



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Mejoramiento de subrasante mediante el uso de ceniza estiércol  
bovino y cal carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno,  
2021

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Valderrama Limachi, Omar Yovani ([ORCID: 0000-0002-9768-4888](https://orcid.org/0000-0002-9768-4888))

**ASESOR:**

Mg. Olarte Pinares, Jorge Richard ([ORCID: 0000-0001-5699-1323](https://orcid.org/0000-0001-5699-1323))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA - PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

En forma muy especial mi querida madre Teófila y a mis hermanos quien me dio fuerzas para seguir adelante con mis estudios profesionales dándome grandes enseñanzas de responsabilidad y superación continua. A mi padre Rene que ya no está en vida.

Gracias Dios por concederme a mí mejor Madre.

A Dios porque siempre me protegió y me dio las fuerzas para poder seguir luchando ante cualquier adversidad.

*Omar yovani, Valderrama limachi*

## **Agradecimiento**

Me gustaría agradecer en esta línea de investigación de la carrera de ingeniería civil a mi asesor Olarte por la ayuda de la asesoría de la tesis y el consejo de mi amigo Nico, compañeros y muchas personas más durante el proceso de investigación y redacción de la tesis de investigación. Como siempre en primer lugar agradecer a mi madre Teófila que me ha ayudado y apoyado, mis hermanos.

A la UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO de la sede Lima Norte por darme la oportunidad para titularme como ingeniero civil y darnos conocimiento en la asesoría tesis.

*Omar yovani, Valderrama limachi*

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA.....	43
3.1 Tipo y diseño de investigación:.....	43
3.2 Variables y operacionalización:.....	44
3.3 Población, muestra y muestreo:.....	45
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos:.....	47
3.5 Procedimientos de datos:.....	48
3.6 Método de análisis de datos.....	50
3.7 Aspectos éticos:.....	50
IV. RESULTADOS.....	51
V. DISCUSIÓN.....	138
VI. CONCLUSIÓN.....	139
VII. RECOMENDACIONES.....	140
REFERENCIAS.....	141
ANEXOS.....	144

## Índice de tablas

Tabla 1: Calicatas para Exploración de Suelos .....	14
Tabla 2: Número de Ensayos MR y CBR .....	16
Tabla 3: suelos según su clasificación tamaño de partículas .....	19
Tabla 4: Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad.....	20
Tabla 5: Clasificación de suelos según Equivalente de Arena .....	20
Tabla 6: Índice de grupo según Clasificación de suelos .....	21
Tabla 7: Correlación de Tipos de suelos AASHTO – SUCS .....	22
Tabla 8: Categorías de Sub rasante .....	24
Tabla 9: Guía Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador .....	32
Tabla 10: Características físicas de la cal.....	35
Tabla 11: Cuadro comparativo entra las distintas biomásas .....	38
Tabla 12: Composición química del estiércol de ganado bovino .....	41
Tabla 13: Método de análisis de datos .....	50
Tabla 14: Temperatura máxima y mínima promedio en Escallani.....	53
Tabla 15: Precipitación de lluvia mensual promedio en Escallani .....	54
Tabla 16: Porcentaje de humedad promedio en Escallani.....	54
Tabla 17: Velocidad promedio del viento durante los meses enero y diciembre.....	55
Tabla 18: Índices de promedios máximos de radiación solar en Escallani .....	55
Tabla 19: Flora y fauna terrestre existente en Escallani .....	56
Tabla 20: Flora y fauna acuática existente en Escallani .....	56
Tabla 21: Distancias de Puno y Juliaca a Escallani.....	57
Tabla 22: Análisis de granulometría para clasificación SUCS Y AASHTO.....	58
Tabla 23: Curva de granulometría.....	59
Tabla 24: Resumen de resultados tamaño máximo.....	59
Tabla 25: Resumen de ensayo de limite líquido y plástico C-1 .....	60
Tabla 26: Resumen de ensayo de limite líquido y plástico C-2 .....	61
Tabla 27: Resumen de ensayo de limite líquido y plástico C-3 .....	62
Tabla 28: Resumen de ensayo de limite líquido y plástico promedio tres calicatas.....	63
Tabla 29: Ensayo Proctor modificado muestra patrón C-1 .....	64
Tabla 30: Ensayo Proctor modificado densidad húmeda y seca MP C-1 .....	65
Tabla 31: Ensayo relación húmeda y densidad seca Proctor CBR MP C-1 .....	66
Tabla 32: Ensayo densidad humedad y seca Proctor CBR MP C-1.....	66
Tabla 33: Ensayo de Proctor modificado MP79%+1%cal+CEB20% C-1.....	68
Tabla 34: Relación humedad y densidad seca CBR MP C-1.....	69

## Índice de figuras

Figura 1: Simbología para perfil de calicatas clasificación AASHTO .....	17
Figura 2: Convencionales signos para Perfil de Calicatas Clasificación SUCS.....	18
Figura 3: Clasificación de los Suelos basada en AASHTO M145 y ASTM D3282 .....	22
Figura 4: Clasificación de los Suelos basada en AASHTO .....	23
Figura 5: componentes del Camino que son en los siguientes acápite.....	24
Figura 6: Proceso para la Identificación del Tipo del suelo .....	30
Figura 7: Proceso de selección del Tipo de Estabilización.....	31
Figura 8: Ceniza de estiércol bovino quemada .....	41
Figura 9: Área del proyecto en estudio .....	46
Figura 10: Mapa del Perú y departamento de puno .....	51
Figura 11: Aproximadamente 2 rutas a Escallani .....	57

## Resumen

El objetivo general de la investigación es analizar y mejorar las propiedades físicas y características mecánicas del suelo de subrasante con ceniza Estiércol Bovino y Cal en la Carretera Juliaca-Escallani. Se utilizó la siguiente metodología de Tipo enfoque cuantitativo, Aplicada, diseño cuasi experimental, Población Carretera Juliaca-Escallani con longitud 32km, Muestra Km17+600 al Km 20+700(3.1 km), Técnica observación directa y Experimentos, Instrumento Recolección de fichas técnicas. con ceniza estiércol bovino (10%, 15, 20%) y cal (1%,3%,5%) se obtuvo 3 ensayos granulometría tamiz N°200 es 79.73% C-1, el cual indica que pasa 50 % de finos deben pasar cumple norma ASTM 422, la calicata C-2 tenemos 64.53% y la calicata C-3 tenemos 50.03%. proporciones de 5% cal y 10% CEB para las calicatas C-1, C-2, C-3, mejora su plasticidad. De acuerdo a los parámetros de la norma aplicada nos da un  $IP < 7\%$ . En la calicata c-3 el valor del suelo natural patrón es de CBR al 100% de M.D.S. 4.83% y 95% de M.D.S. 2.80% con 85% muestra patrón con la adición 05% cal y 10% ceniza Estiércol Bovino incorporado aumento a un valor de CBR al 100% de M.D.S. 37.10% y 95% de M.D.S. 22.30% nos indica que más del 50% de finos deben pasar, la calicata C-2 tenemos 64.53% y la calicata C-3 tenemos 50.03%. en base a los resultados obtenidos en índice de plasticidad con las proporciones de 5% cal y 10% CEB para las calicatas C-1, C-2, C-3, mejora su plasticidad de acuerdo a los parámetros de la norma aplicada nos da un  $IP < 7\%$  suelo poco arcillosos MEM- MTC.

**Palabras clave:** ceniza Estiércol Bovino, cal, estabilización, CBR

## Abstract

The general objective of the research is to analyze and improve the physical properties and mechanical characteristics of the subgrade soil with Bovine Manure and Lime ash on the Juliaca-Escallani Highway. The following methodology was used: Quantitative Approach Type, Applied, Quasi-experimental design, Juliaca-Escallani Road Population with a length of 32km, Sample Km17+600 to Km 20+700 (3.1 km), Direct observation technique and Experiments, Instrument Collection of technical data sheets . with bovine manure ash (10%, 15, 20%) and lime (1%, 3%, 5%) 3 tests were obtained sieve granulometry N ° 200 is 79.73% C-1, which indicates that 50% of fines passes they must pass the ASTM 422 standard, pit C-2 we have 64.53% and pit C-3 we have 50.03%. proportions of 5% lime and 10% CEB for pits C-1, C-2, C-3, improves their plasticity. According to the parameters of the applied standard, it gives us an IP < 7%. In pit c-3, the value of the standard natural soil is CBR at 100% of M.D.S. 4.83% and 95% of M.D.S. 2.80% with 85% standard sample with the addition of 05% lime and 10% ash Bovine Manure incorporated increase to a CBR value at 100% of M.D.S. 37.10% and 95% of M.D.S. 22.30% indicates that more than 50% of fines must pass, pit C-2 we have 64.53% and pit C-3 we have 50.03%. Based on the results obtained in the plasticity index with the proportions of 5% lime and 10% CEB for pits C-1, C-2, C-3, it improves its plasticity according to the parameters of the applied standard. an IP < 7% soil with little clay MEM-MTC.

**Keywords:** Bovine Manure ash, lime, stabilization, CBR

## I. INTRODUCCIÓN

### **Realidad problemática:**

A nivel Internacional en el ranking de mejores carreteras mayor calidad La estadística presenta el ranking de los países del mundo con las carreteras de mejor calidad en el año 2019, según la puntuación obtenida de acuerdo con las normas internacionales. Con una calificación de 6,5 puntos, Singapur, seguidamente suiza Hong Kong, Japón, Australia, emiratos árabes unidos, Portugal en otros (ORUS, 2021).

En el ámbito internacional países como ESTADOS UNIDOS la norma United States Army Corps of Engineers (USACE) el cual esta norma usa para ver la subrasante compactada, sub-base, base y pavimento de un CBR para ver la capa de la estructura del terraplén y superficies de rodadura por debajo de base y subbase que está conformado sobre una superficie de multicapas de superficie de rodadura de bajo volumen de tránsito (HERNÁNDEZ, y otros, 2019).

A nivel de latino américa en el foro Global de Competitividad el informe mundial ubica el primer lugar a Chile entre primer lugar de la Latinoamérica que posee la mejor infraestructura de la nación en carreteras con red de 77.764 kilómetros que incluye 2.387 kilómetros de autopistas y seguidamente Costa Rica, Paragua, Perú se encuentra ocupando el puesto 86 (Foro Económico Mundial, 2019). mejoramiento y estabilización de la subrasante de suelos con aditivos donde se realizan los estudios necesarios que permita el aditivo correcta elección para el mejoramiento del suelo con diferentes porcentajes con el mismo tipo de ensayos en laboratorio de Perú.

Las carreteras en el Perú actualmente se encuentran formado está estructurado por tres niveles de sistemas: la Red Vial Nacional (27.109 km), competencia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), la Red Vial Departamental (27.505 km), responsabilidad de los Gobiernos regionales y la Red Vial Vecinal (113,857 km), competencia de los Gobiernos municipales. los avances y mejoras en las carreteras pavimentadas según MTC la red pavimentada nacional vial pasó del 59.9% en 2012 al 79.1% en 2018. La red departamental con un total de 3,623

km, alcanzó un 13.2% de vías pavimentadas en 2018. Los departamentos que lideran según su indicador son Áncash (39.6%), Arequipa (32.8%), Lambayeque (31.2%), Loreto (30.3%) y Piura (28.4%) (ComexPerú, 2020).

Donde se tomará las normas para la aplicación al mejoramiento de la subrasante sección suelos y pavimentos (MTC-SSP, 2014).

Donde tomara los ensayos de materiales con sus respectivas normas actuales (MTC-MEM, 2016).

Según cifras del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) el (PIA) para el año 2022 asciende a S/ 197 mil millones un incremento de 7.6% frente al PIA del año 2021. Para este año fiscal 2022, el mantenimiento en la ejecución presupuestal a cargo de los gobiernos locales para la red vial vecinal, el mantenimiento para fondos en los caminos rurales a cargo del MEF el financiamiento los servicios técnicos y administrativos el mantenimiento rutinario e inspección hasta la suma de S/ 315 000 000,00 (TRESCIENTOS QUINCE MILLONES Y 00/100 SOLES) por el financiamiento Recursos Ordinarios (MEF, 2022).

La carretera Juliaca-Escallani ubicado en el departamento de Puno provincia Juliaca y la comunidad Escallani tiene una longitud 32 km de trocha carrozable es una ruta del distrito de Capachica dedicados a la pesca y agricultura, artesanía y el turismo tiene 117 Km<sup>2</sup>. de extensión y una población aproximada de 11.435 habitantes. 16 comunidades entre las cuales se encuentra la comunidad de Escallani.

La presencia en el suelo finos como el limo y la arcilla pueden causar demora en la obra si no son tratados e incrementar el costo y por último la paralización de una obra vial del pavimento por este motivo es necesario plantear algún tipo de solución rápido y económica con materiales de la zona dependiendo por el tipo de suelo a clasificar por el método SUCS Y AASHTO para la aplicación de un estabilizante con el uso de ceniza estiércol bovino y cal otros tipos de material estabilizantes que se puede utilizar.

Se realizará un mejoramiento de la subrasante en la resistencia mecánica de los suelos (C.B.R), Plasticidad y humedad del OCH y MDS estabilizado con ceniza

estiércol bovino y cal en la carretera no pavimentada de trocha carrozable que está en mal estado.

El mejoramiento de la subrasante en la Carretera Juliaca-Escallani. Para ello se ha empleado la ceniza estiércol bovino y cal para mejorar los suelos naturales con las cantidades CEB(20%;15%, 10%) y cal(1%, 3%, 5%) lo cual se ha seleccionado el mejor resultado que dará CBR normado MTC

**Problema general:** Formulación, Uno de los tantos problemas es la inadecuada transpirabilidad y accesibilidad de la carretera en mal estado por tal razón no pueden trasladar sus productos en temporada de lluvia por las fechas de diciembre a abril presentando suelos de fundación del tipo limoso alta plasticidad con baja capacidad de soporte, lo cual no permite la construcción de un pavimento, siendo necesario el Manual de Carreteras del MTC debe tener una resistencia mayor al 6% CBR. ¿De qué manera se puede mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural de la subrasante con ceniza de Estiércol Bovino y Cal en la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021?

**Problemas específicos:** Formulación, en la carretera Juliaca-Escallani tienen diferencia tipología de suelo por lo que no se sabe las características la de subrasante lugares en diferentes lugares de la zona tienen un índice plasticidad que no se sabe con presencia de barro en temporada de lluvia y humedad dentro de los cuales el suelo se encuentra estado plasticidad de qué forma nos permite el suelo en su clasificación por el método AASHTO y SUCS ¿En qué medida influye la adición de ceniza Estiércol Bovino y cal en los límites de Atterberg en los suelos de la subrasante en la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021?

Formulación, dada la particularidad que la carretera Juliaca-Escallani se encuentra a orillas del lago Titicaca al Noreste a partir del cual el contenido de humedad también afecta y no esté a una profundidad el cual no puede ser favorable para la estructura del pavimento en fundación del suelo para cada muestra de los estratos obtenidos en los apiques o calicatas. ¿Cómo influye la dosificación de ceniza Estiércol Bovino y cal en el OCH y MDS en la compactación del ensayo Proctor modificado en la subrasante de la carretera Juliaca-Escallani del departamento de puno 2021?

Formulación, uno del problema es saber capacidad soporte CBR a nivel subrasante, conocer el tipo de suelo fundación y sus características de las capas de los estratos por cada muestra para dar solución a la carga transmitida en un pavimento estructural para la construcción con los ensayos son porcentajes inadecuados para la construcción la real capacidad de soporte CBR a nivel de la subrasante. ¿Como se podría conocer la real capacidad de soporte CBR al 95% y 100% en relación a la MDS del ensayo Proctor modificado con Ceniza Estiércol Bovino y Cal de la subrasante en la carretera Juliaca-Escallani del departamento de puno 2021?

### **Justificación de la investigación:**

Justificación teórica: la capacidad soporte de mejorar el suelo del CBR con la combinación estabilización mixta incorporando de la ceniza Estiércol y Cal. En Estados Unidos, Europa y Brasil, utilizan este tipo estabilización concluyendo ellos que la estabilización dando énfasis en mejorar la infraestructura vial de un proyecto.

