unidad	Valor
Picnómetro	N°	2
Capacidad del picnómetro	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del picnómetro	g	155.98
Peso del picnómetro + suelo seco	g	214.91
Peso del suelo seco	g	58.93
Peso del picnómetro + suelo + agua	g	695.54
Peso del picnómetro+ agua a C.T.	g	658.23
Peso del picnómetro+ agua a Temp. Ensayo	g	657.69
Temperatura del ensayo	° C	20.70
Gravedad especifica a Temp.ensayo	g/cm <sup>3</sup>	2.796
Coefficiente de Temperatura (K)	---	0.99985
Gravedad especifica a 20 °C	g/cm <sup>3</sup>	2.795

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: MÉTODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA	GE-UPN: 01
NORMA	: MTC E 113 / ASTM D 854 / NTP 339.131	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 03 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 24 / Julio / 2023

#### GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA (MTC E 113)

Descripcion	Unidad	Valor
Picnómetro	N°	3
Capacidad del picnómetro	cm3	500.00
Peso del picnómetro	g	159.00
Peso del picnómetro + suelo seco	g	216.81
Peso del suelo seco	g	57.81
Peso del picnómetro + suelo + agua	g	699.38
Peso del picnómetro+ agua a C.T.	g	662.65
Peso del picnómetro+ agua a Temp. Ensayo	g	662.29
Temperatura del ensayo	° C	20.70
Gravedad especifica a Temp.ensayo	g/cm3	2.790
Coefficiente de Temperatura (K)	---	0.99985
Gravedad especifica a 20 °C	g/cm3	2.790

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: MÉTODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA	GE-UPN: 01
NORMA	: MTC E 113 / ASTM D 854 / NTP 339.131	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 04 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

#### GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA (MTC E 113)

Descripcion	Unidad	Valor
Picnómetro	N°	1
Capacidad del picnómetro	cm3	500.00
Peso del picnómetro	g	156.09
Peso del picnómetro + suelo seco	g	201.28
Peso del suelo seco	g	45.19
Peso del picnómetro + suelo + agua	g	701.03
Peso del picnómetro+ agua a C.T.	g	671.77
Peso del picnómetro+ agua a Temp. Ensayo	g	672.10
Temperatura del ensayo	° C	20.60
Gravedad especifica a Temp.ensayo	g/cm3	2.779
Coefficiente de Temperatura (K)	---	0.99987
Gravedad especifica a 20 °C	g/cm3	2.779

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: MÉTODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA	GE-UPN: 01
NORMA	: MTC E 113 / ASTM D 854 / NTP 339.131	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 05 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

#### GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA (MTC E 113)

Descripción	Unidad	Valor
Picnómetro	N°	2
Capacidad del picnómetro	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del picnómetro	g	159.09
Peso del picnómetro + suelo seco	g	218.96
Peso del suelo seco	g	59.87
Peso del picnómetro + suelo + agua	g	703.41
Peso del picnómetro+ agua a C.T.	g	665.41
Peso del picnómetro+ agua a Temp. Ensayo	g	665.03
Temperatura del ensayo	° C	20.50
Gravedad específica a Temp.ensayo	g/cm <sup>3</sup>	2.786
Coefficiente de Temperatura (K)	---	0.99989
Gravedad específica a 20 °C	g/cm <sup>3</sup>	2.786

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: MÉTODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA	GE-UPN: 01
NORMA	: MTC E 113 / ASTM D 854 / NTP 339.131	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 06 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

#### GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA (MTC E 113)

Descripción	Unidad	Valor
Picnómetro	N°	3
Capacidad del picnómetro	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del picnómetro	g	156.05
Peso del picnómetro + suelo seco	g	209.49
Peso del suelo seco	g	53.44
Peso del picnómetro + suelo + agua	g	698.41
Peso del picnómetro+ agua a C.T.	g	663.41
Peso del picnómetro+ agua a Temp. Ensayo	g	664.12
Temperatura del ensayo	° C	20.50
Gravedad específica a Temp.ensayo	g/cm <sup>3</sup>	2.791
Coefficiente de Temperatura (K)	---	0.99989
Gravedad específica a 20 °C	g/cm <sup>3</sup>	2.790

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: MÉTODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA	GE-UPN: 01
NORMA	: MTC E 113 / ASTM D 854 / NTP 339.131	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 07 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 26 / Julio / 2023

#### GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA (MTC E 113)

Descripción	Unidad	Valor
Picnómetro	N°	1
Capacidad del picnómetro	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del picnómetro	g	159.02
Peso del picnómetro + suelo seco	g	212.39
Peso del suelo seco	g	53.37
Peso del picnómetro + suelo + agua	g	680.53
Peso del picnómetro+ agua a C.T.	g	646.85
Peso del picnómetro+ agua a Temp. Ensayo	g	646.36
Temperatura del ensayo	° C	20.40
Gravedad específica a Temp.ensayo	g/cm <sup>3</sup>	2.780
Coefficiente de Temperatura (K)	---	0.99991
Gravedad específica a 20 °C	g/cm <sup>3</sup>	2.779

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: MÉTODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA	GE-UPN: 01
NORMA	: MTC E 113 / ASTM D 854 / NTP 339.131	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 08 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 26 / Julio / 2023

#### GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA (MTC E 113)

Descripción	Unidad	Valor
Picnómetro	N°	2
Capacidad del picnómetro	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del picnómetro	g	159.11
Peso del picnómetro + suelo seco	g	208.94
Peso del suelo seco	g	49.83
Peso del picnómetro + suelo + agua	g	706.32
Peso del picnómetro+ agua a C.T.	g	675.04
Peso del picnómetro+ agua a Temp. Ensayo	g	674.40
Temperatura del ensayo	° C	20.50
Gravedad específica a Temp.ensayo	g/cm <sup>3</sup>	2.782
Coefficiente de Temperatura (K)	---	0.99989
Gravedad específica a 20 °C	g/cm <sup>3</sup>	2.782

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: MÉTODO DE ENSAYO ESTANDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA	GE-UPN: 01
NORMA	: MTC E 113 / ASTM D 854 / NTP 339.131	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>

CALICATA / MUESTRA	: C - 09 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 26 / Julio / 2023

### GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS DE SUELO MEDIANTE PICNOMETRO DE AGUA (MTC E 113)

Descripción	Unidad	Valor
Picnómetro	N°	3
Capacidad del picnómetro	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del picnómetro	g	156.01
Peso del picnómetro + suelo seco	g	209.31
Peso del suelo seco	g	53.30
Peso del picnómetro + suelo + agua	g	679.45
Peso del picnómetro+ agua a C.T.	g	645.90
Peso del picnómetro+ agua a Temp. Ensayo	g	645.28
Temperatura del ensayo	° C	20.60
Gravedad especifica a Temp.ensayo	g/cm <sup>3</sup>	2.786
Coficiente de Temperatura (K)	---	0.99987
Gravedad especifica a 20 °C	g/cm <sup>3</sup>	2.786

OBSERVACIONES
---------------

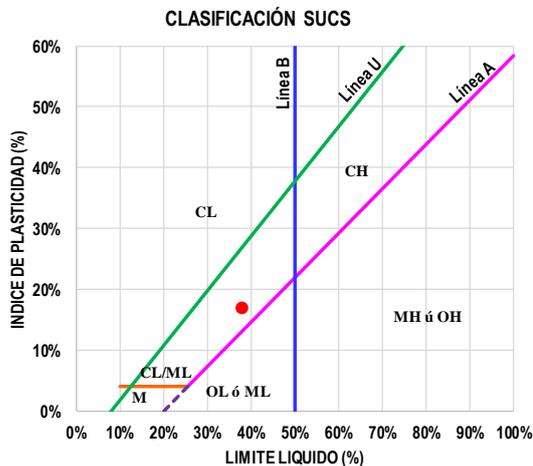
## ANEXO N° 4.7. CLASIFICACIÓN DE SUELOS

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: CLASIFICACIÓN SUCS CLASIFICACIÓN AASHTO	SA-UPN: 01
NORMA	: ASTM D 2487 - ASTM 3282 / NTP 339.134 - NTP 339.135	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	
CALICATA / MUESTRA	: C - 01 / M - 01	TIPO DE MATERIAL : ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO : INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNIS GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO : 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO : 24 / Julio / 2023

### CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D 2487) CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D 3282)

RESULTADOS LIMITES CONSISTENCIA	
Límite Líquido:	37.98%
Líquido Plástico:	21.29%
Índice de Plasticidad:	16.69%

RESULTADOS ANALISIS GRANULOMETRICO	
% Pasante Tamiz N° 10	99.15%
% Pasante Tamiz N° 40	94.73%
% Pasante Tamiz N° 200	76.98%



TIPO	IG	CLASE DE SUELO	EXCELENTE A BUENO
A-1	A-1a - - A-1b - -	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA	
A-3	A-3 - -	ARENA FINA	
A-2	A-2-4 - - A-2-5 - - A-2-6 - - A-2-7 - -	GRAVA, ARENA LIMOSA Y ARCILLOSA	REGULAR A DEFICIENTE
	A-4 - -	SUELO LIMOSO	
	A-5 - -	SUELO LIMOSO	
	A-6 SI 11	SUELO ARCILLOSO	
A-7	A-7-5 - - A-7-6 - -	SUELO ARCILLOSO	
INDICE DE GRUPO (IG)		11	

La clasificación en base al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos(SUCS) corresponde una simbología de grupo "CL"	La clasificación en base al American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) corresponde una clasificación de grupo "A-6"
---	--

OBSERVACIONES
---------------

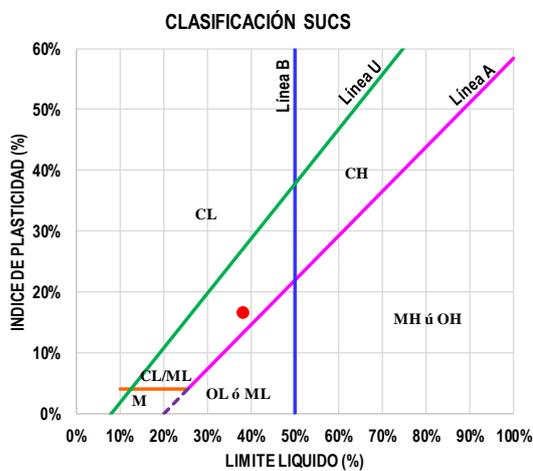
FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: CLASIFICACIÓN SUCS CLASIFICACIÓN AASHTO	SA-UPN: 01
NORMA	: ASTM D 2487 - ASTM 3282 / NTP 339.134 - NTP 339.135	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 02 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 24 / Julio / 2023

**CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D 2487)  
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D 3282)**

RESULTADOS LIMITES CONSISTENCIA	
Límite Líquido:	38.16%
Líquido Plástico:	21.71%
Índice de Plasticidad:	16.45%

RESULTADOS ANALISIS GRANULOMETRICO	
% Pasante Tamiz N° 10	99.13%
% Pasante Tamiz N° 40	94.59%
% Pasante Tamiz N° 200	77.56%



TIPO	IG	CLASE DE SUELO	EVALUACIÓN
A-1	A-1a - - A-1b - -	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA	
A-3	A-3 - -	ARENA FINA	
A-2	A-2-4 - - A-2-5 - - A-2-6 - - A-2-7 - -	GRAVA, ARENA LIMOSA Y ARCILLOSA	
A-4	A-4 - -	SUELO LIMOSO	REGULAR A DEFICIENTE
A-5	A-5 - -		
A-6	A-6 SI 11	SUELO ARCILLOSO	
A-7	A-7-5 - - A-7-6 - -		

INDICE DE GRUPO (IG)	11
----------------------	----

La clasificación en base al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos(SUCS) corresponde una simbología de grupo "CL"	La clasificación en base al American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) corresponde una clasificación de grupo "A-6"
---	--

OBSERVACIONES
---------------

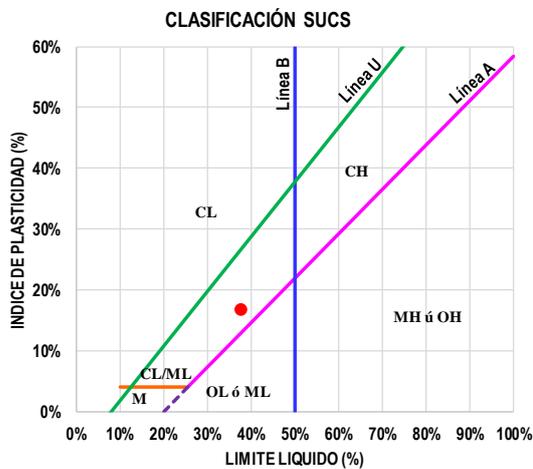
FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: CLASIFICACIÓN SUCS CLASIFICACIÓN AASHTO	SA-UPN: 01
NORMA	: ASTM D 2487 - ASTM 3282 / NTP 339.134 - NTP 339.135	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 03 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 24 / Julio / 2023

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D 2487)  
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D 3282)

RESULTADOS LIMITES CONSISTENCIA	
Límite Líquido:	37.86%
Líquido Plástico:	21.26%
Índice de Plasticidad:	16.60%

RESULTADOS ANALISIS GRANULOMETRICO	
% Pasante Tamiz N° 10	99.08%
% Pasante Tamiz N° 40	94.44%
% Pasante Tamiz N° 200	78.83%



TIPO	IG	CLASE DE SUELO	EVALUACIÓN
A-1	A-1a - - A-1b - -	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA	
A-3	A-3 - -	ARENA FINA	
A-2	A-2-4 - - A-2-5 - - A-2-6 - - A-2-7 - -	GRAVA, ARENA LIMOSA Y ARCILLOSA	REGULAR A DEFICIENTE
A-4	A-4 - -	SUELO LIMOSO	
A-5	A-5 - -	SUELO LIMOSO	
A-6	A-6 SI 11	SUELO ARCILLOSO	
A-7	A-7-5 - - A-7-6 - -	SUELO ARCILLOSO	

INDICE DE GRUPO (IG)	11
----------------------	----

La clasificación en base al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos(SUCS) corresponde una simbología de grupo "CL"	La clasificación en base al American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) corresponde una clasificación de grupo "A-6"
---	--

OBSERVACIONES
---------------

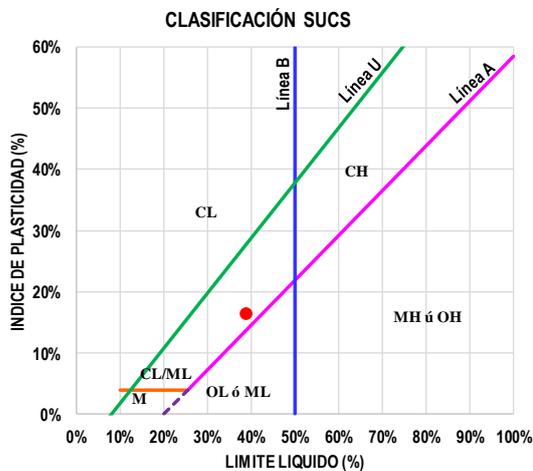
FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: CLASIFICACIÓN SUCS CLASIFICACIÓN AASHTO	SA-UPN: 01
NORMA	: ASTM D 2487 - ASTM 3282 / NTP 339.134 - NTP 339.135	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 04 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 24 / Julio / 2023

**CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D 2487)  
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D 3282)**

RESULTADOS LIMITES CONSISTENCIA	
Límite Líquido:	38.73%
Líquido Plástico:	22.32%
Índice de Plasticidad:	16.41%

RESULTADOS ANALISIS GRANULOMETRICO	
% Pasante Tamiz N° 10	99.09%
% Pasante Tamiz N° 40	94.30%
% Pasante Tamiz N° 200	76.13%



TIPO	IG	CLASE DE SUELO	EVALUACIÓN
A-1	A-1a - - A-1b - -	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA	
A-3	A-3 - -	ARENA FINA	
A-2	A-2-4 - - A-2-5 - - A-2-6 - - A-2-7 - -	GRAVA, ARENA LIMOSA Y ARCILLOSA	
A-4	A-4 - -	SUELO LIMOSO	REGULAR A DEFICIENTE
A-5	A-5 - -		
A-6	A-6 SI 11	SUELO ARCILLOSO	
A-7	A-7-5 - - A-7-6 - -		

INDICE DE GRUPO (IG)	11
----------------------	----

La clasificación en base al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos(SUCS) corresponde una simbología de grupo "CL"	La clasificación en base al American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) corresponde una clasificación de grupo "A-6"
---	--

OBSERVACIONES
---------------

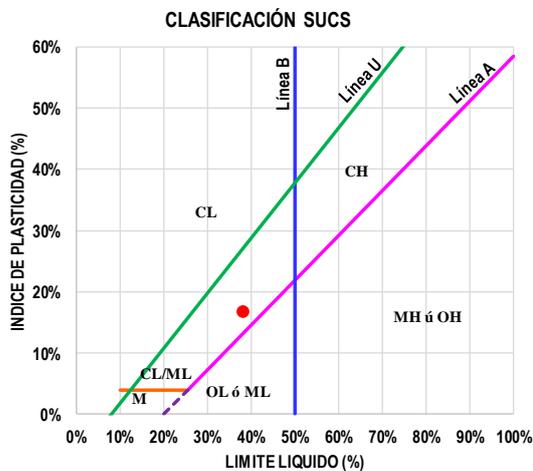
FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: CLASIFICACIÓN SUCS CLASIFICACIÓN AASHTO	SA-UPN: 01
NORMA	: ASTM D 2487 - ASTM 3282 / NTP 339.134 - NTP 339.135	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 05 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 24 / Julio / 2023

**CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D 2487)  
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D 3282)**

RESULTADOS LIMITES CONSISTENCIA	
Límite Líquido:	37.98%
Líquido Plástico:	21.19%
Índice de Plasticidad:	16.79%

RESULTADOS ANALISIS GRANULOMETRICO	
% Pasante Tamiz N° 10	99.56%
% Pasante Tamiz N° 40	94.54%
% Pasante Tamiz N° 200	75.64%



TIPO	IG	CLASE DE SUELO	EVALUACIÓN
A-1	A-1a - - A-1b - -	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA	
A-3	A-3 - -	ARENA FINA	
A-2	A-2-4 - - A-2-5 - - A-2-6 - - A-2-7 - -	GRAVA, ARENA LIMOSA Y ARCILLOSA	
A-4	A-4 - -	SUELO LIMOSO	REGULAR A DEFICIENTE
A-5	A-5 - -		
A-6	A-6 SI 11	SUELO ARCILLOSO	
A-7	A-7-5 - - A-7-6 - -		

INDICE DE GRUPO (IG)	11
----------------------	----

La clasificación en base al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos(SUCS) corresponde una simbología de grupo "CL"	La clasificación en base al American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) corresponde una clasificación de grupo "A-6"
---	--

OBSERVACIONES
---------------

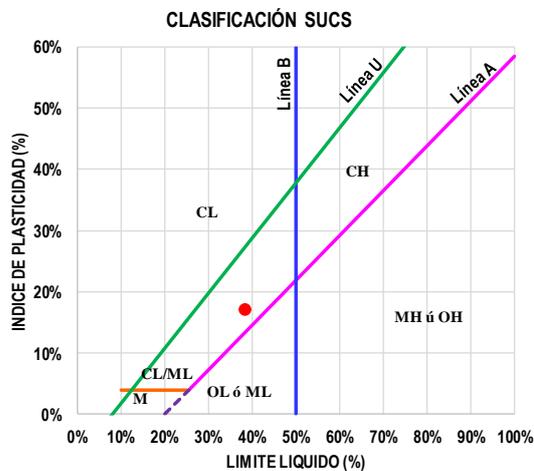
FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: CLASIFICACIÓN SUCS CLASIFICACIÓN AASHTO	SA-UPN: 01
NORMA	: ASTM D 2487 - ASTM 3282 / NTP 339.134 - NTP 339.135	 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 06 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D 2487)  
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D 3282)

RESULTADOS LIMITES CONSISTENCIA	
Límite Líquido:	38.21%
Líquido Plástico:	21.10%
Índice de Plasticidad:	17.11%

RESULTADOS ANALISIS GRANULOMETRICO	
% Pasante Tamiz N° 10	99.13%
% Pasante Tamiz N° 40	94.59%
% Pasante Tamiz N° 200	77.56%



TIPO	IG	CLASE DE SUELO	EVALUACIÓN
A-1	A-1a - - A-1b - -	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA	
A-3	A-3 - -	ARENA FINA	
A-2	A-2-4 - - A-2-5 - - A-2-6 - - A-2-7 - -	GRAVA, ARENA LIMOSA Y ARCILLOSA	REGULAR A DEFICIENTE
A-4	A-4 - -	SUELO LIMOSO	
A-5	A-5 - -		
A-6	A-6 SI 11	SUELO ARCILLOSO	
A-7	A-7-5 - - A-7-6 - -		

INDICE DE GRUPO (IG)	11
----------------------	----

La clasificación en base al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos(SUCS) corresponde una simbología de grupo "CL"	La clasificación en base al American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) corresponde una clasificación de grupo "A-6"
---	--

OBSERVACIONES
---------------

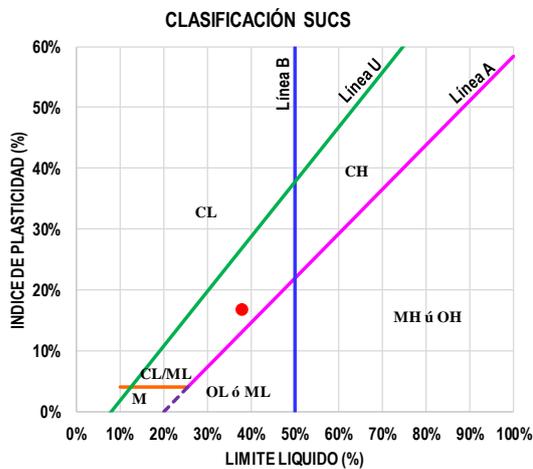
FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: CLASIFICACIÓN SUCS CLASIFICACIÓN AASHTO	SA-UPN: 01
NORMA	: ASTM D 2487 - ASTM 3282 / NTP 339.134 - NTP 339.135	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 07 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

**CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D 2487)  
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D 3282)**

RESULTADOS LIMITES CONSISTENCIA	
Límite Líquido:	37.98%
Líquido Plástico:	21.34%
Índice de Plasticidad:	16.64%

RESULTADOS ANALISIS GRANULOMETRICO	
% Pasante Tamiz N° 10	99.21%
% Pasante Tamiz N° 40	94.46%
% Pasante Tamiz N° 200	75.45%



TIPO	IG	CLASE DE SUELO	EVALUACIÓN
A-1	A-1a - A-1b -	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA	
A-3	A-3 -	ARENA FINA	
A-2	A-2-4 - A-2-5 - A-2-6 - A-2-7 -	GRAVA, ARENA LIMOSA Y ARCILLOSA	REGULAR A DEFICIENTE
A-4	A-4 -	SUELO LIMOSO	
A-5	A-5 -	SUELO LIMOSO	
A-6	A-6 SI 11	SUELO ARCILLOSO	
A-7	A-7-5 - A-7-6 -	SUELO ARCILLOSO	

INDICE DE GRUPO (IG)	11
----------------------	----

La clasificación en base al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos(SUCS) corresponde una simbología de grupo "CL"	La clasificación en base al American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) corresponde una clasificación de grupo "A-6"
---	--

OBSERVACIONES
---------------

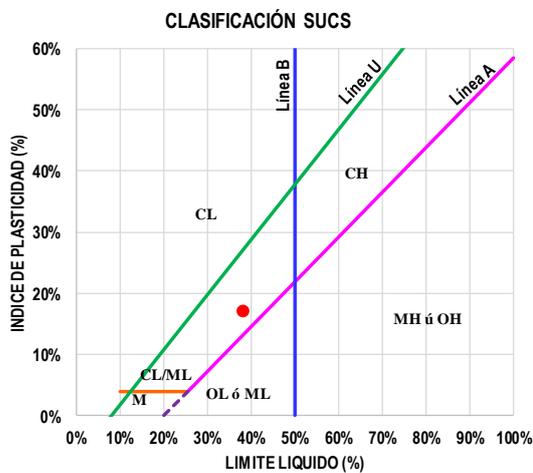
FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: CLASIFICACIÓN SUCS CLASIFICACIÓN AASHTO	SA-UPN: 01
NORMA	: ASTM D 2487 - ASTM 3282 / NTP 339.134 - NTP 339.135	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 08 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

**CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D 2487)  
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D 3282)**

RESULTADOS LIMITES CONSISTENCIA	
Límite Líquido:	38.09%
Líquido Plástico:	21.00%
Índice de Plasticidad:	17.09%

RESULTADOS ANALISIS GRANULOMETRICO	
% Pasante Tamiz N° 10	98.97%
% Pasante Tamiz N° 40	93.02%
% Pasante Tamiz N° 200	74.28%



TIPO	IG	CLASE DE SUELO	EVALUACIÓN
A-1	A-1a - - A-1b - -	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA	
A-3	A-3 - -	ARENA FINA	
A-2	A-2-4 - - A-2-5 - - A-2-6 - - A-2-7 - -	GRAVA, ARENA LIMOSA Y ARCILLOSA	
A-4	A-4 - -	SUELO LIMOSO	REGULAR A DEFICIENTE
A-5	A-5 - -		
A-6	A-6 SI 11	SUELO ARCILLOSO	
A-7	A-7-5 - - A-7-6 - -		

INDICE DE GRUPO (IG)	11
----------------------	----

La clasificación en base al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos(SUCS) corresponde una simbología de grupo "CL"	La clasificación en base al American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) corresponde una clasificación de grupo "A-6"
---	--

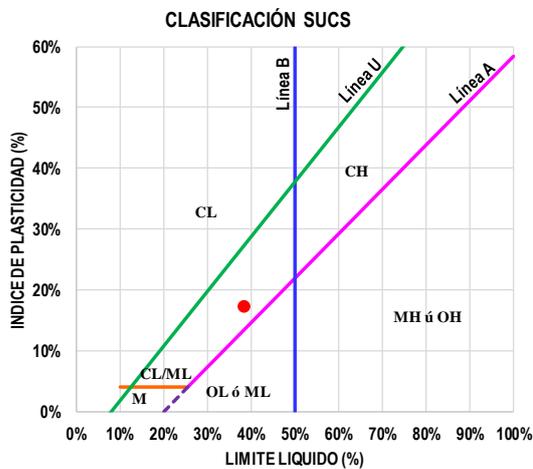
FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: CLASIFICACIÓN SUCS CLASIFICACIÓN AASHTO	SA-UPN: 01
NORMA	: ASTM D 2487 - ASTM 3282 / NTP 339.134 - NTP 339.135	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 09 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 25 / Julio / 2023

**CLASIFICACIÓN SUCS (ASTM D 2487)  
CLASIFICACIÓN AASHTO (ASTM D 3282)**

RESULTADOS LIMITES CONSISTENCIA	
Límite Líquido:	38.45%
Líquido Plástico:	21.34%
Índice de Plasticidad:	17.11%

RESULTADOS ANALISIS GRANULOMETRICO	
% Pasante Tamiz N° 10	99.08%
% Pasante Tamiz N° 40	94.44%
% Pasante Tamiz N° 200	78.83%



TIPO	IG	CLASE DE SUELO	EVALUACIÓN
A-1	A-1a - - A-1b - -	FRAGMENTO DE PIEDRA, GRAVA Y ARENA	
A-3	A-3 - -	ARENA FINA	
A-2	A-2-4 - - A-2-5 - - A-2-6 - - A-2-7 - -	GRAVA, ARENA LIMOSA Y ARCILLOSA	REGULAR A DEFICIENTE
A-4	A-4 - -	SUELO LIMOSO	
A-5	A-5 - -	SUELO LIMOSO	
A-6	A-6 SI 11	SUELO ARCILLOSO	
A-7	A-7-5 - - A-7-6 - -	SUELO ARCILLOSO	

INDICE DE GRUPO (IG)	11
----------------------	----

La clasificación en base al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos(SUCS) corresponde una simbología de grupo "CL"	La clasificación en base al American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) corresponde una clasificación de grupo "A-6"
---	--

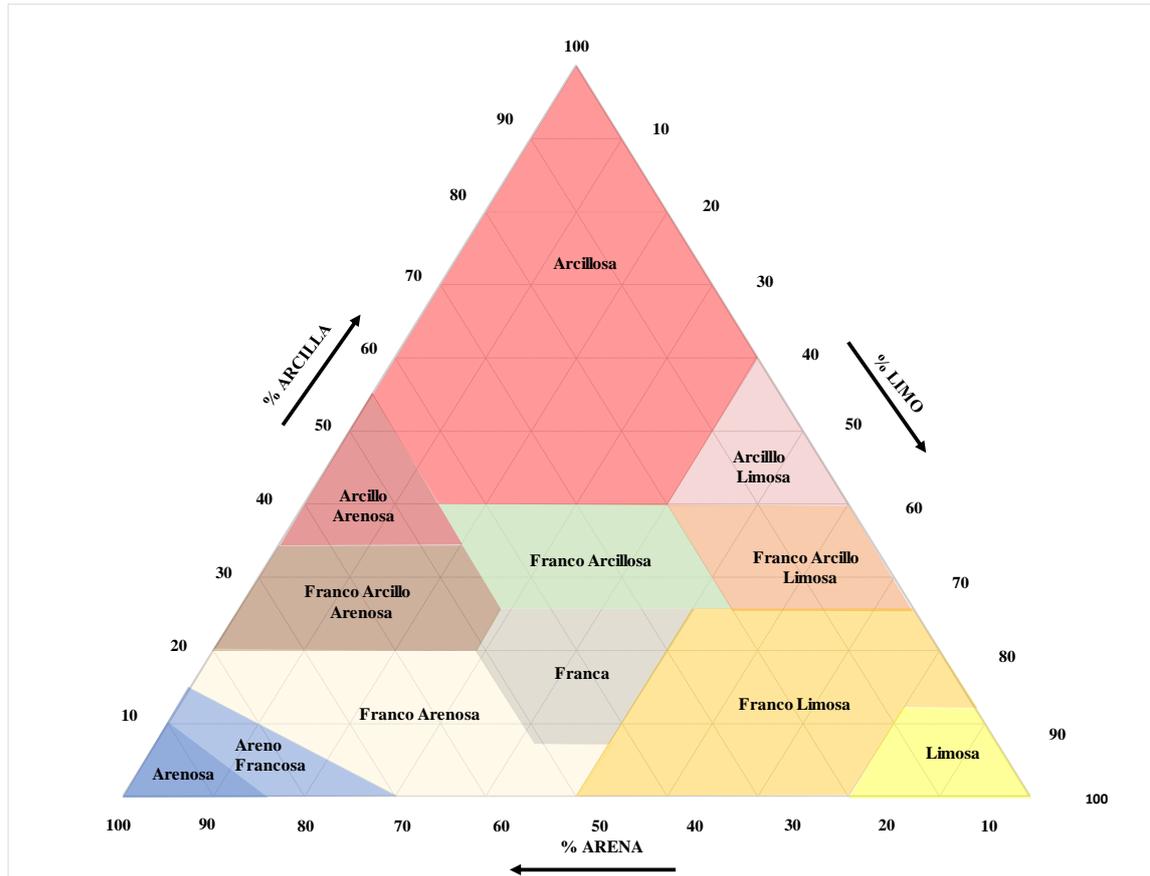
OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: CLASIFICACIÓN SUCS	CT-UPN: 01 
NORMA	: ASTM D 2487 - ASTM 3282 / NTP 339.134 - NTP 339.135	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: C - 01 / M - 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNIS GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 24 / Julio / 2023

CLASIFICACIÓN POR TEXTURAS

No	Calicata	Arenas (%)	Limos (%)	Arcillas (%)	Clave Clase Textural
1	C - 01	23.02	45.48	31.50	Franco arcillosa
2	C - 02	22.26	41.74	36.00	Franco arcillosa
3	C - 03	26.75	36.45	36.80	Franco arcillosa
4	C - 04	23.87	46.63	29.50	Franco arcillosa
5	C - 05	24.36	41.94	33.70	Franco arcillosa
6	C - 06	22.44	44.16	33.40	Franco arcillosa
7	C - 07	24.55	41.95	33.50	Franco arcillosa
8	C - 08	25.72	38.68	35.60	Franco arcillosa
9	C - 09	21.17	42.03	36.80	Franco arcillosa



Observaciones

## CARACTERIZACIÓN DEL BIORRESIDUO

### ANEXO N° 4.8. INSPECCION SENSORIAL DEL BIORRESIDUO

FICHA DE OBSERVACIÓN		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DESCRIPCION FISICA	 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
NORMA	: INSPECCION SENSORIAL	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

MUESTRA	: GRASA DE CERDO	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA		
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 21 / Julio / 2023

NOMBRE DEL PRODUCTO	Grasa de porcino	
GENERALIDAD	Extraída de cerdos criados en la naturaleza y conformada por la cobertura de grasa del animal	
CARACTERÍSTICAS GENERALES	PESO	: Sin especificar
	DIMENSIONES	: No aplica
	EXTRACCION	: De la panza, espala y visceras
CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS	COLOR	: Blanco marfil
	SABOR	: Producto fresco
	AROMA	: Característico, Libre de olores rancios
	TEXTURA	: Consistente, Humeda y Retractil al tacto
APARIENCIA	: Forma irregular	
TEMPERATURA DE RECEPCION	23 °C	
METODO DE CONSERVACION	Temperatura ambiente (se recomienda refrigerar)	
ALMACENAMIENTO	En lugares frescos y secos, donde no de luz directa; libre de plagas o sustanias con las que no se pueda contaminar el producto.	



OBSERVACIONES
---------------

## PROPIEDADES FÍSICAS

### ANEXO N° 4.9. ÍNDICE DE PLASTICIDAD

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	LP-UPN: 01
NORMA	: MTC E 110 - MTC E 111/ ASTM D 4318 / NTP 339.129	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 01: SUELO + 4% BIORRESIDUO - REP. 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 28 / Julio / 2023

#### DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110) DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (MTC E 111)

##### LIMITE LIQUIDO

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	32.98	34.22	34.08
Tara + suelo seco	29.03	31.00	31.71
Agua	3.95	3.22	2.37
Peso de la tara	17.76	18.96	19.48
Peso del suelo seco	11.27	12.04	12.23
% humedad	35.05%	26.74%	19.38%
No. golpes	15	24	33
LIMITE LIQUIDO	25.26%		

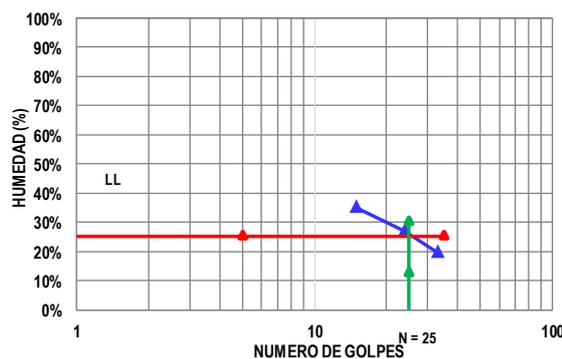
##### LIMITE PLASTICO

MASAS	ENSAYO N°01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	23.63	25.72	25.52
Tara + suelo seco	23.22	25.34	25.05
Agua	0.41	0.38	0.47
Peso de la tara	20.18	22.40	21.31
Peso del suelo seco	3.04	2.94	3.74
% humedad	13.49%	12.93%	12.57%
LIMITE PLASTICO	12.99%		

##### RESULTADOS:

Limite Liquido:	25.26%
Liquido Plastico:	12.99%
Indice de Plasticidad:	12.26%

##### CURVA DE FLUIDEZ



##### OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	LP-UPN: 01
NORMA	: MTC E 110 - MTC E 111/ ASTM D 4318 / NTP 339.129	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 01: SUELO + 4% BIORRESIDUO - REP. 02	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANN S GARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 28 / Julio / 2023

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)  
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (MTC E 111)**

LIMITE LIQUIDO

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	32.98	34.64	34.53
Tara + suelo seco	29.01	30.98	31.79
Agua	3.97	3.66	2.74
Peso de la tara	17.25	17.88	19.07
Peso del suelo seco	11.76	13.10	12.72
% humedad	33.76%	27.94%	21.54%
No. golpes	16	23	31
LIMITE LIQUIDO	25.82%		

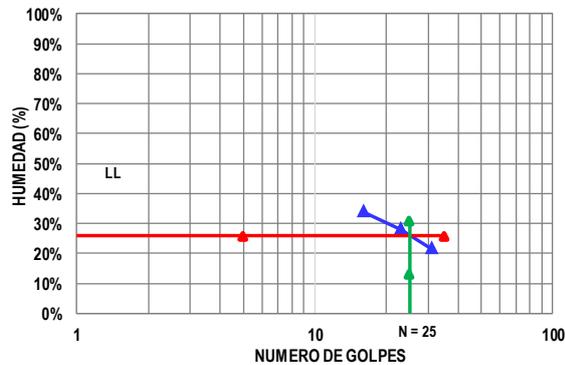
LIMITE PLASTICO

MASAS	ENSAYO N°01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	24.15	24.56	24.46
Tara + suelo seco	23.97	24.24	24.21
Agua	0.18	0.32	0.25
Peso de la tara	22.58	21.96	22.34
Peso del suelo seco	1.39	2.28	1.88
% humedad	13.03%	13.94%	13.27%
LIMITE PLASTICO	13.41%		

RESULTADOS:

Limite Liquido:	25.82%
Liquido Plastico:	13.41%
Indice de Plasticidad:	12.41%

CURVA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	LP-UPN: 01
NORMA	: MTC E 110 - MTC E 111/ ASTM D 4318 / NTP 339.129	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 01: SUELO + 4% BIORRESIDUO - REP. 03	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNIS GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 28 / Julio / 2023

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)  
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (MTC E 111)**

**LIMITE LIQUIDO**

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	33.39	35.87	40.35
Tara + suelo seco	28.91	32.47	37.50
Agua	4.48	3.40	2.85
Peso de la tara	15.92	19.85	23.68
Peso del suelo seco	12.99	12.62	13.82
% humedad	34.49%	26.94%	20.62%
No. golpes	15	24	32
LIMITE LIQUIDO	25.51%		

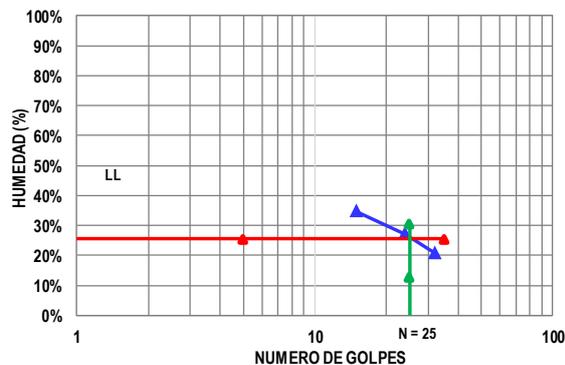
**LIMITE PLASTICO**

MASAS	ENSAYO N°01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	25.74	25.77	24.08
Tara + suelo seco	25.29	25.41	23.56
Agua	0.45	0.36	0.52
Peso de la tara	22.01	22.52	19.65
Peso del suelo seco	3.28	2.89	3.91
% humedad	13.72%	12.46%	13.30%
LIMITE PLASTICO	13.16%		

**RESULTADOS:**

Limite Liquido:	25.51%
Liquido Plastico:	13.16%
Indice de Plasticidad:	12.36%

**CURVA DE FLUIDEZ**



**OBSERVACIONES**

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	LP-UPN: 01
NORMA	: MTC E 110 - MTC E 111/ ASTM D 4318 / NTP 339.129	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 02: SUELO + 8% BIORRESIDUO - REP. 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNIS GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 29 / Julio / 2023

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)  
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (MTC E 111)**

**LIMITE LIQUIDO**

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	31.58	34.35	34.24
Tara + suelo seco	28.04	31.50	32.29
Agua	3.54	2.85	1.95
Peso de la tara	16.01	17.32	18.40
Peso del suelo seco	12.03	14.18	13.89
% humedad	29.43%	20.10%	14.04%
No. golpes	16	28	35
LIMITE LIQUIDO	21.21%		

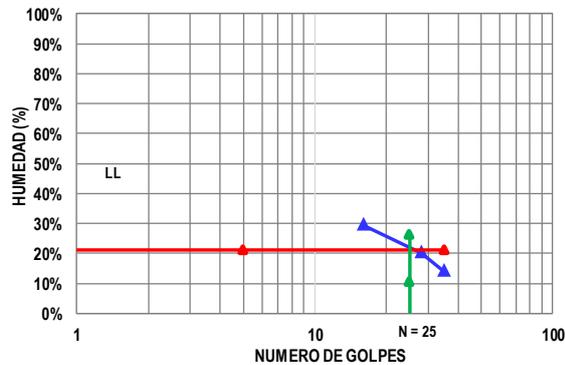
**LIMITE PLASTICO**

MASAS	ENSAYO N°01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	26.43	25.24	25.19
Tara + suelo seco	25.97	24.94	24.83
Agua	0.46	0.30	0.36
Peso de la tara	21.99	22.36	21.81
Peso del suelo seco	3.98	2.58	3.02
% humedad	11.56%	11.63%	11.92%
LIMITE PLASTICO	11.70%		

**RESULTADOS:**

Limite Liquido:	21.21%
Liquido Plastico:	11.70%
Indice de Plasticidad:	9.51%

**CURVA DE FLUIDEZ**



OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	LP-UPN: 01
NORMA	: MTC E 110 - MTC E 111/ ASTM D 4318 / NTP 339.129	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 02: SUELO + 8% BIORRESIDUO - REP. 02	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNIS GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 29 / Julio / 2023

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)  
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (MTC E 111)**

**LIMITE LIQUIDO**

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	31.32	34.96	34.66
Tara + suelo seco	28.08	32.61	33.17
Agua	3.24	2.35	1.49
Peso de la tara	16.48	20.33	23.44
Peso del suelo seco	11.60	12.28	9.73
% humedad	27.93%	19.14%	15.31%
No. golpes	18	30	34
LIMITE LIQUIDO	21.82%		

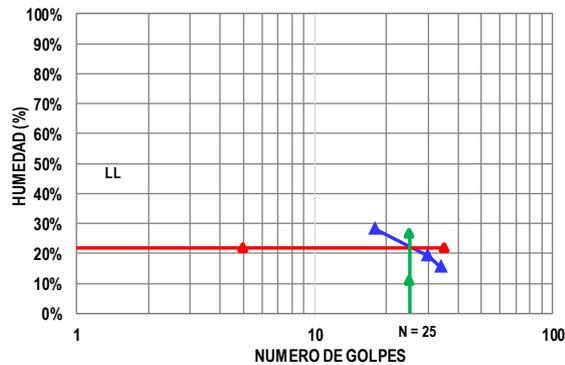
**LIMITE PLASTICO**

MASAS	ENSAYO N°01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	24.52	27.66	28.60
Tara + suelo seco	23.87	27.36	28.11
Agua	0.65	0.30	0.49
Peso de la tara	18.45	24.89	23.99
Peso del suelo seco	5.42	2.47	4.12
% humedad	11.99%	12.15%	11.89%
LIMITE PLASTICO	12.01%		

**RESULTADOS:**

Limite Liquido:	21.82%
Liquido Plastico:	12.01%
Indice de Plasticidad:	9.81%

**CURVA DE FLUIDEZ**



**OBSERVACIONES**

--

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	LP-UPN: 01
NORMA	: MTC E 110 - MTC E 111/ ASTM D 4318 / NTP 339.129	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 02: SUELO + 8% BIORRESIDUO - REP. 03	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNS GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 29 / Julio / 2023

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)  
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (MTC E 111)**

**LIMITE LIQUIDO**

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	31.31	34.57	33.65
Tara + suelo seco	28.21	32.15	32.20
Agua	3.10	2.42	1.45
Peso de la tara	18.06	21.92	22.53
Peso del suelo seco	10.15	10.23	9.67
% humedad	30.54%	23.66%	14.99%
No. golpes	15	23	34
LIMITE LIQUIDO	21.25%		

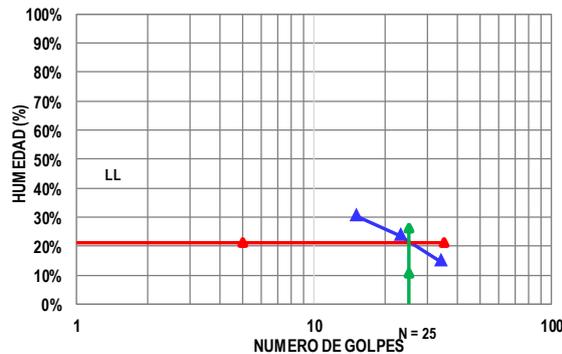
**LIMITE PLASTICO**

MASAS	ENSAYO N°01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	23.51	25.44	28.24
Tara + suelo seco	23.26	25.23	27.59
Agua	0.25	0.21	0.65
Peso de la tara	21.11	23.41	22.02
Peso del suelo seco	2.15	1.82	5.57
% humedad	11.63%	11.54%	11.67%
LIMITE PLASTICO	11.61%		

**RESULTADOS:**

Limite Liquido:	21.25%
Liquido Plastico:	11.61%
Indice de Plasticidad:	9.64%

**CURVA DE FLUIDEZ**



OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	LP-UPN: 01
NORMA	: MTC E 110 - MTC E 111/ ASTM D 4318 / NTP 339.129	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 03: SUELO + 12% BIORRESIDUO - REP. 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNIS GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 30 / Julio / 2023

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)  
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (MTC E 111)**

LIMITE LIQUIDO

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	34.08	33.08	35.01
Tara + suelo seco	31.12	31.10	33.77
Agua	2.96	1.98	1.24
Peso de la tara	18.00	17.49	19.25
Peso del suelo seco	13.12	13.61	14.52
% humedad	22.56%	14.55%	8.54%
No. golpes	17	27	35
LIMITE LIQUIDO	15.39%		

LIMITE PLASTICO

MASAS	ENSAYO N°01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	26.29	27.69	26.31
Tara + suelo seco	25.86	27.16	25.71
Agua	0.43	0.53	0.60
Peso de la tara	21.30	21.53	19.45
Peso del suelo seco	4.56	5.63	6.26
% humedad	9.43%	9.41%	9.58%
LIMITE PLASTICO	9.48%		

RESULTADOS:

Limite Liquido:	15.39%
Liquido Plastico:	9.48%
Indice de Plasticidad:	5.92%

CURVA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	LP-UPN: 01
NORMA	: MTC E 110 - MTC E 111/ ASTM D 4318 / NTP 339.129	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 03: SUELO + 12% BIORRESIDUO - REP. 02	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNIS GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 30 / Julio / 2023

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)  
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (MTC E 111)**

LIMITE LIQUIDO

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	33.40	32.01	34.06
Tara + suelo seco	30.85	30.25	32.47
Agua	2.55	1.76	1.59
Peso de la tara	19.12	16.58	16.05
Peso del suelo seco	11.73	13.67	16.42
% humedad	21.74%	12.87%	9.68%
No. golpes	18	29	33
LIMITE LIQUIDO	15.40%		

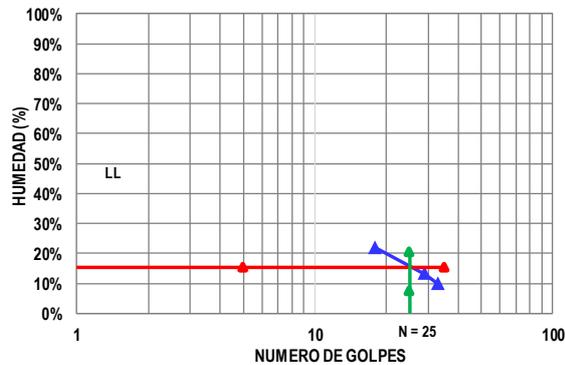
LIMITE PLASTICO

MASAS	ENSAYO N°01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	27.38	32.67	31.48
Tara + suelo seco	27.12	32.21	31.11
Agua	0.26	0.46	0.37
Peso de la tara	24.35	27.50	27.30
Peso del suelo seco	2.77	4.71	3.81
% humedad	9.39%	9.77%	9.71%
LIMITE PLASTICO	9.62%		

RESULTADOS:

Limite Liquido:	15.40%
Liquido Plastico:	9.62%
Indice de Plasticidad:	5.78%

CURVA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DEL DOCUMENTO
ENSAYO	: DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)	LP-UPN: 01
NORMA	: MTC E 110 - MTC E 111/ ASTM D 4318 / NTP 339.129	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 03: SUELO + 12% BIORRESIDUO - REP. 03	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANN S GARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 30 / Julio / 2023