En el departamento de puno de la carretera Juliaca-Escallani se hace estudios necesarios para una carretera de doble vía que pasa por varias rutas distritales se realizaron tres apiques o calicatas para sacar la muestra con una profundidad de 1.50 mts. y ver que alternativas de mejora se podría hacer para una estructura de un futuro pavimento.

**Justificación practica:** busca servir nuevos parámetros del comportamiento físico y mecánico, químico de la combinación mixta con ceniza estiércol bovino y cal para verla en la subrasante a través de los estudios estándares y especiales que se van a realizar en laboratorio como la humedad natural y análisis de granulometría y valor relativo de soporte CBR mediante la clasificación AASHTO Y SUCS para la identificación de los estratos y clasificar las muestras de cada calicata con profundidad de 1.50 mts.

**Justificación económica:** Reducir los costos y mejora de la trocha carrozable y cumpla con la norma MTC de una estructura de un pavimento uso y la combinación de ceniza estiércol bovino y cal para mejorar la carretera Juliaca-Escallani del departamento de puno que es una ruta que pasa por varios distritos con el cual la

población se beneficiara prestando sus servicios con más eficiencia que se dedican a la agricultura, pesca y turismo.

**Justificación social:** El crecimiento socio económico del PBI en la población departamental, distritales y provinciales la demanda nueva carreteras y ampliación de comunicación que son promovidas por los gobiernos regionales, locales y centrales.

El impacto busca determinar que la sociedad en el empleo y la educación en el departamento de Puno mejorando la calidad de vida el cual están enlazados por varias vías que no están pavimentadas. La ruta en estudio Provincia Juliaca y comunidad Escallani del Distrito de Capachica para el trasladar a la población y productos de la zona mejorando en tiempo y precio de transporte llegando a los mercados más rápido.

**Justificación metodológica(ambiental):** Esta orientado al medio ambiente de la contaminación ya que esta cenizas estiércol bovino son residuo finamente dividido resultante de la bosta de animales (oveja, vaca, caballo etc.) puede ser utilizado como fertilizante aporta potasio, calcio y fósforo al suelo si se hace un buen uso no afectaría al ecosistema también son utilizados en la fabricación de ladrillo artesanales son acumuladas en el suelo este marial de ceniza de color gris es un problema ambiental contaminante se puede utilizando este material para la Ingeniería reduciendo la contaminación.

**Objetivo general:** Analizar y mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos naturales de la subrasante con ceniza estiércol bovino y cal en la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021

**Objetivos específicos:** Determinar las propiedades del índice de plasticidad con la adición de ceniza Estiércol Bovino y cal en los límites de Atterberg en los suelos de la subrasante en la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021

Determinar en qué medidas son adecuadas la ceniza Estiércol Bovino y Cal en las proporciones del OCH y MDS de compactación del ensayo Proctor modificado en la subrasante de la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021

Determinar las propiedades MDS al 95% y 100% en relación a la capacidad de soporte CBR con ceniza Estiércol Bovino y Cal de la subrasante en la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021

**Hipótesis general:** Se podría mejorar significativamente las propiedades físicas y mecánicas de los suelos naturales de la subrasante con ceniza Estiércol Bovino y cal en la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021

**Hipótesis específica:** La adición de ceniza Estiércol Bovino y Cal mejora significativamente en los límites de Atterberg en los suelos de la subrasante en la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021

La dosificación de ceniza Estiércol Bovino y Cal influye en el OCH y MDS de compactación del ensayo Proctor modificado de la subrasante en la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021

Conocer significativamente la real capacidad de soporte CBR al 95% y 100% en relación a la MDS del ensayo Proctor modificado con ceniza Estiércol Bovino y Cal en la subrasante de la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021

## II. MARCO TEÓRICO

### Indecentes nacionales:

Según tesis de (VASQUEZ CABRERA, 2018) "CAPACIDAD DE SOPORTE AL ESTABILIZAR EL SUELO DE LA VÍA CASCAJAL CON ADICIÓN DE CARBÓN Y CAL A NIVEL DE SUB RASANTE" Para obtención grado de Ingeniero Civil, en la universidad San pedro, Chimbote. lo cual tiene como **objetivo** Determinar la estabilización suelo y capacidad de soporte la avenida Cascajal con 7% carbón sedimentario de mineral 4%cal de subrasante. **Metodología de investigación** tipo aplicada **metodología** experimental, **nivel** cuasi experimental **su población** la Vía cascajal km15 a km16 **Su muestra**, su vía es de tercera clase tomaron 3 calicatas por km a una profundidad 1.50m a nivel de la subrasante. **resultados obtenidos** granulometría calicata N°1 peso inicial (pi) 490 Peso seco lavado(pl) 172.70 Peso perdido lavado 317.30, calicata N° 2 Peso inicial(seco) 700.00 Peso lavado(seco) 300.80 Peso lavado(perdido) 399.20, calicata N°3 Peso inicial(seco) 620.00 Peso lavado(seco) 264.20 Peso lavado(perdido) 355.80, Proctor modificado N° 1 su patrón el OCH 15.3% MDS 1.576 gr/cm<sup>3</sup>, Proctor modificado experimental c-N° 1 el OCH 14.3% MDS 1.618 gr/cm<sup>3</sup>, Proctor modificado patrón C-N° 2 el OCH 15.2% MDS 1.596 gr/cm<sup>3</sup>, experimental C-N°2 el OCH 14.1% MDS 1.643 gr/cm<sup>3</sup>, Proctor modificado patrón C-N° 3 su OCH 14.1% MDS 1.634 gr/cm<sup>3</sup>, experimental c-N° 3 el OCH 15.4% MDS 1.570 gr/cm<sup>3</sup>. humedad calicata N°01-patron 4.52 % experimental C-N°1. 4% contenido humedad C-N° 2 patrón 3.28% experimental C-N° 2, 3.9% contenido humedad C-N° 3 patrón 4.5% contenido humedad C-N° 3 experimental 3.75%, CBR C1, C2, C3, 96 horas o 4 días con una carga de 4.5kg. calicata N° 1 penetración 2.54mm, N° de golpes 56,25,12 capacidad de soporte 16.2, 12.2, 8.8, con los porcentajes 4%cal y 7% carbón 29.0, 17.6, 10.3. calicata N° 2 penetración 2.54mm, N° de golpes 56,25,12 capacidad de soporte 15.4, 12.1, 8.7, con los porcentajes 4%cal y 7% carbón 35.3, 22.8, 13.2. calicata N° 3 penetración 2.54mm, N° de golpes 56,25,12 capacidad de soporte 14, 10, 7.4, con los porcentajes 4%cal y 7% carbón 32.2, 20.7, 14.3. penetración de la calicata 100% MDS y 95% calicata N° 1, 16.2, 35.3 y 12, 25, penetración C-N° 2 15.4, 35.3 y 12, 25, penetración C-N° 3 14, 32.2 y 9.8,19.8. resistencia al corte CBR 95% MDS sin adición 11.20% y con adición 20.767, CBR 100% MDS sin adición 15.200% y con

adición 32.167. **conclusión** que combinación carbón en sus porcentajes expresados por el óxido de la composición química puede ser activado térmicamente el trióxido de Aluminio ( $AL_2O_3$ ) en 33.16% y el Dióxido de Silicio ( $SiO_2$ ) en 54.802%.

Según (LÓPEZ SUMARRIVA, y otros, 2018) “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON CAL PARA EL TRATAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LAS CALLES DE LA URBANIZACIÓN SAN LUIS DE LA CIUDAD DE ABANCAY” Para obtener el grado de Ingeniero Civil, en la universidad nacional TECNOLÓGICA DE LOS ANDES, Abancay. lo cual su **objetivo** son determinar las propiedades de suelo es clasificar la cantidad de cal y determinar el porcentaje de finos a utilizar en la subrasante. **metodología** tipo experimental exploratoria, nivel analítico, diseño aplicativo. **su población** Abancay provincia san Luis **Muestra** la sacada de estudio de los Jr. Santo Domingo en la Urb. San Luis **Resultados** para subir incremento del pH de suelo y se obtuvo resultados distintos con cal el pH 12.4, las características físicas de la mejora del suelo ensayos realizados como Análisis granulometría, LL, IP , CBR y humedad 12.36 en la muestra 2, en la granulometría en la malla N°200 la muestra N°1 42.16% y en la muestra N°2 31.04% Cu 19.39 y CC 0.18 en la muestra N°1 en la muestra N°2 Cu 49.42 y CC 0.11, muestra N°1 LL=22.7%, la muestra N°2 24.30%, LP en la muestra N°1 21.6%, muestra N°2 20%, IP en la muestra N°1 1 y la muestra N°2 4.30, Proctor modificado muestra N°1 MDS 2.15 gr/cm<sup>3</sup> y OCH 8% mientras la muestra N°2 la MDS 1.95gr/cm<sup>3</sup> y OCH 8.50%, clasificación de suelos método Sucs muestra N°1 arena limosa simbología SM con una muestra N°2 sc-sm(arena limo-arcillosa con grava), CBR en la muestra N°1 8.75% y la muestra N°2 16.75% **conclusión** se adiciona cal un porcentaje para la mejorar IP y CBR en los suelos 8% del peso seco el pH sube relativamente el incremento a arriba de los 10.5 las cuales permite romper las partículas de las arcillas.

Según (MAMANI GARCIA, y otros, 2020) “ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EN LA APV. PICOL ORCOMPUGIO MEDIANTE LA ADICIÓN DE CAL AL 10% Y PUZOLANA VOLCÁNICA DE LA CANTERA DE RAQCHI AL 15, 25 Y 30% PARA SUBRASANTE DE VÍAS PAVIMENTADAS SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS

SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNÍA Y PAVIMENTOS”. Para obtener el grado de Ingeniero Civil, en la universidad andina del cusco, lo cual su **objetivo**, decidir la relación y magnitud de Soporte CBR con la adición de cal al suelo arcilloso con el 10% puzolana volcánica al 15, 25 y 30% para la subrasante **metodología de investigación** tipo cuantitativa, diseño experimental, tipo correlacional hay variación de las variables en función a la otra variable. **su población** los suelos de las avenidas son 2.5km de estudio y 6 calicatas con una profundidad de 1.60mts **muestra** su clasificación por método SUCS suelo plasticidad simbología CH en la calicata C5 y C6, clasificación AASHTO A-7-5 (13) en C5 y A-7-5 (16) de C6. Contenidos de humedad natural calicatas de las 6 calicatas 14.16%, 20.38%, 13.56%, 14.97%, 5.55%, 5.22%, granulometría de las 6 calicatas 32.00, 40.30, 28.40, 25.60, 8.00, 10.60, sub total 838.80, 856.50, 852.70, 860.00, 167.70, 178.60 Lavado 1161.20, 1143.50, 1147.30, 1140.00, 1832.30, 1821.40, total 2000.00 para todos utilizaron 10% cal puzolana volcánica 15%, 25%, 30% LL y LP C-Nº 1 C-Nº2 no presenta LL C-Nº3 %peso tara (gr) 21.70, 21.90, N.º de golpes 15, 29, 21, 32 LP %peso húmedo s +tara (gr) 24.80, 25.50, 25.40, %peso s+ tara (gr) 24.20, 24.70, 24.10, %peso s. +tara (gr) 20.90, 21.20, 21.30 método de ensayo A N° + adicional de agua 1, 2, 4, 3, 6, 4, 8 en % N.º de golpes 25, Cantidad p.v. aproximada pasante el tamiz N°50, Lly LP y IP500gr, Proctor M.10kg. Con un CBR 20kg, datos obtenidos en el CBR Suelo arcilloso 5. Cal 0, S.a. + cal al 10%+ puzolánica 15% suelo 3.75 cal 0.50, puzolana 75% Suelo arcilla + cal 10%+ puzolánica 25% suelo 3.25, cal 0.5, puzolánica 1.25gr, Suelo arcilloso + cal 10%+ puzolánica 15% suelo 3, cal 0.5, puzolana 1.5 **conclusión** propiedades de la ceniza volante funciona como un aditivo inhibidor en suelo arcilloso de expansión necesita en promedio de un 20% a más la combinación mixta y cemento 3% se obtuvo buenos resultados mejorar el CBR arcilloso de suelo 7.7% hasta 51% CBR al 100% de la MDS del Proctor modificado.

Según (FLORES ISMINIO, 2020) “ESTABILIZACIÓN DE SUBRASANTE UTILIZANDO PUZOLÁNICO DE CASCARILLA DE ARROZ Y CAL PARA MEJORAR LA CAPACIDAD PORTANTE SAN MARTIN-2020” Para obtencion de Ingeniero Civil, de la universidad andina del cusco, lo cual su **objetivo de la investigación**, Determinar la estabilización posible de la subrasante para mejorar

la capacidad soporte con cascarilla de arroz y cal para. **metodología de la investigación** tipo experimental, investigación aplicada **su población** ubicada en San Martín. **Su muestra** de la estudiada que tomo es de 10 kilómetros. **resultados obtenidos** muestra suelo arcilloso pasan la malla N°200 su clasificó mediante SUCS suelo (CL); Calicata N°1 L.L obtuvo 40.80%, L.P obtuvo 19.90%, resultando IP=20.90% Hum. Natural 15.95%, soporte 0.85kg/cm<sup>2</sup> Peso 2.63gr/c AASHTO la C-1 y C-2 la malla número 4 por IG LL, LP y IP, A-7-6(12) suelo baja plasticidad de arcilla, porcentaje óptimo de humedad compactado en un 13.10%, densidad máxima seca c-1 obtuvo 1.799 gr/cm<sup>3</sup> con CBR al 95% de la MDS 5.90, expansión 3.17% – 3.31% – 3.54%. **conclusión** C- N°02 con G.C. lo que señaló los parámetros químicos de un suelo en los análisis granulometría por tamizado para LL y LP en resultando un suelo A-7-6 (12) suelos arcillosos y por método SUCS suelo CL utilizando 425gr de arcilla 45gr de cascara de arroz y 30gr de cal se obtuvieron óptimos en la subrasante 85% arcilla y 9% de Puzolánico de arroz, 6% de Cal diseño logrando un CBR al 100% de 10.20 Subrasante Buena

#### **Antecedentes internacionales:**

Según tesis (GARZON PINTO, y otros, 2019) “ANÁLISIS GEOMECÁNICO DE UN MATERIAL GRANULAR ESTABILIZADO CON CENIZA VEGETAL Y CAL PARA SU USO EN LAS VÍAS Terciarias del Corregimiento de Caño Chiquito en Paz de Ariporo Casanare” Para obtención de grado de Ingeniero Civil en la universidad de la Salle, ciudad Bogotá lo cual tiene como **objetivo de la investigación**, Analizar la estabilidad y resistencia de un suelo estabilizado con ceniza vegetal y cal **metodología** tipo experimental, **su población** los materiales a ensayos proveniente un suelo de la cantera triturados de llanos. **Resultados** suelo húmedo de la muestra se dejó en el horno a 110 °C 24H. para eliminar el contenido de agua. Granulometría obteniendo la malla #200 con abertura 0.075 ensayo uno 1% en el ensayo dos obtuvo 5% en el ensayo obtuvo 5%. La compactación fueron en 5 capas de 10, 25 y 56 golpes por capa en seguidamente se quitó el collarín, se enrasó y se pesó juntamente la muestra con el molde para ver la cantidad de humedad de agua la humedad se fue aumentando en las proporciones una curva de subida y bajada compactación obteniendo el punto más alto en la MDS del peso específico y su OCH para los ensayos de prueba del CBR

los ensayos en la compresión obtuvo una densidad seca de 20,59 kN/m<sup>3</sup> (2,1 gr/cm<sup>3</sup>), resultando una estructura muy sólida y una humedad óptima 7,7%; resultando demasiado. resultados obtenidos en el CBR fue de 78% y una densidad seca máxima 2.02 gr/cm<sup>3</sup>. Indicándonos un material bueno para ser utilizado **conclusión** se obtuvo unas características geomecánicas de la densidad seca que fue de 2.1 gr/cm<sup>3</sup>, humedad óptima del 7.7% y suelo de material orgánico 0.29% y un CBR de la subrasante del 78%. Este material es aceptable de acuerdo a las normas.

Según (BRYAN RAMOS, y otros, 2017) “ANÁLISIS DE LA MODIFICACIÓN DE UN SUELO ALTAMENTE PLÁSTICO CON CASCARILLA DE ARROZ Y CENIZA VOLANTE PARA SUBRASANTE DE UN PAVIMENTO”. Universidad de La Salle, ciudad de Bogotá, para obtener el grado de ingeniero civil lo cual tiene como **objetivo**, Encontrar el resultado C.V. y cascara de arroz en relación al Mr y el C.B.R. de la muestra analizada seleccionadas. La **metodología de investigación** resiliente mejora por medio triaxial de ensayo cíclico **resultado** material que se puede recuperarse y deformarse el procedimiento en base al diseño de un pavimento mediante prueba triaxial se recomienda el ensayo de carga de campo los cuales son dos formas para obtener el Mr de la subrasante del pavimento. su **población** el proyecto estaba ubicado en sabana de Bogotá de la Av. Medellín y Cota. su **muestra** dos moldes de CBR envolviendo en papel vinil de aluminio para conservar con una excavación aproximadamente 1.5m y muestra de 120 kilogramos fue transportada en sacos para el respectivo ensayo en laboratorio. **Conclusión** El CBR con la adición 35% y 40% de ceniza su valor de CBR vuelve a bajar la variación la mezcla mínima de comparación del suelo obteniendo con el 20% de adición de ceniza obteniendo resultados positivos para los dos casos

#### **Antecedentes locales:**

Según la tesis (GUIA, 2021) “MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE LA ADICIÓN DE CENIZA DE QUINUA EN LA CARRETERA PE-38B PROVINCIA CHUCUITO PUNO 2021” Para obtención de grado de Ingeniero civil de universidad cesar vallejo. lo cual tiene como **objetivo**, Determinar la influencia de la plasticidad de ceniza de quinoa de la subrasante en la carretera Chucuito Puno 2021. La **metodología** de investigación experimental. La **población** la Carretera PE-38B de

Chucuito, Puno. **su muestra**. conformada desde el tramo 08+000 al 09+000 del estudio la subrasante una calicata de 1.50m de profundidad **Conclusiones** se obtuvo resultados que con 4%, 6% y 8%, ceniza de quinua las propiedades de compactación incrementan y la MDS mejora en la subrasante se determina que este aditivo estabilizador sustentable para suelos arcillosos.

#### **Artículos científicos internacionales:**

(HILMER, 2020) “ESTABILIZACIÓN DE SUELOS CON CENIZAS DE CARBÓN PARA USO COMO SUBRASANTE MEJORADA” Artículo original, ISSN 2414-8822 / ISSN(e) 2520-0356. el cual su **objetivo** es verificar la influencia de un esquema y el contenido de carbón mineral y vegetal para el mejoramiento de la subrasante provenientes de la industria ladrillera de Chachapoyas. La **metodología de investigación** experimental. su **población** lugar distrito de huancas provincia Chachapoyas **su muestra** sitio de estudio las calles ocho y nueve de las lomas con la combinación ceniza de carbón para los ensayos mecánicos en muestras de suelo adicionadas cenizas de carbón del 15, 20 y 25% de cenizas de carbón se realizó una repetición para los límites de consistencia y compactación Proctor estándar y cinco repeticiones para california bearing ratio (CBR). **Conclusión** carbón de ceniza mejora el CBR de un tipo suelo CH y OH pero se obtuvo estándares altos por lo que no pueden ser usados subrasante como material apto obteniendo un CBR de 3.5% y 3.7% sin llegar a lo máximo normado permitido lo mínimo es 6% según el manual MTC de carreteras

#### **Bases teóricas:**

##### **Subrasante**

La categoría de los suelos por debajo de la estructura del pavimento indicadas en la explanación debe tener un material espesor mínimo de 0.60m a la categoría de la superficie de la carretera a nivel de movimiento de tierras propuesta se asignará a la categoría inmediata (MTC-SSP, 2014).

La napa freática dependiendo al tipo de suelo debe estar por debajo de la subrasante como mín. 0.60m, excelente muy buena  $CBR \geq 20\%$  a 0.80m y para una buena regular ( $6\% \leq CBR < 20\%$ ), a 1.00 m para subrasante Insuficiente ( $3\% \leq CBR < 6\%$ ); a 1.20m una subrasante inadecuada  $CBR < 3\%$ . En de ser necesario

se coloca sub drenes y drenantes o capas anticontaminantes necesarios (MTC-SSP, 2014).

El material que pueda penetra a las capas de un pavimento contaminado se deberá aumentar una capa separadora de 10cm en la compactación a un suelo arcilloso o limo y a la humedad de las partículas de los estos materiales de un espesor como mínimo o un geo sintético para la justificación para el Ingeniero responsable (MTC-SSP, 2014).

El mejoramiento en zonas húmedas e inadecuadas la estabilizarán es la mejor alternativa a una sub rasante de un suelo en estudio materia geotécnico en la estabilización donde los Ingenieros responsable de la obra analizará según su naturaleza el tipo de suelo para dar soluciones alternativas en la estabilización con cal, cemento, química, geos sintéticos. para la justificación el Informe a presentar y dar solución adecuadas a la estabilidad volumétrica adecuada la permeabilidad, resistencia durabilidad y la compresibilidad (MTC-SSP, 2014).

En zonas sobre los 4,000 msnm se evaluará la acción de los friajes o las heladas en los suelos la acción en la profundidad de la napa freática el congelamiento a una profundidad de la subrasante de 0.60m por la acción climática del congelamiento y reemplazo suelo natural se levantará la subrasante rellena granular adecuado hasta un espesor necesario (MTC-SSP, 2014).

Los suelos limo son susceptible a temperatura elevada tiene más 3% de su peso con tamaño inferior a 0.02mm las arenas finas uniforme con 10% material inferior a 0.02mm no son susceptibles a la temperatura elevada. La curva granulométrica es menor tamaño en el tamiz de 0.074 mm (Nº 200) los sedimentos son utilizando de acuerdo a la Norma MTC E 109 (MTC-SSP, 2014).

Este contenido es de superficie natural a nivel de subrasante del soporte del pavimento y diseño luego de acuerdo a la cimentación se realizará de acuerdo a los ensayos en laboratorio de las propiedades del suelo.

### **Características de la Subrasante:**

Con el objeto de determinar los materiales y características física y mecánica de la subrasante mediante la investigación de pozos exploratorios con una profundidad

1.5m el número de apiques por kilómetro longitudinalmente y el ancho de calzada en forma alternada a distancias aproximadamente casi iguales para el trazo de vía con exploración de puntos tal como se muestra en la tabla 1. (MTC-SSP, 2014).

**Tabla 1: Calicatas para Exploración de Suelos**

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

**Fuente:** Elaboración Ensayo de Materiales del (MTC-SSP, 2014)

Los apiques indicados en la tabla 1. Es aplicado para mejoramiento de pavimentos para estudios de prefactibilidad y factibilidad se aplicará el número de apiques mencionadas en la tabla cada 2.0km. para el perfil de estudio existente viabilidad

si no existir información se establecerá los apiques mencionados en la tabla1. (MTC-SSP, 2014).

“Los ensayos de las calicatas de perfil estudios de pre-inversión de factibilidad y prefactibilidad es necesario efectuar ensayos de calicatas de estudios complementarios los mismos que servirá como medios comprobatorios” (MTC-SSP, 2014).

El tramo en estudio con una longitud entre 500m y 1,000m se podrá proponer la cantidad de calicatas necesarias de acuerdo al tipo de estudio y mencionadas en la tabla 1. (MTC-SSP, 2014).

Si a lo largo cambio muestra avances topográficos del perfil terreno de un suelo el terraplén y corte con sus características evidencias de un cambio significativo si presenta un suelo irregular se deberán hacer más calicatas por km y verificar los puntos de cambio. La estabilización y mejoramiento de la sub rasante Insuficiente o inadecuada se requiere que un informe técnico que se pueda sustentar una solución según volumen adecuado de comprensibilidad, durabilidad, resistencia, permeabilidad (MTC-SSP, 2014).

“Este tipo de estudios de terraplenen y ensayos del estudio con altura mayor a 5.0 m. con valores representativos resultado que se encuentre roca maciza en la profundidad debemos aplicar la norma MTC E101” (MTC-SSP, 2014).

#### **Registros de excavación:**

Los estratos estudiados del suelo se obtuvieron en la calicata donde son descritas las muestras representativas e identifica mediante una ubicación de cada calicata con coordenadas UTM-WGS84 saber la profundidad para el numero de muestras poner la capacidad es uno de los materiales donde se registra y se anota el espesor de los estratos y la capacidad de los materiales del subsuelo sus características. Se registran la subrasante del Módulo resiliencia y CBR correlacionar ver tabla2. (MTC-SSP, 2014)

**Tabla 2: Número de Ensayos MR y CBR**

TIPO DE CARRETERA	N° MR y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 1 MR cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 MR cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 MR cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 1 MR cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 MR cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 MR cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	➤ 1 MR cada 3 km y 1 CBR cada 1 km
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 – 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	➤ Cada 1.5 km se realizará un CBR
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	➤ Cada 2 km se realizará un CBR
Carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	➤ Cada 3 km se realizará un CBR

**Fuente:** Elaboración Propia Manual de Ensayo de Materiales del MTC (MTC-SSP, 2014)

La rehabilitación y mejoramiento del pavimento indicado de los ensayos mostrados en la tabla 2. Es donde se efectuará los estudios de factibilidad y prefactibilidad indicadas la vía de 3ra c. Cada 4km se utilizará CBR cada 2km. Del proyecto en estudio a nivel del perfil de no existir información secundaria se efectuará el ensayo en la tabla 2. Carreteras de Segunda Clase Cada 4.5km. (MTC-SSP, 2014).

Para el caso de un pavimento de refuerzo para el mejoramiento el comportamiento y mediciones homogéneo de cada sectorización con mínimo dos CBR que corresponde a los ensayos y las características de la deflexión (MTC-SSP, 2014).

Los ensayos de estudio pre inversión de prefactibilidad y factibilidad del perfil de estudio definitivo obteniendo MR y CBR formarán parte del estudio definitivo resulta para efectuar que sirve como modo probatorio en un tramo longitud indicado en la tabla 2. Indicada debe ser tomada como mínimo para realización la cantidad de ensayos (MTC-SSP, 2014).

Se podrá el suelo a la realización del mejoramiento del CBR según MTC E 133-2000 la presente limitación resulta muy útil en suelos finos y blandos la principal presencia de suelos se requiere de mayor evaluación de los suelos y sus estratos donde va mejorar la subrasante de donde se estable en número de calicatas en la tabla 2 (MTC-SSP, 2014).

**Descripción de los suelos:**

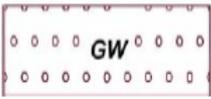
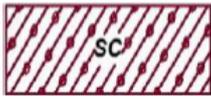
Los materiales de un suelo se clasificarán a la por la construcción y metodología para las vías donde por el método AASHTO y SUCS su utilización se debe en las figuras 1 y 2 (MTC-SSP, 2014).

**Figura 1: Simbología para perfil de calicatas clasificación AASHTO**

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia Orgánica
	A - 2 - 6		Roca Sana
	A - 2 - 7		Roca Desintegrada
	A - 4		

**Fuente:** Manual de Ensayos de Materiales-Norma MTC simbología AASHTO

**Figura 2: Convencionales signos para Perfil de Calicatas Clasificación SUCS**

	Grava bien graduada, mezcla de grava con poco o nada de materia fina, variación en tamaños granulares		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo
	Grava mal granulada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino		Limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico

	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa
	Arcilla orgánica de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico
	Turba, suelo considerablemente orgánico

**Fuente:** MTC E101 símbolos gráficos suelos (MTC-SSP, 2014)

**a. Granulometría:** representa los tamaños del material que posee el agregado grava, arena y finos procedimiento por tamizado del ensayo MTC E 107. A partir de donde estima con mayor o menor de las propiedades que puede obtener. La granulométrica del análisis de suelo y elementos con proporciones diferente clasificación en función al tipo de finos de las partículas (MTC-SSP, 2014).

**Tabla 3: suelos según su clasificación tamaño de partículas**

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

**Fuente:** Elaboración Propia Manual de Ensayo de Materiales del MTC

**b. La Plasticidad:** las propiedades de humedad del suelo hasta un cierto límite de estabilidad que representa dependen no de los elementos gruesos si no de los elementos finos que contiene. Las características del análisis de granulométrica no permiten precisar esta determinación las características del límite de Atterberg (MTC-SSP, 2014).

Los Límites de Atterberg en relación al comportamiento del suelo establecen la humedad referidos a los correspondientes se puede presentarse un tipo un suelo y saber el líquido y plástico o sólido. Según la clasificación y según los ensayos de plasticidad de LL MTC E110 y LP MTC E111 según límite de contracción MTC E112 (MTC-SSP, 2014).

Cuando L.L de un suelo semilíquido pasa estado plástico se puede moldear es manejable. Cuando LP del suelo plástico pasa a un estado semisólido se rompe no es manejable. Cuando el límite de retracción del suelo estado semisólido pasa a un estado sólido dejando de contraerse a la pérdida de humedad (MTC-SSP, 2014).

Las características LL y LP para obtener índice de plasticidad IP (ensayo MTC E 111) es la diferencia entre LL y LP (MTC-SSP, 2014)

$$IP = LL - LP$$

Cuando el intervalo de la magnitud del IP de humedad del suelo permite clasificar la consistencia corresponde un suelo arcilloso teniendo un IP grande si tuviera un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso. En relación del suelo de índice de plasticidad se clasifica según la tabla 4 (MTC-SSP, 2014).

**Tabla 4: Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad**

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
IP ≤ 20	Media	suelos arcillosos
IP > 7		
IP < 7	IP < 7	suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	No Plástico (NP)

*Fuente: Elaboración Propia Manual de Ensayo de Materiales del MTC*

Un suelo puede ser elemento riesgoso si tiene un IP alta de acuerdo a su magnitud en la subrasante en una estructura del pavimento llega a dañarse por varios factores y el agua es uno de ellos (MTC-SSP, 2014).

**c. Equivalente de Arena:** Es la proporción de polvo fino relativo del contenido de material arcilloso de agregados suelos finos (ensayo MTC E 114). Son obtenidos mediante la determinación de los ensayos que dan resultado parecidos a los límites de Atterberg es fácil y rápido de efectuar menos preciso (MTC-SSP, 2014):

**Tabla 5: Clasificación de suelos según Equivalente de Arena**

Equivalente de Arena	Característica
Sí EA > 40	El suelo no es plástico, es arena
Sí 40 > EA > 20	El suelo es poco plástico y no heladizo
Sí EA < 20	El suelo es plástico y arcilloso

*Fuente: Elaboración Propia Manual de Ensayo de Materiales del MTC*

**d. Índice de Grupo:** es de uso para clasificar los suelos del índice normado por AASHTO basado por el límite de Atterberg y grupo de un suelo mediante la siguiente fórmula:

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

**Dónde:**

a = F-35 (F = Fracción %pasante tamiz N°200 -74 micras). Esta expresado por un número entero positivo comprendido entre 1 y 40.

b = F-15 (F = Fracción % pasante tamiz N°200 -74 micras). Esta expresado por un número entero positivo comprendido entre 1 y 40.

$c = LL - 40$  (LL = límite líquido). Esta expresado por un número entero comprendido entre 0 y 20.

$d = IP - 10$  (IP = índice plástico). Esta expresado por un número entero comprendido entre 0 y 20 o más.

Cunado I.G. es un valor entero positivo entre 0 y 20 o más. Cuando el cálculo del I.G. es (-) negativo se considera (0) cero. Un índice (0) es un suelo muy bueno y un índice  $\geq 20$  es un suelo inadecuado para caminos.