**DETERMINACIÓN DEL LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS (MTC E 110)  
DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E INDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) (MTC E 111)**

**LIMITE LIQUIDO**

MASAS	ENSAYO N° 01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	33.00	31.05	38.90
Tara + suelo seco	30.65	29.76	37.87
Agua	2.35	1.29	1.03
Peso de la tara	19.36	20.44	25.63
Peso del suelo seco	11.29	9.32	12.24
% humedad	20.81%	13.84%	8.42%
No. golpes	19	28	35
LIMITE LIQUIDO	15.53%		

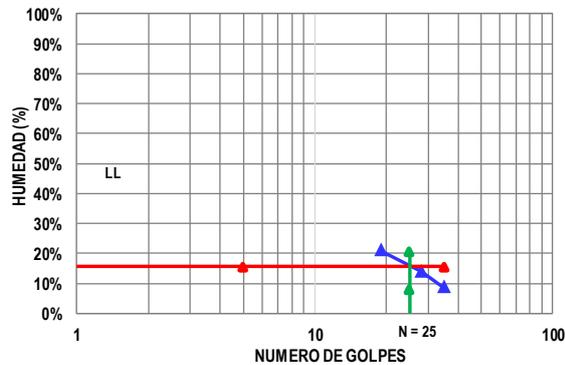
**LIMITE PLASTICO**

MASAS	ENSAYO N°01		
	1	2	3
Tara + suelo húmedo	33.32	29.11	31.18
Tara + suelo seco	32.80	28.44	30.63
Agua	0.52	0.67	0.55
Peso de la tara	27.39	21.68	24.78
Peso del suelo seco	5.41	6.76	5.85
% humedad	9.61%	9.91%	9.40%
LIMITE PLASTICO	9.64%		

**RESULTADOS:**

Limite Liquido:	15.53%
Liquido Plastico:	9.64%
Indice de Plasticidad:	5.89%

**CURVA DE FLUIDEZ**



OBSERVACIONES
---------------

## ANEXO N° 4.10. CAPACIDAD DE ABSORCIÓN CAPILAR

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: CAPACIDAD DE ABSORCION CAPILAR	
NORMA	: UNE EN 1015 - 18 (EMPLEADA COMO REFERENCIA)	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION: SUELO - REP. 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 03 / Agosto / 2023

### CAPACIDAD DE ABSORCION CAPILAR (UNE EN 1015 - 18)

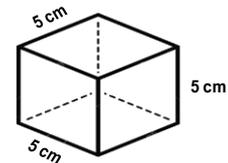
N°	Dimensiones			Ac (m2)	Tiempo de Exposicion (min)	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	Va (kg/(m2.min0.5))	Ca (%)
	L (m)	A (m)	H (m)						
1	0.05	0.05	0.05	0.0025	30	250.12	456.57	15076.98	82.54
2	0.05	0.05	0.05	0.0025	30	252.66	463.17	15373.48	83.32
3	0.05	0.05	0.05	0.0025	30	251.36	456.89	15009.79	81.77

Dosificacion	Va (kg/m2.min0.5)	Ca (%)
0% Biorresiduo	15153.41	82.54

Donde:

L : Largo  
A: Ancho  
H : Altura  
Ca : Capacidad de absorción Capilar  
Va : Velocidad de absorción Capilar

Dimension de las probetas:



OBSERVACIONES	

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: CAPACIDAD DE ABSORCION CAPILAR	
NORMA	: UNE EN 1015 - 18 (EMPLEADA COMO REFERENCIA)	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 01: SUELO + 4% BIORRESIDUO	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 03 / Agosto / 2023

### CAPACIDAD DE ABSORCION CAPILAR (UNE EN 1015 - 18)

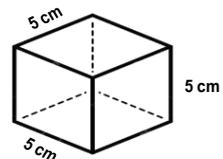
N°	Dimensiones			Area de contacto (m2)	Tiempo de Exposicion (min)	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	Va (kg/(m2.min0.5))	Ca (%)
	L (m)	A (m)	H (m)						
1	0.05	0.05	0.05	0.0025	30	260.21	408.14	10803.28	56.85
2	0.05	0.05	0.05	0.0025	30	262.34	413.68	11052.31	57.69
3	0.05	0.05	0.05	0.0025	30	265.45	424.47	11613.18	59.91

Dosificacion	Va (kg/m2.min0.5)	Ca (%)
0% Biorresiduo	11156.26	58.15

Donde:

L : Largo  
A: Ancho  
H : Altura  
Ca : Capacidad de absorción Capilar  
Va : Velocidad de absorción Capilar

Dimension de las probetas:



OBSERVACIONES	

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: CAPACIDAD DE ABSORCION CAPILAR	AC-UPN: 01
NORMA	: UNE EN 1015 - 18 (EMPLEADA COMO REFERENCIA)	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 02: SUELO + 8% BIORRESIDUO	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 03 / Agosto / 2023

### CAPACIDAD DE ABSORCION CAPILAR (UNE EN 1015 - 18)

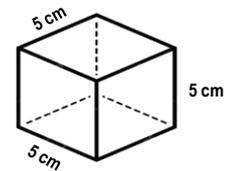
N°	Dimensiones			Area de contacto (m2)	Tiempo de Exposicion (min)	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	Va (kg/(m2.min0.5))	Ca (%)
	L (m)	A (m)	H (m)						
1	0.05	0.05	0.05	0.0025	30	270.22	374.32	7602.39	38.52
2	0.05	0.05	0.05	0.0025	30	271.66	392.93	8856.31	44.64
3	0.05	0.05	0.05	0.0025	30	274.38	391.57	8558.35	42.71

Dosificacion	Va (kg/m2.min0.5)	Ca (%)
0% Biorresiduo	8339.02	41.96

Donde:

L : Largo  
A : Ancho  
H : Altura  
Ca : Capacidad de absorción Capilar  
Va : Velocidad de absorción Capilar

Dimension de las probetas:



FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: CAPACIDAD DE ABSORCION CAPILAR	AC-UPN: 01
NORMA	: UNE EN 1015 - 18 (EMPLEADA COMO REFERENCIA)	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 03: SUELO + 12% BIORRESIDUO	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 03 / Agosto / 2023

### CAPACIDAD DE ABSORCION CAPILAR (UNE EN 1015 - 18)

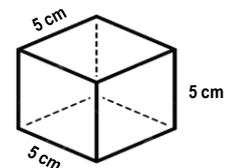
N°	Dimensiones			Area de contacto (m2)	Tiempo de Exposicion (min)	Peso Seco (g)	Peso Saturado (g)	Va (kg/(m2.min0.5))	Ca (%)
	L (m)	A (m)	H (m)						
1	0.05	0.05	0.05	0.0025	30	280.26	339.18	4302.91	21.02
2	0.05	0.05	0.05	0.0025	30	281.52	348.65	4902.48	23.85
3	0.05	0.05	0.05	0.0025	30	280.33	335.69	4042.92	19.75

Dosificacion	Va (kg/m2.min0.5)	Ca (%)
0% Biorresiduo	4416.10	21.54

Donde:

L : Largo  
A : Ancho  
H : Altura  
Ca : Capacidad de absorción Capilar  
Va : Velocidad de absorción Capilar

Dimension de las probetas:



OBSERVACIONES	

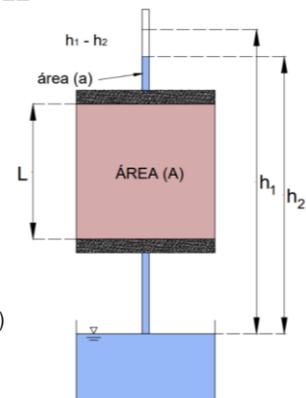
### ANEXO N° 4.11. PERMEABILIDAD

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD - CARGA VARIABLE	PER-UPN: 01
NORMA	: ADAPTADO DE ASTM D 2434 Y ASTM D 5084	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION: SUELO	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 31 / Julio / 2023

#### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD - CARGA VARIABLE

DATOS DEL ENSAYO		
Sección transversal del tubo de carga	( a )	1.23 cm <sup>2</sup>
Longitud de la muestra	( L )	10.80 cm
Sección transversal de la muestra	( A )	30.78 cm <sup>2</sup>



$$K_T = 2.3 * \left( \frac{a * L}{A * \Delta t} \right) * \log_{10} \left( \frac{h_1}{h_2} \right)$$

$$K_{20} = K_T * \left( \frac{\eta_T}{\eta_{20}} \right)$$

$k_T$  : Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)

$K_{20}$  : Coeficiente de permeabilidad corregida (cm/seg)

$h_1$  : Altura del agua al comienzo del ensayo (cm)

$\eta_T$  : Viscosidad del agua a temperatura del ensayo

$h_2$  : Altura del agua finalizado el ensayo (cm)

$\eta_{20}$  : Viscosidad del agua a 20 °C

Item	Altura Inicial (cm)	Altura Final (cm)	Tiempo al finalizar (s)	T (°C)	Permeabilidad "K <sub>T</sub> " (cm/seg)	$\eta_T$	$\eta_{20}$	Permeab. Corr. "K <sub>20</sub> " (cm/seg)
1	90.00	40.00	963.00	23.0	3.6221E-04	0.871	1.003	3.1454E-04
2	90.00	40.00	950.40	25.0	3.6702E-04	0.891	1.003	3.2603E-04
3	90.00	40.00	974.40	24.0	3.5798E-04	0.911	1.003	3.2514E-04
4	90.00	40.00	979.80	23.0	3.5600E-04	0.955	1.003	3.3897E-04

"K<sub>20</sub>" promedio = 3.262E-04

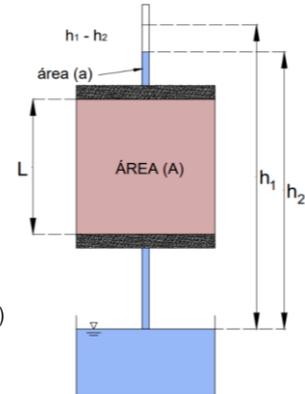
OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD - CARGA VARIABLE	PER-UPN: 01
NORMA	: ADAPTADO DE ASTM D 2434 Y ASTM D 5084	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION: SUELO	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: DOSIFICACION 01: SUELO + 4% BIORRESIDUO	LABORATORIO	: INGMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 01 / Agosto / 2023

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD - CARGA VARIABLE

DATOS DEL ENSAYO			
Sección transversal del tubo de carga	( a )		1.23 cm <sup>2</sup>
Longitud de la muestra	( L )		11.00 cm
Sección transversal de la muestra	( A )		30.78 cm <sup>2</sup>



$$K_T = 2.3 * \left( \frac{a * L}{A * \Delta t} \right) * \log_{10} \left( \frac{h_1}{h_2} \right)$$

$$K_{20} = K_T * \left( \frac{\eta_T}{\eta_{20}} \right)$$

$K_T$  : Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)

$K_{20}$  : Coeficiente de permeabilidad corregida (cm/seg)

$h_1$  : Altura del agua al comienzo del ensayo (cm)

$\eta_T$  : Viscosidad del agua a temperatura del ensayo

$h_2$  : Altura del agua finalizado el ensayo (cm)

$\eta_{20}$  : Viscosidad del agua a 20 °C

Item	Altura Inicial	Altura Final	Tiempo al finalizar	T °C	Permeabilidad "K <sub>T</sub> " (cm/seg)	$\eta_T$	$\eta_{20}$	Permeab. Corr. "K <sub>20</sub> " (cm/seg)
1	90.00	40.00	693.60	24.0	0.000512213	0.911	1.003	4.652E-04
2	90.00	40.00	628.20	26.0	0.000565538	0.871	1.003	4.911E-04
3	90.00	40.00	601.20	25.0	0.000590936	0.891	1.003	5.249E-04
4	90.00	40.00	644.40	26.0	0.000551321	0.871	1.003	4.788E-04

"K<sub>20</sub>" promedio = 4.900E-04

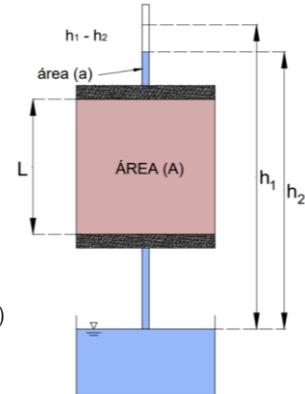
OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD - CARGA VARIABLE	PER-UPN: 01
NORMA	: ADAPTADO DE ASTM D 2434 Y ASTM D 5084	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION: SUELO	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: DOSIFICACION 02: SUELO + 8% BIORRESIDUO	LABORATORIO	: INGMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 02 / Agosto / 2023

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD - CARGA VARIABLE

DATOS DEL ENSAYO			
Sección transversal del tubo de carga	( a )		1.27 cm <sup>2</sup>
Longitud de la muestra	( L )		10.90 cm
Sección transversal de la muestra	( A )		30.78 cm <sup>2</sup>



$$K_T = 2.3 * \left( \frac{a * L}{A * \Delta t} \right) * \log_{10} \left( \frac{h_1}{h_2} \right)$$

$$K_{20} = K_T * \left( \frac{\eta_T}{\eta_{20}} \right)$$

$K_T$  : Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)

$K_{20}$  : Coeficiente de permeabilidad corregida (cm/seg)

$h_1$  : Altura del agua al comienzo del ensayo (cm)

$\eta_T$  : Viscosidad del agua a temperatura del ensayo

$h_2$  : Altura del agua finalizado el ensayo (cm)

$\eta_{20}$  : Viscosidad del agua a 20 °C

Item	Altura Inicial	Altura Final	Tiempo al finalizar	T °C	Permeabilidad "K <sub>T</sub> " (cm/seg)	$\eta_T$	$\eta_{20}$	Permeab. Corr. "K <sub>20</sub> " (cm/seg)
1	90.00	40.00	404.40	26.0	0.000898607	0.871	1.003	7.803E-04
2	90.00	40.00	364.80	26.0	0.000996153	0.871	1.003	8.651E-04
3	90.00	40.00	375.00	25.0	0.000969058	0.891	1.003	8.608E-04
4	90.00	40.00	420.60	26.0	0.000863996	0.871	1.003	7.503E-04

"K<sub>20</sub>" promedio = 8.141E-04

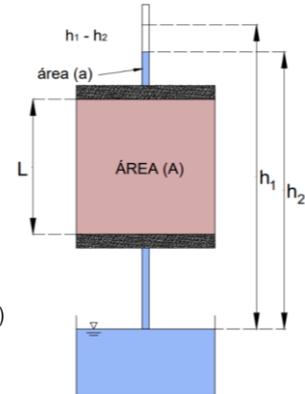
OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD - CARGA VARIABLE	PER-UPN: 01
NORMA	: ADAPTADO DE ASTM D 2434 Y ASTM D 5084	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION: SUELO	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: DOSIFICACION 03: SUELO + 12% BIORRESIDUO	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 03 / Agosto / 2023

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD - CARGA VARIABLE

DATOS DEL ENSAYO			
Sección transversal del tubo de carga	( a )		1.27 cm <sup>2</sup>
Longitud de la muestra	( L )		10.90 cm
Sección transversal de la muestra	( A )		30.78 cm <sup>2</sup>



$$K_T = 2.3 * \left( \frac{a * L}{A * \Delta t} \right) * \log_{10} \left( \frac{h_1}{h_2} \right)$$

$$K_{20} = K_T * \left( \frac{\eta_T}{\eta_{20}} \right)$$

$K_T$  : Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)

$K_{20}$  : Coeficiente de permeabilidad corregida (cm/seg)

$h_1$  : Altura del agua al comienzo del ensayo (cm)

$\eta_T$  : Viscosidad del agua a temperatura del ensayo

$h_2$  : Altura del agua finalizado el ensayo (cm)

$\eta_{20}$  : Viscosidad del agua a 20 °C

Item	Altura Inicial	Altura Final	Tiempo al finalizar	T °C	Permeabilidad "K <sub>T</sub> " (cm/seg)	$\eta_T$	$\eta_{20}$	Permeab. Corr. "K <sub>20</sub> " (cm/seg)
1	90.00	40.00	297.00	27.0	0.001223558	0.852	1.003	1.039E-03
2	90.00	40.00	324.00	25.0	0.001121595	0.891	1.003	9.964E-04
3	90.00	40.00	270.60	26.0	0.001342929	0.871	1.003	1.166E-03
4	90.00	40.00	313.20	25.0	0.00116027	0.891	1.003	1.031E-03

"K<sub>20</sub>" promedio = 1.058E-03

OBSERVACIONES

## PROPIEDADES MECÁNICAS

### ANEXO N° 4.12. PROCTOR MODIFICADO

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA	PM-UPN: 01
NORMA	: MTC E 115 / ASTM D 1557 / NTP 339.141	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION: SUELO - REP. 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 27 / Julio / 2023

DATOS DE ENSAYO
Metodo : Tipo "A"
Capas : 5
Golpes por capa : 25

DATOS DEL MOLDE
Volumen : 943.69 cm <sup>3</sup>
Peso : 4800 g.

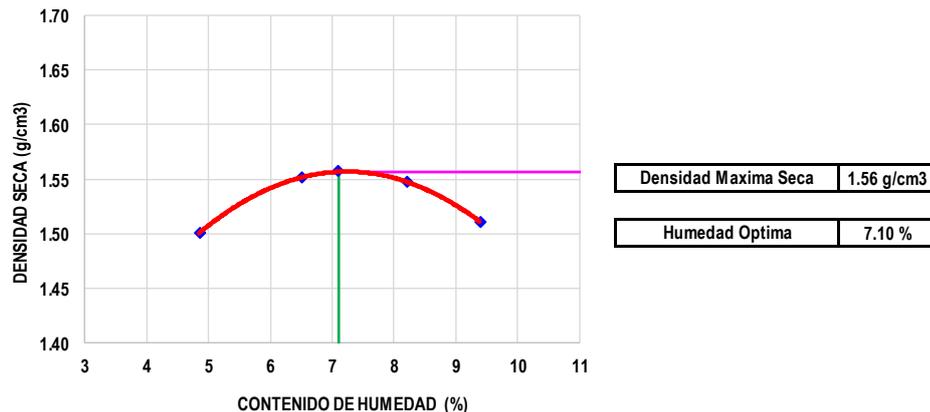
### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115)

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	175.21	178.95	177.56	180.32	180.21	183.46	183.89	187.69	186.56	201.52
Tara + Suelo Seco (gr)	170.48	173.68	171.25	173.10	172.85	175.81	175.28	178.63	176.63	190.02
Peso del Agua (gr)	4.73	5.27	6.31	7.22	7.36	7.65	8.61	9.06	9.93	11.50
Peso tara (gr)	68.75	69.41	67.75	68.60	68.43	68.72	68.85	69.75	68.85	69.75
Peso Suelo Seco (gr)	101.73	104.27	103.50	104.50	104.42	107.09	106.43	108.88	107.78	120.27
Contenido de humedad (%)	4.65	5.05	6.10	6.91	7.05	7.14	8.09	8.32	9.21	9.56
Contenido de hum. promedio (%)	4.85		6.50		7.10		8.21		9.39	

#### DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6285	6359	6374	6380	6360
Suelo Húmedo (gr)	1485	1559	1574	1580	1560
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.574	1.652	1.668	1.674	1.653
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.501	1.551	1.557	1.547	1.511



OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA	PM-UPN: 01
NORMA	: MTC E 115 / ASTM D 1557 / NTP 339.141	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION: SUELO - REP. 02	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 27 / Julio / 2023

DATOS DE ENSAYO
Metodo : Tipo "A"
Capas : 5
Golpes por capa : 25

DATOS DEL MOLDE
Volumen : 943.69 cm <sup>3</sup>
Peso : 4800 g.

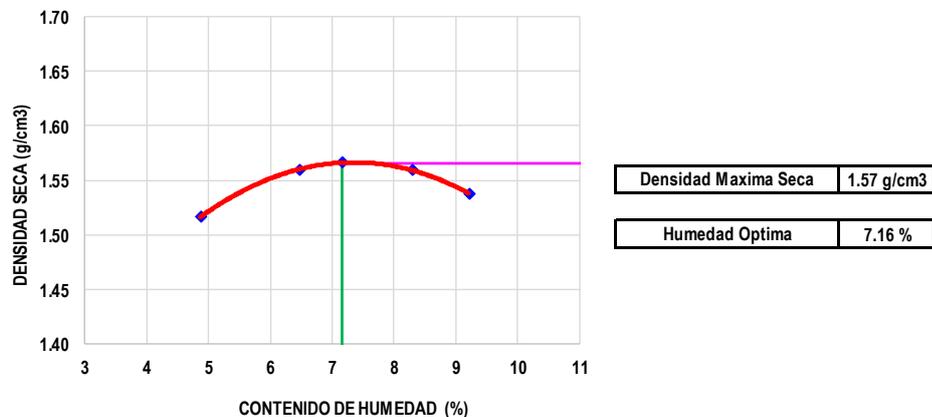
### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115)

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	176.32	179.01	179.67	181.44	181.32	184.52	184.91	188.73	187.46	202.52
Tara + Suelo Seco (gr)	171.59	173.65	173.21	174.25	173.90	176.67	176.10	179.55	177.65	191.11
Peso del Agua (gr)	4.73	5.36	6.46	7.19	7.42	7.85	8.81	9.18	9.81	11.41
Peso tara (gr)	68.77	69.43	67.77	68.62	68.46	68.75	68.87	69.72	68.87	69.72
Peso Suelo Seco (gr)	102.82	104.22	105.44	105.63	105.44	107.92	107.23	109.83	108.78	121.39
Contenido de humedad (%)	4.60	5.14	6.13	6.81	7.04	7.27	8.22	8.36	9.02	9.40
Contenido de hum. promedio (%)	4.87		6.47		7.16		8.29		9.21	

#### DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6301	6367	6384	6394	6385
Suelo Húmedo (gr)	1501	1567	1584	1594	1585
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.591	1.660	1.679	1.689	1.680
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.517	1.560	1.566	1.560	1.538



OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA	PM-UPN: 01
NORMA	: MTC E 115 / ASTM D 1557 / NTP 339.141	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION: SUELO - REP. 03	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 27 / Julio / 2023

DATOS DE ENSAYO
Metodo : Tipo "A"
Capas : 5
Golpes por capa : 25

DATOS DEL MOLDE
Volumen : 943.69 cm <sup>3</sup>
Peso : 4800 g.

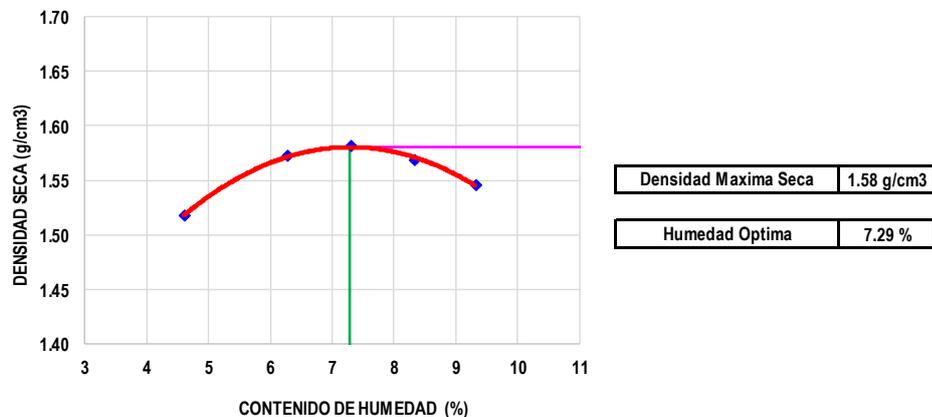
### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115)

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	177.63	180.11	180.72	182.63	182.42	185.65	185.24	189.58	188.49	203.68
Tara + Suelo Seco (gr)	173.23	174.85	174.32	175.62	174.95	177.42	176.50	180.14	178.51	192.02
Peso del Agua (gr)	4.40	5.26	6.40	7.01	7.47	8.23	8.74	9.44	9.98	11.66
Peso tara (gr)	68.77	69.43	67.77	68.62	68.46	68.75	68.87	69.72	68.87	69.72
Peso Suelo Seco (gr)	104.46	105.42	106.55	107.00	106.49	108.67	107.63	110.42	109.64	122.30
Contenido de humedad (%)	4.21	4.99	6.01	6.55	7.01	7.57	8.12	8.55	9.10	9.53
Contenido de hum. promedio (%)	4.60		6.28		7.29		8.33		9.32	

#### DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6298	6377	6401	6404	6395
Suelo Húmedo (gr)	1498	1577	1601	1604	1595
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.587	1.671	1.697	1.700	1.690
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.518	1.572	1.581	1.569	1.546



OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA	PM-UPN: 01
NORMA	: MTC E 115 / ASTM D 1557 / NTP 339.141	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 01: SUELO + 4% BIORRESIDUO - REP. 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 28 / Julio / 2023

DATOS DE ENSAYO
Metodo : Tipo "A"
Capas : 5
Golpes por capa : 25

DATOS DEL MOLDE
Volumen : 943.69 cm <sup>3</sup>
Peso : 4800 g.

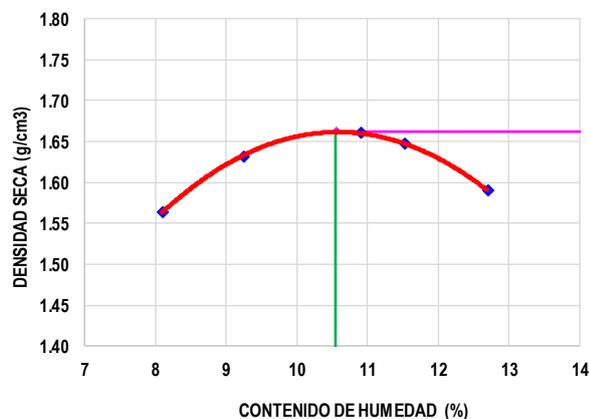
### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115)

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	176.72	179.54	178.30	181.47	181.53	184.58	184.52	188.75	187.68	204.53
Tara + Suelo Seco (gr)	168.98	170.96	169.25	171.66	170.99	172.62	173.78	175.21	174.79	188.81
Peso del Agua (gr)	7.74	8.58	9.05	9.81	10.54	11.96	10.74	13.54	12.89	15.72
Peso tara (gr)	68.82	69.52	68.25	68.65	68.49	68.84	69.02	69.35	68.94	69.84
Peso Suelo Seco (gr)	100.16	101.44	101.00	103.01	102.50	103.78	104.76	105.86	105.85	118.97
Contenido de humedad (%)	7.73	8.46	8.96	9.52	10.28	11.52	10.25	12.79	12.18	13.21
Contenido de hum. promedio (%)	8.09		9.24		10.90		11.52		12.70	

#### DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6395	6482	6538	6534	6491
Suelo Húmedo (gr)	1595	1682	1738	1734	1691
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.690	1.782	1.842	1.837	1.792
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.564	1.632	1.661	1.648	1.590



Densidad Maxima Seca 1.66 g/cm<sup>3</sup>

Humedad Optima 10.55 %

OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA	PM-UPN: 01
NORMA	: MTC E 115 / ASTM D 1557 / NTP 339.141	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 01: SUELO + 4% BIORRESIDUO - REP. 02	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNIS GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 28 / Julio / 2023

DATOS DE ENSAYO
Metodo : Tipo "A"
Capas : 5
Golpes por capa : 25

DATOS DEL MOLDE
Volumen : 943.69 cm <sup>3</sup>
Peso : 4800 g.

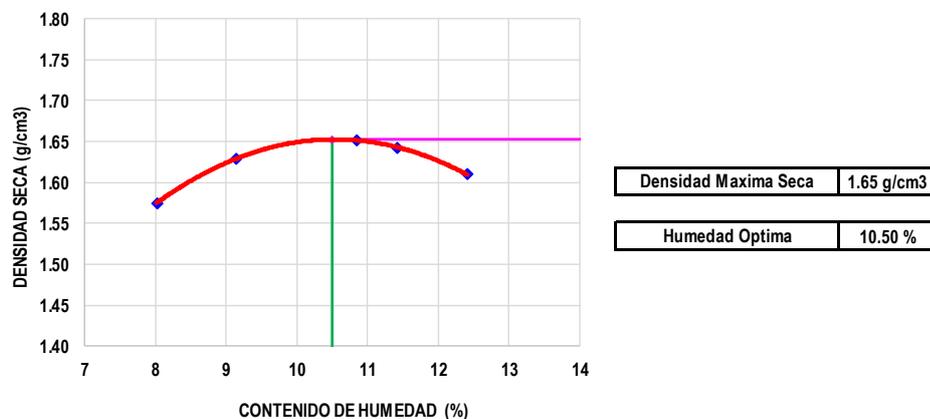
### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115)

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	177.82	180.36	179.27	182.53	182.63	185.74	185.43	189.78	188.81	205.69
Tara + Suelo Seco (gr)	170.21	171.62	170.38	172.58	171.97	173.84	174.10	176.81	176.06	190.03
Peso del Agua (gr)	7.61	8.74	8.89	9.95	10.66	11.90	11.33	12.97	12.75	15.66
Peso tara (gr)	68.75	69.23	68.16	68.59	68.75	69.12	68.95	69.21	69.03	68.75
Peso Suelo Seco (gr)	101.46	102.39	102.22	103.99	103.22	104.72	105.15	107.60	107.03	121.28
Contenido de humedad (%)	7.50	8.54	8.70	9.57	10.33	11.36	10.78	12.05	11.91	12.91
Contenido de hum. promedio (%)	8.02		9.13		10.85		11.41		12.41	

#### DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6405	6478	6528	6526	6508
Suelo Húmedo (gr)	1605	1678	1728	1726	1708
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.701	1.778	1.831	1.829	1.810
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.575	1.629	1.652	1.642	1.610



OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO	
ENSAYO	: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA	PM-UPN: 01	
NORMA	: MTC E 115 / ASTM D 1557 / NTP 339.141		
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023		
CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 01: SUELO + 4% BIORRESIDUO - REP. 03	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 28 / Julio / 2023

DATOS DE ENSAYO
Metodo : Tipo "A"
Capas : 5
Golpes por capa : 25

DATOS DEL MOLDE
Volumen : 943.69 cm <sup>3</sup>
Peso : 4800 g.

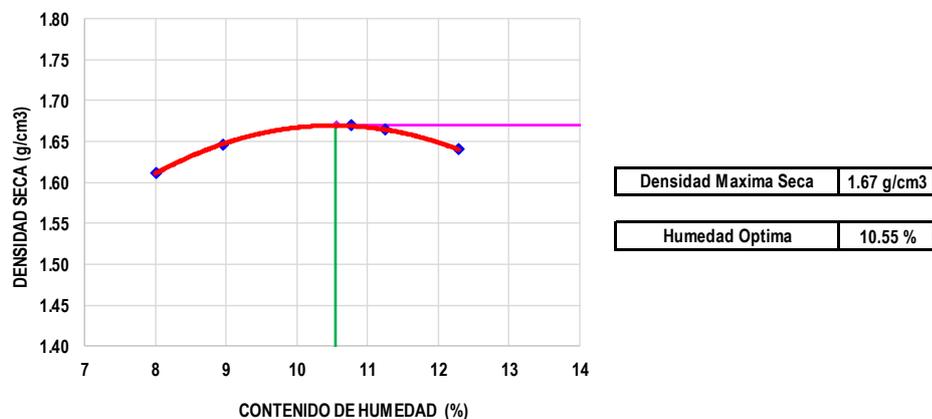
### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115)

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	178.94	181.45	180.31	183.46	183.77	186.81	186.24	190.20	189.21	206.78
Tara + Suelo Seco (gr)	171.21	172.68	171.54	173.58	173.13	174.85	175.03	177.32	176.63	191.05
Peso del Agua (gr)	7.73	8.77	8.77	9.88	10.64	11.96	11.21	12.88	12.58	15.73
Peso tara (gr)	68.65	69.15	68.23	68.64	68.83	69.27	68.75	69.46	69.12	68.84
Peso Suelo Seco (gr)	102.56	103.53	103.31	104.94	104.30	105.58	106.28	107.86	107.51	122.21
Contenido de humedad (%)	7.54	8.47	8.49	9.41	10.20	11.33	10.55	11.94	11.70	12.87
Contenido de hum. promedio (%)	8.00		8.95		10.76		11.24		12.29	

#### DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6442	6493	6545	6547	6538
Suelo Húmedo (gr)	1642	1693	1745	1747	1738
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.740	1.794	1.849	1.851	1.842
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.611	1.647	1.669	1.664	1.640



OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA	PM-UPN: 01
NORMA	: MTC E 115 / ASTM D 1557 / NTP 339.141	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 01: SUELO + 8% BIORRESIDUO - REP. 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 29 / Julio / 2023

DATOS DE ENSAYO
Metodo : Tipo "A"
Capas : 5
Golpes por capa : 25

DATOS DEL MOLDE
Volumen : 943.69 cm <sup>3</sup>
Peso : 4800 g.

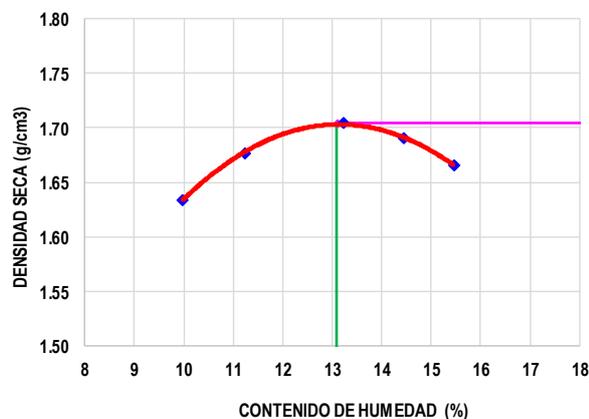
### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115)

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	179.85	182.56	181.24	184.58	184.82	187.96	187.53	191.25	190.36	207.88
Tara + Suelo Seco (gr)	170.25	171.77	170.20	172.52	172.02	173.28	172.95	175.57	175.23	188.06
Peso del Agua (gr)	9.60	10.79	11.04	12.06	12.80	14.68	14.58	15.68	15.13	19.82
Peso tara (gr)	69.67	68.12	68.32	68.74	68.92	68.79	69.84	69.34	69.22	68.96
Peso Suelo Seco (gr)	100.58	103.65	101.88	103.78	103.10	104.49	103.11	106.23	106.01	119.10
Contenido de humedad (%)	9.54	10.41	10.84	11.62	12.42	14.05	14.14	14.76	14.27	16.64
Contenido de hum. promedio (%)	9.98		11.23		13.23		14.45		15.46	

#### DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6496	6560	6621	6626	6615
Suelo Húmedo (gr)	1696	1760	1821	1826	1815
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.797	1.865	1.930	1.935	1.923
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.634	1.677	1.704	1.691	1.666



Densidad Maxima Seca	1.70 g/cm <sup>3</sup>
Humedad Optima	13.10 %

OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA	PM-UPN: 01
NORMA	: MTC E 115 / ASTM D 1557 / NTP 339.141	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 01: SUELO + 8% BIORRESIDUO - REP. 02	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 29 / Julio / 2023

DATOS DE ENSAYO
Metodo : Tipo "A"
Capas : 5
Golpes por capa : 25

DATOS DEL MOLDE
Volumen : 943.69 cm <sup>3</sup>
Peso : 4800 g.

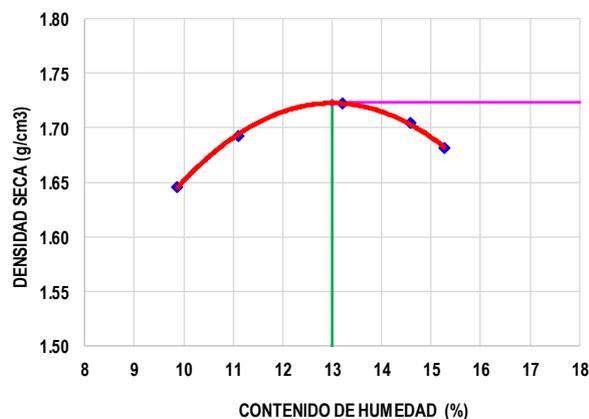
### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115)

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	180.91	183.62	182.36	185.64	185.91	188.59	188.63	192.31	191.42	208.96
Tara + Suelo Seco (gr)	171.32	172.84	171.32	173.59	172.52	174.37	173.75	176.45	176.32	189.21
Peso del Agua (gr)	9.59	10.78	11.04	12.05	13.39	14.22	14.88	15.86	15.10	19.75
Peso tara (gr)	69.69	68.11	68.29	68.71	68.78	68.83	69.87	69.41	69.25	69.02
Peso Suelo Seco (gr)	101.63	104.73	103.03	104.88	103.74	105.54	103.88	107.04	107.07	120.19
Contenido de humedad (%)	9.44	10.29	10.72	11.49	12.91	13.47	14.32	14.82	14.10	16.43
Contenido de hum. promedio (%)	9.86		11.10		13.19		14.57		15.27	

#### DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6506	6575	6640	6643	6629
Suelo Húmedo (gr)	1706	1775	1840	1843	1829
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.808	1.881	1.950	1.953	1.938
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.645	1.693	1.723	1.705	1.681



OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA	PM-UPN: 01
NORMA	: MTC E 115 / ASTM D 1557 / NTP 339.141	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 01: SUELO + 8% BIORRESIDUO - REP. 03	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 29 / Julio / 2023

DATOS DE ENSAYO
Metodo : Tipo "A"
Capas : 5
Golpes por capa : 25

DATOS DEL MOLDE
Volumen : 943.69 cm <sup>3</sup>
Peso : 4800 g.

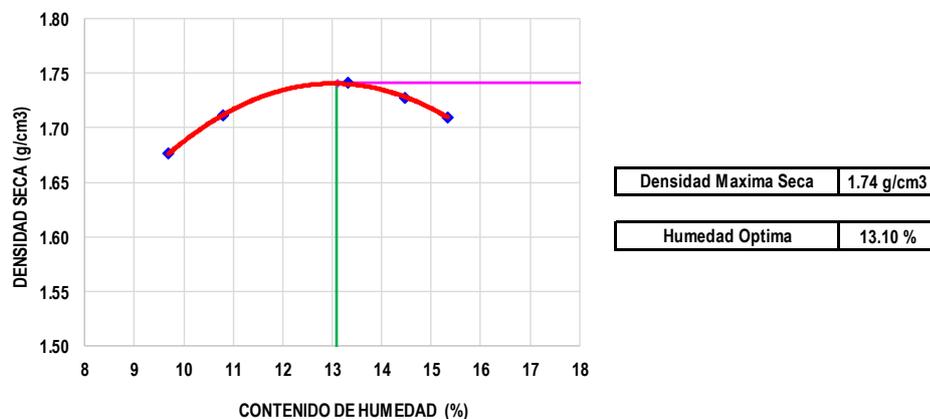
### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115)

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	181.85	184.76	183.45	186.65	186.98	189.64	189.75	193.43	192.36	209.98
Tara + Suelo Seco (gr)	172.53	173.89	172.51	174.89	173.58	174.95	174.82	177.52	177.25	189.74
Peso del Agua (gr)	9.32	10.87	10.94	11.76	13.40	14.69	14.93	15.91	15.11	20.24
Peso tara (gr)	69.86	68.23	68.36	68.82	68.84	68.87	69.75	69.53	69.46	68.12
Peso Suelo Seco (gr)	102.67	105.66	104.15	106.07	104.74	106.08	105.07	107.99	107.79	121.62
Contenido de humedad (%)	9.08	10.29	10.50	11.09	12.79	13.85	14.21	14.73	14.02	16.64
Contenido de hum. promedio (%)	9.68		10.80		13.32		14.47		15.33	

#### DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6535	6589	6662	6666	6661
Suelo Húmedo (gr)	1735	1789	1862	1866	1861
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.839	1.896	1.973	1.977	1.972
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.676	1.711	1.741	1.727	1.710



OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA	PM-UPN: 01
NORMA	: MTC E 115 / ASTM D 1557 / NTP 339.141	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 01: SUELO + 12% BIORRESIDUO - REP. 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 30 / Julio / 2023

DATOS DE ENSAYO
Metodo : Tipo "A"
Capas : 5
Golpes por capa : 25

DATOS DEL MOLDE
Volumen : 943.69 cm <sup>3</sup>
Peso : 4800 g.

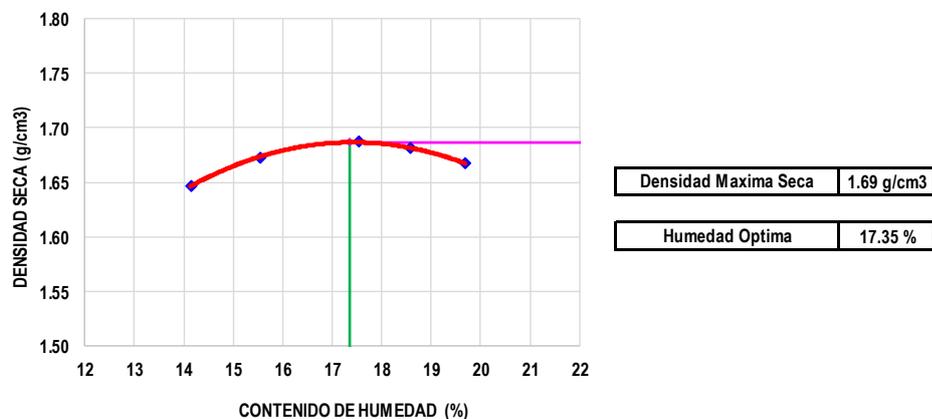
### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115)

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	182.75	185.86	184.68	187.72	187.57	191.58	191.75	195.82	193.52	210.36
Tara + Suelo Seco (gr)	169.10	171.06	169.74	171.05	170.23	172.95	173.02	175.63	173.69	186.23
Peso del Agua (gr)	13.65	14.80	14.94	16.67	17.34	18.63	18.73	20.19	19.83	24.13
Peso tara (gr)	69.75	69.32	68.45	68.95	68.93	69.03	69.65	69.45	69.25	67.89
Peso Suelo Seco (gr)	99.35	101.74	101.29	102.10	101.30	103.92	103.37	106.18	104.44	118.34
Contenido de humedad (%)	13.74	14.55	14.75	16.33	17.12	17.93	18.12	19.01	18.99	20.39
Contenido de hum. promedio (%)	14.14		15.54		17.52		18.57		19.69	

#### DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6574	6624	6671	6682	6683
Suelo Húmedo (gr)	1774	1824	1871	1882	1883
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.880	1.933	1.983	1.994	1.995
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.647	1.673	1.687	1.682	1.667



OBSERVACIONES
---------------

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA	PM-UPN: 01
NORMA	: MTC E 115 / ASTM D 1557 / NTP 339.141	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 01: SUELO + 12% BIORRESIDUO - REP. 02	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 30 / Julio / 2023

DATOS DE ENSAYO
Metodo : Tipo "A"
Capas : 5
Golpes por capa : 25

DATOS DEL MOLDE
Volumen : 943.69 cm <sup>3</sup>
Peso : 4800 g.

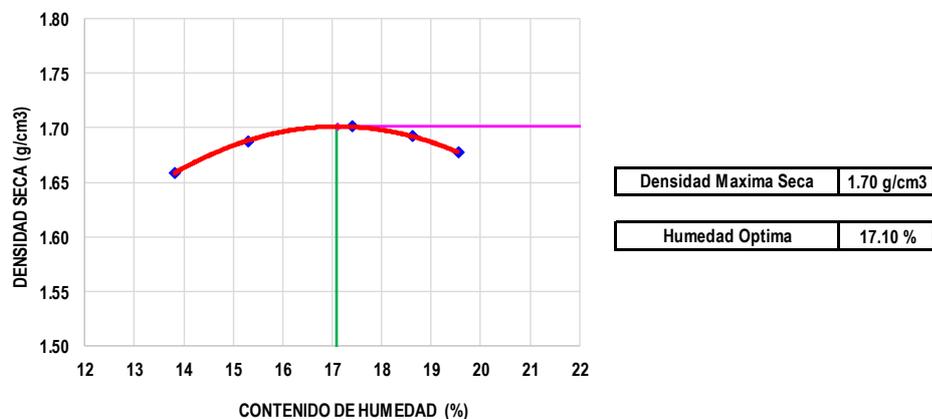
### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115)

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	183.81	186.42	185.76	188.69	188.63	192.74	192.86	196.72	194.64	211.35
Tara + Suelo Seco (gr)	170.13	172.06	170.68	172.32	171.58	173.62	173.89	176.35	174.05	188.03
Peso del Agua (gr)	13.68	14.36	15.08	16.37	17.05	19.12	18.97	20.37	20.59	23.32
Peso tara (gr)	69.82	69.46	68.53	68.98	68.75	68.76	69.45	69.65	69.16	68.20
Peso Suelo Seco (gr)	100.31	102.60	102.15	103.34	102.83	104.86	104.44	106.70	104.89	119.83
Contenido de humedad (%)	13.64	14.00	14.76	15.84	16.58	18.23	18.16	19.09	19.63	19.46
Contenido de hum. promedio (%)	13.82		15.30		17.41		18.63		19.55	

#### DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6582	6636	6685	6695	6692
Suelo Húmedo (gr)	1782	1836	1885	1895	1892
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.888	1.946	1.997	2.008	2.005
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.659	1.687	1.701	1.693	1.677



OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA	PM-UPN: 01
NORMA	: MTC E 115 / ASTM D 1557 / NTP 339.141	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 01: SUELO + 12% BIORRESIDUO - REP. 03	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 30 / Julio / 2023

DATOS DE ENSAYO
Metodo : Tipo "A"
Capas : 5
Golpes por capa : 25

DATOS DEL MOLDE
Volumen : 943.69 cm <sup>3</sup>
Peso : 4800 g.