**Tabla 6: Índice de grupo según Clasificación de suelos**

Índice de grupo	Suelo de subrasante
IG > 9	Inadecuado
IG está entre 4 a 9	Insuficiente
IG está entre 2 a 4	Regular
IG está entre 1 – 2	Bueno
IG está entre 0 – 1	Muy Bueno

*Fuente: Elaboración Manual de Materiales (MTC-SSP, 2014)*

**e. Humedad Natural:** la resistencia y humedad natural de las características de los suelos de la subrasante de los finos y densidad de estos suelos (MTC-SSP, 2014).

El OCH permite comparar los ensayos Proctor modificado para tener la humedad natural del MTC E108 para obtener resultados de un CBR con ensayo MTC E132. Sí resulta inferior la humedad el residente supervisara la compactación del suelo y agua reemplazando el material saturado (MTC-SSP, 2014).

**f. Clasificación de los suelos:** de acuerdo al ensayo de granulometría se podrá clasificar el tipo de suelo y las características de plasticidad e índice de grupo (MTC-SSP, 2014).

El sistema por clasificación mostrado en tabla7 permite el tipo de suelo que permite predecir desde el punto de vista delimitar los sectores homogéneo los dos sistemas (MTC-SSP, 2014).

**Tabla 7: Correlación de Tipos de suelos AASHTO – SUCS**

Clasificación AASHTO de suelos AASHTO M-145	Clasificación SUCS de suelos ASTM D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A – 2	GM, GC, SM, SC
A – 3	SP
A – 4	CL, ML
A – 5	ML, MH, CH
A – 6	CL, CH
A – 7	OH, MH, CH

*Fuente: Elaboración Propia Manual de Ensayo de Materiales del MTC*

Para presentar la información y complementar en la figura 3. que muestra la Clasificación de los Suelos inorgánicos basada en AASHTO M 145 y ASTM D 3282.

**Figura 3: Clasificación de los Suelos basada en AASHTO M145 y ASTM D3282**

Clasificación general	Suelos granulares 35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200)							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (N° 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
<b>Análisis granulométrico</b> % que pasa por el tamiz de:												
2 mm (N° 10)	máx. 50											
0.425 mm (N° 40)	máx. 30	máx. 50	mín. 51									
F: 0.075 mm (N° 200)	máx. 15	máx. 25	máx. 10	Máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	mín. 36	mín. 36	mín. 36	mín. 36	mín. 36
<b>Características de la fracción que pasa el 0.425 (N° 40)</b>												
<b>Características de la fracción que pasa del tamiz (N° 40)</b>												
<b>LL: Límite de Líquido</b>				máx. 40	mín. 41	máx. 40	mín. 41	máx. 40	Mín. 41	máx. 40	mín. 41	mín. 41
<b>IP: Índice de Plasticidad</b>	máx. 6	máx. 6	NP	máx. 10	máx. 10	mín. 11	mín. 11	máx. 10	máx. 10	mín. 11	mín. 11 <sup>(a)</sup>	mín. 11 <sup>(b)</sup>
<b>Tipo de material</b>	Piedras, gravas y arenas		Arenas Finas	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
<b>Estimación general del suelo como sub rasante</b>	Exelente a bueno						Regular a insuficiente					

(a) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-5: es igual o menor que LL-30.

(b) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-6: es mayor que LL-30.

- Cuando se requiera relacionar los grupos con el Índice de Grupo (IG), estos deben mostrarse entre paréntesis después del símbolo del grupo, ejemplo: A-18:182-6 (3), A-4(5), A-7-5 (17), etc  
 $IG = (F-35) [0.2+0.005 ((LL-40))] + 0.01 (F-15) (IP-10)$ .

*Fuente: Elaboración Propia Manual de Ensayo de Materiales del MTC*

## SISTEMA AASHTO:

El procedimiento de un sistema para clasificar suelos en grupos para determinar la granulometría en laboratorio el LL y LP donde se evalúa mediante un índice de

grupo para números entero negativo se informa igual a 0. el índice de grupo según la clasificación para determinar la calidad de los suelos relativo de terraplenes de la subrasante de la subbase y base del valor de IG con simbología de grupo (MTC-MEM, 2016).

**Figura 4: Clasificación de los Suelos basada en AASHTO**

Clasificación General	Suelos Granulares ( $\leq 35\%$ pasa 0,08 mm)						Suelos Finos ( $> 35\%$ Bajo 0,08 mm)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
Sub-Grupo	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6*	A-2-7*				A-7-5** A-7-6**
2 mm	$\leq 50$										
0,5 mm	$\leq 30$	$\leq 50$	$\geq 51$								
0,08 mm	$\leq 15$	$\leq 25$	$\leq 10$	$\leq 35$				36			
W <sub>L</sub>				$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$	$\leq 40$	$\geq 41$
IP	$\leq 6$	NP		$\leq 10$	$\leq 10$	$\geq 11$	$\geq 11$	$\leq 10$	$\leq 10$	$\geq 11$	$\geq 11$
Descripción	Gravas y Arenas		Arena Fina	Gravas y Arenas Limosas Arcillosas				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
	** A-7-5: $IP \leq (W_L - 30)$						** A-7-6: $IP > (W_L - 30)$				
	Si el suelo es NP $\rightarrow$ IG = 0; Si IG < 0 $\rightarrow$ IG = 0										

**Fuente:** Clasificación AASHTO (MTC-MEM, 2016)

Los suelos se dividen grano grueso(G) arenas(S) son suelos con mayor porcentaje de grano grueso y no pasa por tamiz N°200 son arenas retenidas en el tamiz N°4. Según la curva granulométrica. (MTC-MEM, 2016)

**g. Ensayos CBR:** Ensayo MTC E 132 es una clasificación AASHTO y SUCS por el manual de estudio de perfil estratigráfico del sector para determinar el estudio del ensayo establecido el valor soporte CBR con una resistencia 95% del suelo de la MDS y carga de penetración 2.54 mm (MTC-SSP, 2014).

**Para obtener el diseño de la subrasante del valor CBR se considera lo siguiente:**

1. Las homogéneas características del tipo de suelo con 6 o más valores de CBR realizados para determinará el diseño de la subrasante analizados (MTC-SSP, 2014).

2. En la sección y características homogéneas con menos de 6 valores de CBR realizados por tipo de suelo se determina el valor de CBR de la subrasante de diseño en función a los siguientes criterios (MTC-SSP, 2014).

- El valor similar o iguales se tomará el valor promedio.
- Si son parecidos los valores o no son similares se tomará el valor crítico (el más bajo) la sección a fin de agruparse o subdividirse los valores del CBR similares o parecidos el valor promedio. los subsectores de la longitud no serán menores a 100m (MTC-SSP, 2014).

Para determinar el rango de los valores de CBR similares y parecidos que se encuentran dentro de la categoría de la subrasante según la tabla 8 (MTC-SSP, 2014).

3. las características homogéneas del valor una vez definido el diseño de CBR para cada sector de clasificación de sub rasante pertenece a la categoría del sector o subtramo según la siguiente (MTC-SSP, 2014)

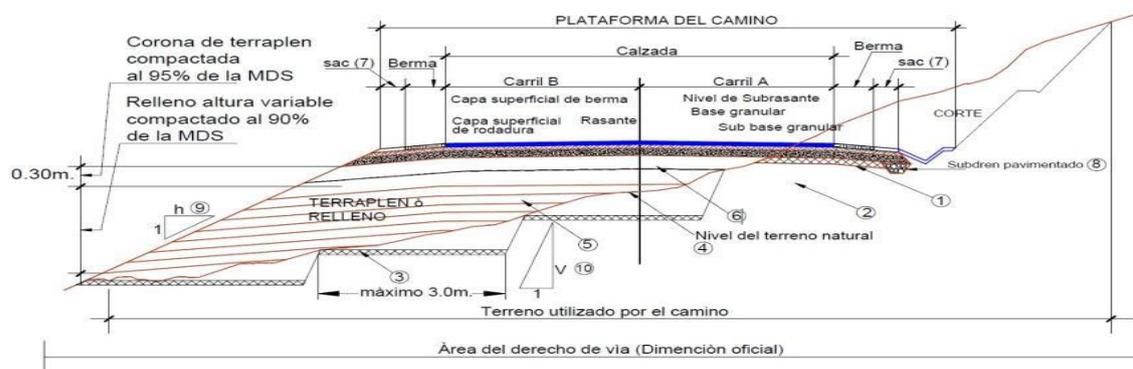
**Tabla 8: Categorías de Sub rasante**

Categoría de Subrasante	CBR
S0 : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S1 : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2 : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3 : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4 : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5 : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

*Fuente: Manual de Ensayo de Materiales del MTC*

### Componentes de la infraestructura del camino:

**Figura 5: componentes del Camino que son en los siguientes acápites.**



*Fuente: Típica de la Infraestructura del (MTC-SSP, 2014)*

- 1) Según suelos y pavimento sus componentes (MTC-SSP, 2014). La infraestructura del camino la preparación del terreno en corte en zona donde se hace escarificación a 1.50m. profundidad y nivelado con pendiente transversal con una compactación al 95% MDS con una compactación 300mm (pag.110).
- 2) En caso de a subrasante por debajo del nivel superior de la excavación de rocas se rellena con material granular a la sub base CBR>40% deberá contraerse la superficie corte final de enrocado allanadas de cavidades de puntas de roca por excesos material (MTC-SSP, 2014).
- 3) Zonas terrenos de terraplén de la infraestructura del camino mediante la escarificación de limpieza, compactación con profundidad mín. 1.50mm. La construcción inclinada de terraplenen sobre terreno con pendiente 20% para la estabilidad del terraplén en forma escalonada para asegurar las banquetas (MTC-SSP, 2014).
- 4) Los suelos está constituido suelos estables y adecuados con un CBR mayor 6% por lo menos a 0.60 mts. por debajo del nivel de subrasante de suelos pobres o inadecuados éstos serán reemplazados, mejorados o estabilizados, sustituidos de acuerdo considere el proyectista es asegurar la estabilidad de la subrasante (MTC-SSP, 2014).
- 5) El terraplén o relleno de la base y cuerpo de estará conformado en capas de 300mm. De compactación 90% de la MDS (MTC-SSP, 2014)
- 6) el relleno de terraplén de un espesor tendrá un mín. 300mm. Está conformado al 95% MDS está conformado por dos capas de 150 mm (MTC-SSP, 2014).
- 7) se compactará sobre el terreno natural un sobre ancho normado.
- 8) La carretera donde la vía del pavimento se asienta sobre el suelo de la subrasante no permeable
- 9) El lugar del terraplén o relleno dependerá del tipo de suelo material a utilizar.
- 10) el tipo de corte se dependerá del material del sitio de ubicación.

**Preparación del terreno:** es el terreno a movimiento tierras la preparación allanado, nivelado y compactado para una infraestructura vial del camino. De las pendientes transversales de los territorios pendientes del terreno natural  $\geq 20\%$  de la explanada la construcción es mala calidad se debe hacer estabilización o remplazo para este estable (MTC-SSP, 2014).

**Explanación:** Está conformado por el terraplén en el movimiento y la explosión de tierras por cortes y rellenos para planeación para obtener hasta el nivel de la subrasante del camino de la carretera (MTC-SSP, 2014).

**Corte:** Está constituido por corte del terreno alcanza y nivelado de la explanación de la subrasante del camino. Se prepara en zonas excavadas de la preparación una profundidad de 0.15mts y una pendiente sección transversal de acuerdo con las especificaciones de compactación al 95% de la MDS del ensayo Proctor modificado (MTC-SSP, 2014).

En zonas rocosas la exacción mínima debe ser 0.15m de subrasante del nivel superior de la superficie de roca debe estar libre de exceso de material en zonas granular con un CBR  $\geq 40\%$  (MTC-SSP, 2014).

**Subrasante del camino:** La superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento corte y relleno de tierras sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado (MTC-SSP, 2014).

La subrasante es parte del terreno de la explanación superior y excavaciones aceptable y seleccionados compactados por capas de tal manera que no esté afectada por las cargas pesadas provenientes de tránsito de la superficie de rodadura compactados al 95% de la MDS del ensayo Proctor modificado (MTC EM 115) (MTC-SSP, 2014).

Los suelos de la subrasante deben tener un CBR  $\geq 6\%$ . Si tiene CBR $<6\%$  Insuficiente o subrasante inadecuada se hará mejoramiento o estabilizar el suelo por su naturaleza se analizará el suelo alternativo para dar solución a la estabilización mecánica o reemplazar el suelo natural ineficiente de cimentación para la estabilización química con geo sintéticos para la elevación de la rasante, cambiar el trazo vial, eligiendo mejor técnica económica (MTC-SSP, 2014).

**Afirmado:** Es una capa compactada con mayor porcentaje de piedras y esfuerzo de soporte de tránsito de material granular natural o procesada con gradación específica con cantidad de material fino apropiado cohesivo para mantener aglutinadas las partículas (MTC-SSP, 2014).

**Pavimento:** Esta formado por la estructura de varias capas sobre la sub rasante de la carretera o camino para resistencia y esfuerzos por los vehículos de tránsito y ver la seguridad y comodidad como base, subbase y capa de rodadura (MTC-SSP, 2014).

- Capa de Rodadura: Esta en la parte superior del pavimento de tipo bituminoso (flexible) concreto Portland (rígido), adoquines su función directamente el tránsito.
- Base: Es la capa rodadura inferior que tiene función de sostener, distribuir y transmitir el tránsito ocasionadas. capa drenante de material granular CBR  $\geq 80\%$  tratada con asfalto cal o cemento.
- Subbase: Es material de capa especificado de soporte con un espesor de diseño que soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje del tipo dimensionamiento del pavimento de material granular de CBR  $\geq 40\%$  o tratada con asfalto, cal o cemento.

**Los tipos de pavimento incluidos en el Manual son los siguientes:**

- Pavimentos Flexibles
- Pavimentos Semirrígidos
- Pavimentos Rígidos

Estructura del pavimento compuesto flexible y rígido de tipo granular de subbase, base constituida, capa rodadura con material como aditivos y asfalto por encima de capas subrasante como micro pavimento, mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, macadam asfáltico, mezcla asfáltica caliente, mezcla asfáltica en frío (MTC-SSP, 2014).

El pavimento semirrígido compuesta por espesor capas asfálticas con espesor bituminoso base tratada con asfalto y carpeta asfáltica en caliente de la estructura sobre base tratada con cemento de tipo de adoquinado.

Compuesta subbase y base granular se puede estabilizar con cemento, asfalto o cal y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como agregados y aglomerantes o con aditivos. existen tres categorías:

- Pavimento con juntas de concreto simple
- Pavimento de concreto y acero con fibras o mallas de juntas de esfuerzo
- Pavimento de concreto con continuo esfuerzo

La estructura del pavimento del estudio alternativo, pero no sustituye decisión del ingeniero responsable de la obra de la estructura del pavimento la misma que debe estar plenamente justificada por el mencionado Ingeniero (MTC-SSP, 2014).

**Drenaje:** El sistema de subdrenaje y drenaje de una vía para eliminar la humedad de un pavimento y aspectos de protección de la carretera. La protección nivel freático elevado en relación al movimiento capilar de agua. se revisará las pendientes mínimas transversales para la subrasante, subbase, base y superficie de rodadura. El drenaje bombeo superficial incluye cunetas, alcantarillas, cajas de recolección, badenes (MTC-MEM, 2016).

### **Mejoramiento de suelos**

#### **Generalidades:**

Los procedimientos de mejoramiento deberán ser aprobado por ingeniero encargado con temperatura ambiental menor 6°C sin precipitaciones pluviales para el mejoramiento la compactación deberá ser 30cm en 2 capas de 15cm por debajo de la subrasante (EG, 2013).

**a. Escarificación:** Es la disgregación de la superficie del terreno y su posterior compactación a efectos de homogeneizar la superficie de apoyo con una profundidad 15cm-30cm capas, obras inferiores de drenaje o refuerzo del terreno (EG, 2013).

**b. Compactación:** es la capacidad de soporte y aumentando su densidad con la disminución de porosidad impidiendo la penetración de agua y aire, restricción de raíces estableciendo el estudio granulometría de material y el tipo de maquinaria de compactación de pasadas del equipo (EG, 2013).

## **Clasificación suelos:**

### **a. Mejoramiento de suelo involucrando existente**

En el caso el Proyecto de mejoramiento con material existente de suelo se puede aplicar mediante la estabilización mecánica con procedimientos aprobados por el Supervisor. Los materiales disgregados y compactación apropiada para alcanzar con la adición humedad se aireará hasta que las partículas mayores 7.5cm sean eliminados con la compactación adecuada obteniendo densidad adecuada la corona del terraplén (EG, 2013)

### **b. Mejoramiento adicionando empleando únicamente material**

se presenta dos situaciones donde se va construir directamente sobre el suelo natural existente indicado en los documentos del proyecto o reemplaza del material para ver la densidad específica el suelo se debe escarificar y conformar, compactar los cuerpos que garanticen la compactación adecuada del material de la subrasante para alcanzar la humedad más apropiada y su densificación. Para la conformación de la reconstrucción de cunetas con los materiales del expediente técnico (EG, 2013).

### **c. Mejoramiento únicamente adicionando material manufacturado**

son documentos del expediente técnico del proyecto para construcción del mejoramiento de la subrasante con la adición de materia manufacturado y geotextiles con las características y procedimientos aprobado por la Supervisión. (EG, 2013)

## **Estabilidad de Suelos:**

En este relativos para el mejoramiento mecánico, físico y químico por combinación o por sustitución con cloruro de sodio, cal, cemento, escoria, Estabilización cloruro Calcio; Estabilización cloruro Magnesio; Estabilización con productos Asfálticos, Geo sintéticos en la subbase granular o base granular (MTC-SSP, 2014).

## **Criterios para la estabilización geotécnicos para establecer de suelos:**

1) es material apto de la sub rasante para mejorar o remplazar el suelo con  $CBR \geq 6\%$  si fuera menor se tiene que hacer una estabilización el Ingeniero dará la

mejor alternativa con aditivos que mejoran las propiedades con geo sintéticos, geotextiles, geomallas y capas de arena, elevar la rasante (MTC-SSP, 2014).

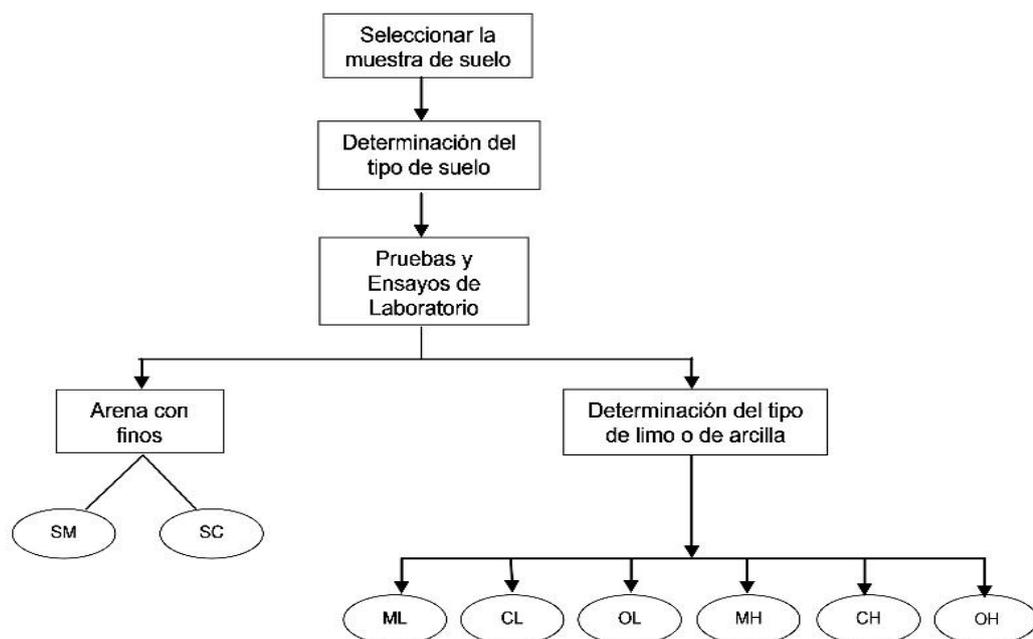
2) Cuando una capa de la subrasante de material limosa y arcillosa con un espesor de 10cm. Min. Con geotextil, según lo justifique el Ingeniero encargado (MTC-SSP, 2014).

3) La superficie de la sub rasante debe estar por debajo de la napa freática a una profundidad 0.60m y subrasante muy buena a una profundidad 0.80m para una sub rasante buena y regular 1.00m subrasante Insuficiente una profundidad 1.20m cuando se trate una subrasante inadecuada se colocará drenes y sub drenes o capas anticontaminantes o se elevará la rasante (MTC-SSP, 2014).

4) El congelamiento 4,000 msnm evalúa la acción de las heladas a una profundidad 1.20m se reemplazará el espesor o se levantará la rasante con relleno granular (MTC-SSP, 2014).

5) Para estabilización para establecer y determinar el tipo de suelo existente predominantemente como los limos, arcillas, arenas limosas, arcillosas (MTC-SSP, 2014).

**Figura 6: Proceso para la Identificación del Tipo del suelo**



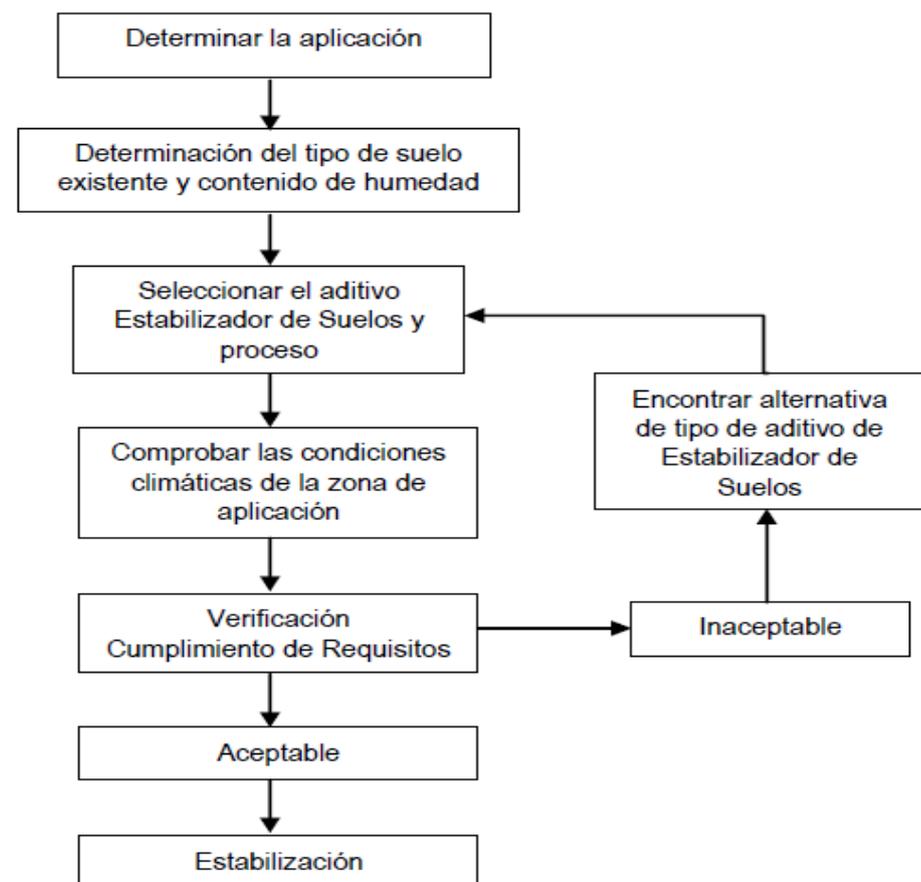
**Fuente:** Manual sección suelos y pavimentos del (MTC-SSP, 2014)

6) Los factores y métodos seleccionados de estabilización más convenientes son:

- Estabilización tipo de suelo
- Presupuesto para la estabilización de un suelo
- Tipo de suelo para la estabilización con aditivos
- El tipo de estabilización y experiencia que se aplica
- Tipo de aditivo disponible para la estabilización
- Equipo disponible adecuado
- Costos comparativos

El método apropiado para la estabilización del diagrama

**Figura 7: Proceso de selección del Tipo de Estabilización**



**Fuente:** Manual sección suelos y pavimentos del (MTC-SSP, 2014)

7) se presentan referencia dos guías para seleccionar el tipo de estabilización de observaciones y restricción del tipo de suelo.

**Tabla 9: Guía Referencial para la Selección del Tipo de Estabilizador**

10	Clase de suelo	Tipo de Estabilizador Recomendado		Restricción en LL e IP del suelo	Restricción en el porcentaje que pasa la malla 200	Observaciones
1 A	SW SP	(1)	Asfalto			
		(2)	Cemento Portland			
		(3)	Cal-Cemento- cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 B	SW - SM	(1)	Asfalto	IP no excede de 10		
	SP - SM	(2)	Cemento Portland	IP no excede de 30		
	SW - SC	(3)	Cal	IP no menor de 12		
	SP - PC	(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
1 C	SM SC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	
	SM-SC	(2)	Cemento Portland	(b)		
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2 A	GW GP	(1)	Asfalto			Solamente material bien graduado.
		(2)	Cemento Portland			El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2B	GW - GM GP - GM GW - GC GP-GC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10		Solamente material bien graduado.
		(2)	Cemento Portland	IP no excede de 30		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.

		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Cenizas volantes	IP no excede de 25		
2C	GM GC GM - GC	(1)	Asfalto	IP no excede de 10	No debe exceder el 30% en peso	Solamente material bien graduado.
		(2)	Cemento Portland	(b)		El material deberá contener cuanto menos 45% en peso de material que pasa la Malla N° 4.
		(3)	Cal	IP no menor de 12		
		(4)	Cal-Cemento-Ceniza	IP no excede de 25		
3	CH CL MH ML, OH OL ML-CL	(1)	Cemento Portland	LL no menor de 40 IP no menor de 20		Suelos 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 (b) IP 20 + (50 – porcentaje que pasa la Malla N° 200) / 4				Sin restricción u observación No es necesario aditivo estabilizador		Fuente: US Army Corps of Engineers

**Fuente:** Manual sección suelos y pavimentos del (MTC-SSP, 2014)

### **Estabilización mecánica de suelos**

Es material y herramienta existente que pretende mejorar el tipo de estabilización y composición para lograr reducir el volumen de vacíos de la compactación de suelo. (MTC-SSP, 2014)

### **Estabilización por combinación de suelos**

Está considerada por combinación y mezcla de suelos de los materiales existente.

El material de suelo existente se disgregará o escarificará a una profundidad de 15 cm donde se humedecerán o airearán hasta alcanzar la humedad apropiada de compactación y la eliminación de partículas 75mm hasta la conformación del proyecto exigido (MTC-SSP, 2014).

## **Estabilización por sustitución de los suelos**

Cuando el material de la construcción de subrasante adicionado en dos situaciones una capa construida directamente sobre el suelo natural existente y la otra se debe excavar y reemplazarlo (MTC-SSP, 2014).

El suelo existente se debe escarificar y compactar la densidad específica del cuerpo de terraplén con profundidad de 15 cm. Con la capacidad de soporte este debidamente preparado en los espesores que garantice la compactación con los equipos adecuados dichos materiales se humedecerán o airearán para la apropiada compactación según su dosificación (MTC-SSP, 2014).

### **Determinar el procedimiento de reemplazo del espesor en función al valor soporte o resistencia del suelo:**

Este procedimiento para determinar el cálculo en el reemplazo de material localizados en la subrasante insuficientes se aplicará solo en suelos con plasticidad media o expansivos con valores de capacidad de soporte  $CBR \geq 3\%$  y  $CBR < 6\%$  según lo siguiente:

a) Se cálculo del N.<sup>o</sup> estructural (SN) del pavimento para 20 años con  $CBR \geq 10\%$  IP menor a 10 los sectores adyacentes presentan  $CBR > 10\%$  del cálculo SN se utilizará el mayor valor CBR de diseño para material de reemplazo del suelo natural, SNm mejorado de la subrasante, si tiene un CBR menor 6% se denominara SNe existente (MTC-SSP, 2014)

b) Se realizará la diferencia algebraica de números estructurales

$$\Delta SN = SNe - SNm$$

c) Habiéndose escogido el material de reemplazo ( $CBR \geq 10\%$ ) donde se colocara suelo natural (SNm calculado) obteniendo valores correspondientes al coeficiente estructural ( $a_i$ ) y coeficiente de drenaje ( $m_i$ ), luego de obtener dichos valores se procederá a obtener el espesor E, aplicando la siguiente ecuación: (MTC-SSP, 2014)

$$E = \frac{\Delta SN.}{a_i \times m_i}$$

**Siendo:**

E : Espesor de reemplazo en cm.

$a_i$  : Coeficiente estructural del material a colocar / cm

$m_i$  : Coeficiente de drenaje del material a colocar.

**Definición de la cal**

Es un material de sustancia alcalina de color blanco o grisáceo forma química constituida por óxido de calcio (CaO) de color blanco o blanco grisáceo, que al contacto del agua se hidrata o se apaga con la mezcla con arena que se obtiene de la piedra caliza que desprende formando una argamasa o mortero de cal teniendo beneficios mencionados (IUPAC, 2022)

- Secar
- Modificar
- Estabilizar

**Tabla 10: Características físicas de la cal**

Fórmula	CaO
Color	Blanco
Densidad	3300 Kg/cm <sup>3</sup>
Estado de agregación	Sólido
Masa molar	56.10 g/mol
Punto de fusión	2927°C
Solubilidad en agua	Reacciona

**Fuente:** características cal del (IUPAC, 2022)

### **Estabilización de suelos con cal:**

La obtención por la mezcla de un suelo natural con cal y agua que es el óxido cálcico (cal anhidra o cal viva) materiales calizos como hidróxido cálcico (cal hidratada o cal apagada) llamadas también aéreas con el agua cambia su composición química por la acción del anhídrido carbónico (MTC-SSP, 2014).

Los productos por hidratación del cemento se pueden combinar dos o más componentes como  $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  en proporción adecuadas con agua. El porcentaje de suelos contienen sílice y aluminio silicatos la incorporación de cal anhidra ( $\text{CaO}$ ) o cal hidratada ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) Es para la construcción la Cal viva o hidratada con las especificaciones técnicas normadas. produciendo una reacción rápida floculación e intercambio iónico y que es más lenta tipo puzolánico conformado de productos químicos como la sílice y alúmina las partículas se combina con cal y agua para formar silicatos y aluminatos cálcicos insolubles (MTC-SSP, 2014)

Para proteger una plataforma de la explanada para la construcción capa de rodadura con porcentaje de cal y el suelo y cal con los ensayos de granulometría. para mejorar LP y OCH y ver la compactación en obra con mayor facilidad. La estabilización más usada de una subrasante para la capa de rodadura materiales granular con arcilla de cantera (MTC-SSP, 2014)

### **Términos y definiciones:**

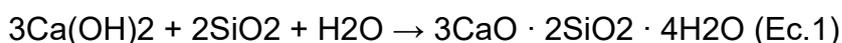
- Capacidad de soporte: Es la máxima presión media del terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo del excesivo asentamiento diferencial
- Comportamiento ante cambios de humedad: variación de soportar el suelo una o más de sus propiedades de desempeño por fenómenos naturales o artificiales.
- Comportamiento ante ciclos hielo deshielo: variación de soporte de volumen de la capacidad del la presión del agua en el subsuelo interior
- Control de la emisión de polvo: capacidad del medio ambiente controlar el desprendimiento del de las partículas finas que lo componen los agentes externos mecánicos y climáticos.

- Estabilización mecánica: mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de un suelo.
- Estabilización química: son las propiedades que modifican el material en un suelo por la acción química que modifican por una reacción fisicoquímica
- Estabilización de suelos: mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de un suelo mediante un procedimiento mecánicos y físico químicos.
- Estabilizador de suelos: producto sintético, químico, natural por acción y combinación de las propiedades del mejoramiento del suelo
- Pavimento: estructura de capas colocadas sobre la subrasante con el objeto de soportar las cargas por tránsito.
- Subrasante: movimiento de tierras nivel superior donde se construye la estructura de pavimento compuesta por subbase, base y carpeta de hormigón o asfalto.
- Subbase: es material de uso estructural de diseño con espesor que se encuentra por encima de la subrasante.
- Base: material de uso estructural de acuerdo al diseño colocado sobre la subbase y subrasante
- Carpeta de rodado: es capa del pavimento superior que recibe la acción del tránsito.
- Trabajabilidad: es la mezcla de un tipo de suelo en la colocación y enrasado, compactarlo (MTC-MEM, 2016).