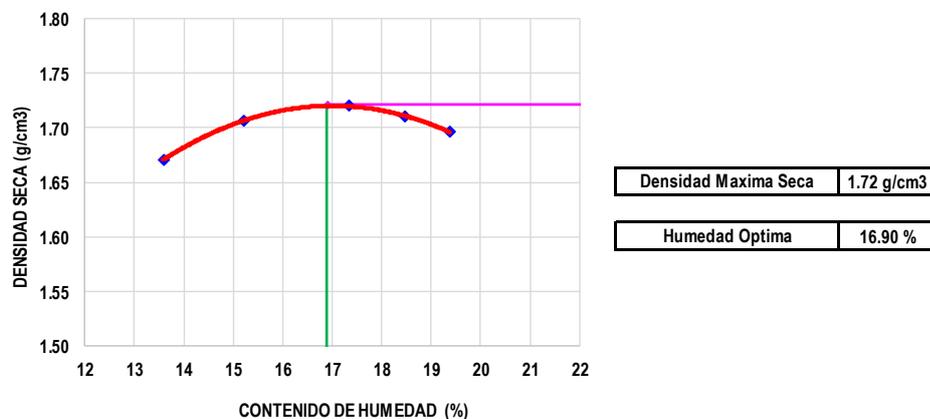
### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115)

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	184.96	187.59	186.87	188.69	189.77	193.42	194.75	197.25	195.77	212.49
Tara + Suelo Seco (gr)	171.69	172.80	171.63	172.53	172.11	174.85	175.89	176.58	175.58	188.72
Peso del Agua (gr)	13.27	14.79	15.24	16.16	17.66	18.57	18.86	20.67	20.19	23.77
Peso tara (gr)	68.75	69.25	68.68	69.05	68.89	69.04	68.56	69.77	69.26	68.46
Peso Suelo Seco (gr)	102.94	103.55	102.95	103.48	103.22	105.81	107.33	106.81	106.32	120.26
Contenido de humedad (%)	12.89	14.28	14.80	15.62	17.11	17.55	17.57	19.35	18.99	19.77
Contenido de hum. promedio (%)	13.59		15.21		17.33		18.46		19.38	

#### DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6591	6655	6705	6712	6711
Suelo Húmedo (gr)	1791	1855	1905	1912	1911
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.898	1.966	2.019	2.026	2.025
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.671	1.706	1.721	1.710	1.696



OBSERVACIONES

### ANEXO N° 4.13. CBR DE SUELOS (LABORATORIO)

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)	 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
NORMA	: MTC E 132 / ASTM D 1883 / NTP 339.145	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION: SUELO - REP. 01	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 01 / Agosto / 2023

#### CBR DE SUELOS (MTC E 132)

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
Molde N°	1	2	3
Número de Capas	5	5	5
Número de golpes por capas	56	25	12
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10160	9950	9620
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	3660.00	3450.00	3120.00
Volúmen de la Muestra (cm3)	2147.24	2147.24	2147.24
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.705	1.607	1.453

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	47.05	45.66	44.80
Muestra seca + Tara (gr.)	45.10	43.79	43.01
Peso del Agua (gr.)	1.95	1.87	1.79
Peso de la Tara (gr.)	17.62	17.58	17.55
Muestra Seca (gr.)	27.48	26.21	25.46
Contenido de humedad ( % )	7.10%	7.13%	7.03%
DENSIDAD SECA ( gr./cm3)	1.592	1.500	1.358

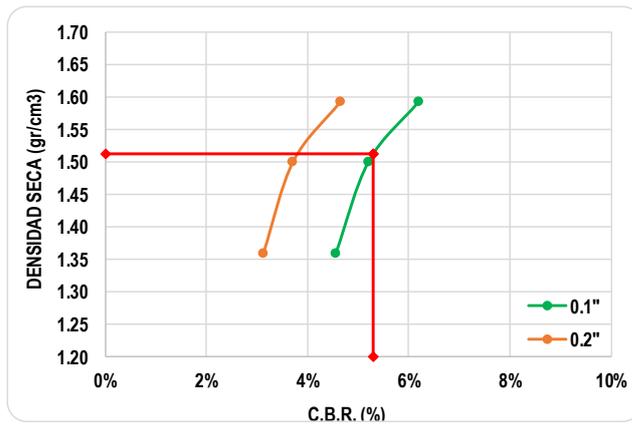
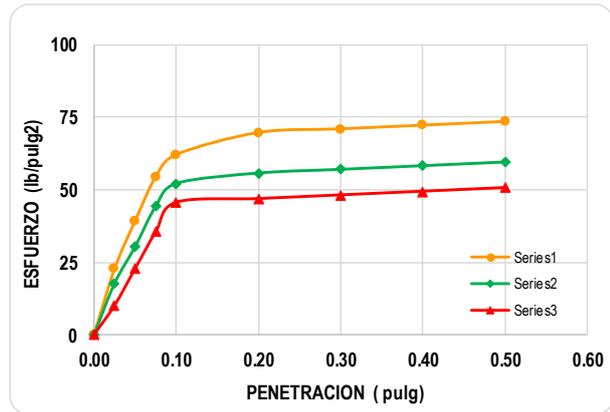
#### ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetr. pulg.	56 Golpes		25 Golpes		12 Golpes	
	Ensayo Carga		Ensayo Carga		Ensayo Carga	
	lbs.	lbs/pulg2	lbs.	lbs/pulg2	lbs.	lbs/pulg2
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	68.40	22.79	53.20	17.72	30.40	10.13
0.050	117.80	39.24	91.20	30.38	68.40	22.79
0.075	163.40	54.43	133.00	44.31	106.40	35.45
0.100	186.20	62.03	156.45	52.12	136.80	45.57
0.200	209.00	69.62	167.20	55.70	140.60	46.84
0.300	212.80	70.89	171.00	56.97	144.40	48.10
0.400	216.60	72.16	174.80	58.23	148.20	49.37
0.500	220.40	73.42	178.60	59.50	152.00	50.64

Area de pistón de penetración
D. pistón = 1.96 pulg
A. pistón = 3.00 pulg2

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (lbs/pulg2)	Carga unit (lbs/pulg2)	CBR (%)
12	0.1	45.57	1000	4.56%
12	0.2	46.84	1500	3.12%
25	0.1	52.12	1000	5.21%
25	0.2	55.70	1500	3.71%
56	0.1	62.03	1000	6.20%
56	0.2	69.62	1500	4.64%

GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	6.20%	5.21%	4.56%
	0.2	4.64%	3.71%	3.12%



PARA 0.1" DE PENETRACION

DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.592
HUMEDAD OPTIMA (%):	7.10%

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.512
C.B.R. (%):	5.30%

OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)	CBR-UPN: 01
NORMA	: MTC E 132 / ASTM D 1883 / NTP 339.145	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION: SUELO - REP. 02	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGENMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 01 / Agosto / 2023

### CBR DE SUELOS (MTC E 132)

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
Molde N°	1	2	3
Número de Capas	5	5	5
Número de golpes por capas	56	25	12
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10195	9935	9720
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	3695.00	3435.00	3220.00
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2147.24	2147.24	2147.24
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.721	1.600	1.500

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	48.10	46.24	43.85
Muestra seca + Tara (gr.)	46.07	44.32	42.10
Peso del Agua (gr.)	2.03	1.92	1.75
Peso de la Tara (gr.)	17.70	17.58	17.58
Muestra Seca (gr.)	28.37	26.74	24.52
Contenido de humedad ( % )	7.16%	7.18%	7.14%
DENSIDAD SECA ( gr./cm <sup>3</sup> )	1.606	1.493	1.400

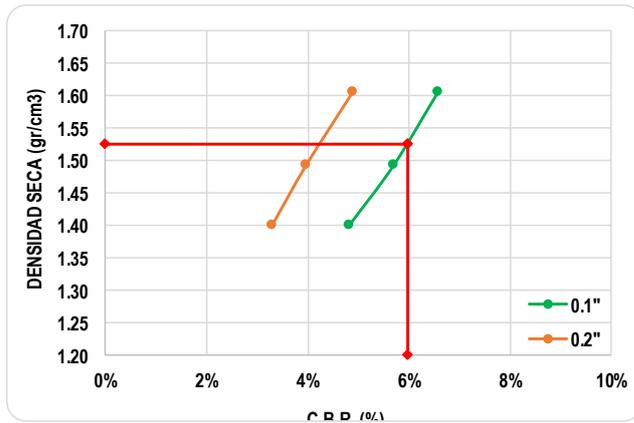
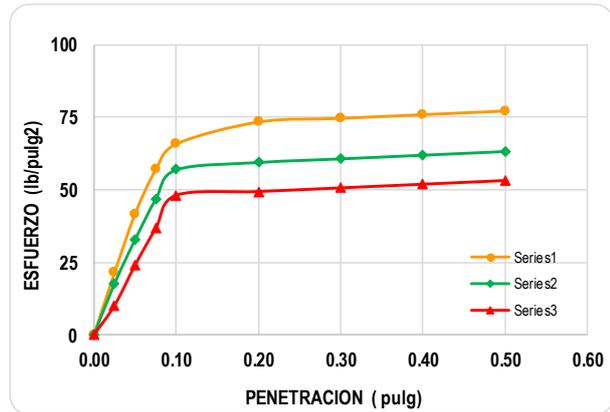
### ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetr. pulg.	56 Golpes		25 Golpes		12 Golpes	
	Ensayo Carga		Ensayo Carga		Ensayo Carga	
	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	64.60	21.52	53.20	17.72	30.40	10.13
0.050	125.40	41.77	98.80	32.91	72.20	24.05
0.075	171.00	56.97	140.60	46.84	110.20	36.71
0.100	197.60	65.83	171.00	56.97	144.40	48.10
0.200	220.40	73.42	178.60	59.50	148.20	49.37
0.300	224.20	74.69	182.40	60.76	152.00	50.64
0.400	228.00	75.95	186.20	62.03	155.80	51.90
0.500	231.80	77.22	190.00	63.30	159.60	53.17

Area de pistón de penetración
D. pistón = 1.96 pulg
A. pistón = 3.00 pulg <sup>2</sup>

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (lbs/pulg2)	Carga unit (lbs/pulg2)	CBR (%)
12	0.1	48.10	1000	4.81%
12	0.2	49.37	1500	3.29%
25	0.1	56.97	1000	5.70%
25	0.2	59.50	1500	3.97%
56	0.1	65.83	1000	6.58%
56	0.2	73.42	1500	4.89%

GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	6.58%	5.70%	4.81%
	0.2	4.89%	3.97%	3.29%



PARA 0.1" DE PENETRACION

DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.606
HUMEDAD OPTIMA (%):	7.16%

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.526
C.B.R. (%):	5.97%

OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)	 <p>UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
NORMA	: MTC E 132 / ASTM D 1883 / NTP 339.145	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION: SUELO - REP. 03	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
	: CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE ENSAYO	: 01 / Agosto / 2023

### CBR DE SUELOS (MTC E 132)

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
Molde N°	1	2	3
Número de Capas	5	5	5
Número de golpes por capas	56	25	12
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10230	9980	9780
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	3730.00	3480.00	3280.00
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2147.24	2147.24	2147.24
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.737	1.621	1.528

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	47.75	45.31	42.96
Muestra seca + Tara (gr.)	45.70	43.44	41.25
Peso del Agua (gr.)	2.05	1.87	1.71
Peso de la Tara (gr.)	17.58	17.63	17.72
Muestra Seca (gr.)	28.12	25.81	23.53
Contenido de humedad ( % )	7.29%	7.25%	7.27%
DENSIDAD SECA ( gr./cm <sup>3</sup> )	1.619	1.511	1.424

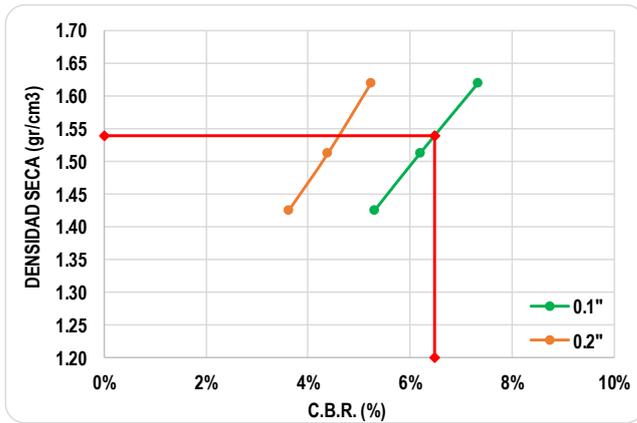
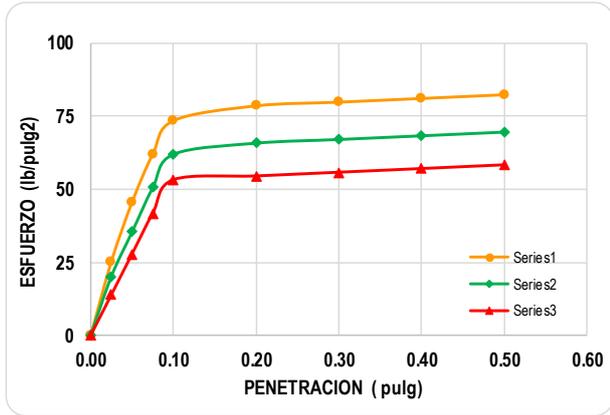
### ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetr. pulg.	56 Golpes		25 Golpes		12 Golpes	
	Ensayo Carga		Ensayo Carga		Ensayo Carga	
	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	76.00	25.32	60.80	20.25	41.80	13.92
0.050	136.80	45.57	106.40	35.45	83.60	27.85
0.075	186.20	62.03	152.00	50.64	125.40	41.77
0.100	220.40	73.42	186.20	62.03	159.60	53.17
0.200	235.60	78.49	197.60	65.83	163.40	54.43
0.300	239.40	79.75	201.40	67.09	167.20	55.70
0.400	243.20	81.02	205.20	68.36	171.00	56.97
0.500	247.00	82.28	209.00	69.62	174.80	58.23

Area de pistón de penetración
D. pistón = 1.96 pulg
A. pistón = 3.00 pulg <sup>2</sup>

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (lbs/pulg2)	Carga unit (lbs/pulg2)	CBR (%)
12	0.1	53.17	1000	5.32%
12	0.2	54.43	1500	3.63%
25	0.1	62.03	1000	6.20%
25	0.2	65.83	1500	4.39%
56	0.1	73.42	1000	7.34%
56	0.2	78.49	1500	5.23%

GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	7.34%	6.20%	5.32%
	0.2	5.23%	4.39%	3.63%



PARA 0.1" DE PENETRACION

DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.619
HUMEDAD OPTIMA (%):	7.29%

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.538
C.B.R. (%):	6.48%

OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)	CBR-UPN: 01
NORMA	: MTC E 132 / ASTM D 1883 / NTP 339.145	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	
CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 01: SUELO + 4% BIORRESIDUO - REP. 01	
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO : INGENAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO : 22 / Julio / 2023 FECHA DE ENSAYO : 02 / Agosto / 2023

### CBR DE SUELOS (MTC E 132)

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
Molde N°	1	2	3
Número de Capas	5	5	5
Número de golpes por capas	56	25	12
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10580	10325	10020
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4080.00	3825.00	3520.00
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2147.24	2147.24	2147.24
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.900	1.781	1.639

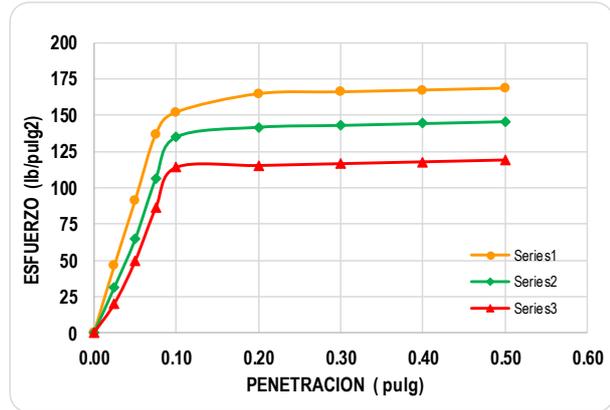
CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	49.21	48.52	45.63
Muestra seca + Tara (gr.)	46.09	45.50	42.90
Peso del Agua (gr.)	3.12	3.02	2.73
Peso de la Tara (gr.)	17.47	17.68	17.72
Muestra Seca (gr.)	28.62	27.82	25.18
Contenido de humedad ( % )	10.90%	10.86%	10.84%
DENSIDAD SECA ( gr./cm <sup>3</sup> )	1.713	1.607	1.479

### ENSAYO CARGA - PENETRACION

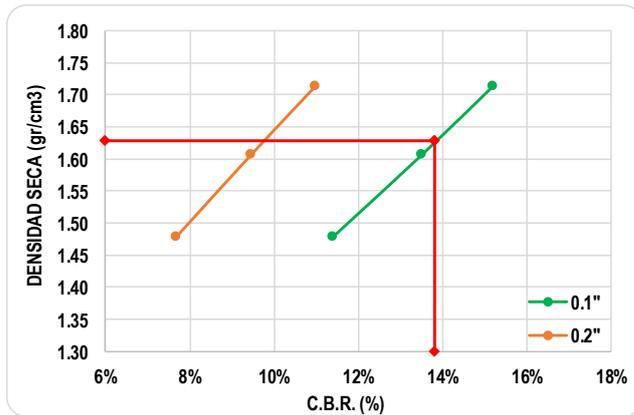
Penetr. pulg.	56 Golpes		25 Golpes		12 Golpes	
	Ensayo Carga		Ensayo Carga		Ensayo Carga	
	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	140.60	46.84	95.00	31.65	60.80	20.25
0.050	273.60	91.14	193.80	64.56	148.20	49.37
0.075	410.40	136.72	319.20	106.34	258.40	86.08
0.100	456.00	151.91	405.46	135.07	342.00	113.93
0.200	494.00	164.57	425.60	141.78	345.80	115.20
0.300	497.80	165.83	429.40	143.05	349.60	116.46
0.400	501.60	167.10	433.20	144.31	353.40	117.73
0.500	505.40	168.37	437.00	145.58	357.20	118.99

Area de pistón de penetración
D. pistón = 1.96 pulg
A. pistón = 3.00 pulg <sup>2</sup>

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (lbs/pulg2)	Carga unit (lbs/pulg2)	CBR (%)
12	0.1	113.93	1000	11.39%
12	0.2	115.20	1500	7.68%
25	0.1	135.07	1000	13.51%
25	0.2	141.78	1500	9.45%
56	0.1	151.91	1000	15.19%
56	0.2	164.57	1500	10.97%



GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	15.19%	13.51%	11.39%
	0.2	10.97%	9.45%	7.68%



PARA 0.1" DE PENETRACION

DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.713
HUMEDAD OPTIMA (%):	10.90%

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.628
C.B.R. (%):	13.82%

OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)	CBR-UPN: 01
NORMA	: MTC E 132 / ASTM D 1883 / NTP 339.145	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 01: SUELO + 4% BIORRESIDUO - REP. 02	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGENAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 02 / Agosto / 2023

### CBR DE SUELOS (MTC E 132)

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
Molde N°	1	2	3
Número de Capas	5	5	5
Número de golpes por capas	56	25	12
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10620	10320	9980
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4120.00	3820.00	3480.00
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2147.24	2147.24	2147.24
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.919	1.779	1.621

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	48.62	47.46	46.25
Muestra seca + Tara (gr.)	45.55	44.57	43.45
Peso del Agua (gr.)	3.07	2.89	2.80
Peso de la Tara (gr.)	17.26	17.55	17.62
Muestra Seca (gr.)	28.29	27.02	25.83
Contenido de humedad ( % )	10.85%	10.70%	10.84%
DENSIDAD SECA ( gr./cm <sup>3</sup> )	1.731	1.607	1.462

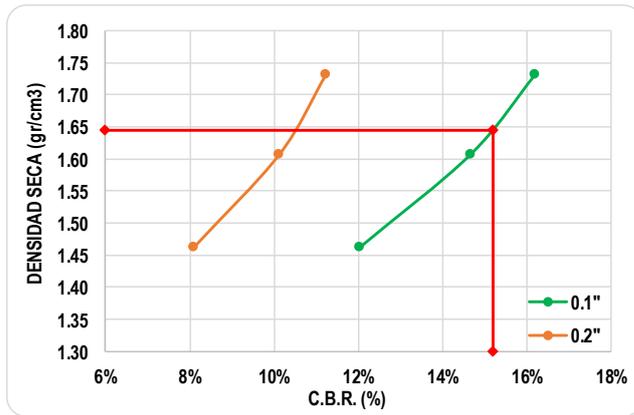
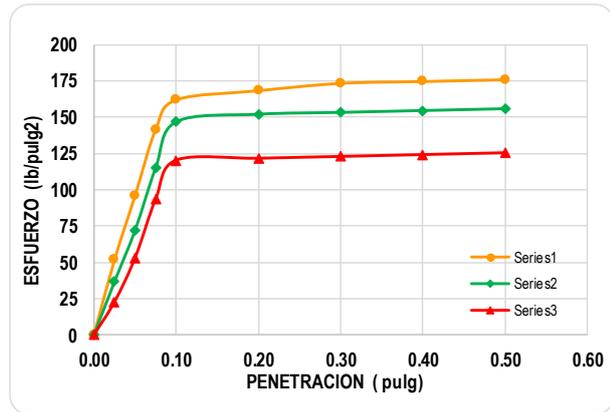
### ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetr. pulg.	56 Golpes		25 Golpes		12 Golpes	
	Ensayo Carga		Ensayo Carga		Ensayo Carga	
	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	155.80	51.90	110.20	36.71	68.40	22.79
0.050	288.80	96.21	216.60	72.16	159.60	53.17
0.075	425.60	141.78	345.80	115.20	281.20	93.68
0.100	486.40	162.04	440.42	146.72	361.00	120.26
0.200	505.40	168.37	456.00	151.91	364.80	121.53
0.300	520.60	173.43	459.80	153.17	368.60	122.79
0.400	524.40	174.69	463.60	154.44	372.40	124.06
0.500	528.20	175.96	467.40	155.71	376.20	125.32

Area de pistón de penetración
D. pistón = 1.96 pulg
A. pistón = 3.00 pulg <sup>2</sup>

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (lbs/pulg2)	Carga unit (lbs/pulg2)	CBR (%)
12	0.1	120.26	1000	12.03%
12	0.2	121.53	1500	8.10%
25	0.1	146.72	1000	14.67%
25	0.2	151.91	1500	10.13%
56	0.1	162.04	1000	16.20%
56	0.2	168.37	1500	11.22%

GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	16.20%	14.67%	12.03%
	0.2	11.22%	10.13%	8.10%



PARA 0.1" DE PENETRACION

DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.731
HUMEDAD OPTIMA (%):	10.85%

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.644
C.B.R. (%):	15.20%

OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)	CBR-UPN: 01
NORMA	: MTC E 132 / ASTM D 1883 / NTP 339.145	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 01: SUELO + 4% BIORRESIDUO - REP. 03	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 02 / Agosto / 2023

### CBR DE SUELOS (MTC E 132)

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
Molde N°	1	2	3
Número de Capas	5	5	5
Número de golpes por capas	56	25	12
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10630	10355	10100
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4130.00	3855.00	3600.00
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2147.24	2147.24	2147.24
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.923	1.795	1.677

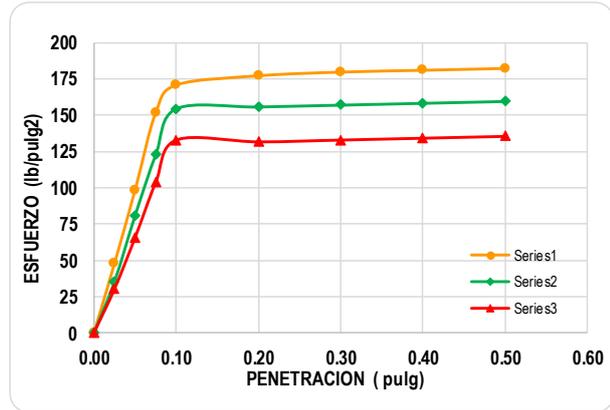
CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	49.72	48.62	47.36
Muestra seca + Tara (gr.)	46.60	45.62	44.49
Peso del Agua (gr.)	3.12	3.00	2.87
Peso de la Tara (gr.)	17.61	17.68	17.75
Muestra Seca (gr.)	28.99	27.94	26.74
Contenido de humedad ( % )	10.76%	10.74%	10.73%
DENSIDAD SECA ( gr./cm <sup>3</sup> )	1.737	1.621	1.514

### ENSAYO CARGA - PENETRACION

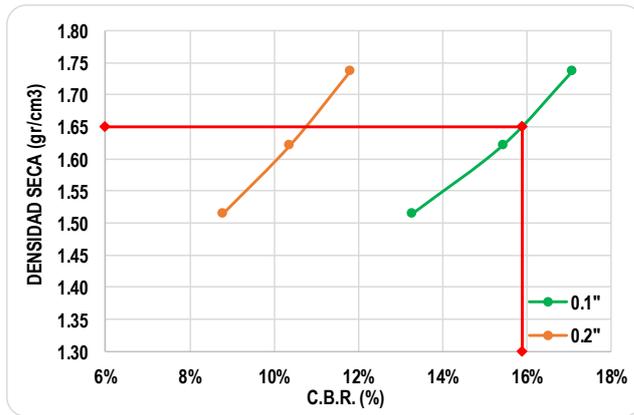
Penetr. pulg.	56 Golpes		25 Golpes		12 Golpes	
	Ensayo Carga		Ensayo Carga		Ensayo Carga	
	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	144.40	48.10	106.40	35.45	91.20	30.38
0.050	296.40	98.74	243.20	81.02	197.60	65.83
0.075	456.00	151.91	368.60	122.79	311.60	103.80
0.100	513.00	170.90	463.60	154.44	399.00	132.92
0.200	532.00	177.23	467.40	155.71	395.20	131.65
0.300	539.60	179.76	471.20	156.97	399.00	132.92
0.400	543.40	181.02	475.00	158.24	402.80	134.19
0.500	547.20	182.29	478.80	159.50	406.60	135.45

Area de pistón de penetración
D. pistón = 1.96 pulg
A. pistón = 3.00 pulg <sup>2</sup>

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (lbs/pulg2)	Carga unit (lbs/pulg2)	CBR (%)
12	0.1	132.92	1000	13.29%
12	0.2	131.65	1500	8.78%
25	0.1	154.44	1000	15.44%
25	0.2	155.71	1500	10.38%
56	0.1	170.90	1000	17.09%
56	0.2	177.23	1500	11.82%



GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	17.09%	15.44%	13.29%
	0.2	11.82%	10.38%	8.78%



PARA 0.1" DE PENETRACION

DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.737
HUMEDAD OPTIMA (%):	10.76%

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.650
C.B.R. (%):	15.89%

OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)	CBR-UPN: 01
NORMA	: MTC E 132 / ASTM D 1883 / NTP 339.145	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 02: SUELO + 8% BIORRESIDUO - REP. 01	
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO : INGEMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO : 22 / Julio / 2023 FECHA DE ENSAYO : 05 / Agosto / 2023

### CBR DE SUELOS (MTC E 132)

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
Molde N°	1	2	3
Número de Capas	5	5	5
Número de golpes por capas	56	25	12
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10750	10450	10120
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4250.00	3950.00	3620.00
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2147.24	2147.24	2147.24
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.979	1.840	1.686

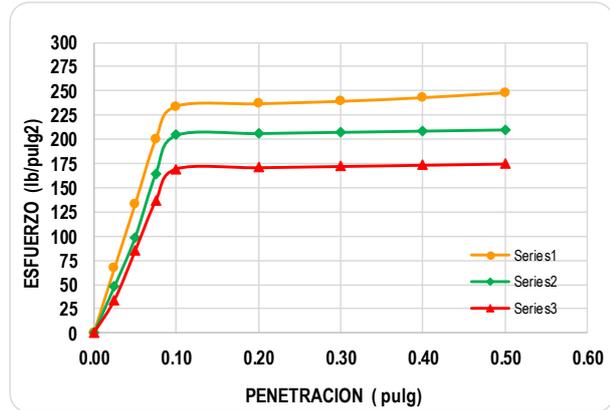
CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	50.20	49.72	48.36
Muestra seca + Tara (gr.)	46.39	45.99	44.80
Peso del Agua (gr.)	3.81	3.73	3.56
Peso de la Tara (gr.)	17.59	17.63	17.82
Muestra Seca (gr.)	28.80	28.36	26.98
Contenido de humedad ( % )	13.23%	13.15%	13.19%
DENSIDAD SECA ( gr./cm <sup>3</sup> )	1.748	1.626	1.489

### ENSAYO CARGA - PENETRACION

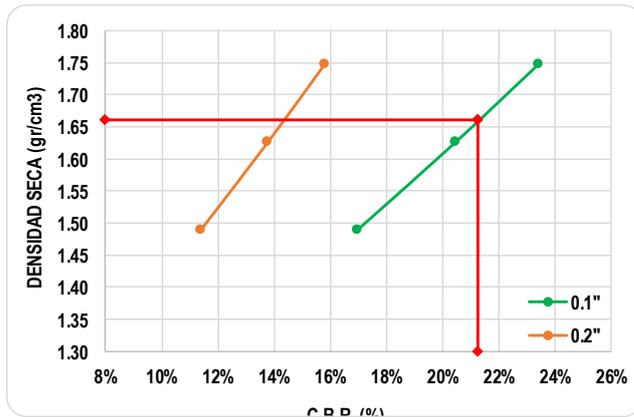
Penetr. pulg.	56 Golpes		25 Golpes		12 Golpes	
	Ensayo Carga		Ensayo Carga		Ensayo Carga	
	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	201.40	67.09	144.40	48.10	102.60	34.18
0.050	399.00	132.92	296.40	98.74	254.60	84.82
0.075	600.40	200.01	494.00	164.57	410.40	136.72
0.100	703.00	234.19	613.70	204.44	509.20	169.63
0.200	710.60	236.72	619.40	206.34	513.00	170.90
0.300	718.20	239.26	623.20	207.61	516.80	172.16
0.400	729.60	243.05	627.00	208.87	520.60	173.43
0.500	744.80	248.12	630.80	210.14	524.40	174.69

Area de pistón de penetración
D. pistón = 1.96 pulg
A. pistón = 3.00 pulg <sup>2</sup>

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (lbs/pulg2)	Carga unit (lbs/pulg2)	CBR (%)
12	0.1	169.63	1000	16.96%
12	0.2	170.90	1500	11.39%
25	0.1	204.44	1000	20.44%
25	0.2	206.34	1500	13.76%
56	0.1	234.19	1000	23.42%
56	0.2	236.72	1500	15.78%



GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	23.42%	20.44%	16.96%
	0.2	15.78%	13.76%	11.39%



PARA 0.1" DE PENETRACION

DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.748
HUMEDAD OPTIMA (%):	13.23%

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.661
C.B.R. (%):	21.27%

OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)	CBR-UPN: 01
NORMA	: MTC E 132 / ASTM D 1883 / NTP 339.145	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 02: SUELO + 8% BIORRESIDUO - REP. 02	
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO : INGENMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO : 22 / Julio / 2023 FECHA DE ENSAYO : 05 / Agosto / 2023

### CBR DE SUELOS (MTC E 132)

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
Molde N°	1	2	3
Número de Capas	5	5	5
Número de golpes por capas	56	25	12
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10770	10502	10120
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4270.00	4002.00	3620.00
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2147.24	2147.24	2147.24
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.989	1.864	1.686

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	49.58	50.64	49.42
Muestra seca + Tara (gr.)	45.86	46.82	45.70
Peso del Agua (gr.)	3.72	3.82	3.72
Peso de la Tara (gr.)	17.66	17.75	17.42
Muestra Seca (gr.)	28.20	29.07	28.28
Contenido de humedad ( % )	13.19%	13.14%	13.15%
DENSIDAD SECA ( gr./cm <sup>3</sup> )	1.757	1.647	1.490

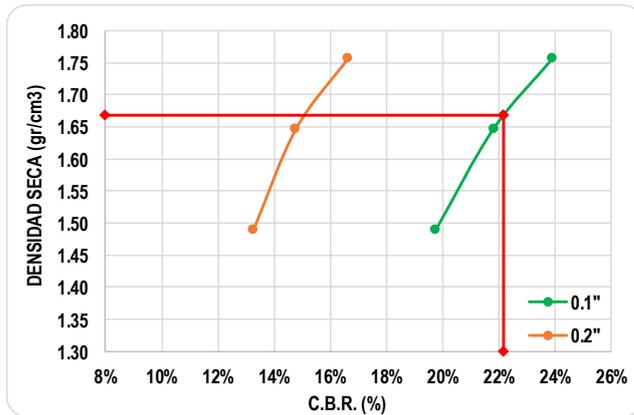
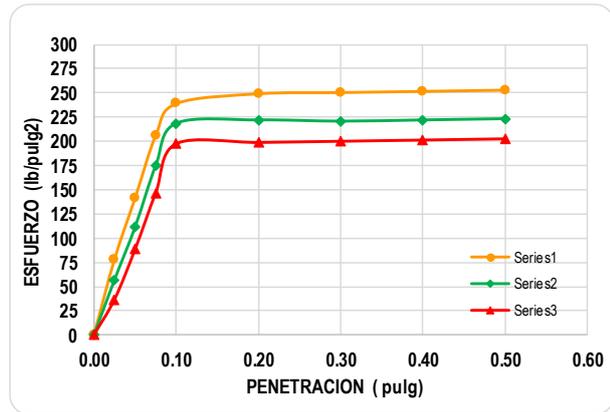
### ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetr. pulg.	56 Golpes		25 Golpes		12 Golpes	
	Ensayo Carga		Ensayo Carga		Ensayo Carga	
	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	235.60	78.49	171.00	56.97	110.20	36.71
0.050	425.60	141.78	334.40	111.40	266.00	88.61
0.075	619.40	206.34	524.40	174.69	440.80	146.84
0.100	718.20	239.26	654.74	218.11	592.80	197.48
0.200	748.60	249.38	665.00	221.53	596.60	198.75
0.300	752.40	250.65	661.20	220.27	600.40	200.01
0.400	756.20	251.91	665.00	221.53	604.20	201.28
0.500	760.00	253.18	668.80	222.80	608.00	202.54

Area de pistón de penetración
D. pistón = 1.96 pulg
A. pistón = 3.00 pulg <sup>2</sup>

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (lbs/pulg2)	Carga unit (lbs/pulg2)	CBR (%)
12	0.1	197.48	1000	19.75%
12	0.2	198.75	1500	13.25%
25	0.1	218.11	1000	21.81%
25	0.2	221.53	1500	14.77%
56	0.1	239.26	1000	23.93%
56	0.2	249.38	1500	16.63%

GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	23.93%	21.81%	19.75%
	0.2	16.63%	14.77%	13.25%



PARA 0.1" DE PENETRACION

DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.757
HUMEDAD OPTIMA (%):	13.19%

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.669
C.B.R. (%):	22.16%

OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)	CBR-UPN: 01
NORMA	: MTC E 132 / ASTM D 1883 / NTP 339.145	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	
CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 02: SUELO + 8% BIORRESIDUO - REP. 03	
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO : INGENMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO : 22 / Julio / 2023 FECHA DE ENSAYO : 05 / Agosto / 2023

### CBR DE SUELOS (MTC E 132)

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
Molde N°	1	2	3
Número de Capas	5	5	5
Número de golpes por capas	56	25	12
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10660	10360	10110
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4160.00	3860.00	3610.00
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2147.24	2147.24	2147.24
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.937	1.798	1.681

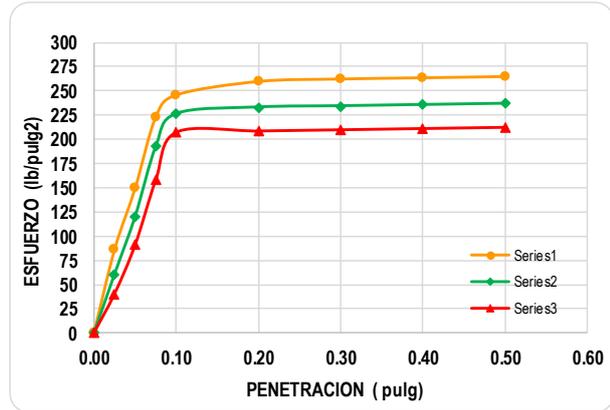
CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	50.21	49.85	48.56
Muestra seca + Tara (gr.)	46.37	46.09	44.94
Peso del Agua (gr.)	3.84	3.76	3.62
Peso de la Tara (gr.)	17.55	17.82	17.65
Muestra Seca (gr.)	28.82	28.27	27.29
Contenido de humedad ( % )	13.32%	13.30%	13.26%
DENSIDAD SECA ( gr./cm <sup>3</sup> )	1.710	1.587	1.484

### ENSAYO CARGA - PENETRACION

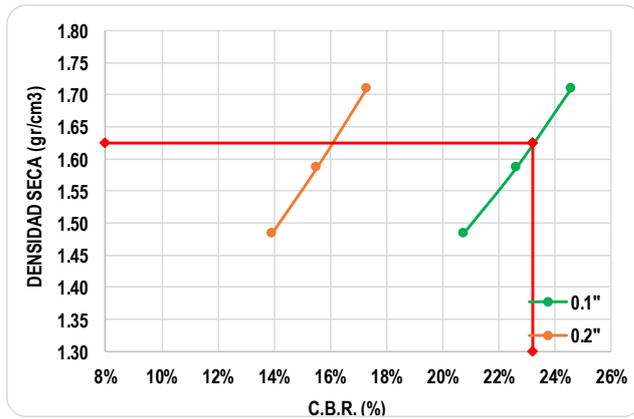
Penetr. pulg.	56 Golpes		25 Golpes		12 Golpes	
	Ensayo Carga		Ensayo Carga		Ensayo Carga	
	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	258.40	86.08	182.40	60.76	121.60	40.51
0.050	448.40	149.38	361.00	120.26	273.60	91.14
0.075	668.80	222.80	577.60	192.42	475.00	158.24
0.100	737.20	245.59	679.06	226.22	623.20	207.61
0.200	779.00	259.51	699.20	232.93	627.00	208.87
0.300	786.60	262.04	703.00	234.19	630.80	210.14
0.400	790.40	263.31	706.80	235.46	634.60	211.41
0.500	794.20	264.57	710.60	236.72	638.40	212.67

Area de pistón de penetración
D. pistón = 1.96 pulg
A. pistón = 3.00 pulg <sup>2</sup>

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (lbs/pulg2)	Carga unit (lbs/pulg2)	CBR (%)
12	0.1	207.61	1000	20.76%
12	0.2	208.87	1500	13.92%
25	0.1	226.22	1000	22.62%
25	0.2	232.93	1500	15.53%
56	0.1	245.59	1000	24.56%
56	0.2	259.51	1500	17.30%



GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	24.56%	22.62%	20.76%
	0.2	17.30%	15.53%	13.92%



PARA 0.1" DE PENETRACION

DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.710
HUMEDAD OPTIMA (%):	13.32%

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.624
C.B.R. (%):	23.20%

OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)	CBR-UPN: 01
NORMA	: MTC E 132 / ASTM D 1883 / NTP 339.145	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	 <p><b>UPN</b> UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE</p>
CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 03: SUELO + 12% BIORRESIDUO - REP. 01	
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO : INGENMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNIS GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO : 22 / Julio / 2023 FECHA DE ENSAYO : 07 / Agosto / 2023

### CBR DE SUELOS (MTC E 132)

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
Molde N°	1	2	3
Número de Capas	5	5	5
Número de golpes por capas	56	25	12
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10910	10632	10305
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4410.00	4132.00	3805.00
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2147.24	2147.24	2147.24
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.054	1.924	1.772

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	50.36	49.68	46.32
Muestra seca + Tara (gr.)	45.47	44.91	42.07
Peso del Agua (gr.)	4.89	4.77	4.25
Peso de la Tara (gr.)	17.56	17.65	17.85
Muestra Seca (gr.)	27.91	27.26	24.22
Contenido de humedad ( % )	17.52%	17.50%	17.55%
DENSIDAD SECA ( gr./cm <sup>3</sup> )	1.748	1.638	1.508

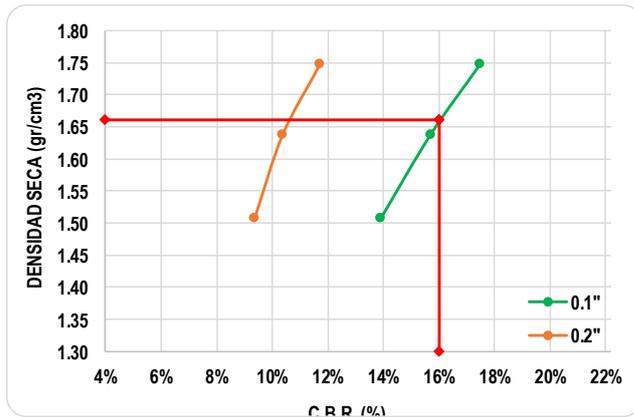
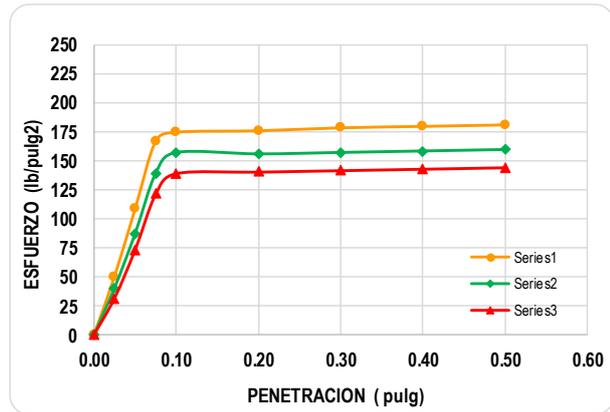
### ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetr. pulg.	56 Golpes		25 Golpes		12 Golpes	
	Ensayo Carga		Ensayo Carga		Ensayo Carga	
	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	152.00	50.64	121.60	40.51	95.00	31.65
0.050	326.80	108.87	262.20	87.35	220.40	73.42
0.075	501.60	167.10	418.00	139.25	364.80	121.53
0.100	524.40	174.69	471.20	156.97	418.00	139.25
0.200	528.20	175.96	467.40	155.71	421.80	140.52
0.300	535.80	178.49	471.20	156.97	425.60	141.78
0.400	539.60	179.76	475.00	158.24	429.40	143.05
0.500	543.40	181.02	478.80	159.50	433.20	144.31

Area de pistón de penetración
D. pistón = 1.96 pulg
A. pistón = 3.00 pulg <sup>2</sup>

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (lbs/pulg2)	Carga unit (lbs/pulg2)	CBR (%)
12	0.1	139.25	1000	13.92%
12	0.2	140.52	1500	9.37%
25	0.1	156.97	1000	15.70%
25	0.2	155.71	1500	10.38%
56	0.1	174.69	1000	17.47%
56	0.2	175.96	1500	11.73%

GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	17.47%	15.70%	13.92%
	0.2	11.73%	10.38%	9.37%



PARA 0.1" DE PENETRACION

DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.748
HUMEDAD OPTIMA (%):	17.52%

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.660
C.B.R. (%):	16.03%

OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)	CBR-UPN: 01
NORMA	: MTC E 132 / ASTM D 1883 / NTP 339.145	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 03: SUELO + 12% BIORRESIDUO - REP. 02	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGENMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 07 / Agosto / 2023

### CBR DE SUELOS (MTC E 132)

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
Molde N°	1	2	3
Número de Capas	5	5	5
Número de golpes por capas	56	25	12
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10956	10652	10235
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4456.00	4152.00	3735.00
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2147.24	2147.24	2147.24
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.075	1.934	1.739

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	49.58	50.74	47.42
Muestra seca + Tara (gr.)	44.87	45.85	43.00
Peso del Agua (gr.)	4.71	4.89	4.42
Peso de la Tara (gr.)	17.82	17.72	17.58
Muestra Seca (gr.)	27.05	28.13	25.42
Contenido de humedad ( % )	17.41%	17.38%	17.39%
DENSIDAD SECA ( gr./cm <sup>3</sup> )	1.767	1.647	1.482

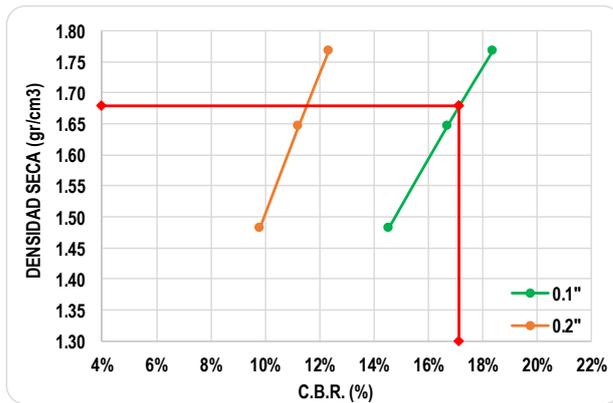
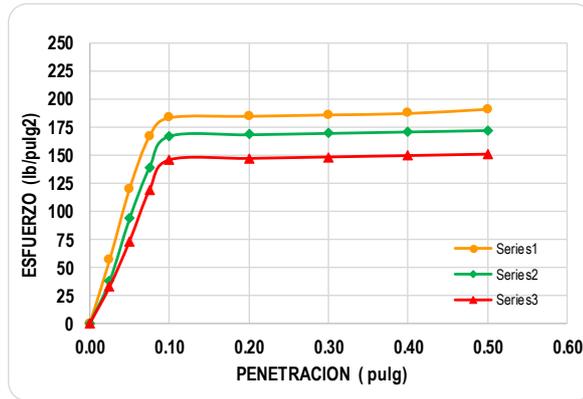
### ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetr. pulg.	56 Golpes		25 Golpes		12 Golpes	
	Ensayo Carga		Ensayo Carga		Ensayo Carga	
	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	171.00	56.97	114.00	37.98	98.80	32.91
0.050	361.00	120.26	281.20	93.68	220.40	73.42
0.075	501.60	167.10	418.00	139.25	357.20	118.99
0.100	551.00	183.56	501.60	167.10	437.00	145.58
0.200	554.80	184.82	505.40	168.37	440.80	146.84
0.300	558.60	186.09	509.20	169.63	444.60	148.11
0.400	562.40	187.35	513.00	170.90	448.40	149.38
0.500	573.80	191.15	516.80	172.16	452.20	150.64

Area de pistón de penetración
D. pistón = 1.96 pulg
A. pistón = 3.00 pulg <sup>2</sup>

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (lbs/pulg2)	Carga unit (lbs/pulg2)	CBR (%)
12	0.1	145.58	1000	14.56%
12	0.2	146.84	1500	9.79%
25	0.1	167.10	1000	16.71%
25	0.2	168.37	1500	11.22%
56	0.1	183.56	1000	18.36%
56	0.2	184.82	1500	12.32%

GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	18.36%	16.71%	14.56%
	0.2	12.32%	11.22%	9.79%



PARA 0.1" DE PENETRACION

DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.767
HUMEDAD OPTIMA (%):	17.41%

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.679
C.B.R. (%):	17.13%

OBSERVACIONES

FICHA DE OBSERVACION		CODIGO DOCUMENTO
ENSAYO	: CBR DE SUELOS (LABORATORIO)	CBR-UPN: 01
NORMA	: MTC E 132 / ASTM D 1883 / NTP 339.145	
INVESTIGACIÓN	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023	

CALICATA / MUESTRA	: DOSIFICACION 03: SUELO + 12% BIORRESIDUO - REP. 03	TIPO DE MATERIAL	: ALTERADO
UBICACIÓN	: VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA	LABORATORIO	: INGENMAT GALLARDO S.A.C.
INVESTIGADORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES	FECHA DE MUESTREO	: 22 / Julio / 2023
		FECHA DE ENSAYO	: 07 / Agosto / 2023

### CBR DE SUELOS (MTC E 132)

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
Molde N°	1	2	3
Número de Capas	5	5	5
Número de golpes por capas	56	25	12
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10905	10625	10350
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4405.00	4125.00	3850.00
Volúmen de la Muestra (cm <sup>3</sup> )	2147.24	2147.24	2147.24
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.051	1.921	1.793

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	50.32	49.85	49.52
Muestra seca + Tara (gr.)	45.48	45.14	44.81
Peso del Agua (gr.)	4.84	4.71	4.71
Peso de la Tara (gr.)	17.55	17.89	17.64
Muestra Seca (gr.)	27.93	27.25	27.17
Contenido de humedad ( % )	17.33%	17.28%	17.34%
DENSIDAD SECA ( gr./cm <sup>3</sup> )	1.748	1.638	1.528

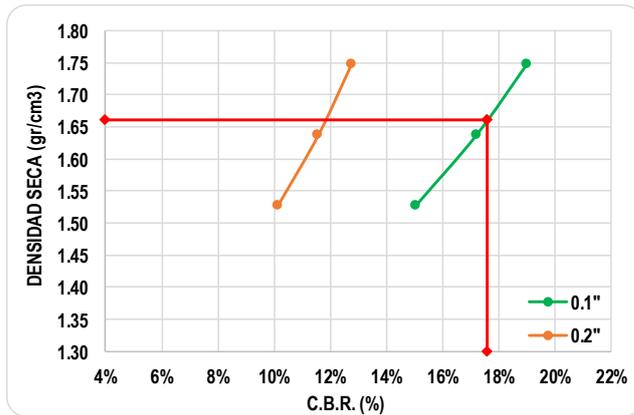
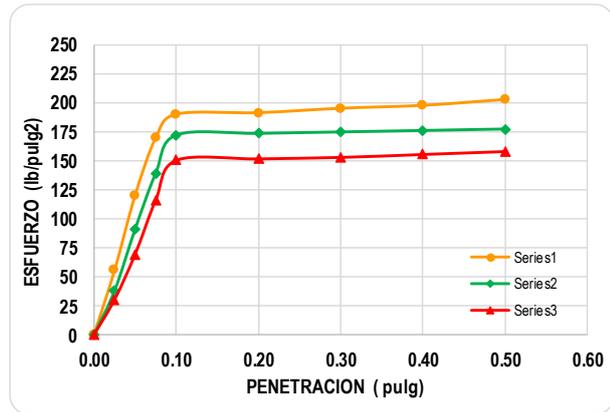
### ENSAYO CARGA - PENETRACION

Penetr. pulg.	56 Golpes		25 Golpes		12 Golpes	
	Ensayo Carga		Ensayo Carga		Ensayo Carga	
	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>	lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	167.20	55.70	114.00	37.98	91.20	30.38
0.050	361.00	120.26	273.60	91.14	209.00	69.62
0.075	509.20	169.63	418.00	139.25	349.60	116.46
0.100	570.00	189.89	516.42	172.04	452.20	150.64
0.200	573.80	191.15	520.60	173.43	456.00	151.91
0.300	585.20	194.95	524.40	174.69	459.80	153.17
0.400	592.80	197.48	528.20	175.96	467.40	155.71
0.500	608.00	202.54	532.00	177.23	475.00	158.24

Area de pistón de penetración
D. pistón = 1.96 pulg
A. pistón = 3.00 pulg <sup>2</sup>

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (lbs/pulg2)	Carga unit (lbs/pulg2)	CBR (%)
12	0.1	150.64	1000	15.06%
12	0.2	151.91	1500	10.13%
25	0.1	172.04	1000	17.20%
25	0.2	173.43	1500	11.56%
56	0.1	189.89	1000	18.99%
56	0.2	191.15	1500	12.74%

GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	18.99%	17.20%	15.06%
	0.2	12.74%	11.56%	10.13%



PARA 0.1" DE PENETRACION

DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.748
HUMEDAD OPTIMA (%):	17.33%