### **Comparación entre las distintas cenizas de biomásas y la ceniza de estiércol bovino:**

La resistencia de los materiales cementosos depende de su hidratación y contenido de silicato de calcio. Según (Agarwal, 2006) la actividad puzolánica de los materiales depende de una combinación de propiedades físicas, químicas y mecánicas. Cuando las cenizas reemplazan parcialmente el cemento, el  $\text{Ca(OH)}_2$  producido reacciona con sílice o silicatos amorfos y reactivos en las cenizas en presencia de agua, para formar productos

compuestos de hidróxido, similar a la hidratación del cemento y así añadir más fuerza al hormigón. Estas son las llamadas reacciones puzolánicas. Un ejemplo típico es:



Tenemos un cuadro comparativo de los constituyentes más importantes al momento de las reacciones en la mezcla.

**Tabla 11: Cuadro comparativo entra las distintas biomazas**

TIPO DE CENIZA	COMPOSICIÓN QUÍMICA (% peso)	TEMPERATURAS DE TRABAJO (°C)	% DE SUSTITUCIÓN	RESULTADO
CASCARILLA DE ARROZ	SiO <sub>2</sub> – 91,39 K <sub>2</sub> O – 2,17 CaO – 0,39	500 – 750	12 – 15	Positivo
CAÑA DE AZUCAR	SiO <sub>2</sub> – 64,23 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 9,08 CaO – 8,17	700	15	Positivo
MAZORCA DE MAÍZ	SiO <sub>2</sub> – 67,33 CaO – 10,29 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 7,34	500 – 800	0 – 25	Positivo
PAJA DE CEBADA	K <sub>2</sub> O – 30,96 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 25,34 SiO <sub>2</sub> – 23,45	750	5 – 10	Negativo
CENIZA VOLANTE	SiO <sub>2</sub> – 55,20 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 4,04 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 3,23 CaO – 1,58	500 – 650	10 – 30	Positivo
ESTIÉRCOL BOVINO	SiO <sub>2</sub> – 52,0 CaO – 15,4 Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 7,79 Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> – 3,20	500 – 650	10 – 30	Positivo

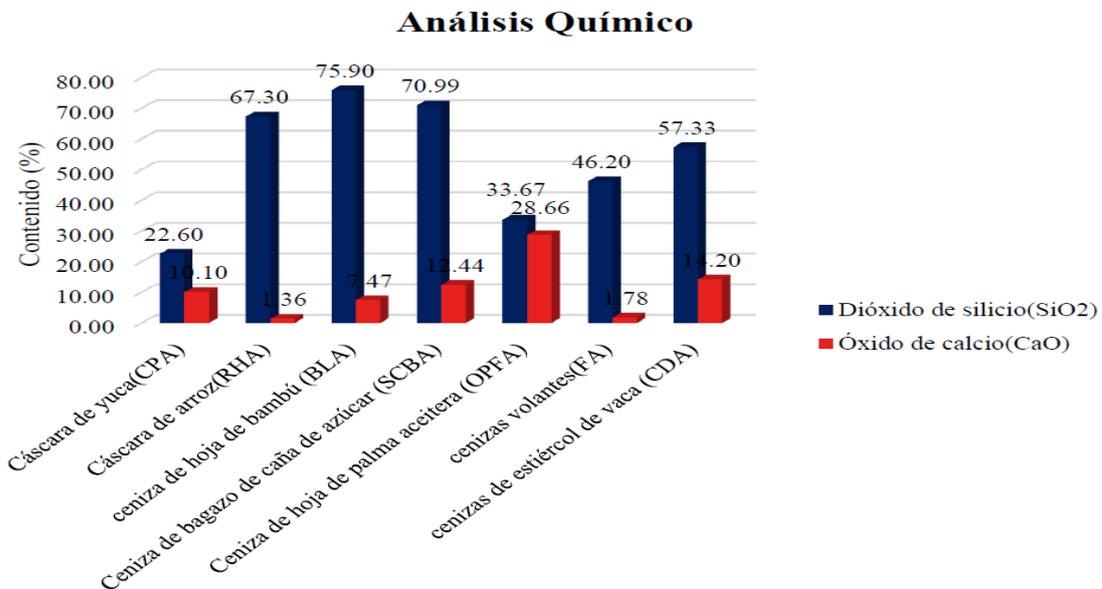
*Fuente: tesis laza y Araujo Universidad de Córdoba*

En términos generales podemos decir que la composición química entra las cenizas de biomasa es similar, por lo tanto, la actividad puzolánica es existente en cada una de ellas, pero la proporción de cal hidratada (Ca(OH)<sub>2</sub>) en CMA es del 15,4% comparado con el 1,58% de FA, 11.5 de CCA, 8.17 de SCBA y el 0.39 de RHA. Dada la Ec. 1, se puede deducir que, la mezcla con CMA produce más silicato de calcio hidratado que el del resto, induciendo una mayor reactividad puzolánica. (LAZA, y otros, 2020) La ceniza de estiércol bovino dado su propiedades químicas y físicas es un material idóneo para su uso como reemplazo de cemento en la elaboración de concreto, su actividad puzolánica lo coloca por encima de la ceniza

volante, que ya es usada como reemplazo parcial del cemento. mejor resultados tuvo fue el reemplazo del 15% de ceniza los distintos porcentajes de ceniza de estiércol bovino sustituida, siendo del 10, 15, 20 y 30%, respectivamente;. (LAZA, y otros, 2020)

**Para varios tipos de estudio que se obtuvieron utilizando cenizas para datos del CBR saturado:**

La composición química de los resultados del análisis de dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>) compuesto que predomina independientemente del origen de la ceniza los estudios menciona que el Sílice que son características cementantes de puzolana aglomerante y composición de cemento portland actualmente se sigue usando para la consolidación de las partículas del suelo. (Arriaga, y otros, 2020)



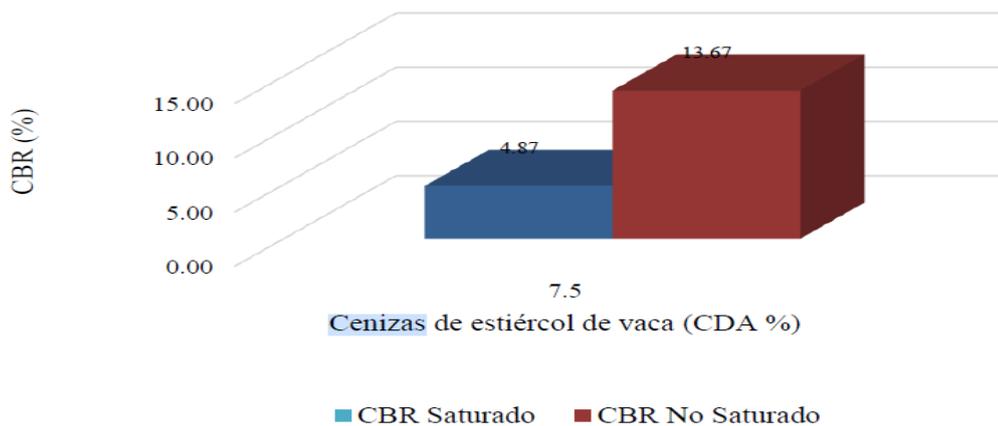
**Fuente:** *Relación de Soporte con cenizas de estiércol de vaca* (Arriaga, y otros, 2020)

Los porcentajes en ensayos fue de 75.90% de sílice cementante de la ceniza de bambú (BLA) quemado con combustible permitiendo el controlada de la microestructura cristalina permitiendo mayor actividad puzolánica 7.47% de óxido de calcio llamada como cal viva de material lateríticos que favorece a la estabilización de los suelos (Arriaga, y otros, 2020).

El óxido de calcio es de material sílice. El 70.99% sílice de bagazo de la caña de azúcar (SCBA) 12.44% de óxido de calcio y ceniza de la cascara de bagazo 67.30%

de sílice lo tiene la cascara de arroz (RHA). Las cenizas volantes 46.20% de dióxido de sílice 1.78% óxido de calcio. racimo de palma aceitera (OPFA) 33.67% de SiO<sub>2</sub> y 28.66% de óxido de calcio (Arriaga, y otros, 2020)

En los análisis químicos realizados cáscara de yuca (CPA) no hay investigación de la cantidad de SiO<sub>2</sub> y CaO Los valores son menores que otros 22.60 y 10.10% de SiO<sub>2</sub> y CaO respectivamente. para las cenizas de estiércol de vaca (CDA) valores 57.33 y 14.20% de SiO<sub>2</sub> y CaO (Arriaga, y otros, 2020).



**Fuente:** Relación de Soporte con cenizas de estiércol d vaca (Arriaga, y otros, 2020)

El resultado obtenido máximo valor 201.04 kN/m<sup>2</sup> con 7.5% de cenizas y para el suelo natural 145.14kN/m<sup>2</sup> dando una variación en estado natural máximo 55.90 kN/m<sup>2</sup>. (Arriaga, y otros, 2020)

## Estiércol

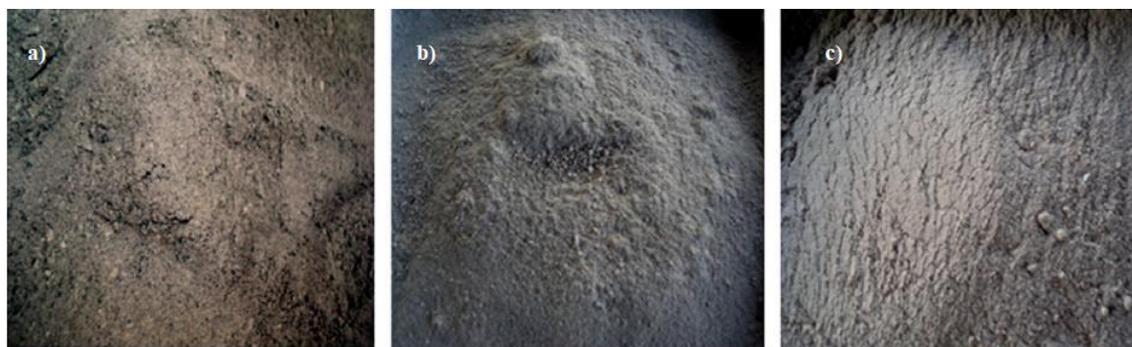
El estiércol bovino es el excremento de animales que se utilizan para fertilizar los cultivos y en cuando este seco se utiliza como leña es de ganado bovino es el más importante y el que se produce en mayor cantidad en las explotaciones rurales, debido a que obra más largo tiempo y con más uniformidad. estiércol producto anaeróbica de los residuos alimentarios procedentes animales bovino sintetiza una considerable cantidad que no es utilizada ni aprovechada. El estiércol de ganado vacuno varía su composición química que conservan de alimentación la tabla 12 se indica el porcentaje en la composición química que posee el estiércol de ganado vacuno. (LAZA, y otros, 2020)

**Tabla 12: Composición química del estiércol de ganado bovino**

COMPONENTES	PORCENTAJE (%)
Agua	15.7
Sustancia orgánica seca	60.3
Ph	7.6
Nitrógeno total	2.7
Fosforo (P)	1.6
Potasio (K)	2.8
Calcio (Ca)	3.5
Magnesio (Mg)	2.3
Sodio (Na)	0.3
Azufre (S)	0.3
Boro (B) ppm	64.0

*Fuente:* Cárdenas, 2012 y (LAZA, y otros, 2020)

**Figura 8: Ceniza de estiércol bovino quemada**



*Fuente:* Ceniza de estiércol bovino quemada a 500 C, 650 C y 800 C respectivamente (LAZA, y otros, 2020)

La CMA a) y el CMA b) son principalmente polvos grises y negros (objetos negros: carbono no quemado y otros inorgánicos), la CMA c) es un polvo blanco y rojo claro (objetos rojos: óxido férrico) (LAZA, y otros, 2020)

La ceniza de estiércol de vaca tiene cualidades puzolánicas que pueden producir una mayor calidad en estructuras de hormigón, como por ejemplo mejorar el pH, la resistencia a la compresión y a la tracción, una mejor durabilidad y actividades antibacterianas (LAZA, y otros, 2020).

#### **Glosario de términos básicos:**

**ARCILLA:** Material terroso son partículas finas menores a 0.005 mm de plasticidad al aplicarse cantidades de agua cambia su composición química (Galán, 1990)

**ARENA:** Arena partícula entre 4.75 mm a 2.00 mm arena gruesa y arena fina de 2.00mm a 0.0075mm (EG, 2013)

**COMPACTACIÓN:** Aplicación de fuerzas mecánicas para eliminar vacíos aumentando su densidad y consistencia mejorando su estabilidad y capacidad de soporte (EG, 2013)

**INDICE DE PLASTICIDAD:** Es un tipo de suelo húmedo con rango de plasticidad con partículas de finas (Fonseca, 2001).

**LÍMITE LÍQUIDO:** Este tipo de suelo pasa del estado semilíquido a un estado plástico teniendo la moldear (EG, 2013)

**LÍMITE PLÁSTICO:** El suelo con humedad baja que pueden rodajas 3.2 mm (1/8") diámetro pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe (EG, 2013).

**MATERIAL FINO:** es un material según su clasificación y tamaño fineza dos tipos limo y arcillo presenta tamaños 0.075mm a 0.005mm (EG, 2013)

**HUMEDAD NATURAL:** Es un suelo humedad natural particular se encuentra suelos finos está ligada directamente a las condiciones de humedad y densidad (EG, 2013)

**CAL APAGADA:** Polvo blanco cristalino que se obtiene añadiendo agua a la cal viva y que en contacto con el aire se endurece; se emplea para recubrir superficies (IUPAC, 2022)

**CAL VIVA:** Sustancia alcalina blanca, ligera y cáustica que en contacto con el agua se hidrata y desprende calor; se emplea en la fabricación de abonos, cementos y materiales refractarios (IUPAC, 2022)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación:

##### Tipo de investigación

La técnica es un conjunto de procedimientos de la norma de un objetivo para alcanzar la meta en la producción de bienes o servicios de materiales y objetos en la salud, educación en la tecnología científica es el trato de todas las técnicas de un sector determinado como la tecnología calzadura, automovilística, tecnología militar, la tecnología educativa, la tecnología en la salud, informática (Ñaupas, y otros, 2014)

Es de Tipo o tema área de investigación es APLICADA es un conjunto de métodos para conocer los problemas para aplicar los conocimientos teóricos y prácticos para obtener y alcanzar el propósito en laboratorio con la investigación de muestra de campo.

##### Enfoque de investigación:

Se tiene dos tipos de enfoque de investigación la cuantitativa y cualitativo en los dos tipos de enfoques empírico y metódico el enfoque cuantitativo es una etapa y secuencia con cada etapa tiene procedimiento donde se analiza la hipótesis obteniendo las variables y son medibles las variables. Las cualitativas desarrollan las hipótesis en pregunta en cualquier orden el enfoque cualitativo indaga primero el crecimiento de los datos de la información y el cuantitativo acota información como la medición de variables de estudio con exactitud (Hernandez Sampieri, y otros, 2014).

Es un proyecto de enfoque cuantitativo se va aplicar la estadística para dimensiones de las variables, el cual pretende cuantificar los objetivos para posteriormente probar las hipótesis el cual queremos estimar las magnitudes.

El presente estudio de investigación tiene hacer enfoque CUANTITATIVO porque se empieza a la recolección y análisis de datos para obtener resultados y responder las interrogaciones resolviendo las hipótesis medibles.

### **El diseño de investigación:**

Existen dos tipos de diseño el no experimental y experimental, el no experimental se divide en transversales y longitudinales y es cuando no se manipula la variable y no tiene relación causa efecto experimental mientras el experimental se dividen en pre experimentales, cuasi experimentales y experimental y es cuando se manipula la variable y tiene relación causa - efecto experimental (Hernández Sampieri, y otros, 2014)

De acuerdo al análisis que se obtuvo la presente investigación será diseño CUASI EXPERIMENTAL.

### **El nivel de investigación:**

El nivel de investigación constituye puntos vinculados de un conjunto de causalidad, y en la práctica, cualquier estudio puede incluir elementos de uno o más de ellos

Según lo mencionado de investigación nivel es DESCRIPTIVO – EXPLICATIVO recolecta testimonios de manera individual o colectiva sobre las variables, pretende especificar propiedades y características de ellas.

## **3.2 Variables y operacionalización:**

### **Variables independientes y dependientes**

La operacionalización es una variable sucesión teórica de orden de forma conceptual y en donde llegan a formar indicadores que puedan verificar empíricamente su operacionalización semejanza y medición (Hernández Sampieri, y otros, 2014)

La variable se puede determinar la construcción para determinar la economía o el precio de la investigación científica vinculadas con las variables obteniendo resultados de hipótesis para desarrollar un dominio y puede variar o medición llega con la observación del dominio (Hernandez Sampieri, y otros, 2014)

### **Variables independientes:**

VI 01 (X): CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL

## **Indicadores 1:**

DOSIFICACIÓN (%)

VI 03 (X):

0%Cal y 0%CEB (Adición)

1%Cal y 20%CEB (Adición)

3%Cal y 15%CEB (Adición)

5%Cal y 10%CEB (Adición)

## **Variable dependiente:**

VD 01 (Y): SUBRASANTE

## **Indicadores**

**I1:** Límites de Atterberg en los suelos

**I2:** OCH y MDS en la compactación del ensayo Proctor modificado

**I3:** capacidad de soporte CBR al 95% y 100% en relación MDS del ensayo Proctor modificado

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

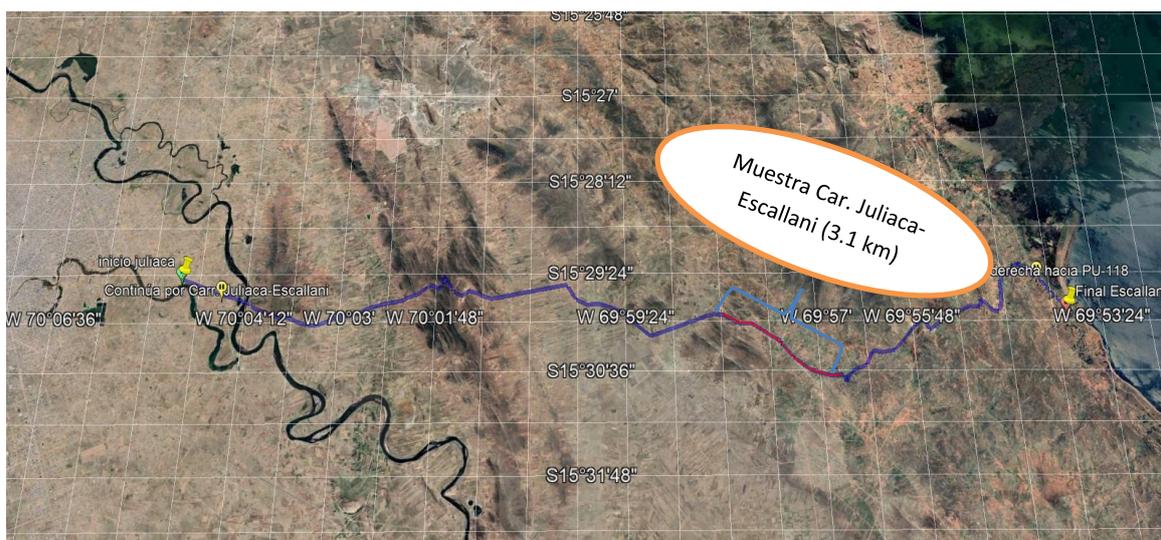
#### **Población**

Está constituido por el total grupos u objetos de los elementos que se requieran investigar a la población de una muestra cuando los elementos de investigación sobre un determinado grupo con esto nos referimos a elemento y muestra (Tapia B, 2000 pág. 10)

la población es el conjunto de todos los elementos de estudio en donde están se encuentran en el entorno espacial de donde se desarrolla el trabajo de investigación

Para esta investigación se tomará como población la Carretera Juliaca-Escallani con longitud 32 km de trocha carrozable es una ruta del distrito de Capachica del departamento de Puno

**Figura 9: Área del proyecto en estudio**



**Fuente:** Delimita el lugar donde se ha realizado el presente trabajo de investigación este escenario se ubica en la zona 15°29'22.36"S - 69°58'54.15"O de la carretera Juliaca-Escallani de la provincia de Juliaca y comunidad Escallani del departamento de Puno 3827 msnm

### **Muestra:**

La muestra propone que la población que llega conjuntamente a representar las particularidades que tiene población (Hernandez Sampieri, y otros, 2014 pág. 175)

La muestra que se empleó para la investigación es de 3 calicatas que se encuentran en una longitud 3.1 km desde (Km 17+600 al Km 20+700) de la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno (Hernandez Sampieri, y otros, 2014 pág. 175)

### **Muestreo:**

Según (Hernández Sampieri, y otros, 2014 pág. 189), define que el muestreo no probabilístico, se considera un método de una elección encaminado por las propiedades de la indagación, aunque el principio descriptivo de propagación. Para la ventaja desde la visión cuantitativa, es la productividad para precisos proyectos de análisis que solicitan no tanto a los específicos componentes de una población. El muestreo en la investigación, es de tipo no probabilístico intencional, ya que no se utilizan los métodos estadísticos y la muestra no fue designada al azar de tal modo se ha realizado la elección de muestra no probabilístico.

Por lo indicado el muestro presenta una investigación de tipo no probabilístico se ha establecido una muestra por requerimiento normativo

### **Unidad de análisis:**

La empresa de los ensayos de materiales de la muestra llevada al laboratorio mecánica de suelos concreto y control de calidad ESTUDIO GEOTÉCNICOS CONSULTORÍA ESPECIALIZADA GEOCALI &CONS

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

#### **Técnicas**

Según (zumaran , 2017 pág. 75) describe que la técnica es la destreza en la que se base el investigador con la finalidad de poder obtener datos que nos permitirán conocer las variables, que estos pueden ser de una observación directa, entrevistas o encuestas.

La presente investigación se empleará las técnicas de OBSERVACIÓN DIRECTA Y EXPERIMENTOS.

#### **Instrumentos de recolección de datos:**

Según (zumaran , 2017 pág. 75)define que los instrumentos son una herramienta en lo que se apoya a las necesidades del investigador con una finalidad de poder llegar a recopilar y registrar una serie de variedad de datos obtenidos estos pueden ser, listas, fichas, cuestionarios.

La investigación se utiliza como INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS Y FICHAS TÉCNICAS, que nos permita distintos indicadores recolección de datos de las variables dependiente.

#### **Las fichas serán las siguientes:**

Ficha técnica N° 1. Clasificación SUCS

Ficha técnica N° 2. Clasificación AASHTO

Ficha técnica N° 3. Contenido de Humedad

Ficha técnica N° 4. Análisis granulométrico por tamizado

Ficha técnica N° 5. Límites de consistencia

Ficha técnica N° 6 Ensayo compactación Proctor(modificado)

Ficha técnica N° 7 Valor relativo de soporte CBR

**Validez:**

Según (Hernandez Sampieri, y otros, 2014 pág. 189) Define la validez es un procedimiento para medir el rendimiento especulable tiene que calcular precisamente esto y no la imagen de la empresa. Así también se explica la categoría de una herramienta que calcula ciertamente la variable que solicita calibrar.

Las validaciones de los instrumentos para la investigación por juicio de expertos mediante

Certificado de calibración de principales equipos de laboratorio.

**Confiabilidad de los instrumentos:**

Empleados en laboratorio utilizados, son acreditados con los certificados de calibración respectivos equipos, para garantizar la confiabilidad de los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos donde se realizarán los ensayos para la presente investigación.

**3.5 Procedimientos de datos:**

**Etapa de campo estudio de suelos:**

Ubicación de las 3 calicatas: se encuentran con las coordenadas 19L 397415.64 y 8285473.51 en una longitud 3.1 km desde (Km 17+600 al Km 20+700) departamento de puno.

**Toma de registro y muestra:** la muestra se tomó a las tres calicatas para para los ensayos en laboratorio.

Entrega de la muestra los se transportó los ensayos a laboratorio en un automóvil la muestra obtenida de las calicatas ubicado en la provincia de Juliaca del departamento de puno para realización correspondiente de la recolección de los materiales de la investigación (Ceniza Estiércol Bovino y Cal). temperaturas de trabajo en el horno artesanal es de 500 °C–650 °C, el porcentaje de sustitución es de 10-30 de esta ceniza estiércol bovino, composición química de (% peso) SiO<sub>2</sub> – 52,0; CaO – 15,4; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 7,79; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 3,20 son principalmente polvos grises y

negros (objetos negros: carbono no quemado y otros inorgánicos), la CMA c) es un polvo blanco y rojo claro (objetos rojos: óxido férrico) la muestra se obtuvo de la provincia de Puno, centro poblado Salcedo en el departamento de Puno exactamente 3810 a 4050 m.s.n.m. (entre las orillas del lago Titicaca y las partes más altas) esto se ve en la tabla : Tabla 12. Cuadro comparativo entre las distintas biomásas

### **Composición Química:**

- SiO<sub>2</sub> – 52,0; CaO – 15,4; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 7,79; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 3,20
- Contenido de humedad    Max %        3        3
- Pérdida por Ignición        Max %        6        6

(LAZA, y otros, 2020)

### **Recolección de la cal:**

La cal hidratada viva por bolsa se obtuvo de una de las ferreterías ubicada en el departamento Puno de la provincia de Juliaca para la compra en el mercado Santa Bárbara cuyas características físicas y químicas son las siguientes:

- Calcio Aprovechable como CaO: 67% - 73%
- Calcio Aprovechable como Ca(OH)<sub>2</sub>: 88.5% - 96%
- Óxido de Magnesio en porcentaje (%MgO): 0.27% - 0.56%
- Óxido de Hierro (III) (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>): 0.03% - 0.08%
- Óxido de Silicio (IV) (SiO<sub>2</sub>): 0.05%-1.16%
- PH: 12/14.
- Retenido en malla 200: 7 % Máx.
- Humedad: 3%

### **Cantidad en porcentaje Ceniza Estiércol Bovino y Cal:**

La cantidad de la ceniza estiércol bovino que se utilizó para el procedimiento de la investigación fue de 35% y la cantidad de cal se llegó a utilizar el 9% en porcentajes del suelo natural.

Etapa de campo mezcla de suelos limo de alta plasticidad que se clasifica como suelo fino ceniza estiércol bovino y cal.

Una vez que se obtuvo la muestra y se hizo en sayos en laboratorio para pesar los porcentajes de acuerdo a los antecedentes revisados pesando de acuerdo a lo mencionado en estas tesis ya mencionadas antes para homogenización y la combinación y mezclado del suelo, Ceniza Estiércol Bovino y Cal.

### 3.6 Método de análisis de datos

**Tabla 13: Método de análisis de datos**

Item	DESCRIPCION	NORMA		
		ASTM	NTP	MTC
Nº	<b>ENSAYO ESTANDAR EN SUELOS</b>			
1,0	Clasificación SUCS	D-2487		
2,0	Clasificación AASHTO			M-145
3,0	Contenido de Humedad	D-2216	339,127	MTC E 108
4,0	Análisis granulométrico por tamizado	D-422	339,128	MTC E 107
5,0	límite líquido	D-4318	339,129	MTC E 110
6,0	límite plástico	D-4318	339,129	MTC E 111
	<b>ENSAYOS ESPECIALES DE SUELO</b>			
7,0	Ensayo compactación protor(modificado)	D-1557		MTC E-115
8,0	Valor relativo de soporte CBR	D-1883		MTC E-132

*Fuente: Normas (MTC-SSP, 2014)*

### 3.7 Aspectos éticos:

Conforme los lineamientos de la presente investigación de la resolución establecida por el consejo universitario N° 0126-2017/UCV conformado por la honestidad, científica, rigor científico, competitividad profesional como también someter al programa anti plagio para corroborar que la información de los parámetros.

#### IV. RESULTADOS

### “Mejoramiento De Subrasante Mediante El Uso De Ceniza Estiércol Bovino Y Cal Carretera Juliaca-Escallani Del Departamento De Puno, 2021”

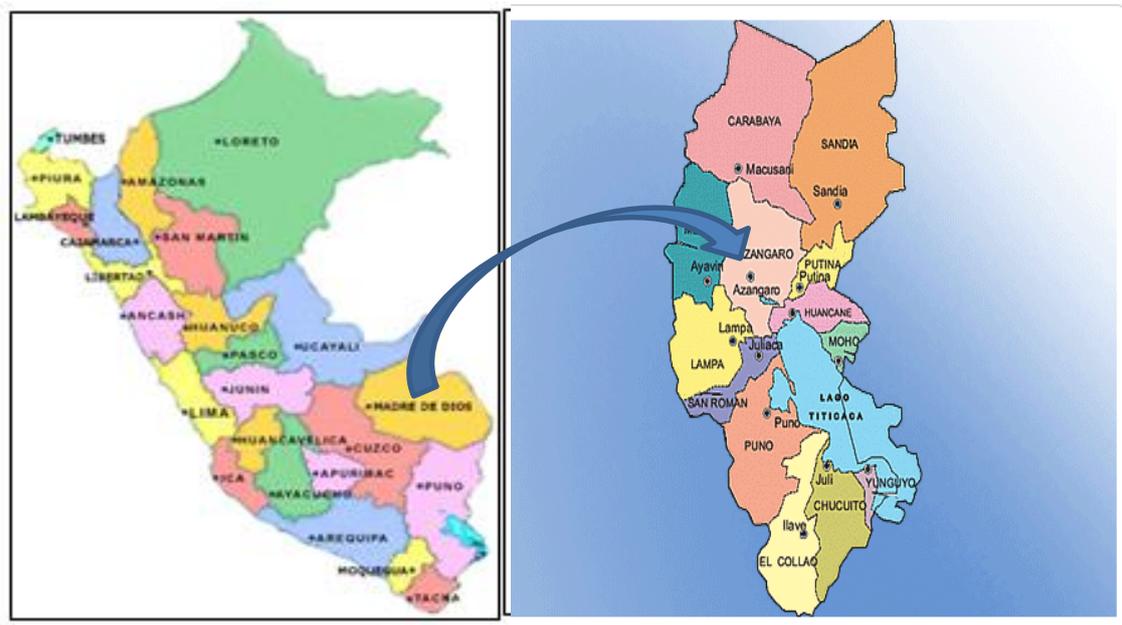
**Análisis y características del lugar de estudio:**

#### Ubicación Geográfica

La comunidad de Escallani ubicada al Norte del distrito de Capachica, del departamento de Puno y Situada geográficamente Noreste de lago Titicaca de la península de Capachica a 83 kilómetros.