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.661
C.B.R. (%):	17.58%

OBSERVACIONES

## ANEXO N° 5. Certificado de Laboratorio / Ensayos

### CONTENIDO DE HUMEDAD



## INGEMAT GALLARDO SAC

Laboratorio de Estudios Geotécnicos, Suelos, Concreto, Asfalto y Albañilería

### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO MTC E 108

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANN S GARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 24 DE JULIO DEL 2023

**CALICATA** : C-1

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso de la muestra con recipiente de secado (g)	127.70	115.45	134.73
Peso de la muestra seca con recipiente de secado (g)	120.60	109.74	128.40
Peso del agua (g)	7.10	5.71	6.33
Peso del recipiente de secado (g)	41.24	45.98	55.87
Peso de la muestra seca (g)	79.36	63.76	72.53
Humedad (%)	8.95%	8.96%	8.73%
<b>Humedad Promedio (%)</b>	<b>8.88%</b>		



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*María Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
**MTC E 108**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 24 DE JULIO DEL 2023

**CALICATA** : C-2

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso de la muestra con recipiente de secado (g)	125.60	105.24	126.79
Peso de la muestra seca con recipiente de secado (g)	119.80	101.74	121.04
Peso del agua (g)	5.80	3.50	5.75
Peso del recipiente de secado (g)	42.50	49.41	45.79
Peso de la muestra seca (g)	77.30	52.33	75.25
Humedad (%)	<b>7.50%</b>	<b>6.69%</b>	<b>7.64%</b>
<b>Humedad Promedio (%)</b>	<b>7.28%</b>		



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
**MTC E 108**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 24 DE JULIO DEL 2023

**CALICATA** : C-3

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso de la muestra con recipiente de secado (g)	126.30	113.26	138.65
Peso de la muestra seca con recipiente de secado (g)	120.80	109.41	132.74
Peso del agua (g)	5.50	3.85	5.91
Peso del recipiente de secado (g)	43.10	54.31	49.55
Peso de la muestra seca (g)	77.70	55.10	83.19
Humedad (%)	7.08%	6.99%	7.10%
Humedad Promedio (%)	7.06%		



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Matilde Yangua Salazar*  
Ing. Matilde Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
**MTC E 108**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 24 DE JULIO DEL 2023

**CALICATA** : C-4

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso de la muestra con recipiente de secado (g)	120.51	119.00	99.63
Peso de la muestra seca con recipiente de secado (g)	115.29	114.13	95.76
Peso del agua (g)	5.22	4.87	3.87
Peso del recipiente de secado (g)	45.29	49.11	47.99
Peso de la muestra seca (g)	70.00	65.02	47.77
Humedad (%)	7.46%	7.49%	8.10%
Humedad Promedio (%)	7.68%		



*Gallardo*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Mariaguano*  
Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
**MTC E 108**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANN S GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 24 DE JULIO DEL 2023

**CALICATA** : C-5

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso de la muestra con recipiente de secado (g)	117.10	109.74	115.03
Peso de la muestra seca con recipiente de secado (g)	112.74	105.32	110.94
Peso del agua (g)	4.36	4.42	4.09
Peso del recipiente de secado (g)	50.47	41.84	55.47
Peso de la muestra seca (g)	62.27	63.48	55.47
Humedad (%)	7.00%	6.96%	7.37%
<b>Humedad Promedio (%)</b>	<b>7.11%</b>		



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
**MTC E 108**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 24 DE JULIO DEL 2023

**CALICATA** : C-6

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso de la muestra con recipiente de secado (g)	113.57	119.99	125.60
Peso de la muestra seca con recipiente de secado (g)	109.74	115.30	120.09
Peso del agua (g)	3.83	4.69	5.51
Peso del recipiente de secado (g)	60.21	48.76	48.17
Peso de la muestra seca (g)	49.53	66.54	71.92
Humedad (%)	7.73%	7.05%	7.66%
<b>Humedad Promedio (%)</b>	<b>7.48%</b>		



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
**MTC E 108**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANN S GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 24 DE JULIO DEL 2023

**CALICATA** : C-7

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso de la muestra con recipiente de secado (g)	125.63	97.45	132.74
Peso de la muestra seca con recipiente de secado (g)	119.85	94.33	128.06
Peso del agua (g)	5.78	3.12	4.68
Peso del recipiente de secado (g)	50.41	55.94	74.63
Peso de la muestra seca (g)	69.44	38.39	53.43
Humedad (%)	8.32%	8.13%	8.76%
Humedad Promedio (%)	8.40%		



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
**MTC E 108**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 24 DE JULIO DEL 2023

**CALICATA** : C-8

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso de la muestra con recipiente de secado (g)	116.78	119.49	107.18
Peso de la muestra seca con recipiente de secado (g)	111.52	114.08	103.74
Peso del agua (g)	5.26	5.41	3.44
Peso del recipiente de secado (g)	45.79	46.27	60.47
Peso de la muestra seca (g)	65.73	67.81	43.27
Humedad (%)	8.00%	7.98%	7.95%
Humedad Promedio (%)	7.98%		



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO**  
**MTC E 108**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 24 DE JULIO DEL 2023

**CALICATA** : C-9

Descripción	M-1	M-2	M-3
Peso de la muestra con recipiente de secado (g)	103.01	106.68	120.62
Peso de la muestra seca con recipiente de secado (g)	99.41	102.74	115.55
Peso del agua (g)	3.60	3.94	5.07
Peso del recipiente de secado (g)	49.55	51.43	45.74
Peso de la muestra seca (g)	49.86	51.31	69.81
Humedad (%)	7.22%	7.68%	7.26%
<b>Humedad Promedio (%)</b>	<b>7.39%</b>		



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



### INGEMAT GALLARDO SAC

Laboratorio de Estudios Geotécnicos, Suelos, Concreto, Asfalto y Albañilería

#### ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E 107

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

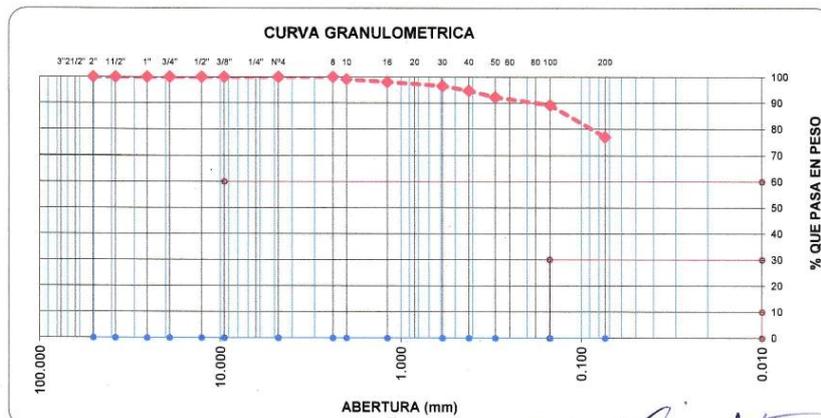
**FECHA** : TRUJILLO, 25 DE JULIO DEL 2023

**CALICATA** : C-1

**MUESTRA** : M-1

Peso de muestra seca : 1000.0  
Peso de muestra lavada : 769.8

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Limites e Indices de Consistencia
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 37.98
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : 21.29
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico : 16.69
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS : CL
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. AASHTO : A-6 (11)
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº8	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº10	2.000	8.52	0.85	0.85	99.15	
Nº16	1.190	10.20	1.02	1.87	98.13	
Nº30	0.590	15.39	1.54	3.41	96.59	
Nº40	0.420	18.63	1.86	5.27	94.73	
Nº50	0.300	25.42	2.54	7.82	92.18	
Nº100	0.149	30.12	3.01	10.83	89.17	
Nº200	0.074	121.89	12.19	23.02	76.98	
< Nº200		769.83	76.98	100.00	0.00	
Total		1000.00				



Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

Ing. Mario Lardes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

® INDECOPI N° 034506-2021

RUC 20607982971

TRUJILLO - PERU

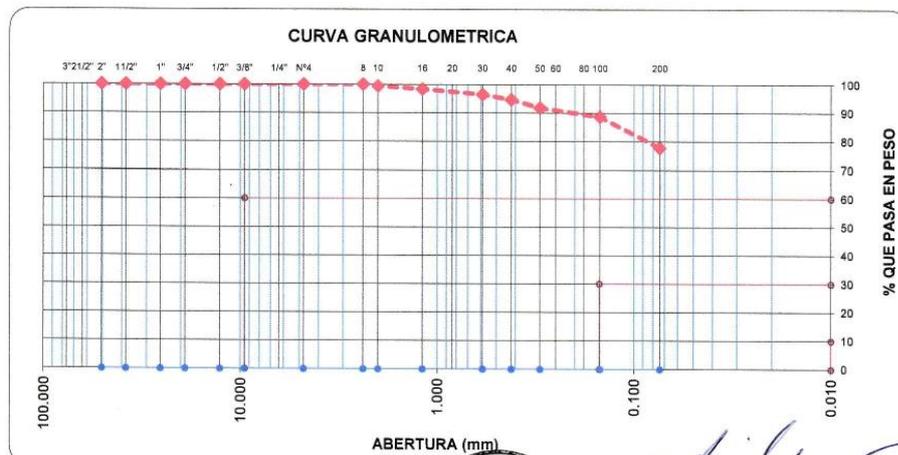
Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 - Trujillo - Celular: 964545765 - Email: ingematgallardo@gmail.com

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
MTC E 107

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 25 DE JULIO DEL 2023  
**CALICATA** : C-2  
**MUESTRA** : M-1

Peso de muestra seca : 1050.0  
 Peso de muestra lavada : 816.3

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Límites e Indices de Consistencia
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 38.16
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : 21.71
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico : 16.45
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS : CL
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. AASHTO : A-6 (II)
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº8	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº10	2.000	5.79	0.55	0.55	99.45	
Nº16	1.190	10.95	1.04	1.59	98.41	
Nº30	0.590	20.54	1.96	3.55	96.45	
Nº40	0.420	18.96	1.81	5.36	94.64	
Nº50	0.300	30.45	2.90	8.26	91.74	
Nº100	0.149	31.88	3.04	11.29	88.71	
Nº200	0.074	115.15	10.97	22.26	77.74	
< Nº200		816.28	77.74	100.00	0.00	
Total		1050.00				



*Luis D. Gallardo Murga*  
**Luis D. Gallardo Murga**  
 GERENTE GENERAL  
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.

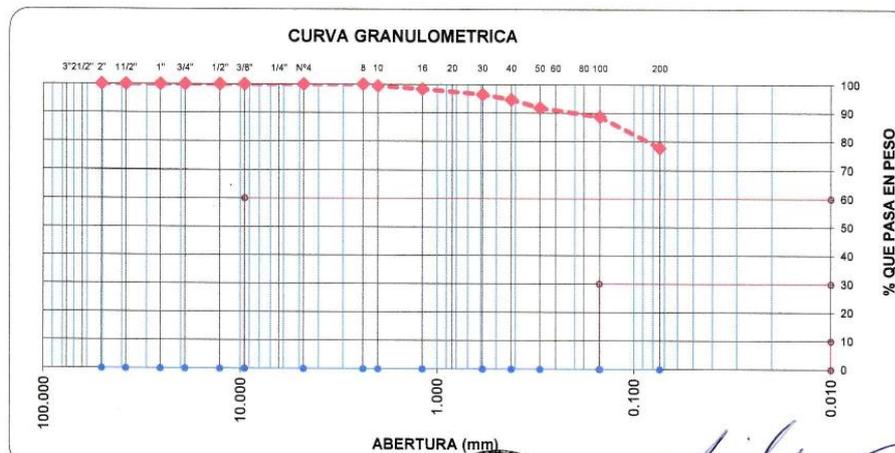
*Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
**Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar**  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP. 251751

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
MTC E 107

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA - LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 25 DE JULIO DEL 2023  
**CALICATA** : C-2  
**MUESTRA** : M-1

Peso de muestra seca : 1050.0  
Peso de muestra lavada : 816.3

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Límites e Indices de Consistencia
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 38.16
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : 21.71
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico : 16.45
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS : CL
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. AASHTO : A-6 (II)
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº8	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº10	2.000	5.79	0.55	0.55	99.45	
Nº16	1.190	10.95	1.04	1.59	98.41	
Nº30	0.590	20.54	1.96	3.55	96.45	
Nº40	0.420	18.96	1.81	5.36	94.64	
Nº50	0.300	30.45	2.90	8.26	91.74	
Nº100	0.149	31.88	3.04	11.29	88.71	
Nº200	0.074	115.15	10.97	22.26	77.74	
< Nº200		816.28	77.74	100.00	0.00	
Total		1050.00				



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

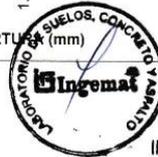
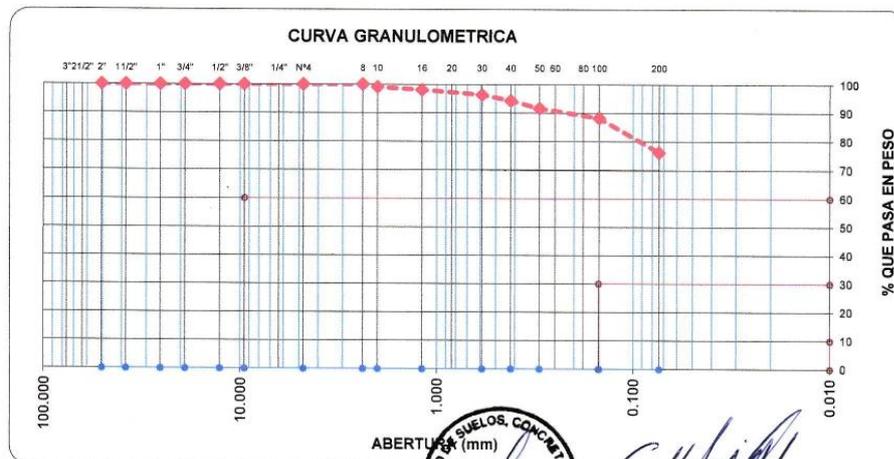
*Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
MTC E 107

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 24 DE JULIO DEL 2023  
**CALICATA** : C-4  
**MUESTRA** : M-1

Peso de muestra seca : 1000.0  
 Peso de muestra lavada : 761.3

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Límites e Indices de Consistencia
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 38.73
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : 22.32
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	Índ. Plástico : 16.41
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS : CL
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. AASHTO : A-6 (II)
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº8	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº10	2.000	9.07	0.91	0.91	99.09	
Nº16	1.190	9.99	1.00	1.91	98.09	
Nº30	0.590	17.45	1.75	3.65	96.35	
Nº40	0.420	20.45	2.05	5.70	94.30	
Nº50	0.300	27.37	2.74	8.43	91.57	
Nº100	0.149	33.57	3.36	11.79	88.21	
Nº200	0.074	120.77	12.08	23.87	76.13	
<Nº200		761.33	76.13	100.00	0.00	
Total		1000.00				



*Luis D. Gallardo Murga*  
 Luis D. Gallardo Murga  
 GERENTE GENERAL  
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.

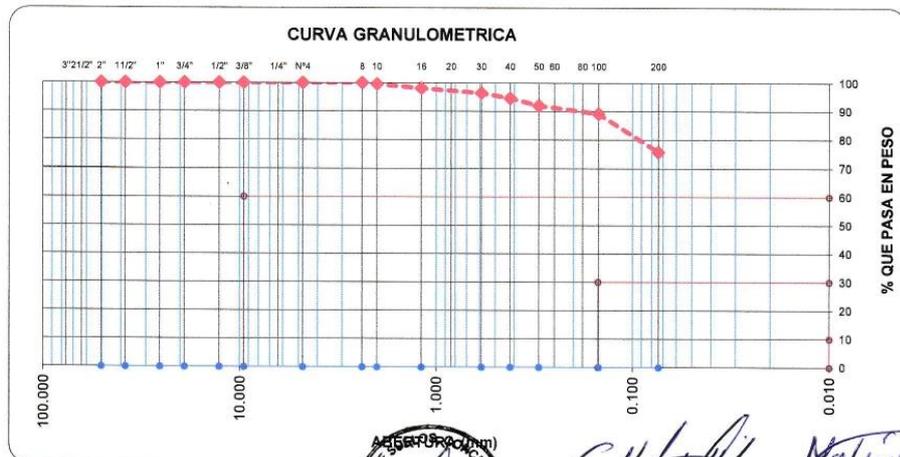
*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
 Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP. 251751

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**MTC E 107**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 25 DE JULIO DEL 2023  
**CALICATA** : C-5  
**MUESTRA** : M-1

Peso de muestra seca : 1080.0  
 Peso de muestra lavada : 816.9

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Límites e Indices de Consistencia
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 37.98
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : 21.19
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico : 16.79
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS : CL
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. AASHTO : A-6 (II)
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº8	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº10	2.000	4.78	0.44	0.44	99.56	
Nº16	1.190	15.37	1.42	1.87	98.13	
Nº30	0.590	18.40	1.70	3.57	96.43	
Nº40	0.420	20.46	1.89	5.46	94.54	
Nº50	0.300	28.07	2.60	8.06	91.94	
Nº100	0.149	30.22	2.80	10.86	89.14	
Nº200	0.074	145.80	13.50	24.36	75.64	
< Nº200		816.90	75.64	100.00	0.00	
Total		1080.00				



*Luis D. Gallardo Murga*  
**Luis D. Gallardo Murga**  
 GERENTE GENERAL  
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.

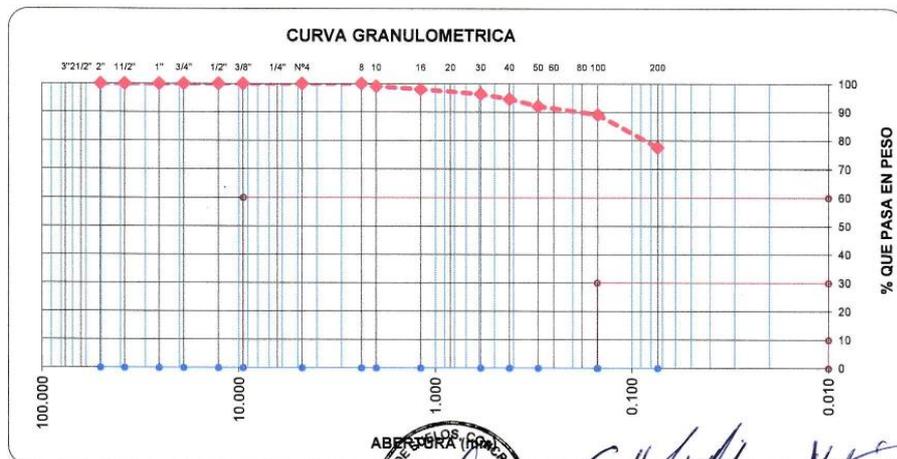
*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
**Maria Lourdes D. Yangua Salazar**  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP. 251751

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**MTC E 107**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 25 DE JULIO DEL 2023  
**CALICATA** : C-6  
**MUESTRA** : M-1

Peso de muestra seca : 1100.0  
 Peso de muestra lavada : 853.2

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Límites e Indices de Consistencia
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 38.21
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : 21.10
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico : 17.11
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS : CL
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. AASHTO : A-6 (II)
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº8	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº10	2.000	9.58	0.87	0.87	99.13	
Nº16	1.190	12.63	1.15	2.02	97.98	
Nº30	0.590	17.80	1.62	3.64	96.36	
Nº40	0.420	19.46	1.77	5.41	94.59	
Nº50	0.300	27.94	2.54	7.95	92.05	
Nº100	0.149	32.61	2.96	10.91	89.09	
Nº200	0.074	126.80	11.53	22.44	77.56	
<Nº200		853.18	77.56	100.00	0.00	
Total		1100.00				



*Luis D. Gallardo Murga*  
 Luis D. Gallardo Murga  
 GERENTE GENERAL  
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.

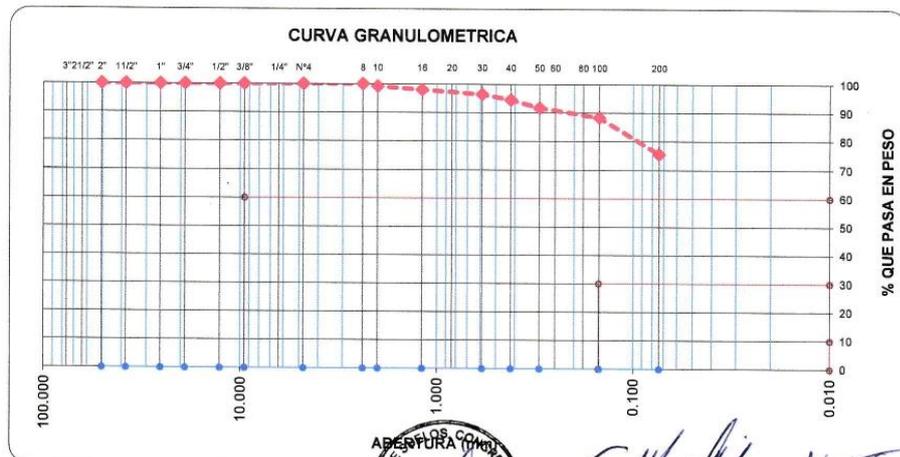
*Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar*  
 Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP: 251751

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
MTC E 107

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 25 DE JULIO DEL 2023  
**CALICATA** : C-7  
**MUESTRA** : M-1

Peso de muestra seca : 1000.0  
 Peso de muestra lavada : 754.5

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Límites e Indices de Consistencia
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 37.98
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : 21.34
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico : 16.64
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS : CL
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. AASHTO : A-6 (11)
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº8	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº10	2.000	7.94	0.79	0.79	99.21	
Nº16	1.190	11.84	1.18	1.98	98.02	
Nº30	0.590	15.87	1.59	3.57	96.44	
Nº40	0.420	19.77	1.98	5.54	94.46	
Nº50	0.300	28.07	2.81	8.35	91.65	
Nº100	0.149	33.27	3.33	11.68	88.32	
Nº200	0.074	128.74	12.87	24.55	75.45	
< Nº200		754.50	75.45	100.00	0.00	
Total		1000.00				



*Luis D. Gallardo Murga*  
 Luis D. Gallardo Murga  
 GERENTE GENERAL  
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.

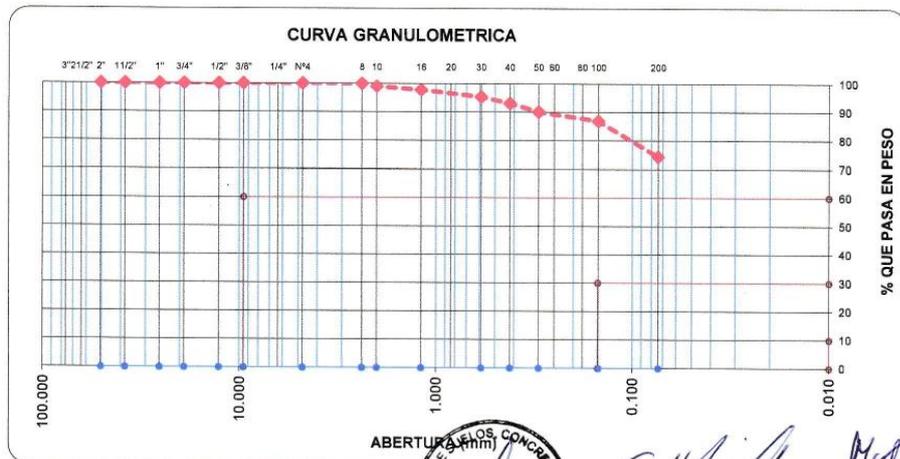
*Marta Lourdes D. Yangua Salazar*  
 Ing. Marta Lourdes D. Yangua Salazar  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP: 251751

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
MTC E 107

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 25 DE JULIO DEL 2023  
**CALICATA** : C-8  
**MUESTRA** : M-1

Peso de muestra seca : 1000.0  
 Peso de muestra lavada : 742.8

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Límites e Indices de Consistencia
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 38.09
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : 21.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico : 17.09
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS : CL
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. AASHTO : A-6 (10)
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº8	2.380	0.84	0.08	0.08	99.92	
Nº10	2.000	9.45	0.95	1.03	98.97	
Nº16	1.190	12.45	1.25	2.27	97.73	
Nº30	0.590	24.12	2.41	4.69	95.31	
Nº40	0.420	22.99	2.30	6.99	93.02	
Nº50	0.300	30.07	3.01	9.99	90.01	
Nº100	0.149	31.79	3.18	13.17	86.83	
Nº200	0.074	125.47	12.55	25.72	74.28	
<Nº200		742.82	74.28	100.00	0.00	
Total		1000.00				



*Luis D. Gallardo Murga*  
**Luis D. Gallardo Murga**  
 GERENTE GENERAL  
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.

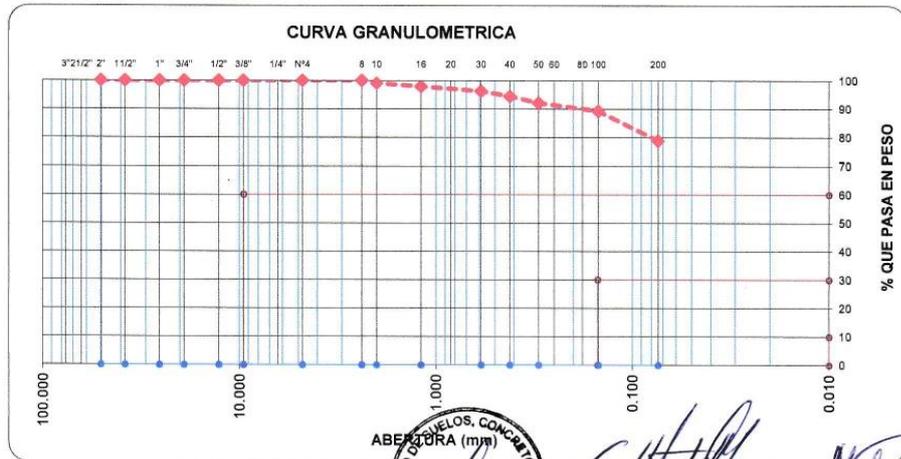
*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
**Maria Lourdes D. Yangua Salazar**  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP. 251751

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**MTC E 107**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 25 DE JULIO DEL 2023  
**CALICATA** : C-9  
**MUESTRA** : M-1

Peso de muestra seca : 1250.0  
 Peso de muestra lavada : 985.4

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Límites e Indices de Consistencia
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 38.45
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : 21.34
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico : 17.11
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS : CL
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. AASHTO : A-6 (11)
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº8	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00	
Nº10	2.000	11.52	0.92	0.92	99.08	
Nº16	1.190	14.61	1.17	2.09	97.91	
Nº30	0.590	19.85	1.59	3.68	96.32	
Nº40	0.420	23.52	1.88	5.56	94.44	
Nº50	0.300	28.99	2.32	7.88	92.12	
Nº100	0.149	35.64	2.85	10.73	89.27	
Nº200	0.074	130.46	10.44	21.17	78.83	
< Nº200		985.41	78.83	100.00	0.00	
<b>Total</b>		<b>1250.00</b>				



Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

## LÍMITES DE ATTERBERG



### INGEMAT GALLARDO SAC

Laboratorio de Estudios Geotécnicos, Suelos, Concreto, Asfalto y Albañilería

#### LIMITES DE CONSISTENCIA MTC E 110 - MTC E 111

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

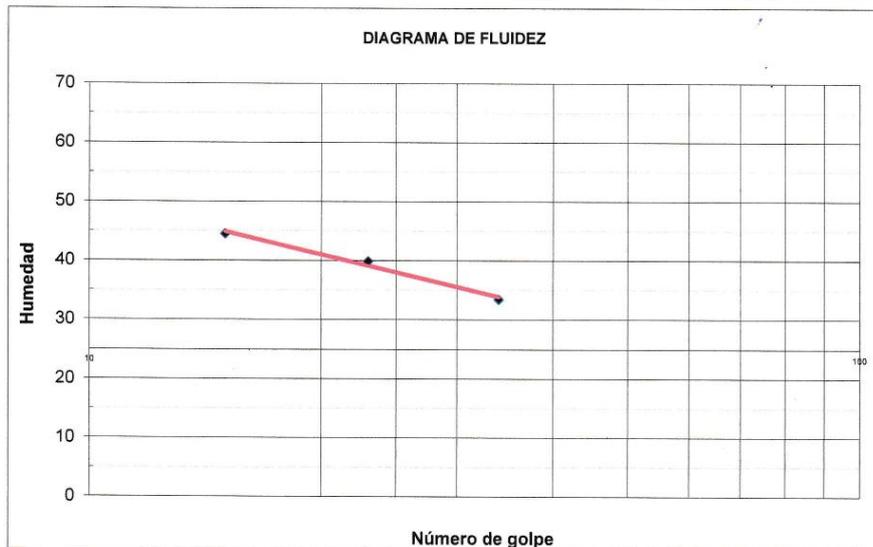
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 24 DE JULIO DEL 2023

**CALICATA** : C-1

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Tara + suelo húmedo (g)	46.53	34.35	36.06	23.67	25.86	25.75
Tara + suelo seco (g)	43.09	31.10	32.50	23.20	25.33	25.06
Agua (g)	3.44	3.25	3.56	0.47	0.53	0.69
Peso de la tara (g)	35.36	22.95	21.85	20.86	22.90	21.92
% Humedad	44.50	39.88	33.43	20.09	21.81	21.97
No de golpes	15	23	34	-	-	-
Límites (%)	37.98			21.29		
Índice Plástico (%)	16.69					



LÍMITE LÍQUIDO : 37.98  
LÍMITE PLÁSTICO : 21.29  
ÍNDICE PLÁSTICO : 16.69



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

® INDECOPI N° 034506-2021

RUC 20607982971

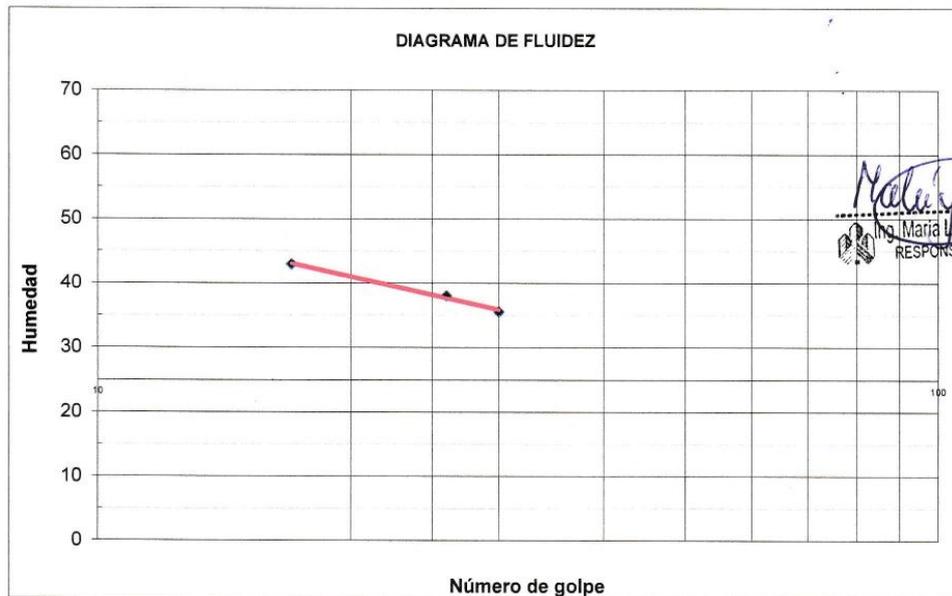
TRUJILLO - PERU

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 - Trujillo - Celular: 964545765 - Email: ingematgallardo@gmail.com

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
**MTC E 110 - MTC E 111**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNS GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 24 DE JULIO DEL 2023  
**CALICATA** : C-2

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Tara + suelo húmedo (g)	33.48	34.28	38.70	29.62	37.76	33.51
Tara + suelo seco (g)	28.05	31.10	33.74	28.36	36.40	32.12
Agua (g)	5.43	3.18	4.96	1.26	1.36	1.39
Peso de la tara (g)	15.41	22.74	19.79	22.53	30.14	25.74
% Humedad	42.96	38.04	35.56	21.61	21.73	21.79
No de golpes	17	26	30	-	-	-
Límites (%)	38.16			21.71		
Índice Plástico (%)				16.45		



*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
 María Lourdes D. Yangua Salazar  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP. 251751

LÍMITE LÍQUIDO : 38.16  
 LÍMITE PLÁSTICO : 21.71  
 ÍNDICE PLÁSTICO : 16.45

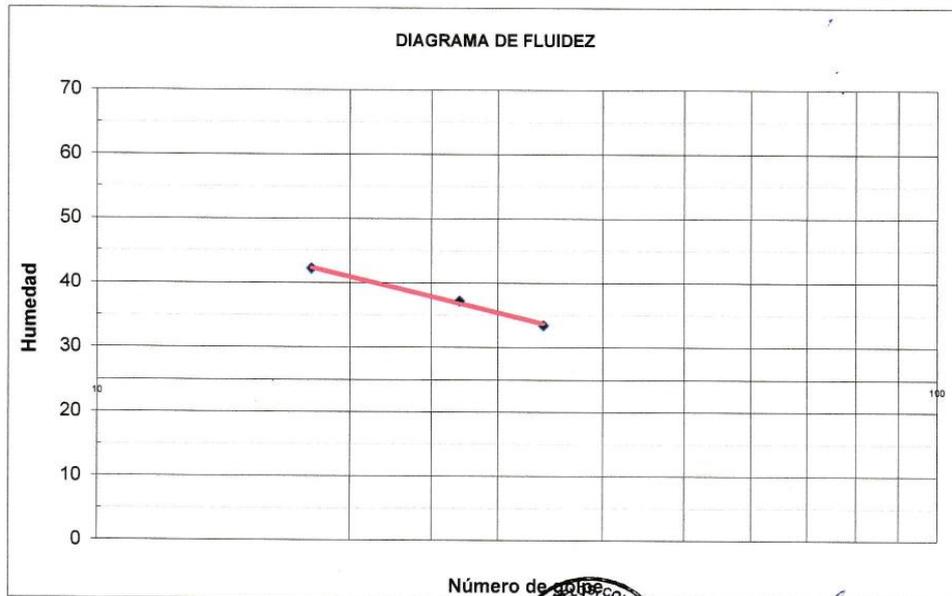


*Luis D. Gallardo Murga*  
 Luis D. Gallardo Murga  
 GERENTE GENERAL  
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
MTC E 110 - MTC E 111

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA - LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANN S GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 24 DE JULIO DEL 2023  
**CALICATA** : C-3

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Tara + suelo húmedo (g)	43.62	36.86	33.38	24.24	26.09	32.88
Tara + suelo seco (g)	38.16	32.96	29.13	23.45	25.13	31.74
Agua (g)	5.46	3.90	4.25	0.79	0.96	1.14
Peso de la tara (g)	25.23	22.47	16.41	19.74	20.63	26.35
% Humedad	42.23	37.18	33.41	21.29	21.33	21.15
No de golpes	18	27	34	-	-	-
Límites (%)	37.86			21.26		
Índice Plástico (%)	16.60					



LÍMITE LÍQUIDO : 37.86  
LÍMITE PLÁSTICO : 21.26  
ÍNDICE PLÁSTICO : 16.60



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*María Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

### LÍMITES DE CONSISTENCIA MTC E 110 - MTC E 111

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

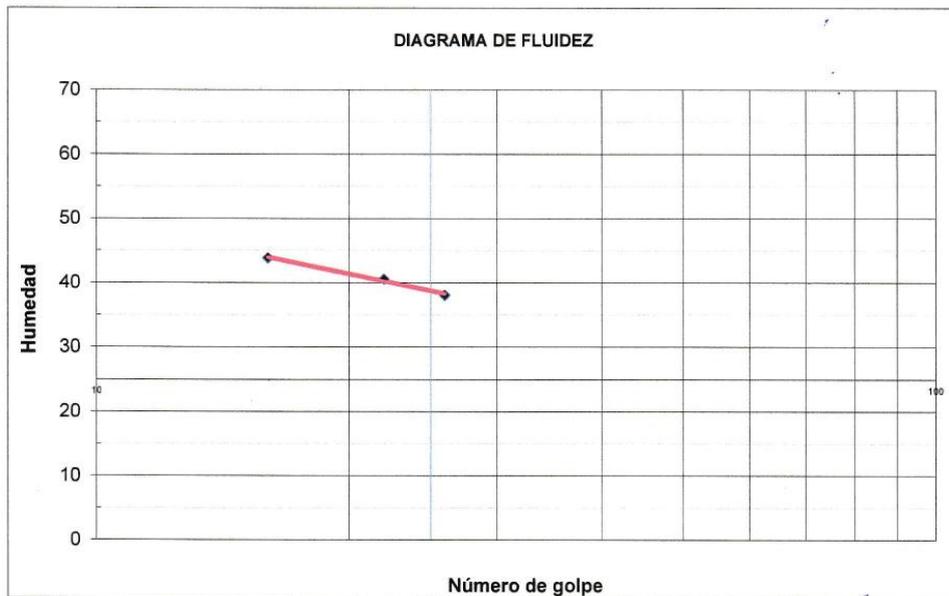
**AUTORES** : BILLY JOHANN S GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 24 DE JULIO DEL 2023

**CALICATA** : C-4

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Tara + suelo húmedo (g)	41.42	42.22	31.17	31.41	34.36	37.11
Tara + suelo seco (g)	35.64	38.63	26.98	29.61	32.85	35.19
Agua (g)	5.78	3.59	4.19	1.80	1.51	1.92
Peso de la tara (g)	22.46	29.78	15.97	21.55	26.06	26.62
% Humedad	43.85	40.56	38.06	22.33	22.24	22.40
No de golpes	16	22	26	-	-	-
Límites (%)	38.73			22.32		
Índice Plástico (%)				16.41		



LÍMITE LÍQUIDO : 38.73  
LÍMITE PLÁSTICO : 22.32  
ÍNDICE PLÁSTICO : 16.41



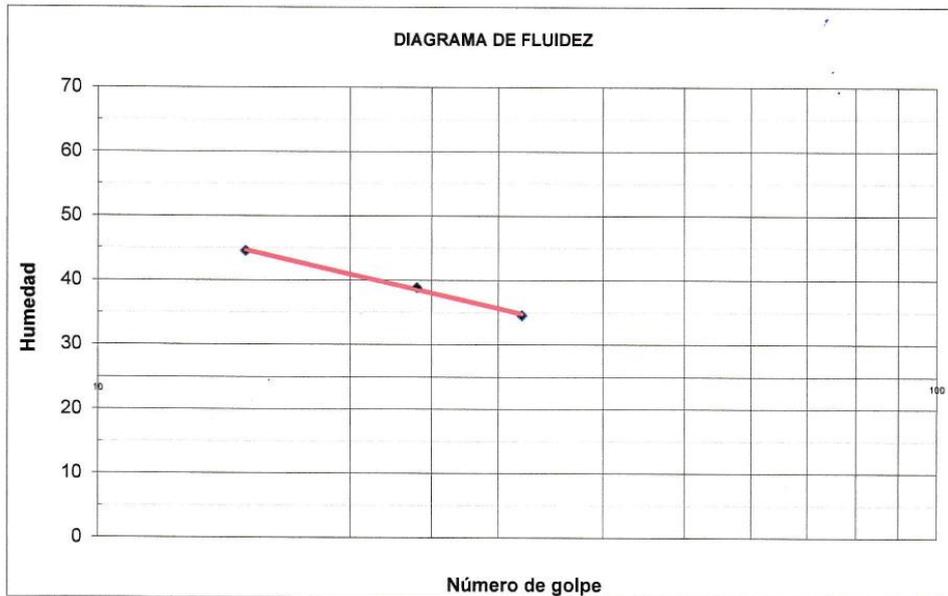
*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Meléndres B. Guevara Olivares*  
Ing. Meléndres B. Guevara Olivares  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
**MTC E 110 - MTC E 111**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA - LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNS GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 24 DE JULIO DEL 2023  
**CALICATA** : C-5

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Tara + suelo húmedo (g)	33.17	37.70	36.22	25.43	26.57	26.49
Tara + suelo seco (g)	27.80	34.79	32.41	24.59	25.30	25.23
Agua (g)	5.37	2.91	3.81	0.84	1.27	1.26
Peso de la tara (g)	15.74	27.30	21.38	20.64	19.30	19.27
% Humedad	44.53	38.85	34.54	21.27	21.17	21.14
No de golpes	15	24	32	-	-	-
Límites (%)	37.98			21.19		
Índice Plástico (%)	16.79					



LÍMITE LÍQUIDO : 37.98  
LÍMITE PLÁSTICO : 21.19  
ÍNDICE PLÁSTICO : 16.79



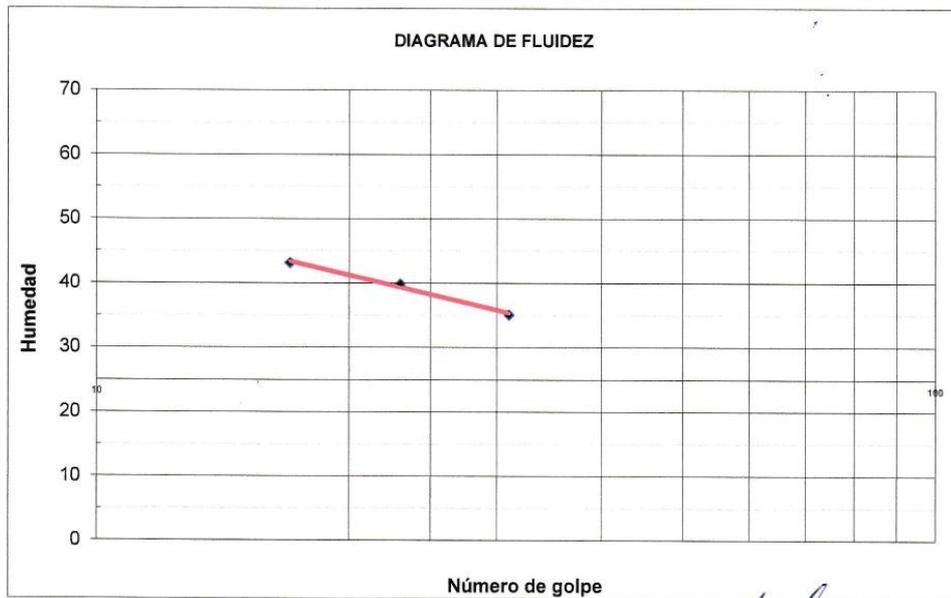
*Gallardo*  
D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes*  
Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
**MTC E 110 - MTC E 111**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA - LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 25 DE JULIO DEL 2023  
**CALICATA** : C-6

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Tara + suelo húmedo (g)	33.61	37.51	40.10	38.61	35.09	34.22
Tara + suelo seco (g)	30.19	32.46	37.41	36.54	33.12	31.70
Agua (g)	3.42	5.05	2.69	2.07	1.97	2.52
Peso de la tara (g)	22.26	19.78	29.74	26.74	23.78	19.75
% Humedad	43.13	39.83	35.07	21.12	21.09	21.09
No de golpes	17	23	31	-	-	-
Límites (%)	38.21			21.10		
Índice Plástico (%)				17.11		



LÍMITE LÍQUIDO : 38.21  
LÍMITE PLÁSTICO : 21.10  
ÍNDICE PLÁSTICO : 17.11

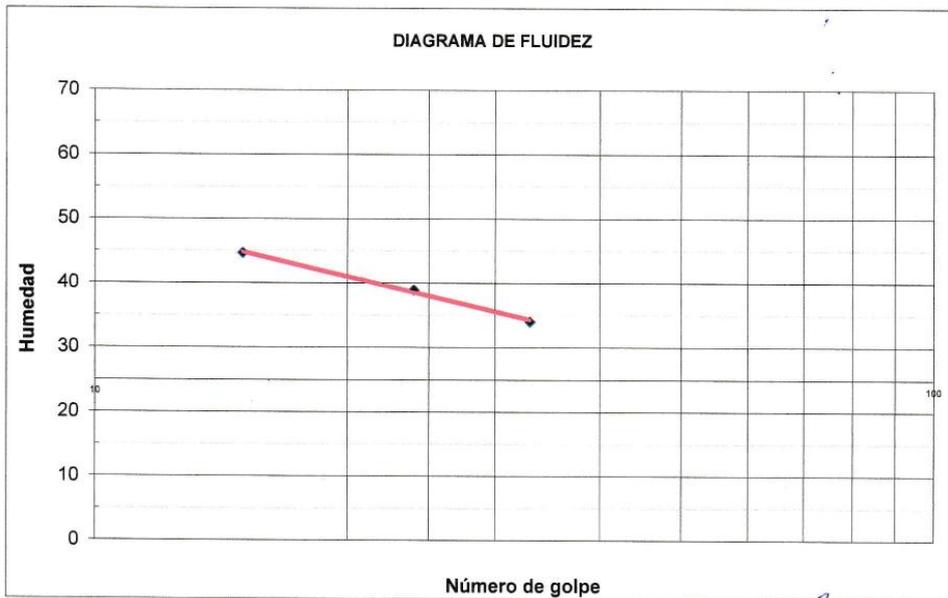
*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Pangua Salazar*  
Mra. Maria Lourdes D. Pangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
**MTC E 110 - MTC E 111**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANN GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 25 DE JULIO DEL 2023  
**CALICATA** : C-7

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Tara + suelo húmedo (g)	33.12	34.30	36.13	25.20	26.63	26.47
Tara + suelo seco (g)	27.83	31.10	32.41	24.43	25.38	25.23
Agua (g)	5.29	3.20	3.72	0.77	1.25	1.24
Peso de la tara (g)	15.98	22.88	21.48	20.81	19.51	19.45
% Humedad	44.64	38.93	34.03	21.27	21.29	21.45
No de golpes	15	24	33	-	-	-
Límites (%)	37.98			21.34		
Índice Plástico (%)				16.64		



LÍMITE LÍQUIDO : 37.98  
 LÍMITE PLÁSTICO : 21.34  
 ÍNDICE PLÁSTICO : 16.64

*Luis D. Gallardo Murga*  
**Luis D. Gallardo Murga**  
 GERENTE GENERAL  
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar*  
**Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar**  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP. 251751

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
MTC E 110 - MTC E 111

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

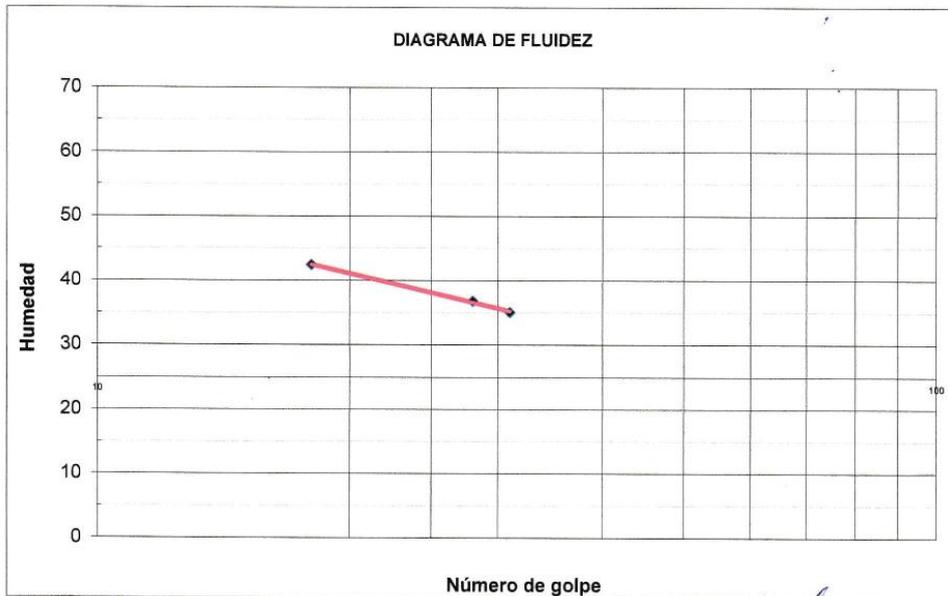
**AUTORES** : BILLY JOHANNS GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 25 DE JULIO DEL 2023

**CALICATA** : C-8

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Tara + suelo húmedo (g)	35.71	38.11	39.40	27.87	31.66	31.60
Tara + suelo seco (g)	31.25	34.98	35.79	26.78	30.12	30.46
Agua (g)	4.46	3.13	3.61	1.09	1.54	1.14
Peso de la tara (g)	20.74	26.47	25.49	21.56	22.75	25.09
% Humedad	42.44	36.78	35.05	20.88	20.90	21.23
No de golpes	18	28	31	-	-	-
Límites (%)	38.09			21.00		
Índice Plástico (%)				17.09		



LÍMITE LÍQUIDO : 38.09  
LÍMITE PLÁSTICO : 21.00  
ÍNDICE PLÁSTICO : 17.09

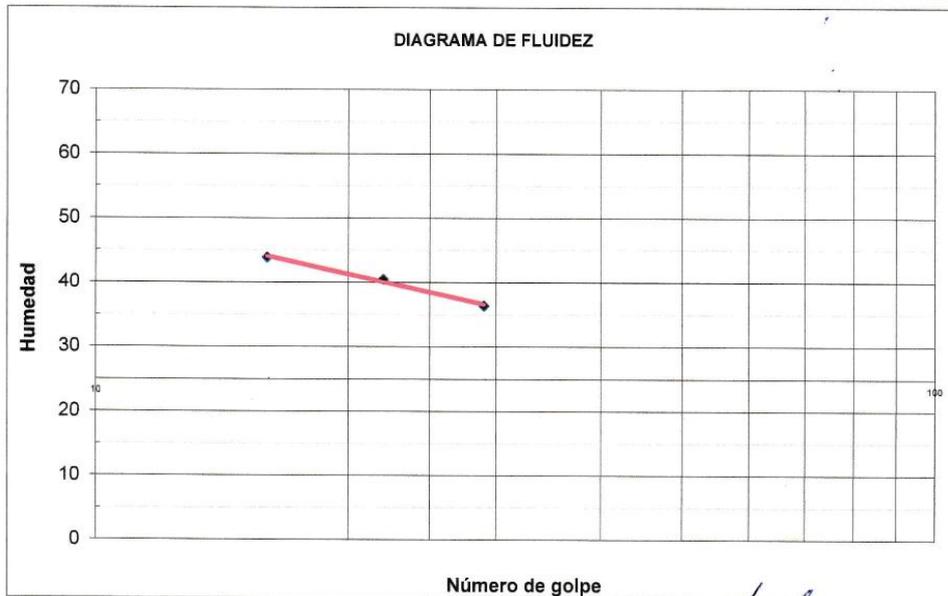
*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*María Lourdes D. Yangua Salazar*  
María Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
MTC E 110 - MTC E 111

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNS GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 25 DE JULIO DEL 2023  
**CALICATA** : C-9

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Tara + suelo húmedo (g)	34.84	32.31	40.33	32.46	28.25	30.41
Tara + suelo seco (g)	30.12	28.89	36.41	31.25	26.79	29.07
Agua (g)	4.72	3.42	3.92	1.21	1.46	1.34
Peso de la tara (g)	19.36	20.44	25.63	25.63	19.94	22.74
% Humedad	43.87	40.47	36.36	21.53	21.31	21.17
No de golpes	16	22	29	-	-	-
Límites (%)	38.45			21.34		
Índice Plástico (%)				17.11		



LÍMITE LÍQUIDO : 38.45  
 LÍMITE PLÁSTICO : 21.34  
 ÍNDICE PLÁSTICO : 17.11

*Luis D. Gallardo Murga*  
 Luis D. Gallardo Murga  
 GERENTE GENERAL  
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
 Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP. 251751

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR HIDROMETRÍA



### INGEMAT GALLARDO SAC

Laboratorio de Estudios Geotécnicos, Suelos, Concreto, Asfalto y Albañilería

#### ANÁLISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO (MTC E 109)

TESIS : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

AUTORES : BILLY JOHANN S GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

UBICACIÓN : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

FECHA : TRUJILLO, 25 DE JULIO DEL 2023

CALICATA : C-1

MUESTRA : M-1

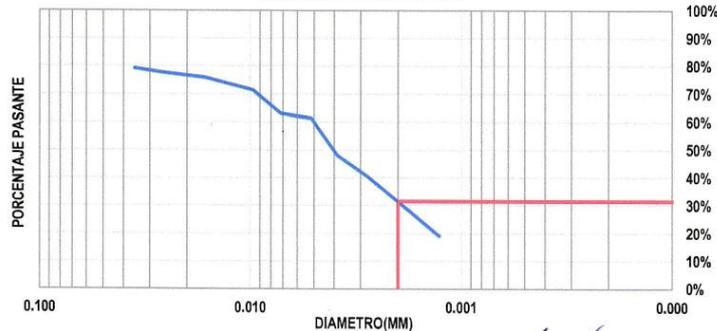
Hidrometro N°:	152 H
Agente Dispersante:	NaPO3
Correccion de cero (Cd):	3.0

Cantidad: 4% en 125ml
Correccion del menisco (Cm): 1.0

Ws	58.4 g
Gs:	2.79
a:	0.972

Fecha	Hora de lectura	Tiempo transcurrido (min)	Temp. °C	Lectura real del hidrometro Rd	Lectura Corregida del hidrometro Rc	% mas Fino	Hidrometro corregido por menisco	L (tabla)	Lt	K (tabla)	D (mm)
07/09/2022	09:03 a. m.	0	22	50	48.6	100.00%	51	7.9	-	0.0126	-
07/09/2022	09:04 a. m.	1	22	49	47.6	79.21%	50	8.1	8.1000	0.0126	0.0360
07/09/2022	09:05 a. m.	2	22	48	46.6	77.54%	49	8.3	4.1500	0.0126	0.0258
07/09/2022	09:08 a. m.	5	22	47	45.6	75.88%	48	8.4	1.6800	0.0126	0.0164
07/09/2022	09:18 a. m.	15	23	44	42.9	71.39%	45	8.9	0.5933	0.0126	0.0097
07/09/2022	09:33 a. m.	30	23	39	37.9	63.07%	40	9.7	0.3233	0.0126	0.0072
07/09/2022	10:03 a. m.	60	23	38	36.9	61.40%	39	9.9	0.1650	0.0126	0.0051
07/09/2022	11:03 a. m.	120	23	30	28.9	48.09%	31	11.2	0.0933	0.0126	0.0039
07/09/2022	01:13 p. m.	250	24	25	24.3	40.44%	26	12.0	0.0480	0.0126	0.0028
08/09/2022	09:03 a. m.	1440	24	12	11.3	18.80%	13	14.2	0.0099	0.0126	0.0013

CURVA GRANULOMETRICA



% de Material	
Arcilla:	31.50%



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

® INDECOPI N° 034506-2021

RUC 20607982971

TRUJILLO - PERU

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 - Trujillo - Celular: 964545765 - Email: ingematgallardo@gmail.com

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO (MTC E 109)**

TESIS : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
 AUTORES : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
 FECHA : TRUJILLO, 25 DE JULIO DEL 2023  
 CALICATA : C-2  
 MUESTRA : M-1

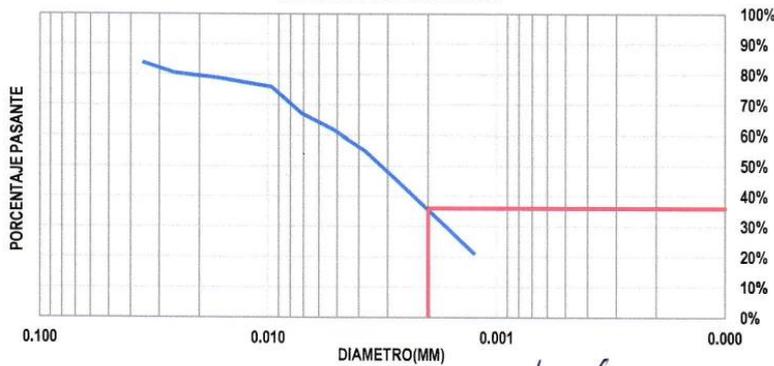
Hidrometro N°:	152 H
Agente Dispersante:	NaPO3
Correccion de cero (Cd):	3.2

Cantidad:	4% en 125ml
Correccion del menisco (Cm):	1.0

Ws	56.0 g
Gs:	2.80
a:	0.971

Fecha	Hora de lectura	Tiempo transcurrido (min)	Temp. °C	Lectura real del hidrometro Rd	Lectura Corregida del hidrometro Rc	% mas Fino	Hidrometro corregido por menisco	L (tabla)	L/t	K (tabla)	D (mm)
07/09/2022	09:03 a. m.	0	22	53	51.4	100.00%	54	7.4	-	0.0126	-
07/09/2022	09:04 a. m.	1	22	50	48.4	83.92%	51	7.9	7.9000	0.0126	0.0355
07/09/2022	09:05 a. m.	2	22	48	46.4	80.45%	49	8.3	4.1500	0.0126	0.0257
07/09/2022	09:08 a. m.	5	22	47	45.4	78.72%	48	8.4	1.6800	0.0126	0.0164
07/09/2022	09:18 a. m.	15	23	45	43.7	75.77%	46	8.8	0.5867	0.0126	0.0097
07/09/2022	09:33 a. m.	30	23	40	38.7	67.10%	41	9.6	0.3200	0.0126	0.0071
07/09/2022	10:03 a. m.	60	23	37	35.7	61.90%	38	10.1	0.1683	0.0126	0.0052
07/09/2022	11:03 a. m.	120	23	33	31.7	54.96%	34	10.7	0.0892	0.0126	0.0038
07/09/2022	01:13 p. m.	250	24	27	26.1	45.25%	28	11.7	0.0468	0.0126	0.0027
08/09/2022	09:03 a. m.	1440	24	13	12.1	20.98%	14	14.0	0.0097	0.0126	0.0012

CURVA GRANULOMETRICA



% de Material	
Arcilla:	36.00%



*Luis D. Gallardo Murga*  
 Luis D. Gallardo Murga  
 GERENTE GENERAL  
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*María Lourdes D. Yangua Salazar*  
 Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP. 251751

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO (MTC E 109)**

TESIS : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
 AUTORES : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
 FECHA : TRUJILLO, 25 DE JULIO DEL 2023  
 CALICATA : C-3  
 MUESTRA : M-1

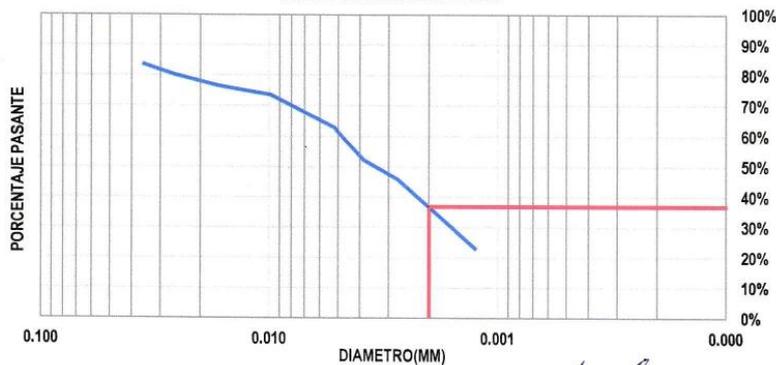
Hidrometro N°:	152 H
Agente Dispersante:	NaPO3
Correccion de cero (Cd):	3.5

Cantidad:	4% en 125ml
Correccion del menisco (Cm):	1.0

Ws	54.7 g
Gs:	2.79
a:	0.972

Fecha	Hora de lectura	Tiempo transcurrido (min)	Temp. °C	Lectura real del hidrometro Rd	Lectura Corregida del hidrometro Rc	% mas Fino	Hidrometro corregido por menisco	L (tabla)	L/t	K (tabla)	D (mm)
07/09/2022	09:03 a. m.	0	22	52	50.1	100.00%	53	7.6	-	0.0126	-
07/09/2022	09:04 a. m.	1	22	49	47.1	83.67%	50	8.1	8.1000	0.0126	0.0360
07/09/2022	09:05 a. m.	2	22	47	45.1	80.12%	48	8.4	4.2000	0.0126	0.0259
07/09/2022	09:08 a. m.	5	22	45	43.1	76.56%	46	8.8	1.7600	0.0126	0.0168
07/09/2022	09:18 a. m.	15	23	43	41.4	73.54%	44	9.1	0.6067	0.0126	0.0099
07/09/2022	09:33 a. m.	30	23	40	38.4	68.22%	41	9.6	0.3200	0.0126	0.0072
07/09/2022	10:03 a. m.	60	23	37	35.4	62.89%	38	10.1	0.1683	0.0126	0.0052
07/09/2022	11:03 a. m.	120	23	31	29.4	52.23%	32	11.1	0.0925	0.0126	0.0038
07/09/2022	01:13 p. m.	250	24	27	25.8	45.83%	28	11.7	0.0468	0.0126	0.0027
08/09/2022	09:03 a. m.	1440	24	14	12.8	22.74%	15	13.8	0.0096	0.0126	0.0012

CURVA GRANULOMETRICA



% de Material	
Arcilla:	36.80%



*Luis D. Gallardo Murga*  
 Luis D. Gallardo Murga  
 GERENTE GENERAL  
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes B. Yangua Salazar*  
 Ing. Maria Lourdes B. Yangua Salazar  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP. 251751

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO (MTC E 109)

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 25 DE JULIO DEL 2023  
**CALICATA** : C-4  
**MUESTRA** : M-1

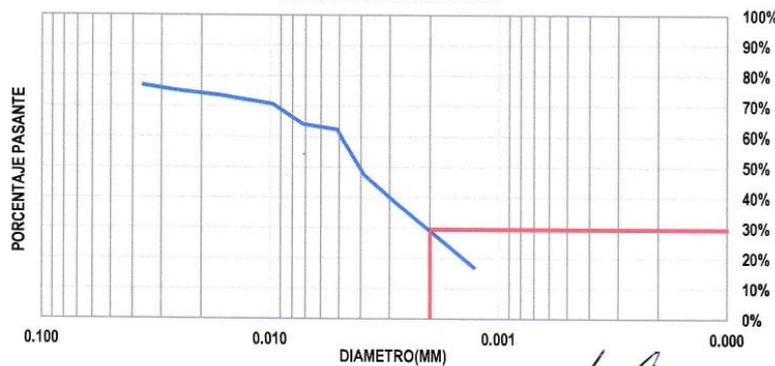
Hidrometro N°:	152 H
Agente Dispersante:	NaPO3
Correccion de cero (Cd):	3.2

Cantidad:	4% en 125ml
Correccion del menisco (Cm):	1.0

Ws	58.8 g
Gs:	2.78
a:	0.974

Fecha	Hora de lectura	Tiempo transcurrido (min)	Temp. °C	Lectura real del hidrometro Rd	Lectura Corregida del hidrometro Rc	% mas Fino	Hidrometro corregido por menisco	L (tabla)	L/t	K (tabla)	D (mm)
07/09/2022	09:03 a. m.	0	22	50	48.4	100.00%	51	7.9	-	0.0127	-
07/09/2022	09:04 a. m.	1	22	48	46.4	76.83%	49	8.3	8.3000	0.0127	0.0365
07/09/2022	09:05 a. m.	2	22	47	45.4	75.17%	48	8.4	4.2000	0.0127	0.0260
07/09/2022	09:08 a. m.	5	22	46	44.4	73.51%	47	8.6	1.7200	0.0127	0.0166
07/09/2022	09:18 a. m.	15	23	44	42.7	70.70%	45	8.9	0.5933	0.0127	0.0098
07/09/2022	09:33 a. m.	30	23	40	38.7	64.08%	41	9.6	0.3200	0.0127	0.0072
07/09/2022	10:03 a. m.	60	23	39	37.7	62.42%	40	9.7	0.1617	0.0127	0.0051
07/09/2022	11:03 a. m.	120	23	30	28.7	47.52%	31	11.2	0.0933	0.0127	0.0039
07/09/2022	01:13 p. m.	250	24	24	23.1	38.25%	25	12.2	0.0488	0.0127	0.0028
08/09/2022	09:03 a. m.	1440	24	11	10.1	16.72%	12	14.3	0.0099	0.0127	0.0013

CURVA GRANULOMETRICA



% de Material	
Arcilla:	29.50%



Luis D. Gallardo Murga  
 GERENTE GENERAL  
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.

Ing. Marie Lourdes D. Yangua Salazar  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP. 251751

® INDECOPI N° 034506-2021

RUC 20607982971

TRUJILLO - PERU

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 - Trujillo - Celular: 964545765 - Email: ingematgallardo@gmail.com

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO (MTC E 109)**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 26 DE JULIO DEL 2023

**CALICATA** : C-5

**MUESTRA** : M-1

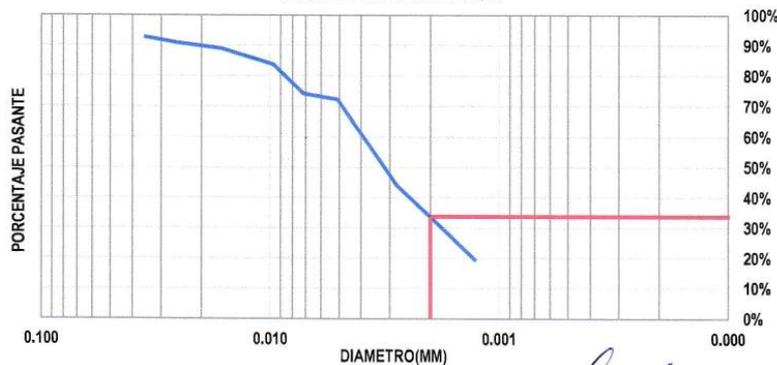
Hidrometro N°:	152 H
Agente Dispersante:	NaPO3
Correccion de cero (Cd):	3.3

Cantidad:	4% en 125ml
Correccion del menisco (Cm):	1.0

Ws	50.6 g
Gs:	2.79
a:	0.973

Fecha	Hora de lectura	Tiempo transcurrido (min)	Temp. °C	Lectura real del hidrometro Rd	Lectura Corregida del hidrometro Rc	% mas Fino	Hidrometro corregido por menisco	L (tabla)	Lt	K (tabla)	D (mm)
07/09/2022	09:03 a. m.	0	22	51	49.3	100.00%	52	7.8	-	0.0127	-
07/09/2022	09:04 a. m.	1	22	50	48.3	92.79%	51	7.9	7.9000	0.0127	0.0356
07/09/2022	09:05 a. m.	2	22	49	47.3	90.87%	50	8.1	4.0500	0.0127	0.0255
07/09/2022	09:08 a. m.	5	22	48	46.3	88.95%	49	8.3	1.6600	0.0127	0.0163
07/09/2022	09:18 a. m.	15	23	45	43.6	83.76%	46	8.8	0.5867	0.0127	0.0097
07/09/2022	09:33 a. m.	30	23	40	38.6	74.16%	41	9.6	0.3200	0.0127	0.0072
07/09/2022	10:03 a. m.	60	23	39	37.6	72.24%	40	9.7	0.1617	0.0127	0.0051
07/09/2022	11:03 a. m.	120	23	32	30.6	58.79%	33	10.9	0.0908	0.0127	0.0038
07/09/2022	01:13 p. m.	250	24	24	23.0	44.19%	25	12.2	0.0488	0.0127	0.0028
08/09/2022	09:03 a. m.	1440	24	11	10.0	19.21%	12	14.3	0.0099	0.0127	0.0013

**CURVA GRANULOMETRICA**



% de Material	
Arcilla:	33.70%



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO (MTC E 109)**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 26 DE JULIO DEL 2023  
**CALICATA** : C-6  
**MUESTRA** : M-1

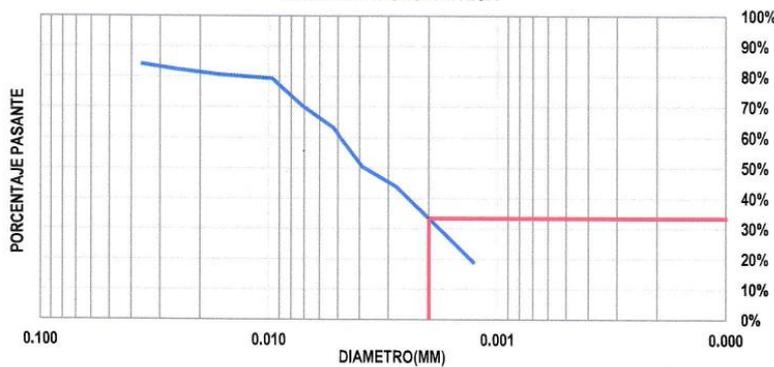
Hidrometro N°:	152 H
Agente Dispersante:	NaPO3
Correccion de cero (Cd):	3.0

Cantidad:	4% en 125ml
Correccion del menisco (Cm):	1.0

Ws	53.8 g
Gs:	2.79
a:	0.972

Fecha	Hora de lectura	Tiempo transcurrido (min)	Temp. °C	Lectura real del hidrometro Rd	Lectura Corregida del hidrometro Rc	% mas Fino	Hidrometro corregido por menisco	L (tabla)	Lt	K (tabla)	D (mm)
07/09/2022	09:03 a. m.	0	22	50	48.6	100.00%	51	7.9	-	0.0126	-
07/09/2022	09:04 a. m.	1	22	48	46.6	84.23%	49	8.3	8.3000	0.0126	0.0364
07/09/2022	09:05 a. m.	2	22	47	45.6	82.43%	48	8.4	4.2000	0.0126	0.0259
07/09/2022	09:08 a. m.	5	22	46	44.6	80.62%	47	8.5	1.7200	0.0126	0.0166
07/09/2022	09:18 a. m.	15	23	45	43.9	79.35%	46	8.8	0.5867	0.0126	0.0097
07/09/2022	09:33 a. m.	30	23	40	38.9	70.32%	41	9.6	0.3200	0.0126	0.0072
07/09/2022	10:03 a. m.	60	23	36	34.9	63.08%	37	10.2	0.1700	0.0126	0.0052
07/09/2022	11:03 a. m.	120	23	29	27.9	50.43%	30	11.4	0.0950	0.0126	0.0039
07/09/2022	01:13 p. m.	250	24	25	24.3	43.92%	26	12.0	0.0480	0.0126	0.0028
08/09/2022	09:03 a. m.	1440	24	11	10.3	18.62%	12	14.3	0.0099	0.0126	0.0013

CURVA GRANULOMETRICA



% de Material	
Arcilla:	33.40%



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO (MTC E 109)**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 26 DE JULIO DEL 2023  
**CALICATA** : C-7  
**MUESTRA** : M-1

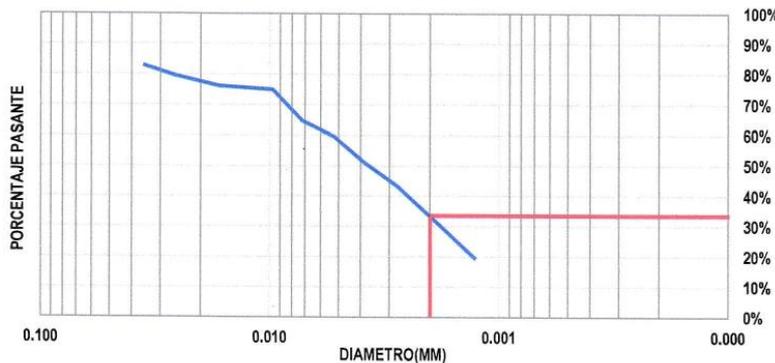
Hidrometro N°:	152 H
Agente Dispersante:	NaPO3
Correccion de cero (Cd):	3.0

Cantidad:	4% en 125ml
Correccion del menisco (Cm):	1.0

Ws	57.1 g
Gs:	2.78
a:	0.974

Fecha	Hora de lectura	Tiempo transcurrido (min)	Temp. °C	Lectura real del hidrometro Rd	Lectura Corregida del hidrometro Rc	% mas Fino	Hidrometro corregido por menisco	L (tabla)	L/t	K (tabla)	D (mm)
07/09/2022	09:03 a. m.	0	22	51	49.6	100.00%	52	7.8	-	0.0127	-
07/09/2022	09:04 a. m.	1	22	50	48.6	82.92%	51	7.9	7.9000	0.0127	0.0357
07/09/2022	09:05 a. m.	2	22	48	46.6	79.51%	49	8.3	4.1500	0.0127	0.0258
07/09/2022	09:08 a. m.	5	22	46	44.6	76.10%	47	8.6	1.7200	0.0127	0.0166
07/09/2022	09:18 a. m.	15	23	45	43.9	74.91%	46	8.8	0.5867	0.0127	0.0097
07/09/2022	09:33 a. m.	30	23	39	37.9	64.67%	40	9.7	0.3233	0.0127	0.0072
07/09/2022	10:03 a. m.	60	23	36	34.9	59.55%	37	10.2	0.1700	0.0127	0.0052
07/09/2022	11:03 a. m.	120	23	31	29.9	51.02%	32	11.1	0.0925	0.0127	0.0039
07/09/2022	01:13 p. m.	250	24	26	25.3	43.17%	27	11.9	0.0476	0.0127	0.0028
08/09/2022	09:03 a. m.	1440	24	12	11.3	19.28%	13	14.2	0.0099	0.0127	0.0013

**CURVA GRANULOMETRICA**



% de Material	
Arcilla:	33.50%



*Luis D. Gallardo Murga*  
**Luis D. Gallardo Murga**  
 GERENTE GENERAL  
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
 Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP. 251751

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO (MTC E 109)**

TESIS : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
 AUTORES : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
 FECHA : TRUJILLO, 26 DE JULIO DEL 2023  
 CALICATA : C-8  
 MUESTRA : M-1

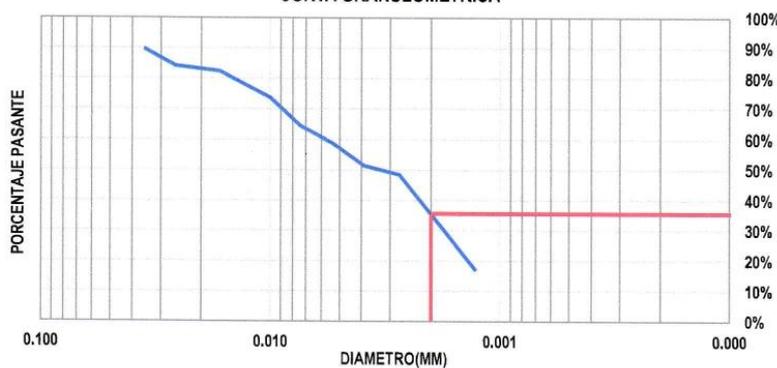
Hidrometro N°:	152 H
Agente Dispersante:	NaPO3
Correccion de cero (Cd):	3.2

Cantidad:	4% en 125ml
Correccion del menisco (Cm):	1.0

Ws	52.5 g
Gs:	2.78
a:	0.974

Fecha	Hora de lectura	Tiempo transcurrido (min)	Temp. °C	Lectura real del hidrometro Rd	Lectura Corregida del hidrometro Rc	% mas Fino	Hidrometro corregido por menisco	L (tabla)	Lft	K (tabla)	D (mm)
07/09/2022	09:03 a. m.	0	22	51	49.4	100.00%	52	7.8	-	0.0127	-
07/09/2022	09:04 a. m.	1	22	50	48.4	89.76%	51	7.9	7.9000	0.0127	0.0356
07/09/2022	09:05 a. m.	2	22	47	45.4	84.19%	48	8.4	4.2000	0.0127	0.0260
07/09/2022	09:08 a. m.	5	22	46	44.4	82.34%	47	8.6	1.7200	0.0127	0.0166
07/09/2022	09:18 a. m.	15	23	41	39.7	73.62%	42	9.4	0.6267	0.0127	0.0100
07/09/2022	09:33 a. m.	30	23	36	34.7	64.35%	37	10.2	0.3400	0.0127	0.0074
07/09/2022	10:03 a. m.	60	23	33	31.7	58.79%	34	10.7	0.1783	0.0127	0.0054
07/09/2022	11:03 a. m.	120	23	29	27.7	51.37%	30	11.4	0.0950	0.0127	0.0039
07/09/2022	01:13 p. m.	250	24	27	26.1	48.40%	28	11.7	0.0468	0.0127	0.0027
08/09/2022	09:03 a. m.	1440	24	10	9.1	16.88%	11	14.5	0.0101	0.0127	0.0013

CURVA GRANULOMETRICA



% de Material	
Arcilla:	35.60%



*Luis D. Gallardo Murga*  
 Luis D. Gallardo Murga  
 GERENTE GENERAL  
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*María Lourdes D. Yangua Salazar*  
 Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP. 251751

® INDECOPI N° 034506-2021

RUC 20607982971

TRUJILLO - PERU

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 - Trujillo - Celular: 964545765 - Email: ingematgallardo@gmail.com

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR MEDIO DEL HIDROMETRO (MTC E 109)**

TESIS : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
 AUTORES : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
 FECHA : TRUJILLO, 26 DE JULIO DEL 2023  
 CALICATA : C-9  
 MUESTRA : M-1

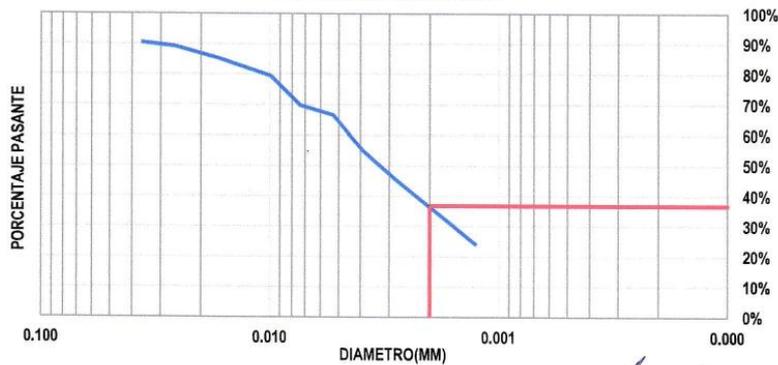
Hidrometro N°:	152 H
Agente Dispersante:	NaPO3
Correccion de cero (Cd):	3.0

Cantidad:	4% en 125ml
Correccion del menisco (Cm):	1.0

Ws	50.1 g
Gs:	2.79
a:	0.973

Fecha	Hora de lectura	Tiempo transcurrido (min)	Temp. °C	Lectura real del hidrometro Rd	Lectura Corregida del hidrometro Rc	% mas Fino	Hidrometro corregido por menisco	L (tabla)	L/t	K (tabla)	D (mm)
07/09/2022	09:03 a. m.	0	22	49	47.6	100.00%	50	8.1	-	0.0127	-
07/09/2022	09:04 a. m.	1	22	48	46.6	90.49%	49	8.3	8.3000	0.0127	0.0365
07/09/2022	09:05 a. m.	2	23	47	45.9	89.13%	48	8.4	4.2000	0.0127	0.0259
07/09/2022	09:08 a. m.	5	23	45	43.9	85.24%	46	8.8	1.7600	0.0127	0.0168
07/09/2022	09:18 a. m.	15	23	42	40.9	79.42%	43	9.2	0.6133	0.0127	0.0099
07/09/2022	09:33 a. m.	30	23	37	35.9	69.71%	38	10.1	0.3367	0.0127	0.0073
07/09/2022	10:03 a. m.	60	24	35	34.3	66.60%	36	10.4	0.1733	0.0127	0.0053
07/09/2022	11:03 a. m.	120	24	29	28.3	54.95%	30	11.4	0.0950	0.0127	0.0039
07/09/2022	01:13 p. m.	250	24	24	23.3	45.24%	25	12.2	0.0488	0.0127	0.0028
08/09/2022	09:03 a. m.	1440	24	13	12.3	23.88%	14	14.0	0.0097	0.0127	0.0012

CURVA GRANULOMETRICA



% de Material	
Arcilla:	36.80%



Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

Ing. Maria Lourdes Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

® INDECOPI N° 034506-2021

RUC 20607982971

TRUJILLO - PERU

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 - Trujillo - Celular: 964545765 - Email: ingematgallardo@gmail.com

## GRAVEDAD ESPECIFICA



### INGEMAT GALLARDO SAC

Laboratorio de Estudios Geotécnicos, Suelos, Concreto, Asfalto y Albañilería

#### GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS MTC E 113

<b>TESIS</b>	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023
<b>AUTORES</b>	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES
<b>UBICACIÓN</b>	: DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC
<b>FECHA</b>	: TRUJILLO, 24 DE JULIO DEL 2023
<b>CALICATA</b>	: C-1
<b>MUESTRA</b>	: M-1

Descripcion	Unidad	Valor
Picnómetro	Nº	1
Capacidad del picnómetro	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del picnómetro	g	156.12
Peso del picnómetro + suelo seco	g	215.74
Peso del suelo seco	g	59.62
Peso del picnómetro + suelo + agua	g	676.63
Peso del picnómetro+ agua a C.T.	g	638.91
Peso del picnómetro+ agua a Temp. Ensayo	g	638.37
Temperatura del ensayo	° C	20.50
Gravedad especifica a Temp. ensayo	g/cm <sup>3</sup>	2.791
Coefficiente de Temperatura (K)	---	0.99989
Gravedad especifica a 20 °C	g/cm <sup>3</sup>	2.791



*Gallardo*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maliyacuque*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

® INDECOPI N° 034506-2021

RUC 20607982971

TRUJILLO - PERU

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 - Trujillo - Celular: 964545765 - Email: ingematgallardo@gmail.com

**GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS**  
**MTC E 113**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 24 DE JULIO DEL 2023

**CALICATA** : C-2

**MUESTRA** : M-1

Descripcion	Unidad	Valor
Picnómetro	Nº	1
Capacidad del picnómetro	cm3	500.00
Peso del picnómetro	gr	155.98
Peso del picnómetro + suelo seco	gr	214.91
Peso del suelo seco	gr	58.93
Peso del picnómetro + suelo + agua	gr	695.54
Peso del picnómetro+ agua a C.T.	gr	658.23
Peso del picnómetro+ agua a Temp. Ensayo	gr	657.69
Temperatura del ensayo	° C	20.50
Gravedad especifica a Temp. ensayo	g/cm3	2.796
Coficiente de Temperatura (K)	---	0.99985
Gravedad especifica a 20 °C	g/cm3	2.795



*Gallardo*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Marie Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Marie Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS**  
**MTC E 113**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 24 DE JULIO DEL 2023

**CALICATA** : C-3

**MUESTRA** : M-1

Descripción	Unidad	Valor
Picnómetro	Nº	1
Capacidad del picnómetro	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del picnómetro	kg	159.00
Peso del picnómetro + suelo seco	kg	216.81
Peso del suelo seco	kg	57.81
Peso del picnómetro + suelo + agua	kg	699.38
Peso del picnómetro+ agua a C.T.	kg	662.65
Peso del picnómetro+ agua a Temp. Ensayo	kg	662.29
Temperatura del ensayo	° C	20.50
Gravedad especifica a Temp. ensayo	g/cm <sup>3</sup>	2.790
Coficiente de Temperatura (K)	---	0.99985
Gravedad especifica a 20 °C	g/cm <sup>3</sup>	2.790



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Marié Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Marié Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS**  
**MTC E 113**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA  
SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE  
BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 25 DE JULIO DEL 2023

**CALICATA** : C-4

**MUESTRA** : M-1

Descripcion	Unidad	Valor
Picnómetro	N°	1
Capacidad del picnómetro	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del picnómetro	g	156.09
Peso del picnómetro + suelo seco	g	201.28
Peso del suelo seco	g	45.19
Peso del picnómetro + suelo + agua	g	701.03
Peso del picnómetro+ agua a C.T.	g	671.77
Peso del picnómetro+ agua a Temp. Ensayo	g	672.10
Temperatura del ensayo	° C	20.50
Gravedad especifica a Temp. ensayo	g/cm <sup>3</sup>	2.779
Coefficiente de Temperatura (K)	---	0.99987
Gravedad especifica a 20 °C	g/cm <sup>3</sup>	2.779



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS**  
**MTC E 113**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 25 DE JULIO DEL 2023

**CALICATA** : C-5

**MUESTRA** : M-1

Descripcion	Unidad	Valor
Picnómetro	Nº	1
Capacidad del picnómetro	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del picnómetro	g	159.09
Peso del picnómetro + suelo seco	g	218.96
Peso del suelo seco	g	59.87
Peso del picnómetro + suelo + agua	g	703.41
Peso del picnómetro+ agua a C.T.	g	665.41
Peso del picnómetro+ agua a Temp. Ensayo	g	665.03
Temperatura del ensayo	° C	20.50
Gravedad especifica a Temp. ensayo	g/cm <sup>3</sup>	2.786
Coficiente de Temperatura (K)	---	0.99989
<b>Gravedad especifica a 20 °C</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>	<b>2.786</b>



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS**  
**MTC E 113**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 25 DE JULIO DEL 2023

**CALICATA** : C-6

**MUESTRA** : M-1

Descripcion	Unidad	Valor
Picnómetro	Nº	1
Capacidad del picnómetro	cm3	500.00
Peso del picnómetro	g	156.05
Peso del picnómetro + suelo seco	g	209.49
Peso del suelo seco	g	53.44
Peso del picnómetro + suelo + agua	g	698.41
Peso del picnómetro+ agua a C.T.	g	663.41
Peso del picnómetro+ agua a Temp. Ensayo	g	664.12
Temperatura del ensayo	° C	20.50
Gravedad especifica a Temp. ensayo	g/cm3	2.791
Coefficiente de Temperatura (K)	---	0.99989
<b>Gravedad especifica a 20 °C</b>	<b>g/cm3</b>	<b>2.790</b>



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS**  
**MTC E 113**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 26 DE JULIO DEL 2023

**CALICATA** : C-7

**MUESTRA** : M-1

Descripcion	Unidad	Valor
Picnómetro	Nº	1
Capacidad del picnómetro	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del picnómetro	g	159.02
Peso del picnómetro + suelo seco	g	212.39
Peso del suelo seco	g	53.37
Peso del picnómetro + suelo + agua	g	680.53
Peso del picnómetro+ agua a C.T.	g	646.85
Peso del picnómetro+ agua a Temp. Ensayo	g	646.36
Temperatura del ensayo	° C	20.50
Gravedad especifica a Temp. ensayo	g/cm <sup>3</sup>	2.780
Coefficiente de Temperatura (K)	---	0.99991
Gravedad especifica a 20 °C	g/cm <sup>3</sup>	2.779



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes A. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes A. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

® INDECOPI N° 034506-2021

RUC 20607982971

TRUJILLO - PERU

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 - Trujillo - Celular: 964545765 - Email: ingematgallardo@gmail.com

**GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS**  
**MTC E 113**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 26 DE JULIO DEL 2023

**CALICATA** : C-8

**MUESTRA** : M-1

Descripcion	Unidad	Valor
Picnómetro	Nº	1
Capacidad del picnómetro	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del picnómetro	g	159.11
Peso del picnómetro + suelo seco	g	208.94
Peso del suelo seco	g	49.83
Peso del picnómetro + suelo + agua	g	706.32
Peso del picnómetro+ agua a C.T.	g	675.04
Peso del picnómetro+ agua a Temp. Ensayo	g	674.40
Temperatura del ensayo	° C	20.50
Gravedad especifica a Temp. ensayo	g/cm <sup>3</sup>	2.782
Coefficiente de Temperatura (K)	---	0.99989
Gravedad especifica a 20 °C	g/cm <sup>3</sup>	2.782



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**GRAVEDAD ESPECIFICA DE SOLIDOS**  
**MTC E 113**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 26 DE JULIO DEL 2023

**CALICATA** : C-9

**MUESTRA** : M-1

Descripcion	Unidad	Valor
Picnómetro	Nº	1
Capacidad del picnómetro	cm <sup>3</sup>	500.00
Peso del picnómetro	g	156.01
Peso del picnómetro + suelo seco	g	209.31
Peso del suelo seco	g	53.30
Peso del picnómetro + suelo + agua	g	679.45
Peso del picnómetro+ agua a C.T.	g	645.90
Peso del picnómetro+ agua a Temp. Ensayo	g	645.28
Temperatura del ensayo	° C	20.50
Gravedad especifica a Temp. ensayo	g/cm <sup>3</sup>	2.786
Coefficiente de Temperatura (K)	---	0.99987
Gravedad especifica a 20 °C	g/cm <sup>3</sup>	2.786



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**PROPIEDADES FÍSICAS**

**LÍMITES DE ATTERBERG**



**INGEMAT GALLARDO SAC**

Laboratorio de Estudios Geotécnicos, Suelos, Concreto, Asfalto y Albañilería

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
**MTC E 110 - MTC E 111**

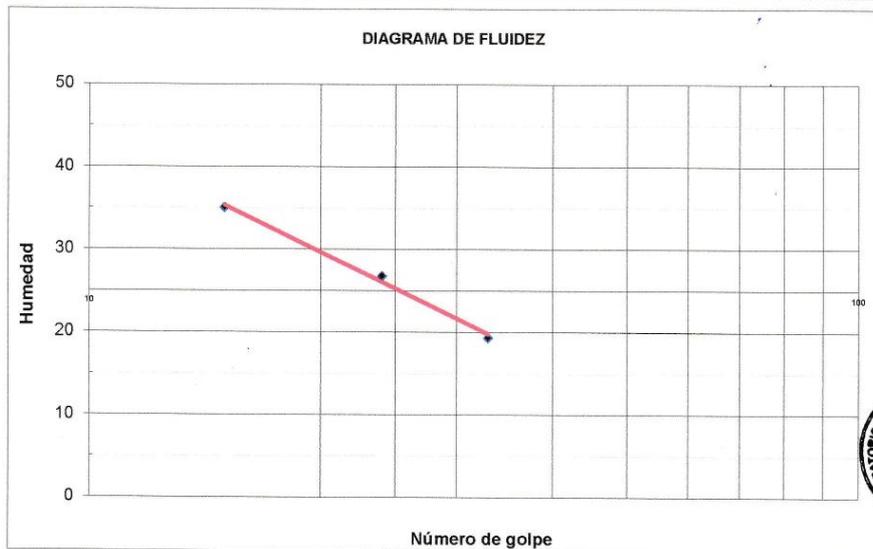
**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANN'S GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 28 DE JULIO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 4% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-1

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Tara + suelo húmedo (g)	32.98	34.22	34.08	23.63	25.72	25.52
Tara + suelo seco (g)	29.03	31.00	31.71	23.22	25.34	25.05
Agua (g)	3.95	3.22	2.37	0.41	0.38	0.47
Peso de la tara (g)	17.76	18.96	19.48	20.18	22.40	21.31
% Humedad	35.05	26.74	19.38	13.49	12.93	12.57
No de golpes	15	24	33	-	-	-
Límites (%)	25.26			12.99		
Índice Plástico (%)	12.26					



LÍMITE LÍQUIDO : 25.26  
 LÍMITE PLÁSTICO : 12.99  
 ÍNDICE PLÁSTICO : 12.26

*Luis D. Gallardo Murga*  
 Luis D. Gallardo Murga  
 GERENTE GENERAL  
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar*  
 Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP: 251751

® INDECOPI N° 034506-2021

RUC 20607982971

TRUJILLO - PERU

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 - Trujillo - Celular: 964545765 - Email: ingematgallardo@gmail.com

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
MTC E 110 - MTC E 111

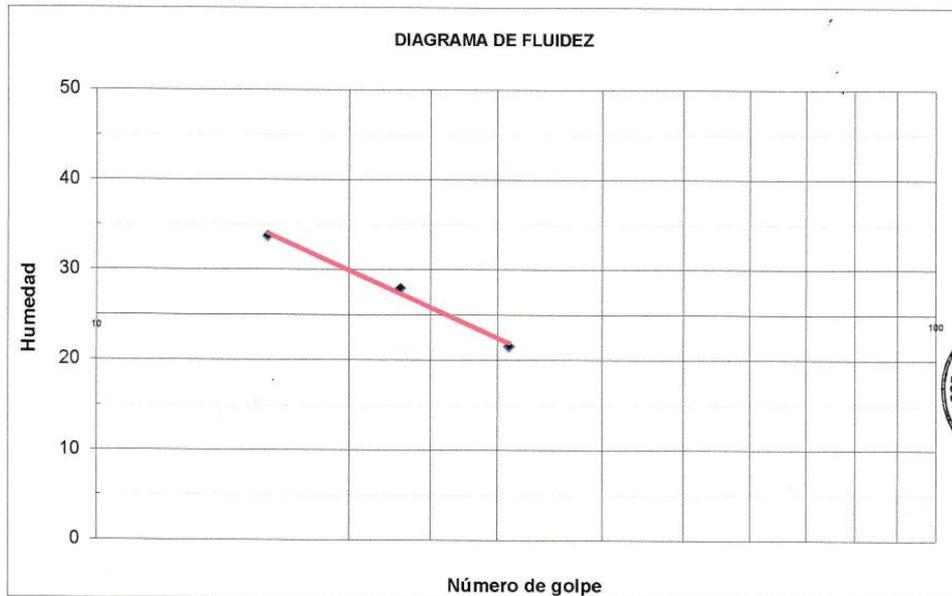
**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANN S GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 28 DE JULIO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 4% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-2

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Tara + suelo húmedo (g)	32.98	34.64	34.53	24.15	24.56	24.46
Tara + suelo seco (g)	29.01	30.98	31.79	23.97	24.24	24.21
Agua (g)	3.97	3.66	2.74	0.18	0.32	0.25
Peso de la tara (g)	17.25	17.88	19.07	22.58	21.96	22.34
% Humedad	33.76	27.94	21.54	13.03	13.94	13.27
No de golpes	16	23	31	-	-	-
Límites (%)	25.82			13.41		
Índice Plástico (%)	12.41					



LÍMITE LÍQUIDO : 25.82  
LÍMITE PLÁSTICO : 13.41  
ÍNDICE PLÁSTICO : 12.41

*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
MTC E 110 - MTC E 111

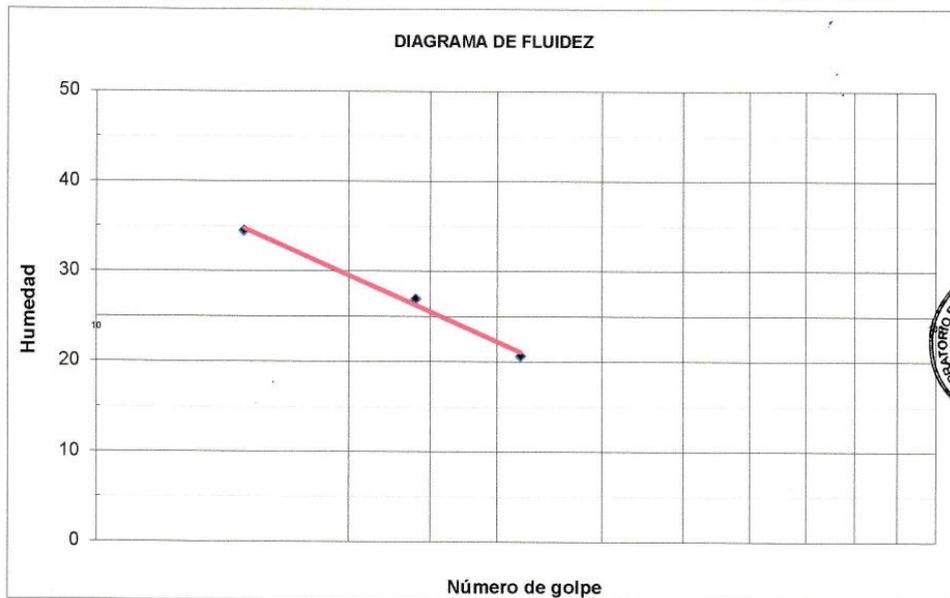
**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANN S GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 28 DE JULIO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 4% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-3

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Tara + suelo húmedo (g)	33.39	35.87	40.35	25.74	25.77	24.08
Tara + suelo seco (g)	28.91	32.47	37.50	25.29	25.41	23.56
Agua (g)	4.48	3.40	2.85	0.45	0.36	0.52
Peso de la tara (g)	12.99	12.62	13.82	22.01	22.52	19.65
% Humedad	34.49	26.94	20.62	13.72	12.46	13.30
No de golpes	15	24	32	-	-	-
Límites (%)	25.51			13.16		
Índice Plástico (%)	12.36					