Para esta investigación se tomará como población la Carretera Juliaca-Escallani con longitud 32 km de trocha carrozable es una ruta del distrito de Capachica del departamento de Puno

**Figura 10: Mapa del Perú y departamento de puno**

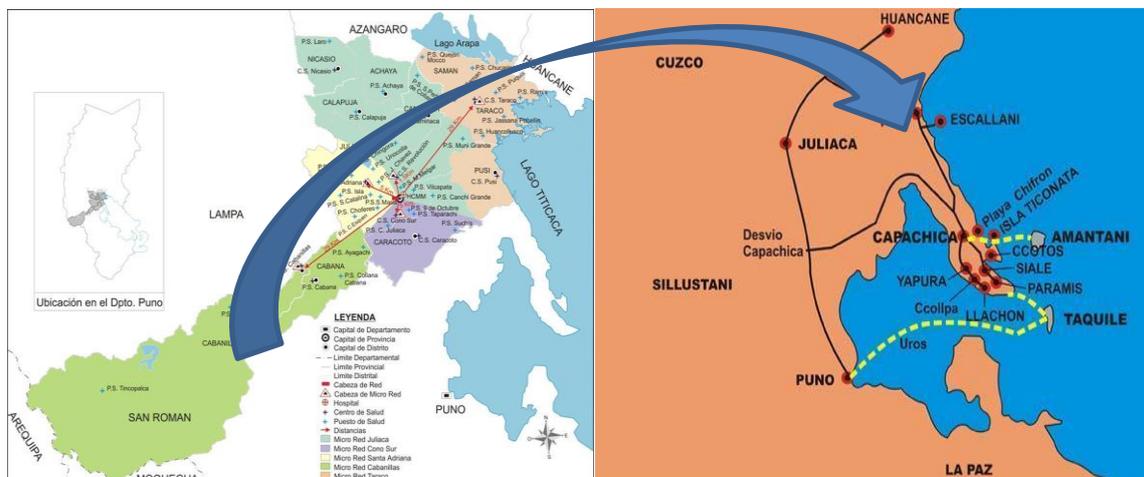


**Fuente:** Mapa Perú.

**Fuente:** Mapa del Departamento de puno

## Ubicación del proyecto:

**Figura 11: Ubicación del proyecto Escallani**



**Fuente:** Mapa de la provincia de Juliaca

**Fuente:** Mapa de la comunidad Escallani

## Limites:

Por el Sur con la comunidad de Isañura y Chillora

Por el Norte con la provincia de Huancané distrito de Pusi.

Por el Este con el lago Titicaca.

Por el Oeste con el distrito de Coata y comunidad de Santa Cruz

## Ubicación según coordenadas:

Latitud: 15° 49'64`` altitud sur.

Longitud: 69° 89' 63`` longitud Oeste de meridiano Greenwich.

Altitud: Media 3860 m.s.n.m

## Población:

La comunidad de Escallani según estadísticas últimas tiene 545 habitantes aproximadamente la mayoría de sus pobladores se debe a que la mayoría migran a otros lugares dentro de la región o del País por mejorar su economía o estatus.

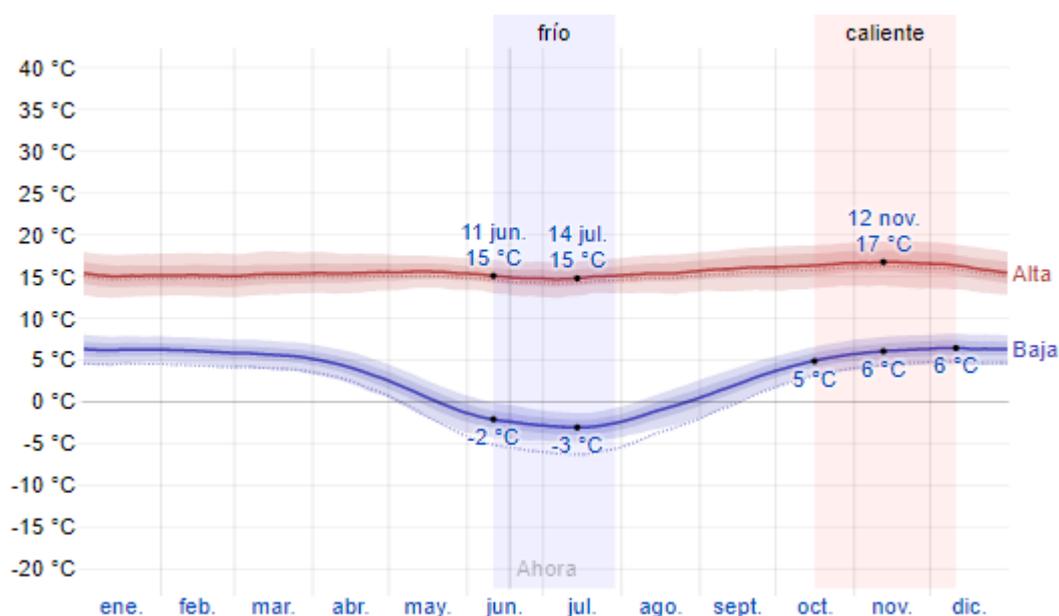
## Características Climáticas:

Análisis Climático de Escallani. A orillas del lago Titicaca su clima es templado y seco durante el día y frígido por las noches las estaciones de invierno están comprendida entre los meses de mayo hasta agosto vientos y cielo azul y verano se encuentra cubierta de vegetación está comprendido entre los meses de diciembre hasta abril es temporada se realiza la agricultura (Weather Spark, 2021)

## Temperatura:

En verano el promedio la temperatura 17 °C max. y 6 °C. min. En invierno es 15 °C max. y -3 °C min. largo del año la temperatura promedio varia -3 °C a 17°C. (Weather Spark, 2021)

**Tabla 14: Temperatura máxima y mínima promedio en Escallani.**



**Fuente:** Weather Spark, (2021)

## Precipitación pluvial:

La precipitación varía durante la estación del año 0.0 mm a 580 mm con intensidad mayor los meses de diciembre a marzo de fuertes lluvias alcanzando una acumulación promedio de 13 milímetros y de subida a 73 milímetros en temporadas secas es de abril a septiembre (Weather Spark, 2021)

**Tabla 15: Precipitación de lluvia mensual promedio en Escallani**

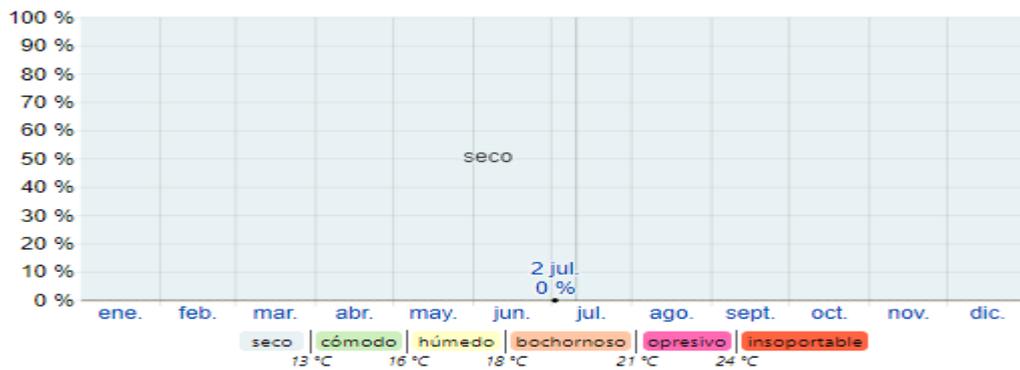


**Fuente:** Weather Spark, (2021)

**Humedad:**

El porcentaje medido por la humedad por el tiempo el nivel opresivo o insoportable durante el año se pudo notar que no varía significativamente constante en 0% (Weather Spark, 2021).

**Tabla 16: Porcentaje de humedad promedio en Escallani**

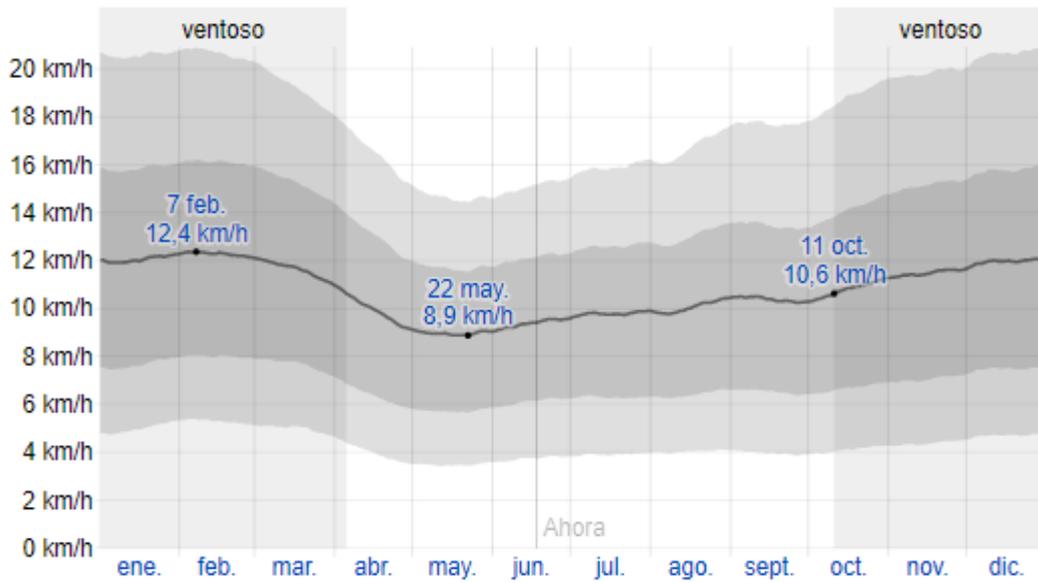


**Fuente:** Weather Spark, (2021)

**Viento:**

Durante el año temporada más fuertes es 11 de octubre al 5 de abril promedio a alcanzar una velocidad de 10.6 kilómetros por hora en toda la zona y Las temporadas más calmadas de vientos bajos es en los meses de abril a octubre con 8.9 k/h (Weather Spark, 2021).

**Tabla 17: Velocidad promedio del viento durante los meses enero y diciembre**

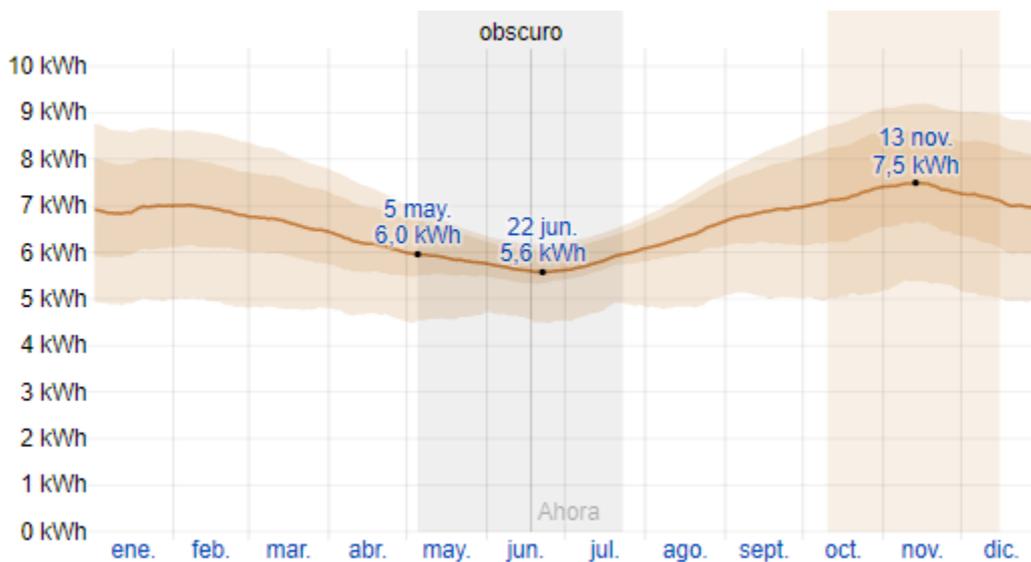


**Fuente:** Weather Spark, (2021)

**Radiación solar:**

la incidencia mayor radiación solar está dada por la fecha de octubre a diciembre llegando a alcanzar un sol radiante promedio máximo de 6.5 kWh/m<sup>2</sup>. Y una radiación solar menor mayo a julio con promedio max. de 5.6 kWh/m<sup>2</sup>. (Weather Spark, 2021)

**Tabla 18: Índices de promedios máximos de radiación solar en Escallani**



**Fuente:** Weather Spark, (2021)

### Topografía:

Su topografía está dada por 3 kilómetros de radio y de altitud 308mts y a nivel del mar a 3.858 m.s.n.m

### Hidrografía:

En la Comunidad de Escallani hay un río llamado Paccha que nunca se seca y riachuelo Ccollpamayo y manantiales en toda la comunidad estos ríos se encuentran emplazada a orillas del lago Titicaca.

### Flora y Fauna:

**Tabla 19: Flora y fauna terrestre existente en Escallani**

FLORA EXISTENTE	FAUNA EXISTENTE	
Hinojo Llacho Algas verdes Totora Lentejas Chilliwaz	AVES : Gaviota andina Zambullidor Ajoya Parihuana Huallata Malaco	PECES: Trucha Suche Ispi Pejerrey

*Fuente: Tesis (LLANQUE, 2021)*

**Flora y fauna terrestre:** entre plantas y animales dentro del ecosistemas terrestres, las cuales examinamos desde una perspectiva ecológica y también evolutiva, por lo que se encontró las siguientes especies:

**Tabla 20: Flora y fauna acuática existente en Escallani**

FLORA EXISTENTE	FAUNA EXISTENTE	
Ganado vacuno (vacas, toros) Ganado ovino (ovejas) Ganado porcino(cerdos) Ganado equino(caballos) Perros, gatos, gallinas	Roedores (ratones salvajes) Reptiles (lagartos, culebras) Insectos(abejas, moscas, mariposas, libélulas) Gusanos (lombrices) Aves (gorriones, golondrinas) Batracios (sapos)	Muña Chilligua Retama Cactus eucalipto Musgos Sábila

*Fuente: tesis (LLANQUE, 2021)*

### Desarrollo del turismo vivencial en Escallani:

Asociación al Turismo Munay Suyu la encargada de brindar al visitante los servicios de distintos circuitos por guías turísticos como la agropecuaria, costumbres,

danzas, música, ritos, mitos, tradiciones, fogatas costumbristas, trabajos en artesanía, Observación de fauna y flora silvestre, pesca artesanal, pago a la tierra, lectura de la coca entre otros.

**Exhibición de vestimenta típica.** Actividades de vestimenta típica conformada varios colores en diseño de bordados que destacan las monteras llamadas juyonas prendas como chalecos, llicllas, frazadas, chullos, chompas, chaquetas, fajas.

**Vías de Acceso:**

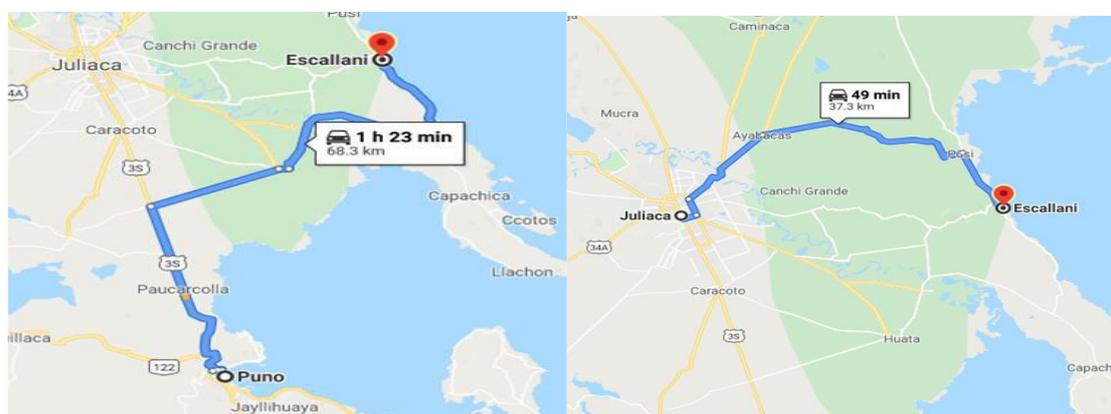
Para el ingreso a Escallani existen dos tipos de vías de acceso lacustre terrestre la más utilizadas de acceso terrestre en especial desde la ciudad de Juliaca y vía desde puno.

**Tabla 21: Distancias de Puno y Juliaca a Escallani**

LOCALIDAD	DISTANCIA	TIEMPO APROXIMADO
Desde Puno – Escallani	68.3 kilómetros	1 h. 23 min.
Desde Juliaca - Escallani	37.3 kilómetros	49 min.

*Fuente: Elaborado en base a datos de (Google maps,2021).*

**Figura 11: Aproximadamente 2 rutas a Escallani**



**Figura: Distancias de recorrido de Puno y Juliaca con destino a Escallani**

**