LÍMITE LÍQUIDO : 25.51  
LÍMITE PLÁSTICO : 13.16  
ÍNDICE PLÁSTICO : 12.36

*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP: 251751

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
**MTC E 110 - MTC E 111**

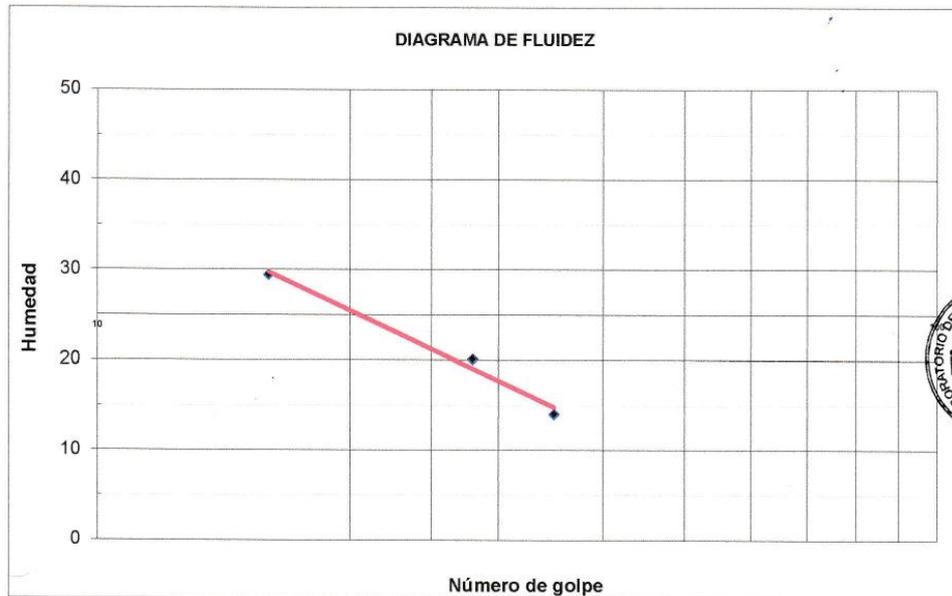
TESIS : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
 AUTORES : BILLY JOHANNS GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
 FECHA : TRUJILLO, 29 DE JULIO DEL 2023

DATOS:

Dosificación: 8% Biorresiduo grasa de porcino

Muestra: M-1

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Tara + suelo húmedo (g)	31.58	34.35	34.24	26.43	25.24	25.19
Tara + suelo seco (g)	28.04	31.50	32.29	25.97	24.94	24.83
Agua (g)	3.54	2.85	1.95	0.46	0.30	0.36
Peso de la tara (g)	16.01	17.32	18.40	21.99	22.36	21.81
% Humedad	29.43	20.10	14.04	11.56	11.63	11.92
No de golpes	16	28	35	-	-	-
Límites (%)	21.21			11.70		
Índice Plástico (%)	9.51					



LÍMITE LÍQUIDO : 21.21  
 LÍMITE PLÁSTICO : 11.70  
 ÍNDICE PLÁSTICO : 9.51

*Gallardo*  
 Luis D. Gallardo Murga  
 GERENTE GENERAL  
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Yangua*  
 Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP: 251751

® INDECOPI N° 034506-2021

RUC 20607982971

TRUJILLO - PERU

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 - Trujillo - Celular: 964545765 - Email: ingematgallardo@gmail.com

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
**MTC E 110 - MTC E 111**

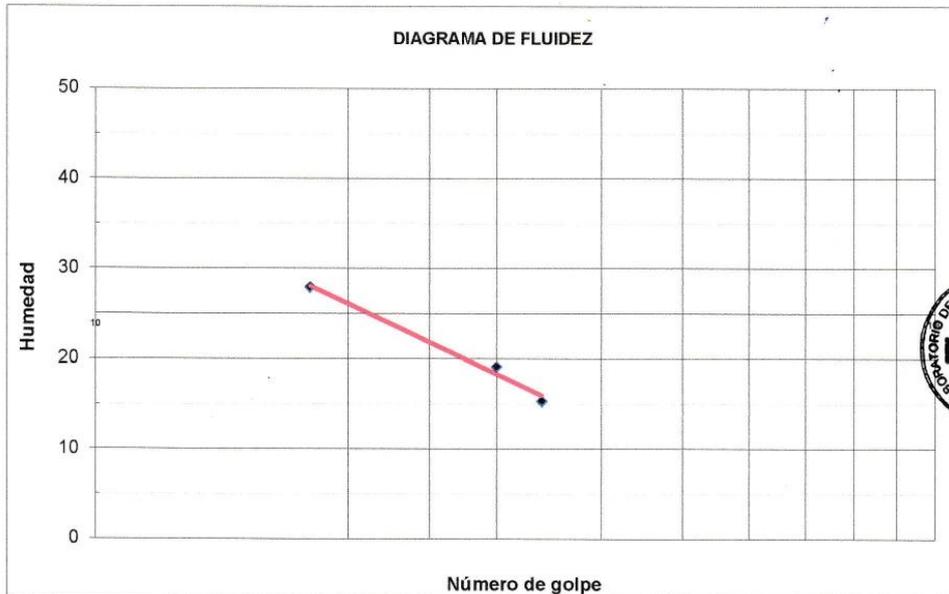
**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNS GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 29 DE JULIO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 8% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-2

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Tara + suelo húmedo (g)	31.32	34.96	34.66	24.52	27.66	28.60
Tara + suelo seco (g)	28.08	32.61	33.17	23.87	27.36	28.11
Agua (g)	3.24	2.35	1.49	0.65	0.30	0.49
Peso de la tara (g)	16.48	20.33	23.44	18.45	24.89	23.99
% Humedad	27.93	19.14	15.31	11.99	12.15	11.89
No de golpes	18	30	34	-	-	-
Límites (%)	21.82			12.01		
Índice Plástico (%)				9.81		



LÍMITE LÍQUIDO : 21.82  
LÍMITE PLÁSTICO : 12.01  
ÍNDICE PLÁSTICO : 9.81

*Gallardo*  
**Luis D. Gallardo Murga**  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*María Lourdes*  
**Ing. María Lourdes Yangua Salazar**  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
**MTC E 110 - MTC E 111**

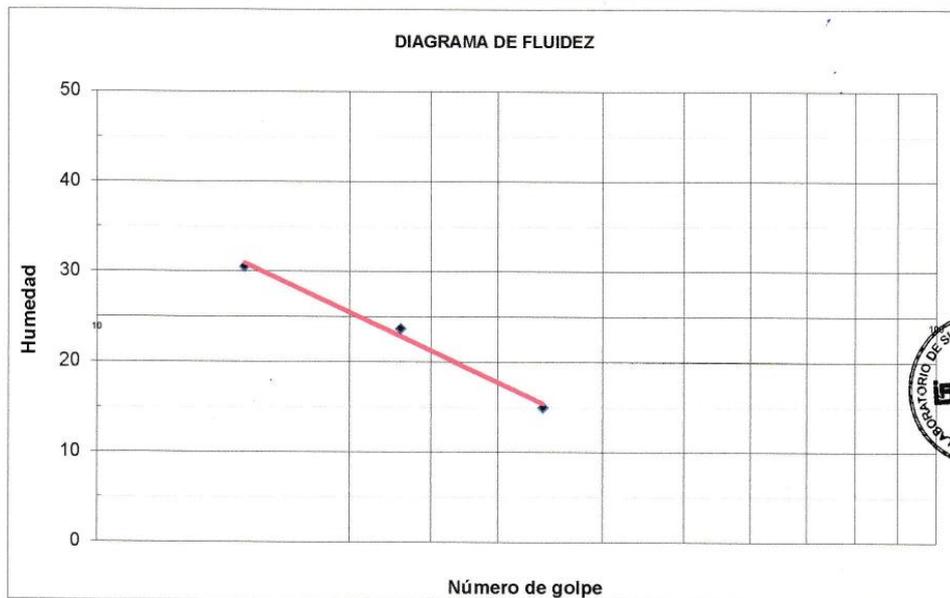
**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNS GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 29 DE JULIO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 8% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-3

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Tara + suelo húmedo (g)	31.31	34.57	33.65	23.51	25.44	28.24
Tara + suelo seco (g)	28.21	32.15	32.20	23.26	25.23	27.59
Agua (g)	3.10	2.42	1.45	0.25	0.21	0.65
Peso de la tara (g)	18.06	21.92	22.53	21.11	23.41	22.02
% Humedad	30.54	23.66	14.99	11.64	11.54	11.67
No de golpes	15	23	34	-	-	-
Límites (%)	21.25			11.61		
Índice Plástico (%)				9.64		



LÍMITE LÍQUIDO : 21.25  
LÍMITE PLÁSTICO : 11.61  
ÍNDICE PLÁSTICO : 9.64

*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Marta Lourdes D. Yangua Salazar*  
Marta Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
**MTC E 110 - MTC E 111**

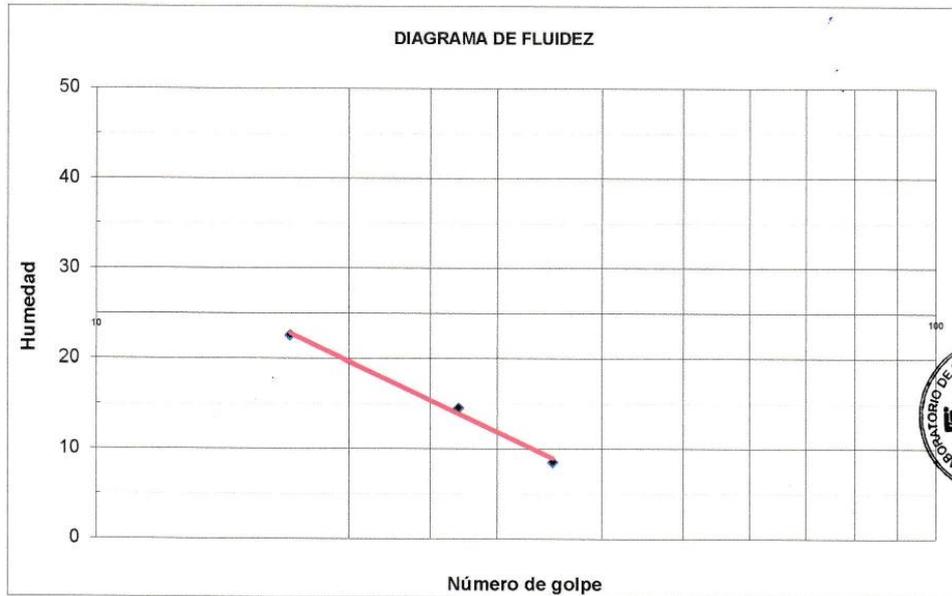
TESIS : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
 AUTORES : BILLY JOHANN S GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
 UBICACIÓN : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
 FECHA : TRUJILLO, 30 DE JULIO DEL 2023

DATOS:

Dosificación: 12% Biorresiduo grasa de porcino

Muestra: M-1

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Tara + suelo húmedo (g)	34.08	33.08	35.01	26.29	27.69	26.31
Tara + suelo seco (g)	31.12	31.10	33.77	25.86	27.16	25.71
Agua (g)	2.96	1.98	1.24	0.43	0.53	0.60
Peso de la tara (g)	18.00	17.49	19.25	21.30	21.53	19.45
% Humedad	22.56	14.55	8.54	9.43	9.41	9.58
No de golpes	17	27	35	-	-	-
Límites (%)	15.39			9.48		
Índice Plástico (%)				5.92		



LÍMITE LÍQUIDO : 15.39  
 LÍMITE PLÁSTICO : 9.48  
 ÍNDICE PLÁSTICO : 5.92

*Gallardo Murga*  
 Luis D. Gallardo Murga  
 GERENTE GENERAL  
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Meléndres*  
 Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP. 251751

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
**MTC E 110 - MTC E 111**

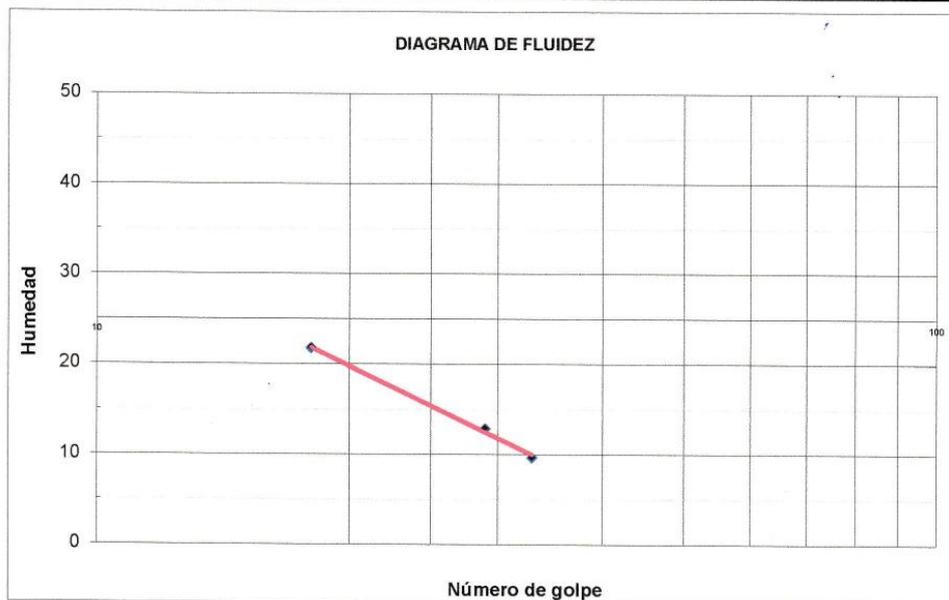
**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNS GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 30 DE JULIO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 12% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-2

Muestra	Limite Líquido			Limite Plástico		
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Tara + suelo húmedo (g)	33.40	32.01	34.06	27.38	32.67	31.48
Tara + suelo seco (g)	30.85	30.25	32.47	27.12	32.21	31.11
Agua (g)	2.55	1.76	1.59	0.26	0.46	0.37
Peso de la tara (g)	19.12	16.58	16.05	24.35	27.50	27.30
% Humedad	21.74	12.87	9.68	9.39	9.77	9.71
No de golpes	18	29	33	-	-	-
Limites (%)	15.40			9.62		
Indice Plástico (%)				5.78		



LÍMITE LÍQUIDO : 15.40  
LÍMITE PLÁSTICO : 9.62  
ÍNDICE PLÁSTICO : 5.78

*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Marta Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Marta Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
**MTC E 110 - MTC E 111**

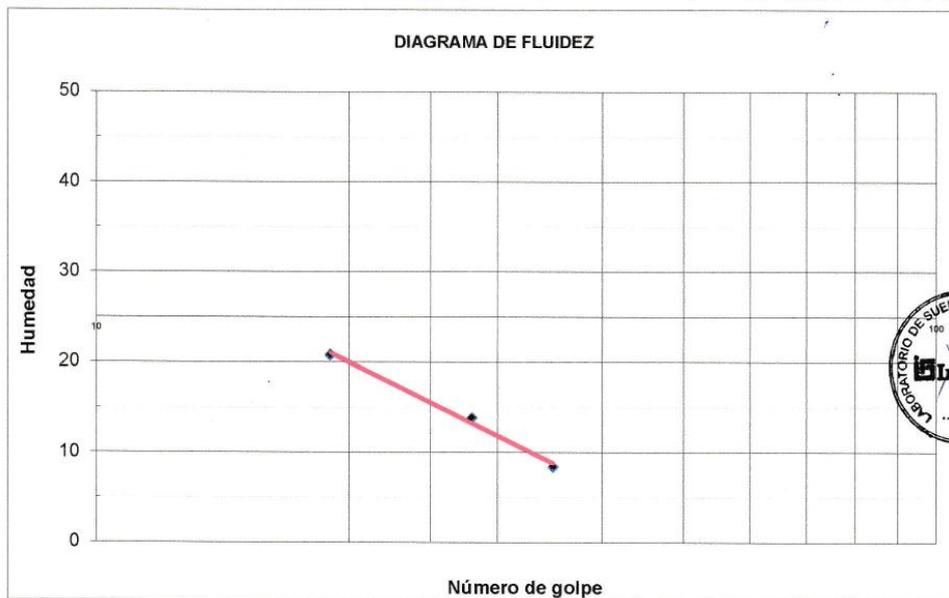
**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNS GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 30 DE JULIO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 12% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-3

Muestra	Límite Líquido			Límite Plástico		
	M-1	M-2	M-3	M-1	M-2	M-3
Tara + suelo húmedo (g)	33.00	31.05	38.90	33.32	29.11	31.18
Tara + suelo seco (g)	30.65	29.76	37.87	32.80	28.44	30.63
Agua (g)	2.35	1.29	1.03	0.52	0.67	0.55
Peso de la tara (g)	19.36	20.44	25.63	27.39	21.68	24.79
% Humedad	20.81	13.84	8.42	9.61	9.91	9.41
No de golpes	19	28	35	-	-	-
Límites (%)	15.53			9.64		
Índice Plástico (%)				5.89		



LÍMITE LÍQUIDO : 15.53  
LÍMITE PLÁSTICO : 9.64  
ÍNDICE PLÁSTICO : 5.89

*Luis D. Gallardo Murga*  
**Luis D. Gallardo Murga**  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.



*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
**Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar**  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

## CAPACIDAD DE ABSORCIÓN CAPILAR



### INGEMAT GALLARDO SAC

Laboratorio de Estudios Geotécnicos, Suelos, Concreto, Asfalto y Albañilería

#### ENSAYO DE ASCENSIÓN CAPILAR Y SUCCIÓN

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 03 DE AGOSTO DEL 2023

**DATOS:**

*Dosificación:* 0%

*Tiempo sumergido:* 30 min

Nº	Largo (m)	Ancho (m)	Área de asiento (m <sup>2</sup> )	Tiempo (min)	Peso seco, Wd (g)	Peso saturado, Ws (g)	Ws - Wd (g)	Succión kg/(m <sup>2</sup> *min <sup>0.5</sup> )	Ascensión Capilar (%)
1	0.05	0.05	0.0025	30	250.12	456.57	206.45	15076.98	82.54
2	0.05	0.05	0.0025	30	252.66	463.17	210.51	15373.48	83.32
3	0.05	0.05	0.0025	30	251.36	456.89	205.53	15009.79	81.77



  
 Ing. Luis D. Gallardo Murga  
 GERENTE GENERAL  
 INGEMAT GALLARDO SAC

  
 Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP. 251751

® INDECOPI N° 034506-2021

RUC 20607982971

TRUJILLO - PERU

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 - Trujillo - Celular: 964545765 - Email: ingematgallardo@gmail.com

**ENSAYO DE ASCENSIÓN CAPILAR Y SUCCIÓN**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 03 DE AGOSTO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 4%

**Tiempo sumergido:** 30 min

Nº	Largo (m)	Ancho (m)	Área de asiento (m <sup>2</sup> )	Tiempo (min)	Peso seco, Wd (g)	Peso saturado, Ws (g)	Ws - Wd (g)	Succión kg/(m <sup>2</sup> *min <sup>0.5</sup> )	Ascensión Capilar (%)
1	0.05	0.05	0.0025	30	260.21	408.14	147.93	10803.28	56.85
2	0.05	0.05	0.0025	30	262.34	413.68	151.34	11052.31	57.69
3	0.05	0.05	0.0025	30	265.45	424.47	159.02	11613.18	59.91



*Luis D. Gallardo Murga*  
**Ing. Luis D. Gallardo Murga**  
 GERENTE GENERAL  
 INGEMAT GALLARDO SAC

*Maria Lourdes B. Yangua Salazar*  
**Ing. Maria Lourdes B. Yangua Salazar**  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP. 251751

® INDECOPI N° 034506-2021

RUC 20607982971

TRUJILLO - PERU

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 - Trujillo - Celular: 964545765 - Email: ingematgallardo@gmail.com

**ENSAYO DE ASCENSIÓN CAPILAR Y SUCCIÓN**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA - LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 03 DE AGOSTO DEL 2023

**DATOS:**

*Dosificación:* 8%

*Tiempo sumergido:* 30 min

Nº	Largo (m)	Ancho (m)	Área de asiento (m <sup>2</sup> )	Tiempo (min)	Peso seco, Wd (g)	Peso saturado, Ws (g)	Ws - Wd (g)	Succión kg/(m <sup>2</sup> *min0.5)	Ascensión Capilar (%)
1	0.05	0.05	0.0025	30	270.22	374.32	104.10	7602.39	38.52
2	0.05	0.05	0.0025	30	271.66	392.93	121.27	8856.31	44.64
3	0.05	0.05	0.0025	30	274.38	391.57	117.19	8558.35	42.71



*Luis D. Gallardo Murga*  
Ing. Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO SAC

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**ENSAYO DE ASCENSIÓN CAPILAR Y SUCCIÓN**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 03 DE AGOSTO DEL 2023

**DATOS:**

*Dosificación:* 12%

*Tiempo sumergido:* 30 min

Nº	Largo (m)	Ancho (m)	Área de asiento (m <sup>2</sup> )	Tiempo (min)	Peso seco, Wd (g)	Peso saturado, Ws (g)	Ws - Wd (g)	Succión kg/(m <sup>2</sup> *min <sup>0.5</sup> )	Ascensión Capilar (%)
1	0.05	0.05	0.0025	30	280.26	339.18	58.92	4302.91	21.02
2	0.05	0.05	0.0025	30	281.52	348.65	67.13	4902.48	23.85
3	0.05	0.05	0.0025	30	280.33	335.69	55.36	4042.92	19.75



*Gallardo*  
**Ing. Luis D. Gallardo Murga**  
 GERENTE GENERAL  
 INGEMAT GALLARDO SAC

*Malinque*  
**Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar**  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP. 251751

® INDECOPI N° 034506-2021

RUC 20607982971

TRUJILLO - PERU

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 - Trujillo - Celular: 964545765 - Email: ingematgallardo@gmail.com

PERMEABILIDAD



**INGEMAT GALLARDO SAC**

Laboratorio de Estudios Geotécnicos, Suelos, Concreto, Asfalto y Albañilería

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD - CARGA VARIABLE**

TESIS	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023
AUTORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES
UBICACIÓN	: DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC
FECHA	: TRUJILLO, 31 DE JULIO DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO		
Dosificación: 0% Biorresiduo grasa de porcino		
Sección transversal del tubo de carga	(a)	1.23 cm <sup>2</sup>
Longitud de la muestra	(L)	10.80 cm
Sección transversal de la muestra	(A)	30.78 cm <sup>2</sup>

$$K_T = 2.3 * \left( \frac{a * L}{A * \Delta t} \right) * \log_{10} \left( \frac{h_1}{h_2} \right)$$

$$K_{20} = K_T * \left( \frac{\eta_T}{\eta_{20}} \right)$$

K<sub>T</sub> : Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)

K<sub>20</sub> : Coeficiente de permeabilidad corregida (cm/seg)

h<sub>1</sub> : Altura del agua al comienzo del ensayo (cm)

η<sub>T</sub> : Viscosidad del agua a temperatura del ensayo

h<sub>2</sub> : Altura del agua finalizado el ensayo (cm)

η<sub>20</sub> : Viscosidad del agua a 20 °C

Item	Altura Inicial (cm)	Altura Final (cm)	Tiempo al finalizar (s)	T (°C)	Permeabilidad "K <sub>T</sub> " (cm/seg)	η <sub>T</sub>	η <sub>20</sub>	Permeab. Corr. "K <sub>20</sub> " (cm/seg)
1	90.00	40.00	963.00	23.0	3.6221E-04	0.871	1.003	3.1454E-04
2	90.00	40.00	950.40	25.0	3.6702E-04	0.891	1.003	3.2603E-04
3	90.00	40.00	974.40	24.0	3.5798E-04	0.911	1.003	3.2514E-04
4	90.00	40.00	979.80	23.0	3.5600E-04	0.955	1.003	3.3897E-04

"K<sub>20</sub>" promedio = 3.262E-04



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP: 251751

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD - CARGA VARIABLE**

TESIS	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023
AUTORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES
UBICACIÓN	: DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC
FECHA	: TRUJILLO, 01 DE AGOSTO DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO		
Dosificación: 4% Biorresiduo grasa de porcino		
Sección transversal del tubo de carga	(a)	1.23 cm <sup>2</sup>
Longitud de la muestra	(L)	11.00 cm
Sección transversal de la muestra	(A)	30.78 cm <sup>2</sup>

$$K_T = 2.3 * \left( \frac{a * L}{A * \Delta t} \right) * \log_{10} \left( \frac{h_1}{h_2} \right)$$

$$K_{20} = K_T * \left( \frac{\eta_T}{\eta_{20}} \right)$$

$K_T$  : Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)

$K_{20}$  : Coeficiente de permeabilidad corregida (cm/seg)

$h_1$  : Altura del agua al comienzo del ensayo (cm)

$\eta_T$  : Viscosidad del agua a temperatura del ensayo

$h_2$  : Altura del agua finalizado el ensayo (cm)

$\eta_{20}$  : Viscosidad del agua a 20 °C

Item	Altura Inicial (cm)	Altura Final (cm)	Tiempo al finalizar (s)	T (°C)	Permeabilidad "K <sub>T</sub> " (cm/seg)	$\eta_T$	$\eta_{20}$	Permeab. Corr. "K <sub>20</sub> " (cm/seg)
1	90.00	40.00	693.60	24.0	5.1221E-04	0.911	1.003	4.6523E-04
2	90.00	40.00	628.20	26.0	5.6554E-04	0.871	1.003	4.9111E-04
3	90.00	40.00	601.20	25.0	5.9094E-04	0.891	1.003	5.2495E-04
4	90.00	40.00	644.40	26.0	5.5132E-04	0.871	1.003	4.7876E-04

"K<sub>20</sub>" promedio = 4.900E-04



*Gallardo*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maliquena*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD - CARGA VARIABLE**

TESIS	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023
AUTORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES
UBICACIÓN	: DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC
FECHA	: TRUJILLO, 02 DE AGOSTO DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO		
Dosificación: 8% Biorresiduo grasa de porcino		
Sección transversal del tubo de carga	(a)	1.27 cm <sup>2</sup>
Longitud de la muestra	(L)	10.90 cm
Sección transversal de la muestra	(A)	30.78 cm <sup>2</sup>

$$K_T = 2.3 * \left( \frac{a * L}{A * \Delta t} \right) * \log_{10} \left( \frac{h_1}{h_2} \right)$$

$$K_{20} = K_T * \left( \frac{\eta_T}{\eta_{20}} \right)$$

KT : Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)

K20 : Coeficiente de permeabilidad corregida (cm/seg)

h1 : Altura del agua al comienzo del ensayo (cm)

ηT : Viscosidad del agua a temperatura del ensayo

h2 : Altura del agua finalizado el ensayo (cm)

η20 : Viscosidad del agua a 20 °C

Item	Altura Inicial (cm)	Altura Final (cm)	Tiempo al finalizar (s)	T (°C)	Permeabilidad "KT" (cm/seg)	ηT	η20	Permeab. Corr. "K20" (cm/seg)
1	90.00	40.00	404.40	26.0	8.9861E-04	0.871	1.003	7.8035E-04
2	90.00	40.00	364.80	26.0	9.9615E-04	0.871	1.003	8.6505E-04
3	90.00	40.00	375.00	25.0	9.6906E-04	0.891	1.003	8.6085E-04
4	90.00	40.00	420.60	26.0	8.6400E-04	0.871	1.003	7.5029E-04

"K20" promedio = 8.141E-04



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes J. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes J. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

### COEFICIENTE DE PERMEABILIDAD - CARGA VARIABLE

TESIS	: INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023
AUTORES	: BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES
UBICACIÓN	: DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC
FECHA	: TRUJILLO, 03 DE AGOSTO DEL 2023

DATOS DEL ENSAYO		
Dosificación: 12% Biorresiduo grasa de porcino		
Sección transversal del tubo de carga	(a)	1.27 cm <sup>2</sup>
Longitud de la muestra	(L)	10.90 cm
Sección transversal de la muestra	(A)	30.78 cm <sup>2</sup>

$$K_T = 2.3 * \left( \frac{a + L}{A * \Delta t} \right) * \log_{10} \left( \frac{h_1}{h_2} \right)$$

$$K_{20} = K_T * \left( \frac{\eta_T}{\eta_{20}} \right)$$

$K_T$  : Coeficiente de permeabilidad (cm/seg)

$K_{20}$  : Coeficiente de permeabilidad corregida (cm/seg)

$h_1$  : Altura del agua al comienzo del ensayo (cm)

$\eta_T$  : Viscosidad del agua a temperatura del ensayo

$h_2$  : Altura del agua finalizado el ensayo (cm)

$\eta_{20}$  : Viscosidad del agua a 20 °C

Item	Altura Inicial (cm)	Altura Final (cm)	Tiempo al finalizar (s)	T (°C)	Permeabilidad "K <sub>T</sub> " (cm/seg)	$\eta_T$	$\eta_{20}$	Permeab. Corr. "K <sub>20</sub> " (cm/seg)
1	90.00	40.00	297.00	27.0	1.2236E-03	0.852	1.003	1.0394E-03
2	90.00	40.00	324.00	25.0	1.1216E-03	0.891	1.003	9.9635E-04
3	90.00	40.00	270.60	26.0	1.3429E-03	0.871	1.003	1.1662E-03
4	90.00	40.00	313.20	25.0	1.1603E-03	0.891	1.003	1.0307E-03

"K<sub>20</sub>" promedio = 1.058E-03



*Gallardo*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*María Lourdes Yangua Salazar*  
Ing. María Lourdes Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

## PROPIEDADES MECÁNICAS

### PROCTOR



## INGEMAT GALLARDO SAC

Laboratorio de Estudios Geotécnicos, Suelos, Concreto, Asfalto y Albañilería

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO MTC E 115

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNIS GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 27 DE JULIO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 0% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-1

DATOS DE ENSAYO	
Método : Tipo "A"	
Capas : 5	
Golpes por capa : 25	

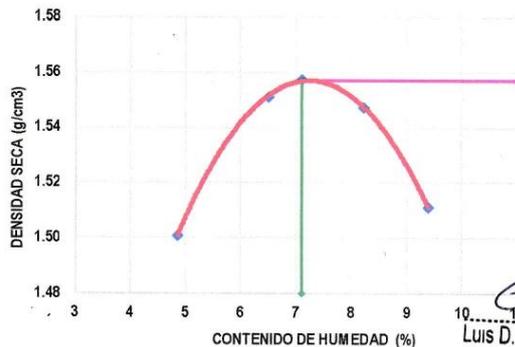
DATOS DEL MOLDE	
Volumen	943.69 cm <sup>3</sup>
Peso	4800 g

#### DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	175.21	178.95	177.56	180.32	180.21	183.46	183.89	187.69	186.56	201.52
Tara + Suelo Seco (gr)	170.48	173.68	171.25	173.10	172.85	175.81	175.28	178.63	176.63	190.02
Peso del Agua (gr)	4.73	5.27	6.31	7.22	7.36	7.65	8.61	9.06	9.93	11.50
Peso tara (gr)	68.75	69.41	67.75	68.60	68.43	68.72	68.85	69.75	68.85	69.75
Peso Suelo Seco (gr)	101.73	104.27	103.50	104.50	104.42	107.09	106.43	108.88	107.78	120.27
Contenido de humedad (%)	4.65	5.05	6.10	6.91	7.05	7.14	8.09	8.32	9.21	9.56
Contenido de hum. promedio (%)	4.85		6.50		7.10		8.21		9.39	

#### DETERMINACION DE LA DENSIDAD

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6285	6359	6374	6380	6360
Suelo Húmedo (gr)	1485	1559	1574	1580	1560
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.574	1.652	1.668	1.674	1.653
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.501	1.551	1.557	1.547	1.511



Densidad Maxima Seca 1.557 g/cm<sup>3</sup>

Humedad Optima 7.10 %

*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*María Lourdes Yangua Salazar*  
Ing. María Lourdes Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

® INDECOPI N° 03-4506-2021

RUC 20607982971

TRUJILLO - PERU

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 - Trujillo - Celular: 964545765 - Email: ingematgallardo@gmail.com

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**MTC E 115**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 27 DE JULIO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 0% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-2

DATOS DE ENSAYO	
Metodo	: Tipo "A"
Capas	: 5
Golpes por capa	: 25

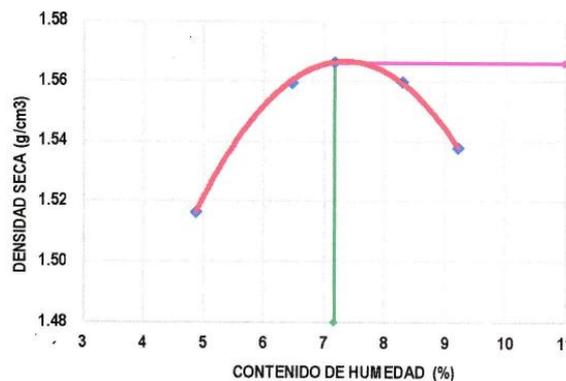
DATOS DEL MOLDE	
Volumen	: 943.69 cm <sup>3</sup>
Peso	: 4800 g.

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	176.32	179.01	179.67	181.44	181.32	184.52	184.91	188.73	187.46	202.52
Tara + Suelo Seco (gr)	171.59	173.65	173.21	174.25	173.90	176.67	176.10	179.55	177.65	191.11
Peso del Agua (gr)	4.73	5.36	6.46	7.19	7.42	7.85	8.81	9.18	9.81	11.41
Peso tara (gr)	68.77	69.43	67.77	68.62	68.46	68.75	68.87	69.72	68.87	69.72
Peso Suelo Seco (gr)	102.82	104.22	105.44	105.63	105.44	107.92	107.23	109.83	108.78	121.39
Contenido de humedad (%)	4.60	5.14	6.13	6.81	7.04	7.27	8.22	8.36	9.02	9.40
Contenido de hum. promedio (%)	4.87		6.47		7.16		8.29		9.21	

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6301	6367	6384	6394	6385
Suelo Húmedo (gr)	1501	1567	1584	1594	1585
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.591	1.660	1.679	1.689	1.680
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.517	1.560	1.566	1.560	1.538



**Densidad Maxima Seca** 1.566 g/cm<sup>3</sup>

**Humedad Optima** 7.16 %



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes T. Tangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes T. Tangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

® INDECOPI N° 034506-2021

RUC 20607982971

TRUJILLO - PERU

Av. Húsares de Junin Mz. D Lt. 13 Int. 2 - Trujillo - Celular: 964545765 - Email: ingematgallardo@gmail.com

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**MTC E 115**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 27 DE JULIO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 0% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-3

DATOS DE ENSAYO	
Metodo :	Tipo "A"
Capas :	5
Golpes por capa :	25

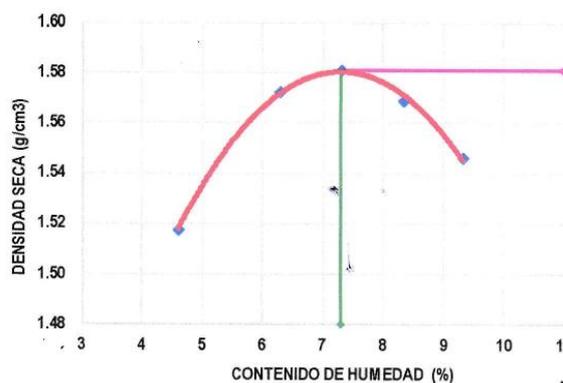
DATOS DEL MOLDE	
Volumen :	943.69 cm <sup>3</sup>
Peso :	4800 g.

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	177.63	180.11	180.72	182.63	182.42	185.65	185.24	189.58	188.49	203.68
Tara + Suelo Seco (gr)	173.23	174.85	174.32	175.62	174.95	177.42	176.50	180.14	178.51	192.02
Peso del Agua (gr)	4.40	5.26	6.40	7.01	7.47	8.23	8.74	9.44	9.98	11.66
Peso tara (gr)	68.77	69.43	67.77	68.62	68.46	68.75	68.87	69.72	68.87	69.72
Peso Suelo Seco (gr)	104.46	105.42	106.55	107.00	106.49	108.67	107.63	110.42	109.64	122.30
Contenido de humedad (%)	4.21	4.99	6.01	6.55	7.01	7.57	8.12	8.55	9.10	9.53
Contenido de hum. promedio (%)	4.60		6.28		7.29		8.33		9.32	

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6298	6377	6401	6404	6395
Suelo Húmedo (gr)	1498	1577	1601	1604	1595
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.587	1.671	1.697	1.700	1.690
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.518	1.572	1.581	1.569	1.546



Densidad Maxima Seca : 1.581 g/cm<sup>3</sup>

Humedad Optima : 7.29 %



*Luis D. Gallardo Murga*  
**Luis D. Gallardo Murga**  
 GERENTE GENERAL  
 INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
 Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
 RESPONSABLE DE LABORATORIO  
 CIP. 251751

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**MTC E 115**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNIS GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 28 DE JULIO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 4% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-1

DATOS DE ENSAYO	
Metodo	: Tipo "A"
Capas	: 5
Golpes por capa	: 25

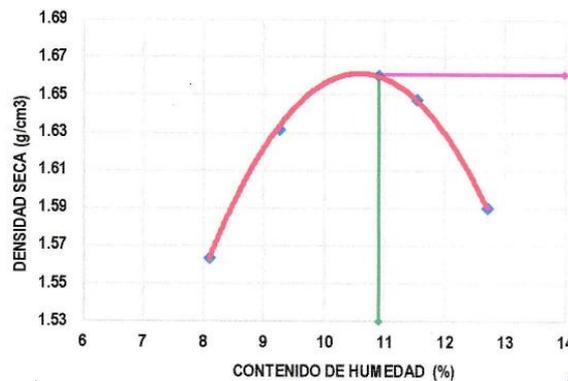
DATOS DEL MOLDE	
Volumen	: 943.69 cm <sup>3</sup>
Peso	: 4800 g

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	176.72	179.54	178.30	181.47	181.53	184.58	184.52	188.75	187.68	204.53
Tara + Suelo Seco (gr)	168.98	170.96	169.25	171.66	170.99	172.62	173.78	175.21	174.79	188.81
Peso del Agua (gr)	7.74	8.58	9.05	9.81	10.54	11.96	10.74	13.54	12.89	15.72
Peso tara (gr)	68.82	69.52	68.25	68.65	68.49	68.84	69.02	69.35	68.94	69.84
Peso Suelo Seco (gr)	100.16	101.44	101.00	103.01	102.50	103.78	104.76	105.86	105.85	118.97
Contenido de humedad (%)	7.73	8.46	8.96	9.52	10.28	11.52	10.25	12.79	12.18	13.21
Contenido de hum. promedio (%)	8.09		9.24		10.90		11.52		12.70	

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6395	6482	6538	6534	6491
Suelo Húmedo (gr)	1595	1682	1738	1734	1691
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.690	1.782	1.842	1.837	1.792
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.564	1.632	1.661	1.648	1.590



Densidad Maxima Seca 1.661 g/cm<sup>3</sup>

Humedad Optima 10.90 %



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

® INDECOPI N° 034506-2021

RUC 20607982971

TRUJILLO - PERU

Av. Húsares de Junin Mz. D Lt. 13 Int. 2 - Trujillo - Celular: 964545765 - Email: ingematgallardo@gmail.com

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**MTC E 115**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 28 DE JULIO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 4% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-2

DATOS DE ENSAYO	
Metodo	: Tipo "A"
Capas	: 5
Golpes por capa	: 25

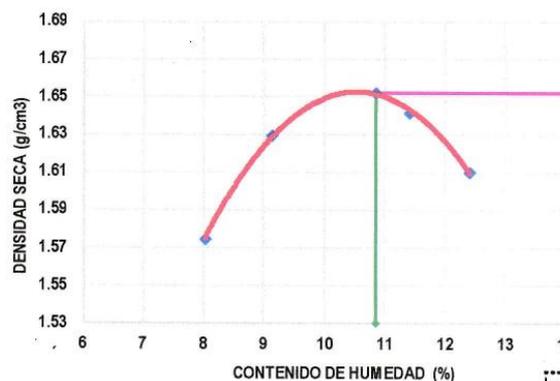
DATOS DEL MOLDE	
Volumen	: 943.69 cm <sup>3</sup>
Peso	: 4800 g.

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	177.82	180.36	179.27	182.53	182.63	185.74	185.43	189.78	188.81	205.69
Tara + Suelo Seco (gr)	170.21	171.62	170.38	172.58	171.97	173.84	174.10	176.81	176.06	190.03
Peso del Agua (gr)	7.61	8.74	8.89	9.95	10.66	11.90	11.33	12.97	12.75	15.66
Peso tara (gr)	68.75	69.23	68.16	68.59	68.75	69.12	68.95	69.21	69.03	68.75
Peso Suelo Seco (gr)	101.46	102.39	102.22	103.99	103.22	104.72	105.15	107.60	107.03	121.28
Contenido de humedad (%)	7.50	8.54	8.70	9.57	10.33	11.36	10.78	12.05	11.91	12.91
Contenido de hum. promedio (%)	8.02		9.13		10.85		11.41		12.41	

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6405	6478	6528	6526	6508
Suelo Húmedo (gr)	1605	1678	1728	1726	1708
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.701	1.778	1.831	1.829	1.810
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.575	1.629	1.652	1.642	1.610



Densidad Maxima Seca : 1.652 g/cm<sup>3</sup>

Humedad Optima : 10.85 %



*Luis D. Gallardo Murga*  
**Luis D. Gallardo Murga**  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
**Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar**  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

® INDECOPI N° 034506-2021

RUC 20607982971

TRUJILLO - PERU

Av. Húsares de Junin Mz. D Lt. 13 Int. 2 - Trujillo - Celular: 964545765 - Email: ingematgallardo@gmail.com

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**MTC E 115**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 28 DE JULIO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 4% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-3

DATOS DE ENSAYO	
Metodo	: Tipo "A"
Capas	: 5
Golpes por capa	: 25

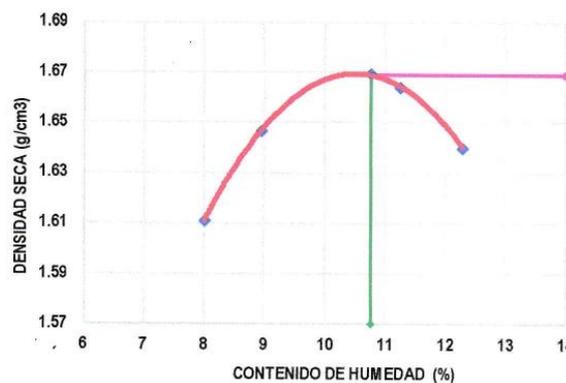
DATOS DEL MOLDE	
Volumen	: 943.69 cm <sup>3</sup>
Peso	: 4800 g.

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	178.94	181.45	180.31	183.46	183.77	186.81	186.24	190.20	189.21	206.78
Tara + Suelo Seco (gr)	171.21	172.68	171.54	173.58	173.13	174.85	175.03	177.32	176.63	191.05
Peso del Agua (gr)	7.73	8.77	8.77	9.88	10.64	11.96	11.21	12.88	12.58	15.73
Peso tara (gr)	68.65	69.15	68.23	68.64	68.83	69.27	68.75	69.46	69.12	68.84
Peso Suelo Seco (gr)	102.56	103.53	103.31	104.94	104.30	105.58	106.28	107.86	107.51	122.21
Contenido de humedad (%)	7.54	8.47	8.49	9.41	10.20	11.33	10.55	11.94	11.70	12.87
Contenido de hum. promedio (%)	8.00		8.95		10.76		11.24		12.29	

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6442	6493	6545	6547	6538
Suelo Húmedo (gr)	1642	1693	1745	1747	1738
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.740	1.794	1.849	1.851	1.842
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.611	1.647	1.669	1.664	1.640



Densidad Maxima Seca 1.669 g/cm<sup>3</sup>

Humedad Optima 10.76 %



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Marta Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Marta Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

® INDECOPI N° 034506-2021

RUC 20607982971

TRUJILLO - PERU

Av. Húsares de Junin Mz. D Lt. 13 Int. 2 - Trujillo - Celular: 964545765 - Email: ingematgallardo@gmail.com

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO  
MTC E 115**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 29 DE JULIO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 8% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-1

DATOS DE ENSAYO	
Metodo	: Tipo "A"
Capas	: 5
Golpes por capa	: 25

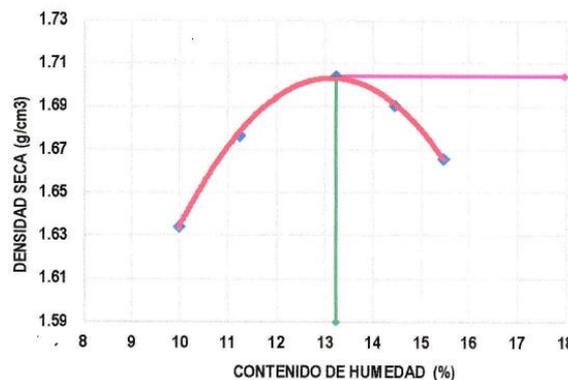
DATOS DEL MOLDE	
Volumen	: 943.69 cm <sup>3</sup>
Peso	: 4800 g.

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	179.85	182.56	181.24	184.58	184.82	187.96	187.53	191.25	190.36	207.88
Tara + Suelo Seco (gr)	170.25	171.77	170.20	172.52	172.02	173.28	172.95	175.57	175.23	188.06
Peso del Agua (gr)	9.60	10.79	11.04	12.06	12.80	14.68	14.58	15.68	15.13	19.82
Peso tara (gr)	69.67	68.12	68.32	68.74	68.92	68.79	69.84	69.34	69.22	68.96
Peso Suelo Seco (gr)	100.58	103.65	101.88	103.78	103.10	104.49	103.11	106.23	106.01	119.10
Contenido de humedad (%)	9.54	10.41	10.84	11.62	12.42	14.05	14.14	14.76	14.27	16.64
Contenido de hum. promedio (%)	9.98		11.23		13.23		14.45		15.46	

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6496	6560	6621	6626	6615
Suelo Húmedo (gr)	1696	1760	1821	1826	1815
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.797	1.865	1.930	1.935	1.923
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.634	1.677	1.704	1.691	1.666



Densidad Maxima Seca 1.704 g/cm<sup>3</sup>

Humedad Optima 13.23 %



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL

*Maria Lourdes D. Yanqua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yanqua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

INGEMAT GALLARDO S.A.C.

® INDECOPI N° 034506-2021

RUC 20607982971

TRUJILLO - PERU

Av. Húsares de Junín Mz. D Lt. 13 Int. 2 - Trujillo - Celular: 964545765 - Email: ingematgallardo@gmail.com

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**MTC E 115**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 29 DE JULIO DEL 2023

**DATOS:** **Dosificación:** 8% Biorresiduo grasa de porcino **Muestra:** M-2

DATOS DE ENSAYO
Metodo : Tipo "A"
Capas : 5
Golpes por capa : 25

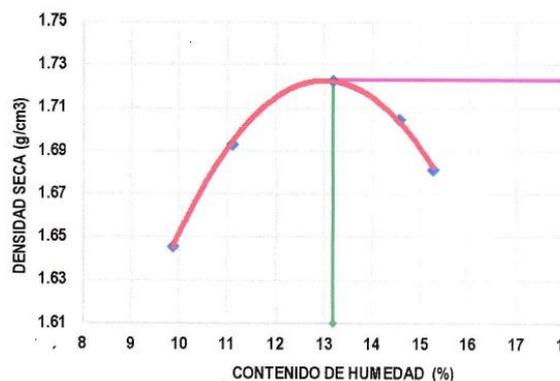
DATOS DEL MOLDE
Volumen : 943.69 cm <sup>3</sup>
Peso : 4800 g

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	180.91	183.62	182.36	185.64	185.91	188.59	188.63	192.31	191.42	208.96
Tara + Suelo Seco (gr)	171.32	172.84	171.32	173.59	172.52	174.37	173.75	176.45	176.32	189.21
Peso del Agua (gr)	9.59	10.78	11.04	12.05	13.39	14.22	14.88	15.86	15.10	19.75
Peso tara (gr)	69.69	68.11	68.29	68.71	68.78	68.83	69.87	69.41	69.25	69.02
Peso Suelo Seco (gr)	101.63	104.73	103.03	104.88	103.74	105.54	103.88	107.04	107.07	120.19
Contenido de humedad (%)	9.44	10.29	10.72	11.49	12.91	13.47	14.32	14.82	14.10	16.43
Contenido de hum. promedio (%)	9.86		11.10		13.19		14.57		15.27	

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6506	6575	6640	6643	6629
Suelo Húmedo (gr)	1706	1775	1840	1843	1829
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.808	1.881	1.950	1.953	1.938
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.645	1.693	1.723	1.705	1.681



Densidad Maxima Seca	1.723 g/cm <sup>3</sup>
Humedad Optima	13.19 %



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yanqua Salazar*  
Ing. María Lourdes D. Yanqua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**MTC E 115**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 29 DE JULIO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 8% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-3

DATOS DE ENSAYO	
Metodo	: Tipo "A"
Capas	: 5
Golpes por capa	: 25

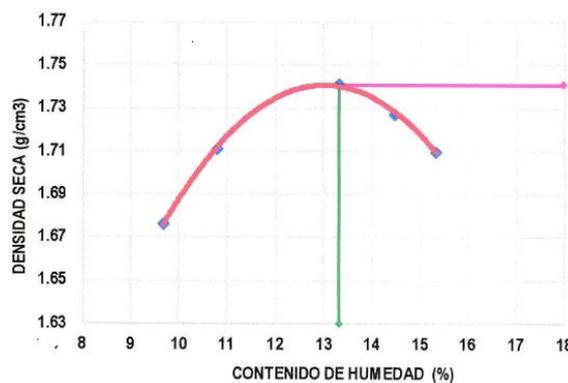
DATOS DEL MOLDE	
Volumen	: 943.69 cm <sup>3</sup>
Peso	: 4800 g.

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	181.85	184.76	183.45	186.65	186.98	189.64	189.75	193.43	192.36	209.98
Tara + Suelo Seco (gr)	172.53	173.89	172.51	174.89	173.58	174.95	174.82	177.52	177.25	189.74
Peso del Agua (gr)	9.32	10.87	10.94	11.76	13.40	14.69	14.93	15.91	15.11	20.24
Peso tara (gr)	69.86	68.23	68.36	68.82	68.84	68.87	69.75	69.53	69.46	68.12
Peso Suelo Seco (gr)	102.67	105.66	104.15	106.07	104.74	106.08	105.07	107.99	107.79	121.62
Contenido de humedad (%)	9.08	10.29	10.50	11.09	12.79	13.85	14.21	14.73	14.02	16.64
Contenido de hum. promedio (%)	9.68		10.80		13.32		14.47		15.33	

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6535	6589	6662	6666	6661
Suelo Húmedo (gr)	1735	1789	1862	1866	1861
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.839	1.896	1.973	1.977	1.972
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.676	1.711	1.741	1.727	1.710



Densidad Maxima Seca 1.741 g/cm<sup>3</sup>

Humedad Optima 13.32 %



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*María Lourdes G. Yangua Salazar*  
Ing. María Lourdes G. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**MTC E 115**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNAS GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 30 DE JULIO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 12% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-1

DATOS DE ENSAYO	
Metodo	: Tipo "A"
Capas	: 5
Golpes por capa	: 25

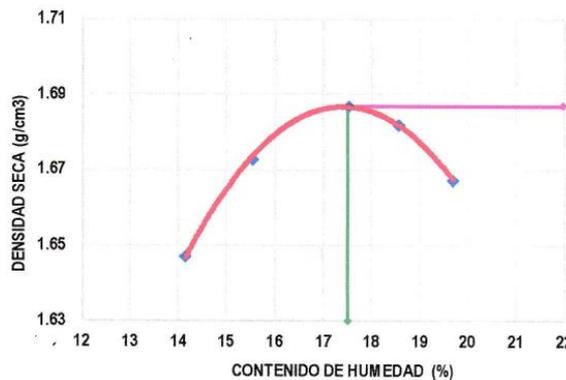
DATOS DEL MOLDE	
Volumen	: 943.69 cm <sup>3</sup>
Peso	: 4800 g.

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	182.75	185.86	184.68	187.72	187.57	191.58	191.75	195.82	193.52	210.36
Tara + Suelo Seco (gr)	169.10	171.06	169.74	171.05	170.23	172.95	173.02	175.63	173.69	186.23
Peso del Agua (gr)	13.65	14.80	14.94	16.67	17.34	18.63	18.73	20.19	19.83	24.13
Peso tara (gr)	69.75	69.32	68.45	68.95	68.93	69.03	69.65	69.15	69.25	67.89
Peso Suelo Seco (gr)	99.35	101.74	101.29	102.10	101.30	103.92	103.37	106.18	104.44	118.34
Contenido de humedad (%)	13.74	14.55	14.75	16.33	17.12	17.93	18.12	19.01	18.99	20.39
Contenido de hum. promedio (%)	14.14		15.54		17.52		18.57		19.69	

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6574	6624	6671	6682	6683
Suelo Húmedo (gr)	1774	1824	1871	1882	1883
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.880	1.933	1.983	1.994	1.995
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.647	1.673	1.687	1.682	1.667



**Densidad Maxima Seca** 1.687 g/cm<sup>3</sup>

**Humedad Optima** 17.52 %



*Luis D. Gallardo Murga*  
**Luis D. Gallardo Murga**  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salaza*  
**Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salaza**  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP: 251751

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**MTC E 115**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 30 DE JULIO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 12% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-2

DATOS DE ENSAYO	
Metodo	Tipo "A"
Capas	5
Golpes por capa	25

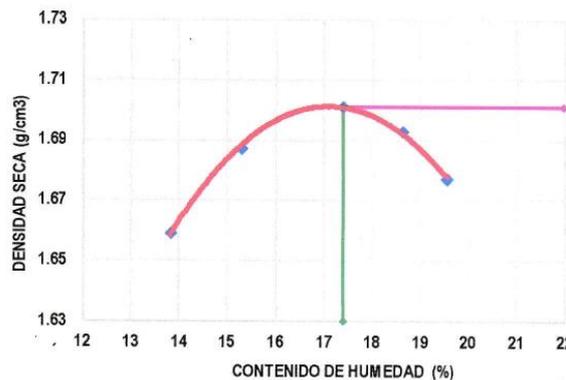
DATOS DEL MOLDE	
Volumen	: 943.69 cm <sup>3</sup>
Peso	: 4800 g.

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	183.81	186.42	185.76	188.69	188.63	192.74	192.86	196.72	194.64	211.35
Tara + Suelo Seco (gr)	170.13	172.06	170.68	172.32	171.58	173.62	173.89	176.35	174.05	188.03
Peso del Agua (gr)	13.68	14.36	15.08	16.37	17.05	19.12	18.97	20.37	20.59	23.32
Peso tara (gr)	69.82	69.46	68.53	68.98	68.75	68.76	69.45	69.65	69.16	68.20
Peso Suelo Seco (gr)	100.31	102.60	102.15	103.34	102.83	104.86	104.44	106.70	104.89	119.83
Contenido de humedad (%)	13.64	14.00	14.76	15.84	16.58	18.23	18.16	19.09	19.63	19.46
Contenido de hum. promedio (%)	13.82		15.30		17.41		18.63		19.55	

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6582	6636	6685	6695	6692
Suelo Húmedo (gr)	1782	1836	1885	1895	1892
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.888	1.946	1.997	2.008	2.005
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.659	1.687	1.701	1.693	1.677



Densidad Maxima Seca 1.701 g/cm<sup>3</sup>

Humedad Optima 17.41 %



Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**MTC E 115**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
 CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 30 DE JULIO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 12% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-3

DATOS DE ENSAYO
Metodo : Tipo "A"
Capas : 5
Golpes por capa : 25

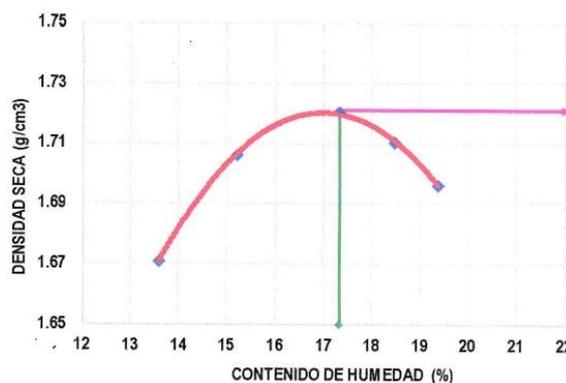
DATOS DEL MOLDE
Volumen : 943.69 cm <sup>3</sup>
Peso : 4800 g.

**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA No	1	2	3	4	5					
Tara + Suelo Húmedo (gr)	184.96	187.59	186.87	188.69	189.77	193.42	194.75	197.25	195.77	212.49
Tara + Suelo Seco (gr)	171.69	172.80	171.63	172.53	172.11	174.85	175.89	176.58	175.58	188.72
Peso del Agua (gr)	13.27	14.79	15.24	16.16	17.66	18.57	18.86	20.67	20.19	23.77
Peso tara (gr)	68.75	69.25	68.68	69.05	68.89	69.04	68.56	69.77	69.26	68.46
Peso Suelo Seco (gr)	102.94	103.55	102.95	103.48	103.22	105.81	107.33	106.81	106.32	120.26
Contenido de humedad (%)	12.89	14.28	14.80	15.62	17.11	17.55	17.57	19.35	18.99	19.77
Contenido de hum. promedio (%)	13.59		15.21		17.33		18.46		19.38	

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

MUESTRA No	1	2	3	4	5
Molde+Peso Suelo Húmedo (gr)	6591	6655	6705	6712	6711
Suelo Húmedo (gr)	1791	1855	1905	1912	1911
Densidad Humeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.898	1.966	2.019	2.026	2.025
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.671	1.706	1.721	1.710	1.696



Densidad Maxima Seca 1.721 g/cm<sup>3</sup>

Humedad Optima 17.33 %



*Gallardo*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Meléndres*  
Ing. Maria Lourdes U. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP: 251751

**RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
MTC E 132

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 01 DE AGOSTO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 0% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-1

	METODO DE COMPACTACION		MOLDES	
	1	2	3	
Molde N°	1	2	3	
Número de Capas	5	5	5	
Número de golpes por capas	56	25	12	
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10160	9950	9620	
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500	
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	3660.00	3450.00	3120.00	
Vol. Util				
Volúmen de la Muestra (cm3)	2147.24	2147.24	2147.24	
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.705	1.607	1.453	



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	47.05	45.66	44.80
Muestra seca + Tara (gr.)	45.10	43.79	43.01
Peso del Agua (gr.)	1.95	1.87	1.79
Peso de la Tara (gr.)	17.62	17.58	17.55
Muestra Seca (gr.)	27.48	26.21	25.46
Contenido de humedad (%)	7.10%	7.13%	7.03%
<b>DENSIDAD SECA ( gr./cm3)</b>	<b>1.592</b>	<b>1.500</b>	<b>1.358</b>

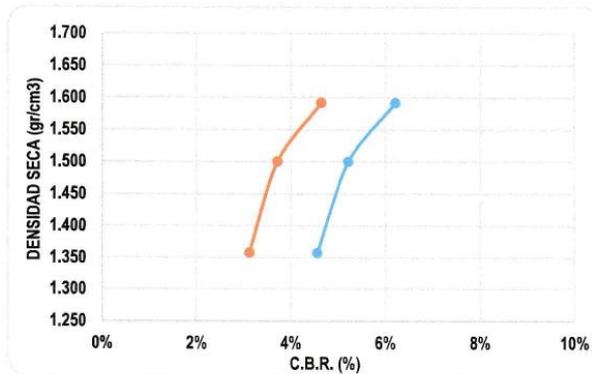
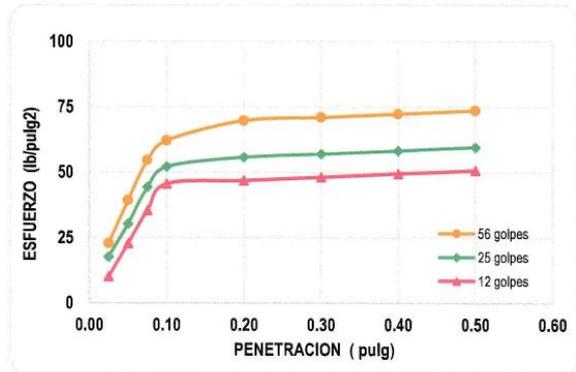
*María Lourdes D. Yanque Salazar*  
Ing. María Lourdes D. Yanque Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

Penetr. pulg.	Presión Patrón lb./pulg2	56 Golpes			25 Golpes			12 Golpes		
		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
			lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2
0.025		18	68.40	22.80	14	53.20	17.73	8	30.40	10.13
0.050		31	117.80	39.27	24	91.20	30.40	18	68.40	22.80
0.075		43	163.40	54.47	35	133.00	44.33	28	106.40	35.47
0.100		49	186.20	62.07	41	156.45	52.15	36	136.80	45.60
0.200		55	209.00	69.67	44	167.20	55.73	37	140.60	46.87
0.300		56	212.80	70.93	45	171.00	57.00	38	144.40	48.13
0.400		57	216.60	72.20	46	174.80	58.27	39	148.20	49.40
0.500		58	220.40	73.47	47	178.60	59.53	40	152.00	50.67

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	45.60	1000	4.56%
12	0.2	46.87	1500	3.12%
25	0.1	52.15	1000	5.21%
25	0.2	55.73	1500	3.72%
56	0.1	62.07	1000	6.21%
56	0.2	69.67	1500	4.64%

GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	6.21%	5.21%	4.56%
	0.2	4.64%	3.72%	3.12%



VALORES PROCTOR MODIFICADO:	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.557
HUMEDAD OPTIMA (%):	7.10%

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.479
C.B.R. (%):	95%



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
**MTC E 132**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNIS GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 01 DE AGOSTO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 0% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-2

	METODO DE COMPACTACION		MOLDES	
	1	2	3	
Molde N°	1	2	3	
Número de Capas	5	5	5	
Número de golpes por capas	56	25	12	
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10195	9935	9720	
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500	
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	3695.00	3435.00	3220.00	
Vol. Util				
Volúmen de la Muestra (cm3)	2147.24	2147.24	2147.24	
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.721	1.600	1.500	



*Luis D. Gallardo Murga*  
**Luis D. Gallardo Murga**  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	48.10	46.24	43.85
Muestra seca + Tara (gr.)	46.07	44.32	42.10
Peso del Agua (gr.)	2.03	1.92	1.75
Peso de la Tara (gr.)	17.70	17.58	17.58
Muestra Seca (gr.)	28.37	26.74	24.52
Contenido de humedad (%)	7.16%	7.18%	7.14%
DENSIDAD SECA ( gr./cm3)	1.606	1.493	1.400

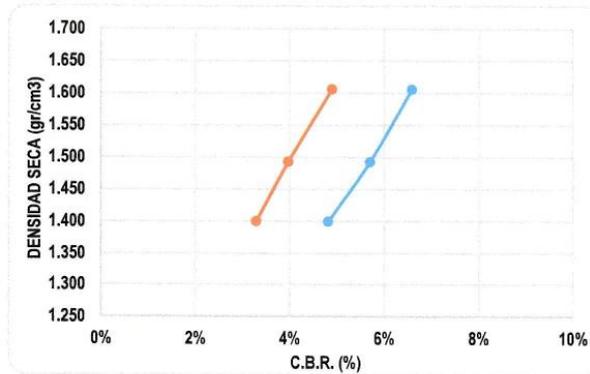
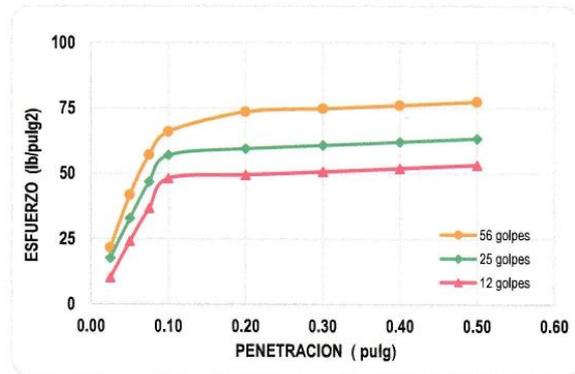
*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
**Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar**  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

Penetr. pulg.	Presión Patrón lb./pulg2	56 Golpes			25 Golpes			12 Golpes		
		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
			lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2
0.025		17	64.60	21.53	14	53.20	17.73	8	30.40	10.13
0.050		33	125.40	41.80	26	98.80	32.93	19	72.20	24.07
0.075		45	171.00	57.00	37	140.60	46.87	29	110.20	36.73
0.100		52	197.60	65.87	45	171.00	57.00	38	144.40	48.13
0.200		58	220.40	73.47	47	178.60	59.53	39	148.20	49.40
0.300		59	224.20	74.73	48	182.40	60.80	40	152.00	50.67
0.400		60	228.00	76.00	49	186.20	62.07	41	155.80	51.93
0.500		61	231.80	77.27	50	190.00	63.33	42	159.60	53.20

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	48.13	1000	4.81%
12	0.2	49.40	1500	3.29%
25	0.1	57.00	1000	5.70%
25	0.2	59.53	1500	3.97%
56	0.1	65.87	1000	6.59%
56	0.2	73.47	1500	4.90%

GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	6.59%	5.70%	4.81%
	0.2	4.90%	3.97%	3.29%



VALORES PROCTOR MODIFICADO:	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm³):	1.556
HUMEDAD OPTIMA (%):	7.16%

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm³):	1.478
C.B.R. (%):	95%



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
**MTC E 132**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNES GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 01 DE AGOSTO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 0% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-3

	METODO DE COMPACTACION		MOLDES	
	1	2	3	
Molde N°	1	2	3	
Número de Capas	5	5	5	
Número de golpes por capas	56	25	12	
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10230	9980	9780	
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500	
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	3730.00	3480.00	3280.00	
Vol. Util				
Volúmen de la Muestra (cm3)	2147.24	2147.24	2147.24	
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.737	1.621	1.528	



*Luis D. Gallardo Murga*  
**Luis D. Gallardo Murga**  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	47.75	45.31	42.96
Muestra seca + Tara (gr.)	45.70	43.44	41.25
Peso del Agua (gr.)	2.05	1.87	1.71
Peso de la Tara (gr.)	17.58	17.63	17.72
Muestra Seca (gr.)	28.12	25.81	23.53
Contenido de humedad (%)	7.29%	7.25%	7.27%
DENSIDAD SECA ( gr./cm3)	1.619	1.511	1.424

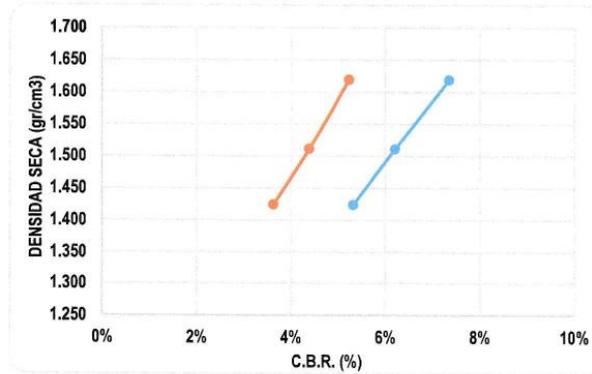
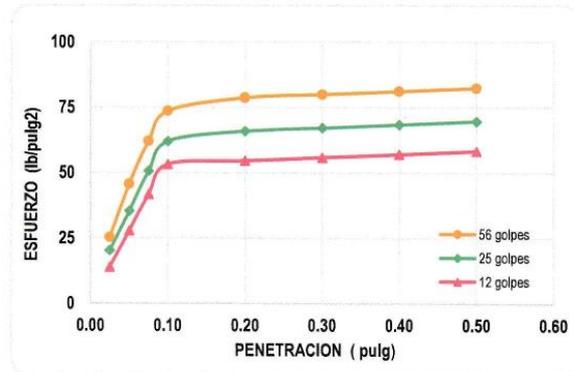
*Maria Lourdes O. Yangua Salazar*  
**Ing. Maria Lourdes O. Yangua Salazar**  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

Penetr. pulg.	Presión Patrón lb./pulg2	56 Golpes			25 Golpes			12 Golpes		
		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
			lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2
0.025		20	76.00	25.33	16	60.80	20.27	11	41.80	13.93
0.050		36	136.80	45.60	28	106.40	35.47	22	83.60	27.87
0.075		49	186.20	62.07	40	152.00	50.67	33	125.40	41.80
0.100		58	220.40	73.47	49	186.20	62.07	42	159.60	53.20
0.200		62	235.60	78.53	52	197.60	65.87	43	163.40	54.47
0.300		63	239.40	79.80	53	201.40	67.13	44	167.20	55.73
0.400		64	243.20	81.07	54	205.20	68.40	45	171.00	57.00
0.500		65	247.00	82.33	55	209.00	69.67	46	174.80	58.27

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	53.20	1000	5.32%
12	0.2	54.47	1500	3.63%
25	0.1	62.07	1000	6.21%
25	0.2	65.87	1500	4.39%
56	0.1	73.47	1000	7.35%
56	0.2	78.53	1500	5.24%

GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	7.35%	6.21%	5.32%
	0.2	5.24%	4.39%	3.63%



VALORES PROCTOR MODIFICADO:	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.581
HUMEDAD OPTIMA (%):	7.29%

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.502
C.B.R. (%):	95%



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
**MTC E 132**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNIS GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 02 DE AGOSTO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 4% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-1

	METODO DE COMPACTACION		MOLDES	
	1	2	3	
Molde N°	1	2	3	
Número de Capas	5	5	5	
Número de golpes por capas	56	25	12	
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10580	10325	10020	
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500	
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4080.00	3825.00	3520.00	
Vol. Util	Volúmen de la Muestra (cm3)	2147.24	2147.24	2147.24
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.900	1.781	1.639	



*Luis B. Gallardo Murga*  
Luis B. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	49.21	48.52	45.63
Muestra seca + Tara (gr.)	46.09	45.50	42.90
Peso del Agua (gr.)	3.12	3.02	2.73
Peso de la Tara (gr.)	17.47	17.68	17.72
Muestra Seca (gr.)	28.62	27.82	25.18
Contenido de humedad (%)	10.90%	10.86%	10.84%
DENSIDAD SECA ( gr./cm3)	1.713	1.607	1.479

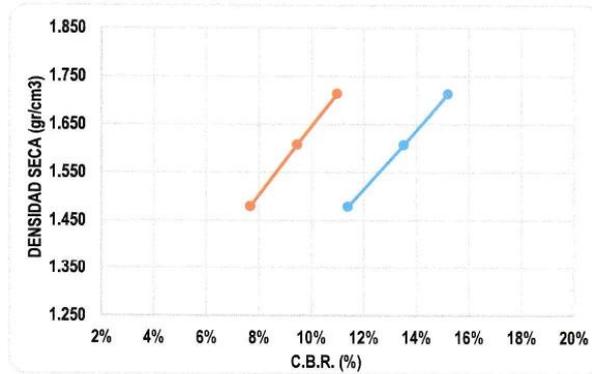
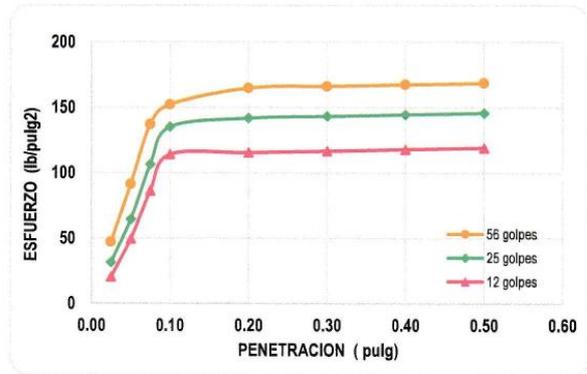
*Marta Lourdes D. Yangua Salazar*  
Marta Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP: 251751

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

Penetr. pulg.	Presión Patrón lb./pulg2	56 Golpes			25 Golpes			12 Golpes		
		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
			lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2
0.025		37	140.60	46.87	25	95.00	31.67	16	60.80	20.27
0.050		72	273.60	91.20	51	193.80	64.60	39	148.20	49.40
0.075		108	410.40	136.80	84	319.20	106.40	68	258.40	86.13
0.100		120	456.00	152.00	107	405.46	135.15	90	342.00	114.00
0.200		130	494.00	164.67	112	425.60	141.87	91	345.80	115.27
0.300		131	497.80	165.93	113	429.40	143.13	92	349.60	116.53
0.400		132	501.60	167.20	114	433.20	144.40	93	353.40	117.80
0.500		133	505.40	168.47	115	437.00	145.67	94	357.20	119.07

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	114.00	1000	11.40%
12	0.2	115.27	1500	7.68%
25	0.1	135.15	1000	13.52%
25	0.2	141.87	1500	9.46%
56	0.1	152.00	1000	15.20%
56	0.2	164.67	1500	10.98%

GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	15.20%	13.52%	11.40%
	0.2	10.98%	9.46%	7.68%



VALORES PROCTOR MODIFICADO:	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm³):	1.661
HUMEDAD OPTIMA (%):	10.90%

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm³):	1.578
C.B.R. (%):	95%



*Luis D. Gallardo Murga*  
**Luis D. Gallardo Murga**  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
**MTC E 132**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNIS GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 02 DE AGOSTO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 4% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-2

	METODO DE COMPACTACION		MOLDES	
	1	2	3	
Molde N°	1	2	3	
Número de Capas	5	5	5	
Número de golpes por capas	56	25	12	
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10620	10320	9980	
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500	
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4120.00	3820.00	3480.00	
Vol. Util				
Volúmen de la Muestra (cm3)	2147.24	2147.24	2147.24	
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.919	1.779	1.621	



*Luis D. Gallardo Murga*  
**Luis D. Gallardo Murga**  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	48.62	47.46	46.25
Muestra seca + Tara (gr.)	45.55	44.57	43.45
Peso del Agua (gr.)	3.07	2.89	2.80
Peso de la Tara (gr.)	17.26	17.55	17.62
Muestra Seca (gr.)	28.29	27.02	25.83
Contenido de humedad (%)	10.85%	10.70%	10.84%
DENSIDAD SECA (gr./cm3)	1.731	1.607	1.462

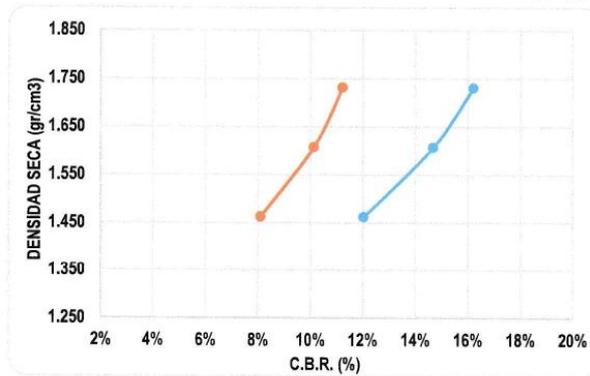
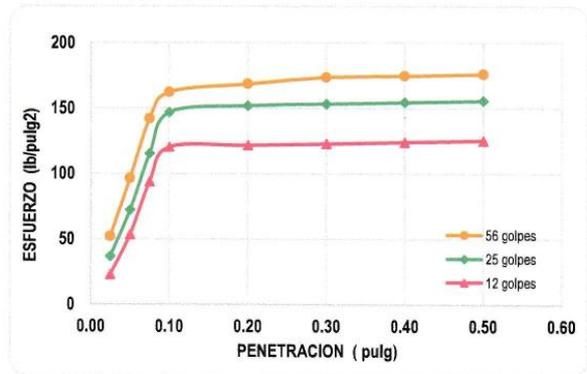
*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
**Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar**  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

Penetr. pulg.	Presión Patrón lb./pulg2	56 Golpes			25 Golpes			12 Golpes		
		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
			lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2
0.025		41	155.80	51.93	29	110.20	36.73	18	68.40	22.80
0.050		76	288.80	96.27	57	216.60	72.20	42	159.60	53.20
0.075		112	425.60	141.87	91	345.80	115.27	74	281.20	93.73
0.100		128	486.40	162.13	116	440.42	146.81	95	361.00	120.33
0.200		133	505.40	168.47	120	456.00	152.00	96	364.80	121.60
0.300		137	520.60	173.53	121	459.80	153.27	97	368.60	122.87
0.400		138	524.40	174.80	122	463.60	154.53	98	372.40	124.13
0.500		139	528.20	176.07	123	467.40	155.80	99	376.20	125.40

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	120.33	1000	12.03%
12	0.2	121.60	1500	8.11%
25	0.1	146.81	1000	14.68%
25	0.2	152.00	1500	10.13%
56	0.1	162.13	1000	16.21%
56	0.2	168.47	1500	11.23%

GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	16.21%	14.68%	12.03%
	0.2	11.23%	10.13%	8.11%



VALORES PROCTOR MODIFICADO:	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.652
HUMEDAD OPTIMA (%):	10.85%

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.569
C.B.R. (%):	95%



*Gallardo*  
**Luis D. Gallardo Murga**  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maturango*  
Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
**MTC E 132**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNIS GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 02 DE AGOSTO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 4% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-3

Vol. Util

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
	1	2	3
Molde N°	1	2	3
Número de Capas	5	5	5
Número de golpes por capas	56	25	12
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10630	10355	10100
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4130.00	3855.00	3600.00
Volúmen de la Muestra (cm3)	2147.24	2147.24	2147.24
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.923	1.795	1.677



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	49.72	48.62	47.36
Muestra seca + Tara (gr.)	46.60	45.62	44.49
Peso del Agua (gr.)	3.12	3.00	2.87
Peso de la Tara (gr.)	17.61	17.68	17.75
Muestra Seca (gr.)	28.99	27.94	26.74
Contenido de humedad (%)	10.76%	10.74%	10.73%
DENSIDAD SECA (gr./cm3)	1.737	1.621	1.514

*Maria Lourdes B. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes B. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP: 251751

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

Penetr. pulg.	Presión Patrón lb./pulg2	56 Golpes			25 Golpes			12 Golpes		
		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
			lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2
0.025		38	144.40	48.13	28	106.40	35.47	24	91.20	30.40
0.050		78	296.40	98.80	64	243.20	81.07	52	197.60	65.87
0.075		120	456.00	152.00	97	368.60	122.87	82	311.60	103.87
0.100		135	513.00	171.00	122	463.60	154.53	105	399.00	133.00
0.200		140	532.00	177.33	123	467.40	155.80	104	395.20	131.73
0.300		142	539.60	179.87	124	471.20	157.07	105	399.00	133.00
0.400		143	543.40	181.13	125	475.00	158.33	106	402.80	134.27
0.500		144	547.20	182.40	126	478.80	159.60	107	406.60	135.53

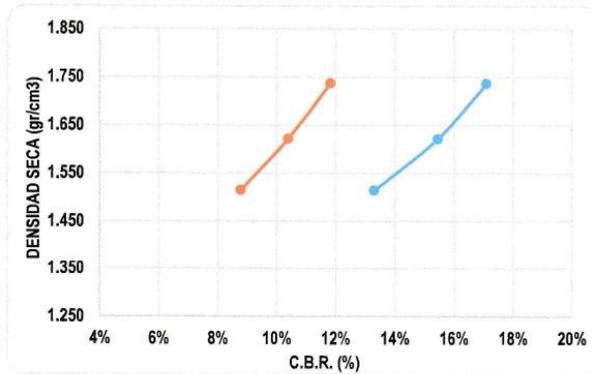
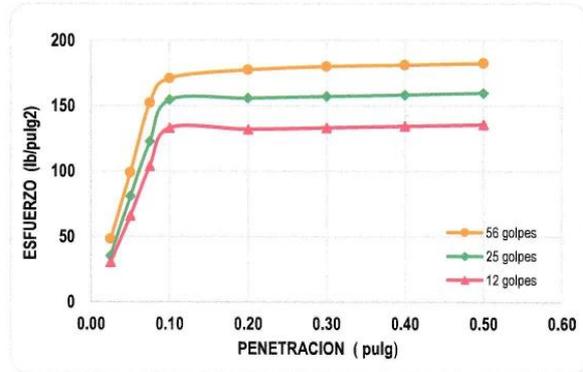


**INGEMAT GALLARDO SAC**

Laboratorio de Estudios Geotécnicos, Suelos, Concreto, Asfalto y Albañilería

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	133.00	1000	13.30%
12	0.2	131.73	1500	8.78%
25	0.1	154.53	1000	15.45%
25	0.2	155.80	1500	10.39%
56	0.1	171.00	1000	17.10%
56	0.2	177.33	1500	11.82%

GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	17.10%	15.45%	13.30%
	0.2	11.82%	10.39%	8.78%



VALORES PROCTOR MODIFICADO:	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.669
HUMEDAD OPTIMA (%):	10.76%

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.586
C.B.R. (%):	95%



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Sakazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Sakazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
**MTC E 132**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNIS GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 05 DE AGOSTO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 8% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-1

	METODO DE COMPACTACION		MOLDES		
	1	2	3	4	5
Molde N°	1	2	3	4	5
Número de Capas	5	5	5	5	5
Número de golpes por capas	56	25	12	12	12
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10750	10450	10120	10120	10120
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500	6500	6500
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4250.00	3950.00	3620.00	3620.00	3620.00
Vol. Util	Volúmen de la Muestra (cm3)	2147.24	2147.24	2147.24	2147.24
	Densidad húmeda (gr/cm3)	1.979	1.840	1.686	1.686



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	50.20	49.72	48.36
Muestra seca + Tara (gr.)	46.39	45.99	44.80
Peso del Agua (gr.)	3.81	3.73	3.56
Peso de la Tara (gr.)	17.59	17.63	17.82
Muestra Seca (gr.)	28.80	28.36	26.98
Contenido de humedad (%)	13.23%	13.15%	13.19%
DENSIDAD SECA (gr./cm3)	1.748	1.626	1.489

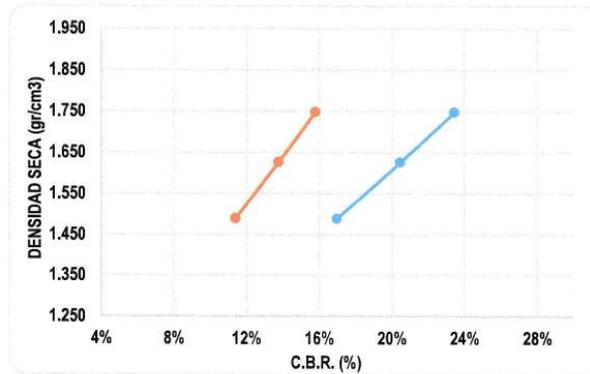
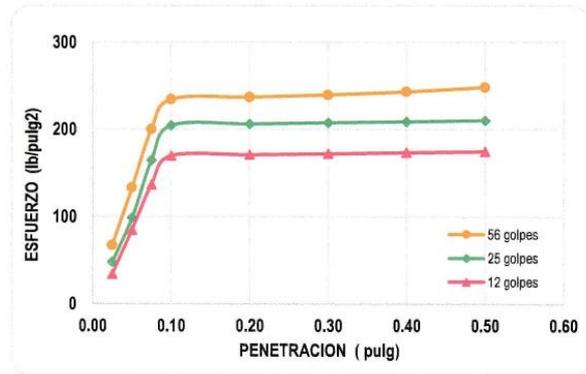
*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

Penetr. pulg.	Presión Patrón lb./pulg2	56 Golpes			25 Golpes			12 Golpes		
		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
			lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2
0.025		53	201.40	67.13	38	144.40	48.13	27	102.60	34.20
0.050		105	399.00	133.00	78	296.40	98.80	67	254.60	84.87
0.075		158	600.40	200.13	130	494.00	164.67	108	410.40	136.80
0.100		185	703.00	234.33	162	613.70	204.57	134	509.20	169.73
0.200		187	710.60	236.87	163	619.40	206.47	135	513.00	171.00
0.300		189	718.20	239.40	164	623.20	207.73	136	516.80	172.27
0.400		192	729.60	243.20	165	627.00	209.00	137	520.60	173.53
0.500		196	744.80	248.27	166	630.80	210.27	138	524.40	174.80

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	169.73	1000	16.97%
12	0.2	171.00	1500	11.40%
25	0.1	204.57	1000	20.46%
25	0.2	206.47	1500	13.76%
56	0.1	234.33	1000	23.43%
56	0.2	236.87	1500	15.79%

GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	23.43%	20.46%	16.97%
	0.2	15.79%	13.76%	11.40%



VALORES PROCTOR MODIFICADO:	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.704
HUMEDAD OPTIMA (%):	13.23%

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.619
C.B.R. (%):	95%



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
**MTC E 132**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNIS GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 05 DE AGOSTO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 8% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-2

	METODO DE COMPACTACION		MOLDES	
	1	2	3	
Molde N°	1	2	3	
Número de Capas	5	5	5	
Número de golpes por capas	56	25	12	
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10770	10502	10120	
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500	
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4270.00	4002.00	3620.00	
Vol. Util				
Volúmen de la Muestra (cm3)	2147.24	2147.24	2147.24	
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.989	1.864	1.686	



*Luis D. Gallardo Murga*  
**Luis D. Gallardo Murga**  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	49.58	50.64	49.42
Muestra seca + Tara (gr.)	45.86	46.82	45.70
Peso del Agua (gr.)	3.72	3.82	3.72
Peso de la Tara (gr.)	17.66	17.75	17.42
Muestra Seca (gr.)	28.20	29.07	28.28
Contenido de humedad (%)	13.19%	13.14%	13.15%
<b>DENSIDAD SECA ( gr./cm3)</b>	<b>1.757</b>	<b>1.647</b>	<b>1.490</b>

*María Lourdes D. Yangua Salazar*  
**Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar**  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

Penetr. pulg.	Presión Patrón lb./pulg2	56 Golpes			25 Golpes			12 Golpes		
		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
			lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2
0.025		62	235.60	78.53	45	171.00	57.00	29	110.20	36.73
0.050		112	425.60	141.87	88	334.40	111.47	70	266.00	88.67
0.075		163	619.40	206.47	138	524.40	174.80	116	440.80	146.93
0.100		189	718.20	239.40	172	654.74	218.25	156	592.80	197.60
0.200		197	748.60	249.53	175	665.00	221.67	157	596.60	198.87
0.300		198	752.40	250.80	174	661.20	220.40	158	600.40	200.13
0.400		199	756.20	252.07	175	665.00	221.67	159	604.20	201.40
0.500		200	760.00	253.33	176	668.80	222.93	160	608.00	202.67

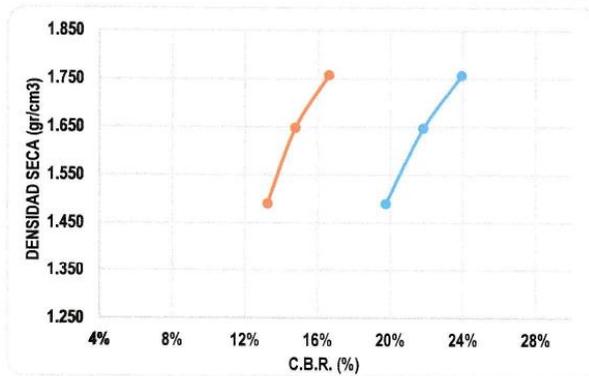
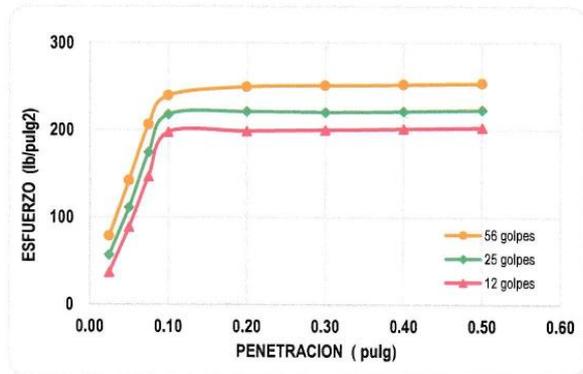


## INGEMAT GALLARDO SAC

Laboratorio de Estudios Geotécnicos, Suelos, Concreto, Asfalto y Albañilería

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	197.60	1000	19.76%
12	0.2	198.87	1500	13.26%
25	0.1	218.25	1000	21.82%
25	0.2	221.67	1500	14.78%
56	0.1	239.40	1000	23.94%
56	0.2	249.53	1500	16.64%

GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	23.94%	21.82%	19.76%
	0.2	16.64%	14.78%	13.26%



VALORES PROCTOR MODIFICADO:	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.723
HUMEDAD OPTIMA (%):	13.19%

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.637
C.B.R. (%):	95%



*Luis D. Gallardo Murga*  
**Luis D. Gallardo Murga**  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*María Lourdes D. Yangua Salazar*  
**Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar**  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
**MTC E 132**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNIS GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 05 DE AGOSTO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 8% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-3

Vol. Util

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
Molde N°	1	2	3
Número de Capas	5	5	5
Número de golpes por capas	56	25	12
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10910	10620	10265
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4410.00	4120.00	3765.00
Volumen de la Muestra (cm3)	2147.24	2147.24	2147.24
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.054	1.919	1.753



*Gallardo*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	50.21	49.85	48.56
Muestra seca + Tara (gr.)	46.37	46.09	44.94
Peso del Agua (gr.)	3.84	3.76	3.62
Peso de la Tara (gr.)	17.55	17.82	17.65
Muestra Seca (gr.)	28.82	28.27	27.29
Contenido de humedad (%)	13.32%	13.30%	13.26%
DENSIDAD SECA ( gr./cm3)	1.812	1.694	1.548

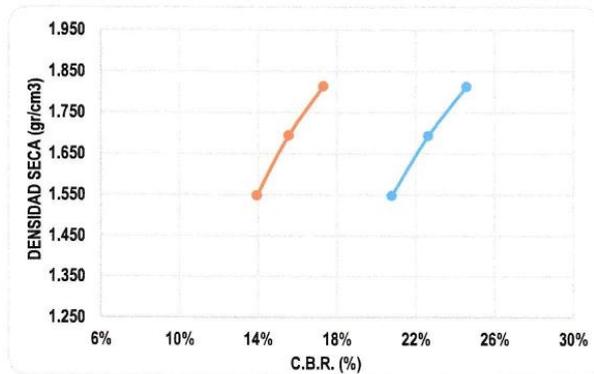
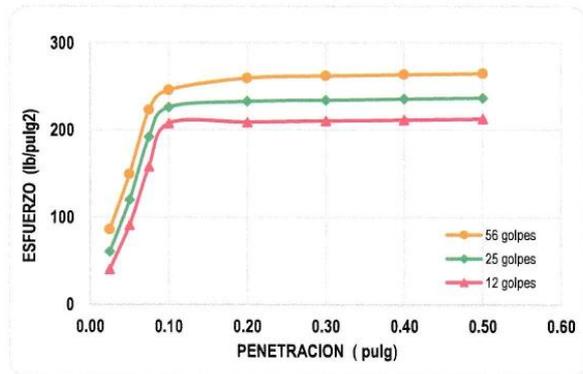
*Meléndres*  
Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP: 251751

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

Penetr. pulg.	Presión Patrón lb./pulg <sup>2</sup>	56 Golpes			25 Golpes			12 Golpes		
		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
			lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>		lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>		lbs.	lbs/pulg <sup>2</sup>
0.025		68	258.40	86.13	48	182.40	60.80	32	121.60	40.53
0.050		118	448.40	149.47	95	361.00	120.33	72	273.60	91.20
0.075		176	668.80	222.93	152	577.60	192.53	125	475.00	158.33
0.100		194	737.20	245.73	179	679.06	226.35	164	623.20	207.73
0.200		205	779.00	259.67	184	699.20	233.07	165	627.00	209.00
0.300		207	786.60	262.20	185	703.00	234.33	166	630.80	210.27
0.400		208	790.40	263.47	186	706.80	235.60	167	634.60	211.53
0.500		209	794.20	264.73	187	710.60	236.87	168	638.40	212.80

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	207.73	1000	20.77%
12	0.2	209.00	1500	13.93%
25	0.1	226.35	1000	22.64%
25	0.2	233.07	1500	15.54%
56	0.1	245.73	1000	24.57%
56	0.2	259.67	1500	17.31%

GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	24.57%	22.64%	20.77%
	0.2	17.31%	15.54%	13.93%



VALORES PROCTOR MODIFICADO:	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm³):	1.741
HUMEDAD OPTIMA (%):	13.32%
95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm³):	1.654
C.B.R. (%):	95%



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
**MTC E 132**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNIS GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 07 DE AGOSTO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 12% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-1

Vol. Util

METODO DE COMPACTACION	MOLDES		
Molde N°	1	2	3
Número de Capas	5	5	5
Número de golpes por capas	56	25	12
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10910	10632	10305
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4410.00	4132.00	3805.00
Volúmen de la Muestra (cm3)	2147.24	2147.24	2147.24
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.054	1.924	1.772



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	50.36	49.68	46.32
Muestra seca + Tara (gr.)	45.47	44.91	42.07
Peso del Agua (gr.)	4.89	4.77	4.25
Peso de la Tara (gr.)	17.56	17.65	17.85
Muestra Seca (gr.)	27.91	27.26	24.22
Contenido de humedad (%)	17.52%	17.50%	17.55%
DENSIDAD SECA (gr./cm3)	1.748	1.638	1.508

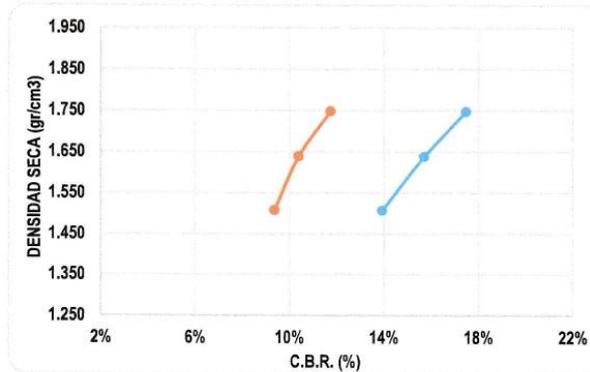
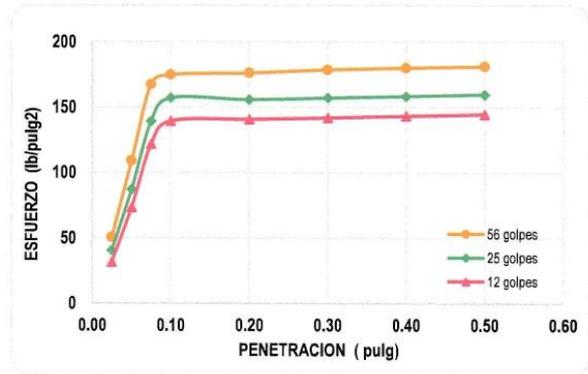
*María Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

Penetr. pulg.	Presión Patrón lb./pulg2	56 Golpes			25 Golpes			12 Golpes		
		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
			lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2
0.025		40	152.00	50.67	32	121.60	40.53	25	95.00	31.67
0.050		86	326.80	108.93	69	262.20	87.40	58	220.40	73.47
0.075		132	501.60	167.20	110	418.00	139.33	96	364.80	121.60
0.100		138	524.40	174.80	124	471.20	157.07	110	418.00	139.33
0.200		139	528.20	176.07	123	467.40	155.80	111	421.80	140.60
0.300		141	535.80	178.60	124	471.20	157.07	112	425.60	141.87
0.400		142	539.60	179.87	125	475.00	158.33	113	429.40	143.13
0.500		143	543.40	181.13	126	478.80	159.60	114	433.20	144.40

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	139.33	1000	13.93%
12	0.2	140.60	1500	9.37%
25	0.1	157.07	1000	15.71%
25	0.2	155.80	1500	10.39%
56	0.1	174.80	1000	17.48%
56	0.2	176.07	1500	11.74%

GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	17.48%	15.71%	13.93%
	0.2	11.74%	10.39%	9.37%



VALORES PROCTOR MODIFICADO:	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.687
HUMEDAD OPTIMA (%):	17.52%
95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.603
C.B.R. (%):	95%



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
**MTC E 132**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023  
**AUTORES** : BILLY JOHANNIS GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES  
**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC  
**FECHA** : TRUJILLO, 07 DE AGOSTO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 12% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-2

	METODO DE COMPACTACION		MOLDES	
	1	2	3	
Molde N°	1	2	3	
Número de Capas	5	5	5	
Número de golpes por capas	56	25	12	
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10956	10652	10235	
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500	
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4456.00	4152.00	3735.00	
Vol. Util				
Volúmen de la Muestra (cm3)	2147.24	2147.24	2147.24	
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.075	1.934	1.739	



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	49.58	50.74	47.42
Muestra seca + Tara (gr.)	44.87	45.85	43.00
Peso del Agua (gr.)	4.71	4.89	4.42
Peso de la Tara (gr.)	17.82	17.72	17.58
Muestra Seca (gr.)	27.05	28.13	25.42
Contenido de humedad (%)	17.41%	17.38%	17.39%
DENSIDAD SECA ( gr./cm3)	1.767	1.647	1.482

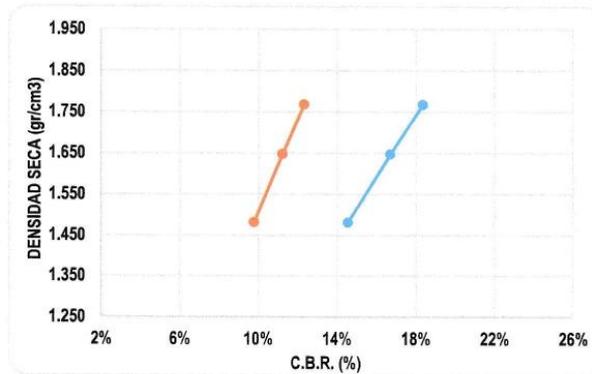
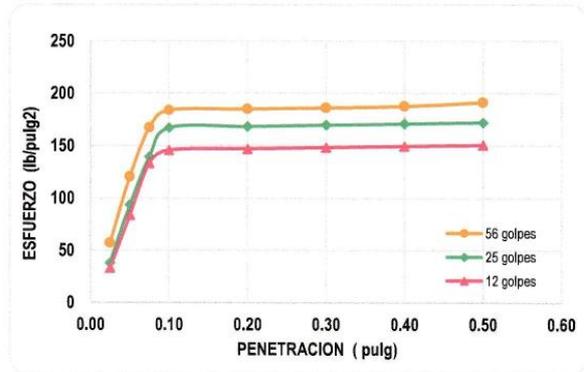
*Melina Salazar*  
Ing. Marija Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

Penetr. pulg.	Presión Patrón lb./pulg2	56 Golpes			25 Golpes			12 Golpes		
		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
			lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2
0.025		45	171.00	57.00	30	114.00	38.00	26	98.80	32.93
0.050		95	361.00	120.33	74	281.20	93.73	66	250.80	83.60
0.075		132	501.60	167.20	110	418.00	139.33	105	399.00	133.00
0.100		145	551.00	183.67	132	501.60	167.20	115	437.00	145.67
0.200		146	554.80	184.93	133	505.40	168.47	116	440.80	146.93
0.300		147	558.60	186.20	134	509.20	169.73	117	444.60	148.20
0.400		148	562.40	187.47	135	513.00	171.00	118	448.40	149.47
0.500		151	573.80	191.27	136	516.80	172.27	119	452.20	150.73

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	145.67	1000	14.57%
12	0.2	146.93	1500	9.80%
25	0.1	167.20	1000	16.72%
25	0.2	168.47	1500	11.23%
56	0.1	183.67	1000	18.37%
56	0.2	184.93	1500	12.33%

GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	18.37%	16.72%	14.57%
	0.2	12.33%	11.23%	9.80%



VALORES PROCTOR MODIFICADO:	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.701
HUMEDAD OPTIMA (%):	17.41%

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm3):	1.616
C.B.R. (%):	95%



Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**RAZON SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
**MTC E 132**

**TESIS** : INFLUENCIA DEL BIORRESIDUO GRASA DE PORCINO EN LA ESTABILIZACION DE LA SUBRASANTE DE LA VÍA DESVÍO HUANGAMARCA – LIRIOPAMPA DEL DISTRITO DE BAMBAMARCA - HUALGAYOC, 2023

**AUTORES** : BILLY JOHANNIS GAMARRA MELENDRES  
CARMEN CATALINA GUEVARA OLIVARES

**UBICACIÓN** : DISTRITO DE BAMBAMARCA - PROVINCIA DE HUALGAYOC

**FECHA** : TRUJILLO, 07 DE AGOSTO DEL 2023

**DATOS:**

**Dosificación:** 12% Biorresiduo grasa de porcino

**Muestra:** M-3

	METODO DE COMPACTACION		MOLDES	
	1	2	3	
Molde N°	1	2	3	
Número de Capas	5	5	5	
Número de golpes por capas	56	25	12	
Muestra húmeda + Molde (gr.)	10958	10653	10322	
Peso del Molde (gr.)	6500	6500	6500	
Peso de la Muestra húmeda (gr.)	4458.00	4153.00	3822.00	
Vol. Util				
Volúmen de la Muestra (cm3)	2147.24	2147.24	2147.24	
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.076	1.934	1.780	



*Luis D. Gallardo Murga*  
**Luis D. Gallardo Murga**  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara N°	1	2	3
Muestra húmeda + Tara (gr.)	50.32	49.85	49.52
Muestra seca + Tara (gr.)	45.48	45.14	44.81
Peso del Agua (gr.)	4.84	4.71	4.71
Peso de la Tara (gr.)	17.55	17.89	17.64
Muestra Seca (gr.)	27.93	27.25	27.17
Contenido de humedad (%)	17.33%	17.28%	17.34%
<b>DENSIDAD SECA ( gr./cm3)</b>	<b>1.770</b>	<b>1.649</b>	<b>1.517</b>

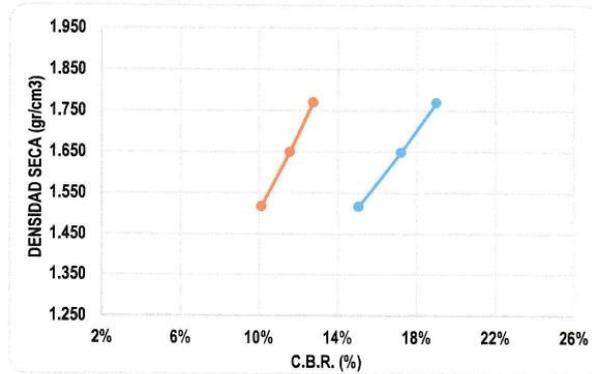
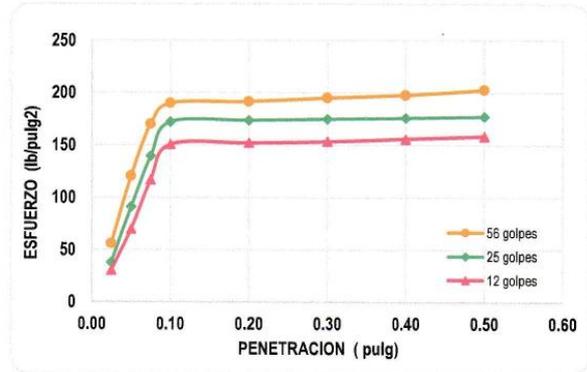
*María Lourdes D. Yangua Salazar*  
**Ing. María Lourdes D. Yangua Salazar**  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

**ENSAYO CARGA - PENETRACION**

Penetr. pulg.	Presión Patrón lb./pulg2	56 Golpes			25 Golpes			12 Golpes		
		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga		Lectura dial	Ensayo Carga	
			lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2		lbs.	lbs/pulg2
0.025		44	167.20	55.73	30	114.00	38.00	24	91.20	30.40
0.050		95	361.00	120.33	72	273.60	91.20	55	209.00	69.67
0.075		134	509.20	169.73	110	418.00	139.33	92	349.60	116.53
0.100		150	570.00	190.00	136	516.42	172.14	119	452.20	150.73
0.200		151	573.80	191.27	137	520.60	173.53	120	456.00	152.00
0.300		154	585.20	195.07	138	524.40	174.80	121	459.80	153.27
0.400		156	592.80	197.60	139	528.20	176.07	123	467.40	155.80
0.500		160	608.00	202.67	140	532.00	177.33	125	475.00	158.33

N° Golpes	Penetración (Pulg)	Esfuerzo (MPa)	Carga unit (MPa)	CBR (%)
12	0.1	150.73	1000	15.07%
12	0.2	152.00	1500	10.13%
25	0.1	172.14	1000	17.21%
25	0.2	173.53	1500	11.57%
56	0.1	190.00	1000	19.00%
56	0.2	191.27	1500	12.75%

GOLPES		56 golp.	25 golp.	12 golp.
C.B.R.	0.1	19.00%	17.21%	15.07%
	0.2	12.75%	11.57%	10.13%



VALORES PROCTOR MODIFICADO:	
DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm³):	1.721
HUMEDAD OPTIMA (%):	17.33%

95 % DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm³):	1.635
C.B.R. (%):	95%



*Luis D. Gallardo Murga*  
Luis D. Gallardo Murga  
GERENTE GENERAL  
INGEMAT GALLARDO S.A.C.

*Maria Lourdes D. Yangua Salazar*  
Ing. Maria Lourdes D. Yangua Salazar  
RESPONSABLE DE LABORATORIO  
CIP. 251751

## ANEXO N° 6. Análisis Estadístico

### A) NORMALIDAD

Para la normalidad se plantearon dos hipótesis Por otro lado, para esta prueba se plantearon dos hipótesis:

- **Hipótesis Nula (Ho):** Cuenta con distribución normal
- **Hipótesis Alterna (H1):** Es distinta a la distribución normal

Además, para analizar si las variables tienen una distribución normal se empleó una significancia del 95%, es decir un porcentaje de error del 0.05, por lo que:

- Si P – valor es  $\geq 0.05$ , se acepta Ho
- Si P – valor es  $\leq 0.05$ , se acepta H1

Entonces, de los cálculos estadísticos se empleó la prueba Shapiro – Wilk porque a cantidad de datos en la investigación es menor a 50, obteniendo los siguientes resultados.

Propiedad	Shapiro - Wilk		
	Estadístico	gl	P - valor
<b>Índice de Plasticidad</b>	0.897	12	0.143
<b>Capilaridad</b>	0.909	12	0.209
<b>Permeabilidad</b>	0.898	12	0.149
<b>CBR</b>	0.904	12	0.178

Propiedad	Porcentajes	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
<b>Índice de Plasticidad</b>	0%	0.964	3	0.637
	4%	0.964	3	0.637
	8%	0.994	3	0.853
	12%	0.902	3	0.391
<b>CBR</b>	0%	1.000	3	0.993
	4%	0.937	3	0.514
	8%	0.957	3	0.599
	12%	0.954	3	0.587
<b>Capilaridad</b>	0%	1.000	3	0.851
	4%	0.987	3	0.637
	8%	0.978	3	0.914
	12%	0.961	3	0.546
<b>Permeabilidad</b>	0%	0.808	3	0.134
	4%	0.994	3	0.854
	8%	0.788	3	0.086
	12%	0.924	3	0.466

De la tabla anteriores se pudo observar que los valores de P – Valor son mayores a 0.05, por lo que se ACEPTA  $H_0$  y los resultados tienen una distribución normal.

## B) ANÁLISIS DE VARIANZA

Luego de validar que los datos tienen una distribución normal, se determinó emplear una prueba paramétrica; siendo este el caso el uso del análisis de varianza o llamada también ANOVA, con la finalidad de corroborar la igualdad o desigualdad de los promedios aritméticos de las muestras:

- **Hipótesis Nula (Ho):** Las diferentes dosificaciones de biorresiduo grasa de porcino tienen el mismo efecto en las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural y estabilizado.
- **Hipótesis Alterna (H1):** Al menos una dosificación de biorresiduo grasa de porcino tiene un efecto diferente en las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural y estabilizado.

Además, para analizar si las variables se empleó una significancia del 95%, es decir un porcentaje de error del 0.05, por lo que:

- Si P – valor es  $\geq 0.05$ , se acepta Ho
- Si P – valor es  $\leq 0.05$ , se acepta H1

Obteniendo los siguientes resultados para el índice de plasticidad.

	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	P - valor
<b>Entre grupos</b>	183.274	3	61.0914	5028.1	0.0000
<b>Dentro de grupos</b>	0.0972	8	0.01215		
<b>Total</b>	183.371	11			

Para la capacidad de absorción capilar, resultaron los siguientes valores.

	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>P - valor</b>
<b>Entre grupos</b>	5987.31	3	1995.77	461.59	0.0000
<b>Dentro de grupos</b>	34.5895	8	4.32369		
<b>Total</b>	6021.9	11			

Para la permeabilidad, resultaron los siguientes valores.

	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>P - valor</b>
<b>Entre grupos</b>	128.804	3	42.9345	178.86	0.0000
<b>Dentro de grupos</b>	2.8805	12	0.240041		
<b>Total</b>	131.684	15			

Para el CBR, resultaron los siguientes valores.

	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>gl</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>P - valor</b>
<b>Entre grupos</b>	414.458	3	138.153	182.38	0.0000
<b>Dentro de grupos</b>	6.06013	8	0.757517		
<b>Total</b>	420.518	11			

De la tabla anterior se pudo observar que los valores de P – Valor son menores a 0.05, por lo que se ACEPTA H1 es decir al menos una dosificación de biorresiduo tiene una influencia significativa.

### **C) Conclusión de las pruebas estadística**

Con las pruebas estadísticas, se pudo concluir de los resultados obtenidos de la influencia de biorresiduo sobre sus propiedades físicas (índice de plasticidad, capacidad de absorción capilar y permeabilidad) y propiedades mecánicas (CBR), que la dosificación de grasa de porcino tiene un influencia significativa mejorando las propiedades del suelo natural como la disminución del índice de plasticidad, aminoramiento de la capacidad de absorción capilar, ligero mejoramiento en la permeabilidad y aumento en CBR.

## ANEXO N° 7. Norma Técnicas Analizadas / Utilizadas - Reglamento



### MTC E 107

#### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

- 1.0 OBJETO**
- 1.1 Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo.
- 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE**
- 2.1 Este Modo Operativo describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (N° 200).
- 2.2 Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.
- 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS**
- 3.1 ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils.
- 4.0 EQUIPOS Y MATERIALES**
- 4.1 EQUIPOS
- 4.1.1 Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0,01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (N° 4). Otra con sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm (N° 4).
- 4.1.2 Estufa. Capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de 110 ± 5 °C.
- 4.2 MATERIALES
- 4.2.2 Tamices de malla cuadrada. Incluyen los siguientes:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
N° 4	4,760
N° 10	2,000
N° 20	0,840
N° 40	0,425
N° 60	0,260
N° 140	0,106
N° 200	0,075

Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que, al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará integrada por los siguientes tamices de malla cuadrada:

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
1 1/2"	38,100
3/4"	19,000
3/8"	9,500
N° 4	4,760
N° 8	2,360
N° 16	1,100
N° 30	0,590
N° 50	0,297
N° 100	0,149
N° 200	0,075



### MTC E 108

#### DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO

- 1.0 OBJETO**
- 1.1 Establecer el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.
- 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE**
- 2.1 La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas.
- 2.2 Este Modo Operativo determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a 110 ± 5 °C. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua.
- Nota 1. (\*)** El secado en horno siguiendo en método (a 110 °C) no da resultados confiables cuando el suelo contiene yeso u otros minerales que contienen gran cantidad de agua de hidratación o cuando el suelo contiene cantidades significativas de material orgánico. Se pueden obtener valores confiables del contenido de humedad para los suelos, secándose en un horno a una temperatura de 60 °C o en un desecador a temperatura ambiente.
- 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS**
- 3.1 ASTM D 2216: Standard Test Method of Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock.
- 4.0 EQUIPOS Y MATERIALES**
- 4.1 EQUIPOS
- 4.1.1 Horno de secado.- Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno del tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.
- 4.1.2 Balanzas.- De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones:  
De 0,01 g para muestras de menos de 200 g  
De 0,1 g para muestras de más de 200 g.
- 4.2 MATERIALES
- 4.2.1 Recipientes.- Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de pH variable, y a limpieza.
- Nota 2.** Los recipientes y sus tapas deben ser herméticos a fin de evitar pérdida de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para prevenir la absorción de humedad de la atmósfera después del secado y antes de la pesada final. Se usa un recipiente para cada determinación.
- 4.2.2 Desecador (opcional).- Un desecador de tamaño apropiado que contenga sílica gel o fosfato de calcio anhidro. Es preferible usar un desecante cuyos cambios de color indiquen la necesidad de su restitución (Ver **Sección 6.3.5** del presente ensayo).
- Nota 3.** El sulfato de calcio anhidro se vende bajo el nombre comercial Drier hite.
- 4.2.3 Utensilios para manipulación de recipientes.- Se requiere el uso de guantes, tenazas, o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que se hayan secado.
- 4.2.4 Otros utensilios.- Se requieren el empleo de cuchillos, espátulas, cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, etc.



### MTC E 110

#### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS

- 1.0 OBJETO**
- 1.1 Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo.
- Discusión:** Se considera que la resistencia al corte no drenada del suelo en el límite líquido es de 2 kPa (0,28 psi).
- 1.2 El valor calculado deberá aproximarse al centésimo.
- 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE**
- 2.1 Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos véase anexos de clasificación de este manual. (SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactabilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.
- 2.2 Los límites líquido y plástico de un suelo pueden utilizar con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que 2µm para determinar su número de actividad.
- 2.3 Frecuentemente se utilizan tres métodos para evaluar las características de intemperización de materiales compuestos por arcilla-lutita. Cuando se someten a ciclos repetidos de humedecimiento y secado, los límites de estos materiales tienden a incrementarse. La magnitud del incremento se considera ser una medida de la susceptibilidad de la lutita a la intemperización.
- 2.4 El límite líquido de un suelo que contiene cantidades significativas de materia orgánica decrece dramáticamente cuando el suelo es secado al horno antes de ser ensayado. La comparación del límite líquido de una muestra antes y después del secado al horno puede por consiguiente ser usada como una medida cualitativa del contenido de materia orgánica de un suelo.
- 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS**
- 3.1 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.
- 4.0 EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS**
- 4.1 EQUIPOS
- 4.1.1 Recipiente para Almacenaje. Una vasija de porcelana de 115 mm (4 1/2") de diámetro aproximadamente.
- 4.1.3 Aparato del límite líquido (o de Casagrande).  
De operación manual. Es un aparato consistente en una taza de bronce con sus aditamentos, construido de acuerdo con las dimensiones señaladas en la Figura 1.  
De operación mecánica. Es un aparato equipado con motor para producir la altura y el número de golpes. Figura 1. El aparato debe dar los mismos valores para el límite líquido que los obtenidos con el aparato de operación manual.
- 4.1.4 Acanalador. Conforme con las dimensiones críticas indicadas en la figura 1.



### MTC E 111

#### DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)

- 1.0 OBJETO**
- 1.1 Determinar en el laboratorio el límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo.
- 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE**
- 2.1 Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rotando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen.
- 2.2 Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos (véase anexos de clasificación SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactabilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.
- 2.3 Los plástico de un suelo pueden utilizar con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que 2µm para determinar su número de actividad.
- 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS**
- 3.1 NTP 339.129: SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de suelos.
- 4.0 EQUIPOS Y MATERIALES E INSUMOS**
- 4.1 EQUIPOS
- 4.1.1 Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" - 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.
- 4.1.2 Recipiente para Almacenaje, de porcelana o similar, de 115 mm (4 1/2") de diámetro.
- 4.1.3 Balanza, con aproximación a 0,01 g.
- 4.1.4 Horno o Estufa, termostáticamente controlado regulable a 110 ± 5 °C.
- 4.1.5 Tamiz, de 426 µm (N° 40).
- 4.1.6 Agua destilada.
- 4.1.7 Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.
- 4.1.8 Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.
- 5.0 MUESTRA**
- 5.1 Si se quiere determinar sólo el L.P., se toman aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz de 426 µm (N° 40), preparado para el ensayo de límite líquido. Se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera con la masa de suelo. Se toma una porción de 1,5 g a 2,0 g de dicha esfera como muestra para el ensayo.
- 5.2 El secado previo del material en horno o estufa, o al aire, puede cambiar (en general, disminuir), el límite plástico de un suelo con material orgánico, pero este cambio puede ser poco importante.
- 5.3 Si se requieren el límite líquido y el límite plástico, se toma una muestra de unos 15 g de la porción de suelo humedecida y amasada, preparada de acuerdo con la Norma MTC E 110 (determinación del límite líquido de los suelos). La muestra debe tomarse en una etapa del proceso de amasado

**1.0 OBJETO**

El análisis hidrométrico se basa en la ley de Stokes. Se asume que la ley de Stokes puede ser aplicada a una masa de suelo dispersado, con partículas de varias formas y tamaños. El hidrómetro se usa para determinar el porcentaje de partículas de suelos dispersados, que permanecen en suspensión en un determinado tiempo. Para ensayos de rutina con fines de clasificación, el análisis con hidrómetro se aplica a partículas de suelos que pasan el tamiz de 2,00 mm (Nº 10).

**2.0 FINALIDAD Y ALCANCE**

2.1 Este ensayo tiene por finalidad, determinar en laboratorio o en campo, el porcentaje de partículas más finas de un determinado suelo, que pase el tamiz de 74 µm (Nº 200).

**3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS**

3.1 ASTM D 422: Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils

**4.0 EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS**

**4.1 EQUIPOS**

- 4.1.1 Tres (3) balanzas, de sensibilidades 0,01 g; 0,1 g y 1 g.
- 4.1.2 Tamices, de 2,0 mm (Nº 10) y de 74 µm (Nº 200).
- 4.1.3 Tamizador mecánico.
- 4.1.4 Aparato agitador, mecánico o neumático, con su vaso (figuras 1 y 2).
- 4.1.5 Hidrómetro. Graduado para leer, de acuerdo con la escala que tenga grabada, el peso específico de la suspensión o los gramos por litro de suspensión. En el primer caso, la escala tiene valores de peso específico que van de 0,995 a 1,038 y estará calibrado para leer 1,00 en agua destilada a 20 °C. Este hidrómetro se identifica como 151 H. En el otro caso la escala tiene valores de gramos de suelo por litro (g/L) que van de -5 a +60. Se identifica como 152 H y está calibrado para el supuesto que el agua destilada tiene gravedad específica de 1,00 a 20 °C y que el suelo en suspensión tiene un peso específico de 2,65. Las dimensiones de estos hidrómetros son las mismas; sólo varían las escalas (véase Figura 4).
- 4.1.6 Cilindro de vidrio, para sedimentación de unos 457 mm (18") de alto y 63,5 mm (2,5") de diámetro y marcado para un volumen de 1000 mL a 20 °C.
- 4.1.7 Termómetro de inmersión, con apreciación de 0,5 °C.
- 4.1.8 Cronómetro o reloj.
- 4.1.9 Estufa, capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta 110 ± 5 °C.

**4.2 MATERIALES**

4.2.1 Plancha de calentamiento.

**1.0 OBJETO**

1.1 Este método de ensayo cubre la determinación de la gravedad específica de sólidos de suelo que pasan el tamiz de 4,75 mm (Nº 4) mediante un picnómetro de agua. Cuando el suelo contiene partículas más grandes que la malla de 4,75 mm, el Método de Ensayo MTC E-206 podrá ser usado para los sólidos de suelo retenidos en el tamiz de 4,75 mm y este método de ensayo podrá ser usado para los sólidos de suelo que pasen el tamiz de 4,75 mm.

1.2 Los sólidos de suelo para estos métodos de ensayo no incluyen sólidos los cuales puedan ser alterados por estos métodos, contaminados con una sustancia que prohíba el uso de estos métodos, o que son sólidos de suelo altamente orgánicos, tales como materias fibrosas flotando en el agua.

**Nota 1.** El uso del método de ensayo D 5550 puede ser usado para determinar la gravedad específica de los sólidos de suelo que contengan material que se disuelva rápidamente en el agua o que flote en ella, o donde sea impráctico el uso de agua.

1.3 Dos métodos para la determinación de la gravedad específica son provistos. El método a ser usado podrá ser especificado por la autoridad pertinente, excepto cuando se trate del ensayo de los tipos de sólido listados en 1.3.1.

1.3.1 Método A – Procedimiento para especímenes húmedos, descrito en 6.2.2. Este procedimiento es el método preferido. Para sólidos orgánicos; altamente plásticos, sólidos de granulometría fina; sólidos tropicales; y sólidos que contengan halloysita, el Método A podrá ser usado.

1.3.2 Método B – Procedimiento para especímenes secados al horno, descrito en 6.2.3.

**2.0 FINALIDAD Y ALCANCE**

2.1 La gravedad específica de los sólidos de suelo es usado en el cálculo de las relaciones de fase de suelos, tales como relación de vacíos y grado de saturación.

2.2 La gravedad específica de sólidos de suelo es usado para calcular la densidad de los sólidos de suelo. Esto se logra multiplicando su gravedad específica por la densidad de agua (a una temperatura apropiada)

2.3 El término de sólidos de suelo es típicamente asumido a representar partículas minerales formadas naturalmente o suelo como partículas que no son solubles rápidamente en el agua. Por lo tanto, la gravedad específica de sólidos de suelo contenido material extraído, tal como cemento, limo, y como un material soluble en el agua, tal como cloruro de sodio, y suelos conteniendo material con una gravedad específica menor que el de él, típicamente requiere de un tratamiento especial (ver Nota 1) o una definición calificada de su gravedad específica.

2.4 Las balanzas, tamaños de picnómetro, y masas de espécimen son establecidos para obtener resultados de ensayo con tres dígitos significantes.

**Nota 2.** La calidad del resultado producido por estos métodos de ensayo es dependiente de la competencia del personal entrenado para ello, y de la idoneidad del equipamiento y sus facilidades de uso. Las agencias que consideran el criterio de la Práctica D 3740 son generalmente conscientes de las capacidades de competencia y de ensayos, muestras, inspecciones, etc. Objetivos. Los usuarios de estos métodos de ensayo son precavidos con la conformidad con la Práctica D 3740 no asegura por sí misma la obtención de resultados confiables. Los resultados confiables dependen de varios factores; la Práctica D 3740 provee formas de evaluación de algunos de esos factores.

2.5 Todos los valores observados y calculados se conformarán según la guía por dígitos significantes y redondeados según lo establecido en la Práctica D 6026.

This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.



Designation: D2487 – 17

**Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System)<sup>1</sup>**

This standard is issued under the fixed designation D2487; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last revision. A superscript letter (e) indicates an editorial change since the last revision or approval.

This standard has been approved for use by agencies of the U.S. Department of Defense.

**1. Scope<sup>2</sup>**

1.1 This practice describes a system for classifying mineral and organo-mineral soils for engineering purposes based on laboratory determination of particle-size characteristics, liquid limit, and plasticity index and shall be used when precise classification is required.

**Note 1—**Use of this standard will result in a single classification group symbol and group name except when a soil contains 3 to 12% fines or when the plot of the liquid limit and plasticity index values falls into the crosshatched area of the plasticity chart. In these two cases, a dual symbol is used, for example, GM-CL. When the laboratory test results indicate that the soil is close to another soil classification group, the borderline condition can be indicated with two symbols separated by a slash. The first symbol should be the one based on this standard, for example, CL-CH, GMSM, SC-CL. Borderline symbols are particularly useful when the liquid limit value of clayey soils is close to 50. These soils can have expansive characteristics and the use of a borderline symbol (CL-CH, CH-CL) will alert the user of the assigned classifications of expansive potential.

1.2 The group symbol portion of this system is based on laboratory tests performed on the portion of a soil sample passing the 3-in. (75-mm) sieve (see Specification E11).

1.3 As a classification system, this standard is limited to naturally occurring soils.

**Note 2—**The group names and symbols used in this test method may be used as a descriptive system applied to such materials as shale, claystones, shells, crushed rock, etc. See Appendix X2.

1.4 This standard is for qualitative application only.

**Note 3—**When quantitative information is required for detailed design of important structures, this test method must be supplemented by laboratory tests or other quantitative data to determine performance characteristics under expected field conditions.

1.5 This standard is the ASTM version of the Unified Soil Classification System. The basis for the classification scheme is the Airfield Classification System developed by A. Casagrande in the early 1940s.<sup>3</sup> It became known as the Unified Soil Classification System when several U.S. Government Agencies adopted a modified version of the Airfield System in 1952.

1.6 This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety, health, and environmental practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

1.7 This practice offers a set of instructions for performing one or more specific operations. This practice cannot replace education or experience and should be used in conjunction with professional judgment. Not all aspects of this practice may be applicable in all circumstances. This ASTM standard is not intended to represent or replace the standard of care by which the adequacy of a given professional service must be judged, nor should this document be applied without consideration of a project's many unique aspects. The word "Standard" in the title of this document means only that the document has been approved through the ASTM consensus process.

1.8 This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.

1.9 This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.

**2. Referenced Documents**

- 2.1 ASTM Standards:<sup>4</sup>
  - C117 Test Method for Materials Finer than 75-µm (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing
  - C136 Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates
  - C702 Practice for Reducing Samples of Aggregate to Testing Size

<sup>1</sup> Casagrande, A., "Classification and Identification of Soils," *Transactions, ASCE*, 1948, p. 901.

<sup>2</sup> For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For Annual Book of ASTM Standards volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

<sup>3</sup> A Summary of Changes section appears at the end of this standard.

<sup>1</sup> This practice is under the jurisdiction of ASTM Committee D18 on Soil and Rock and is the direct responsibility of Subcommittee D18.09 on Identification and Classification of Soils.

<sup>2</sup> Current edition approved Dec. 15, 2017. Published January 2018. Originally approved in 1966. Last previous edition approved in 2011 as D2487 – 11. DOI: 10.1520/D2487-17.

Copyright © ASTM International, 100 Bar Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19380-0200, United States.

Copyright by ASTM Int'l (all rights reserved). www.astm.org

Downloaded/printed by Universidad Católica del Norte (Universid Católica del Norte) pursuant to License Agreement. No further reproductions authorized.



Designation: D3282 – 15

**Standard Practice for Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes<sup>1</sup>**

This standard is issued under the fixed designation D3282; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last revision. A superscript letter (e) indicates an editorial change since the last revision or approval.

This standard has been approved for use by agencies of the U.S. Department of Defense.

**1. Scope<sup>2</sup>**

1.1 This practice covers a procedure for classifying mineral and organo-mineral soils into seven groups based on laboratory determination of particle-size distribution, liquid limit, and plasticity index. It may be used when a precise engineering classification is required, especially for highway construction purposes. Evaluation of soils within each group is made by means of a group index, which is a value calculated from an empirical formula.

**Note 1—**The group classification, including the group index, should be useful in determining the relative quality of the soil material for use in earthwork structures, particularly embankments, subgrades, subbases, and bases. However, for the detailed design of important structures, additional data concerning strength or performance characteristics of the soil under field conditions will usually be required.

1.2 Units—The sieve designations are identified using the "standard" system in accordance with Specification E11, such as 75-µm and 75-µm, followed by the "alternation" system of 3-in. and No. 200, respectively.

1.3 This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

1.4 This practice offers a set of instructions for performing one or more specific operations. This practice cannot replace education or experience and should be used in conjunction with professional judgment. Not all aspects of this practice may be applicable in all circumstances. This practice is not intended to represent or replace the standard of care by which the adequacy of a given professional service must be judged, nor should this practice be applied without consideration of a project's many unique aspects. The word "Standard" in the title of this document means only that the document has been approved through the ASTM consensus process.

<sup>1</sup> Proposed in 1992 under the jurisdiction of ASTM Committee D18 on Soil and Rock and is the direct responsibility of Subcommittee D18.09 on Identification and Classification of Soils.

<sup>2</sup> Current edition approved Nov. 1, 2015. Published December 2015. Originally approved in 1973. Last previous edition approved in 2009 as D3282 – 09. DOI: 10.1520/D3282-15.

<sup>3</sup> A Summary of Changes section appears at the end of this standard.

Copyright © ASTM International, 100 Bar Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19380-0200, United States.

**2. Referenced Documents**

- 2.1 ASTM Standards:<sup>2</sup>
  - D421 Practice for Dry Preparation of Soil Samples for Particle-Size Analysis and Determination of Soil Constituents
  - D422 Test Method for Particle-Size Analysis of Soils
  - D853 Terminology Relating to Soil, Rock, and Contained Fluids
  - D1480 Test Methods for Determining the Amount of Material Finer than 75-µm (No. 200) Sieve in Soils by Washing
  - D1482 Practice for Soil Exploration and Sampling by Auger Borings
  - D1586 Test Method for Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils
  - D1587 Practice for Thin-Walled Tube Sampling of Soils for Geotechnical Purposes
  - D1740 Practice for Minimum Requirements for Agencies Engaged in Testing and/or Inspection of Soil and Rock as Used in Engineering Design and Construction
  - D4318 Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils
  - D4700 Guide for Soil Sampling from the Vackee Zone
  - D6911 Test Methods for Particle-Size Distribution (Grades) of Soils Using Sieve Analysis
  - E11 Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves
- 2.2 AASHTO Documents:<sup>3</sup>
  - M148 The Classification of Soils and Soil Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes

**3. Terminology**

3.1 Definitions of Terms Specific to This Standard:

<sup>1</sup> This international ASTM standard, and the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For Annual Book of ASTM Standards volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

<sup>2</sup> Available from American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), 404 N. Capital St., NW, Suite 200, Washington, DC 20001. http://www.transportation.org.

**MTC E 115**  
**COMPACTACION DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGIA MODIFICADA (PROCTOR MODIFICADO)**

- 1.0 OBJETO**
- 1.1 Establecer el método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m<sup>2</sup> (56 000 pie-lbf/pie<sup>2</sup>)).
- 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE**
- 2.1 Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 mm (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pistón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de (2700 kN-m/m<sup>2</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>2</sup>)).
- Nota 1.** Los suelos y mezclas de suelos-agregados son considerados como suelos finos o de grano grueso o compuestos o mezclas de suelos naturales o procesados o agregados tales como grava, limo o piedra partida.
- Nota 2.** El equipo y procedimiento son los mismos que los propuestos por el Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos en 1945. La prueba de Esfuerzo Modificado es a veces referida como Prueba de Compactación de Proctor Modificado
- 2.2 Este ensayo se aplica sólo para suelos que tienen 30% ó menos en peso de sus partículas retenidas en el tamiz de 19,0 mm (¾ pulg).
- Nota 3.** Para relaciones entre Peso Unitario y Contenido de Humedad de suelos con 30% ó menos en peso de material retenido en la malla 19,0 mm (¾ pulg) a Pesos Unitarios y contenido de humedad de la fracción que pasa la malla de 19,0 mm (¾ pulg), ver ensayo ASTM D 4718
- 2.3 Se proporciona 3 métodos alternativos. El método usado debe ser indicado en las especificaciones del material a ser ensayado. Si el método no está especificado, la elección se basará en la gradación del material.
- 2.3.1 MÉTODO "A"**
- 2.3.1.1 Molde: 101,6 mm de diámetro (4 pulg)
- 2.3.1.2 Material: Se emplea el que pasa por el tamiz 4,75 mm (Nº 4).
- 2.3.1.3 Número de capas: 5
- 2.3.1.4 Golpes por capa: 25
- 2.3.1.5 Uso: Cuando el 20 % ó menos del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº 4).
- 2.3.1.6 Otros Usos: Si el método no es especificado; los materiales que cumplen éstos requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método B ó C.
- 2.3.2 MÉTODO "B"**
- 2.3.2.1 Molde: 101,6 mm (4 pulg) de diámetro.
- 2.3.2.2 Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz de 9,5 mm (¾ pulg).
- 2.3.2.3 Número de Capas: 5
- 2.3.2.4 Golpes por capa: 25
- 2.3.2.5 Usos: Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (Nº4) y 20% ó menos de peso del material es retenido en el tamiz 9,5 mm (¾ pulg).

**MTC E 132**  
**CBR DE SUELOS (LABORATORIO)**

- 1.0 OBJETO**
- 1.1 Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno.
- 2.0 FINALIDAD Y ALCANCE**
- 2.1 Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vias y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible.
- 2.2 Para aplicaciones donde el efecto del agua de compactación sobre el CBR es mínimo, tales como materiales no-cohesivos de granos gruesos, o cuando sea permisible para el efecto de diferenciar los contenidos de agua de compactación en el procedimiento de diseño, el CBR puede determinarse al máximo contenido de agua de un esfuerzo de compactación especificado. El peso unitario seco especificado es normalmente el mínimo porcentaje de compactación permitido por la especificación de compactación de campo de la entidad usuaria.
- 2.3 Para aplicaciones donde el efecto del contenido de agua de compactación en el CBR es desconocido o donde se desee explicar su efecto, el CBR se determina para un rango de contenidos de agua, generalmente el rango de contenido de agua permitido para la compactación de campo por la especificación de compactación en campo de la entidad usuaria.
- 2.4 Los criterios para la preparación del espécimen de prueba con respecto a materiales cementados (y otros) los cuales recuperan resistencia con el tiempo, deben basarse en una evaluación geotécnica de ingeniería. Según sea dirigido por un ingeniero, los mismos materiales cementados deberán ser curados adecuadamente hasta que puedan medirse las relaciones de soporte que representen las condiciones de servicio a largo plazo.
- 2.5 Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado.
- 2.6 Este modo operativo hace referencia a los ensayos para determinación de las relaciones de Peso Unitario - Humedad, usando un equipo modificado.
- 3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS**
- 3.1 ASTM D 1883: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils.
- 4.0 EQUIPOS Y MATERIALES**
- 4.1 EQUIPOS**
- 4.1.1 Prensa similar a las usadas en ensayos de compresión, utilizada para forzar la penetración de un pistón en el espécimen. El pistón se aloja en el cabezal y sus características deben ajustarse a las especificadas en el numeral 4.1.7.
- El desplazamiento entre la base y el cabezal se debe poder regular a una velocidad uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. La capacidad de la prensa y su sistema para la medida de carga debe ser de 44,5 kN (10000 lbf) o más y la precisión mínima en la medida debe ser de 44 N (10 lbf) ó menos.
- 4.1.2 Molde, de metal, cilíndrico, de 152,4mm ± 0,66 mm (6 ± 0,026") de diámetro interior y de 177,8 ± 0,46 mm (7 ± 0,018") de altura, provisto de un collar de metal suplementario de 50,8 mm (2,0")

Methods of test for mortar for masonry - Part 18:  
 Determination of water absorption coefficient due  
 to capillary action of hardened mortar.

This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.



Designation: D2434 - 19

**Standard Test Method for Permeability of Granular Soils (Constant Head)<sup>1</sup>**

This standard is formulated under the fixed designation D2434; the number immediately following the designation indicates the year of original adoption or, in the case of revision, the year of last revision. A number in parentheses indicates the year of last approval. A superscript symbol (1) indicates an editorial change since the last revision or approval.

This standard has been approved for use by agencies of the U.S. Department of Defense.

**1. Scope**

1.1 This test method covers the determination of the coefficient of permeability by a constant-head method for the laminar flow of water through granular soils. The procedure is to establish representative values of the coefficient of permeability of granular soils that may occur in natural deposits as placed in embankments, or when used as base courses under pavements. In order to limit consolidation influences during testing, this procedure is limited to disturbed granular soils containing not more than 10% soil passing the 75-µm (No. 200) sieve.

1.2 The values stated in SI units are to be regarded as standard. The values given in parentheses after SI units are provided for information only and are not considered standard.

1.3 This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety, health, and environmental practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

1.4 This international standard was developed in accordance with internationally recognized principles on standardization established in the Decision on Principles for the Development of International Standards, Guides and Recommendations issued by the World Trade Organization Technical Barriers to Trade (TBT) Committee.

**2. Referenced Documents**

2.1 *ASTM Standards*<sup>2</sup>  
 D422 Test Method for Particle-Size Analysis of Soils (Withdrawn 2016)<sup>3</sup>

<sup>1</sup>This test method is under the jurisdiction of ASTM Committee D18 on Soil and Rock and is the direct responsibility of Subcommittee D18.08 on Hydraulic Properties and Hydraulic Barriers. Current edition approved Oct. 1, 2019; Published October 2019. Originally approved in 1963. Last previous edition approved in 2006 as D2434-06(2009), which was withdrawn January 2015 and reinstated in October 2019. DOI: 10.1520/D2434-19.

<sup>2</sup>For referenced ASTM standards, visit the ASTM website, www.astm.org, or contact ASTM Customer Service at service@astm.org. For Annual Book of ASTM Standards volume information, refer to the standard's Document Summary page on the ASTM website.

<sup>3</sup>The last approved version of this historical standard is referenced on www.astm.org.

D4253 Test Methods for Maximum Index Density and Unit Weight of Soils Using a Vibratory Table  
 D4254 Test Methods for Minimum Index Density and Unit Weight of Soils and Calculation of Relative Density

**3. Fundamental Test Conditions**

3.1 The following ideal test conditions are prerequisites for the laminar flow of water through granular soils under constant-head conditions:

3.1.1 Continuity of flow with no soil volume change during a test.

3.1.2 Flow with the soil voids saturated with water and no air bubbles in the soil voids.

3.1.3 Flow in the steady state with no changes in hydraulic gradient, and

3.1.4 Direct proportionality of velocity of flow with hydraulic gradient below certain values, at which turbulent flow starts.

3.2 All other types of flow involving partial saturation of soil voids, turbulent flow, and unsteady state of flow are transient in character and yield variable and time-dependent coefficients of permeability; therefore, they require special test conditions and procedures.

**4. Apparatus**

4.1 *Permeometers*, as shown in Fig. 1, shall have specimen cylinders with minimum diameters approximately 8 or 12 times the maximum particle size in accordance with Table 1. The permeometer should be fitted with: (1) a porous disk or suitable reinforced screen at the bottom with a permeability greater than that of the soil specimen, but with openings sufficiently small (not larger than 10% finer size) to prevent movement of particles; (2) manometer quality for measuring the loss of head, *h*, over a length, *L*, equivalent to at least the diameter of the cylinder; (3) a porous disk or suitable reinforced screen with a spring attached to the top, or any other device, for applying a light spring pressure of 22 to 45-N (5 to 10 lbf) total load, where the top plate is attached in place. This will hold the placement density and volume of soil without significant change during the saturation of the specimen and the permeability testing to satisfy the requirement prescribed in 3.1.1.

**MTC E 906**

**PERMEABILIDAD DE SUELOS GRANULARES (CARGA CONSTANTE)**

**1.0 OBJETO**

- 1.1 Determinar el coeficiente de permeabilidad mediante un método de cabeza constante para el flujo laminar de agua a través de suelos granulares.

**2.0 FINALIDAD Y ALCANCE**

- 2.1 Ensayo que se lleva a cabo para determinar la permeabilidad de los suelos granulares mediante una carga constante y establecer un valor representativo de su coeficiente de permeabilidad.
- 2.2 El procedimiento está destinado a establecer valores representativos del coeficiente de permeabilidad de suelos granulares presentes en depósitos naturales o colocados en terraplenes, o cuando se empleen como bases bajo pavimentos. Para limitar las influencias de consolidación durante el ensayo, este procedimiento está limitado a suelos granulares alterados que no contengan más de 10% de partículas que pasen tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (Nº 200).

**3.0 REFERENCIAS NORMATIVAS**

- 3.1 AASHTO T 215: American Association of State Highway and Transportation Officials.
- 3.2 ASTM D 2434

**4.0 EQUIPOS**

**4.1 EQUIPOS**

- 4.1.1 Permeámetros, como se indican en la Figura 1, deberán tener cilindros para muestras con diámetro mínimo de aproximadamente 8 a 12 veces el tamaño máximo de las partículas de acuerdo con la Tabla Nº 1. El permeámetro deberá ajustarse con: (1) un disco poroso o una malla reforzada adecuada para el fondo, con una permeabilidad mayor que la de la muestra de suelo, pero con aberturas suficientemente pequeñas para impedir el movimiento de partículas; (2) tomas de manómetros para medir la pérdida de carga,  $h$ , sobre una longitud,  $L$ , equivalente al menos al diámetro del cilindro; (3) un disco poroso o una malla adecuada reforzada con un resorte adherido a la parte superior, o cualquier otro dispositivo, para aplicar una ligera presión de resorte, de 22 a 44 N (5 a 10 lbf) de carga total, cuando la placa superior se halla colocada en su sitio. Esto mantendrá el peso unitario y el volumen del suelo sin cambio durante la saturación y durante el ensayo de permeabilidad, para satisfacer los requerimientos prescritos en el numeral 6.1.1.
- 4.1.2 Tanque de cabeza constante con filtro, como se muestra en la Figura 1, para suministrar agua y para remover aire de la conexión de agua, provisto de válvulas de control adecuadas para mantener las condiciones descritas en el numeral 6.1.1. Si se prefiere, puede emplearse agua desaireada.
- 4.1.3 Embudos amplos, equipados con canalones cilíndricos especiales de 25 mm (1") de diámetro para partículas de tamaño máximo de 9,5mm (3/8"), y de 12,7mm (1/2") de diámetro para partículas de tamaño de 2,00 mm (Nº 10).  
La longitud del canalón deberá ser mayor que la longitud total de la cámara de permeabilidad por lo menos en 152 mm (6").

## ANEXO N° 8. Evidencias Fotográficas

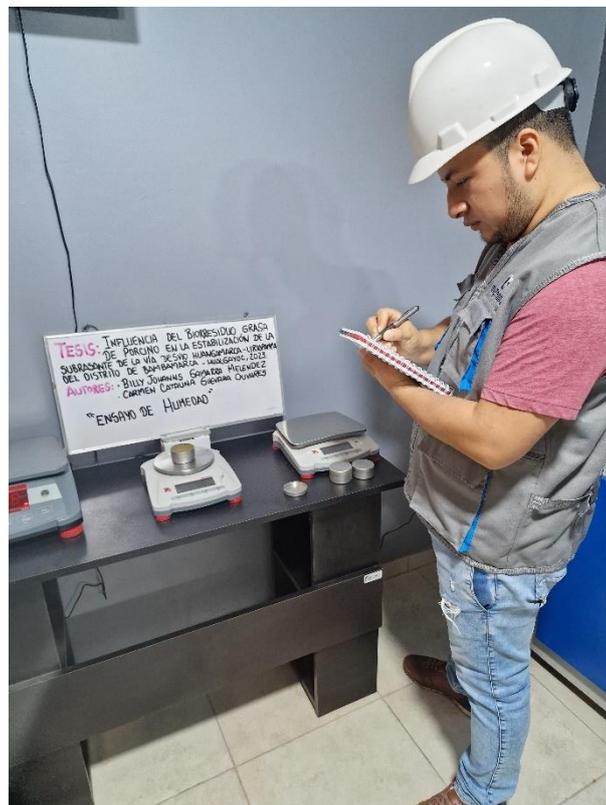
**Figura 12**

*Estado actual de la vía desvío Huangamarca – Liriopampa*



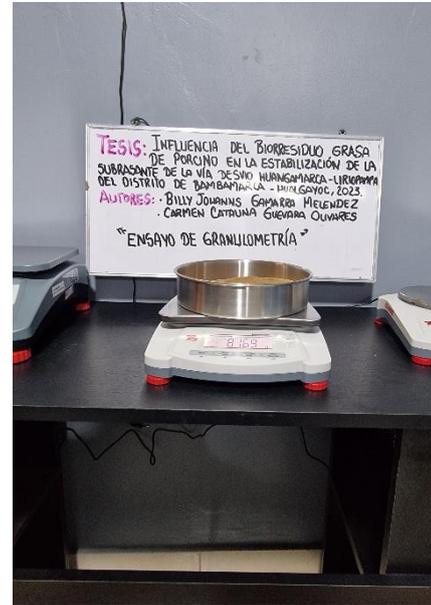
**Figura 13**

*Ensayo contenido de humedad del suelo natural*



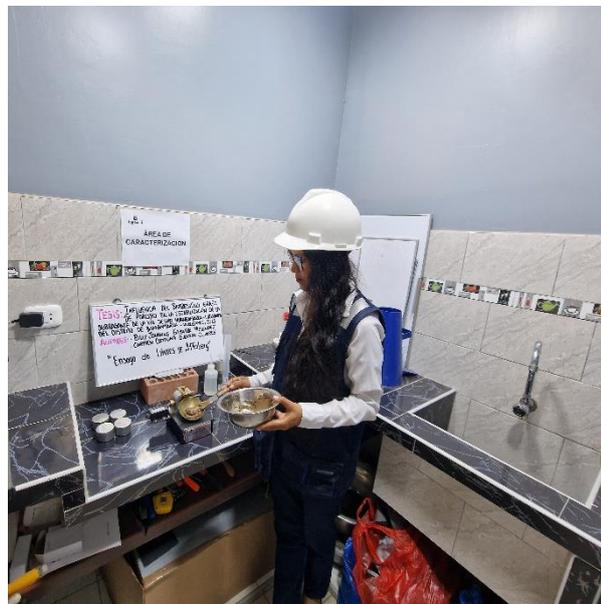
**Figura 14**

*Ensayo análisis granulométrico del suelo natural*



**Figura 15**

*Ensayo limite liquido*



**Figura 16**

*Conformación y toma de medidas de las probetas para el ensayo capacidad de absorción capilar*



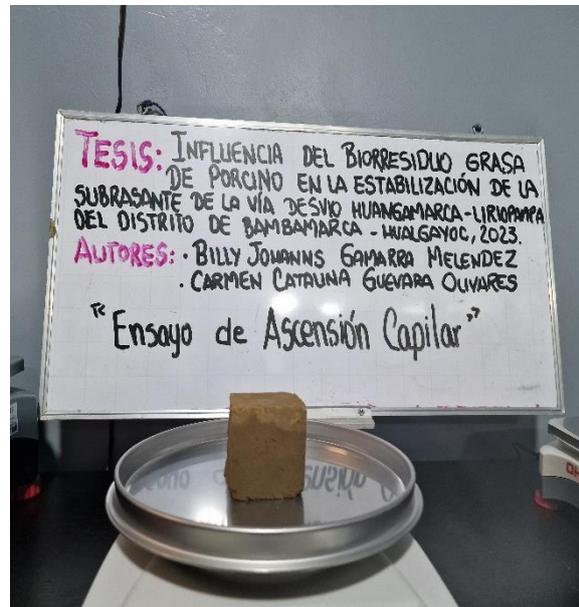
**Figura 17**

*Registro de masas del antes y después del ensayo capacidad de absorción capilar*



**Figura 18**

*Ensayo capacidad de absorción capilar*



**Figura 19**

*Ensayo proctor modificado*



**Figura 20**

*Ensayo CBR*

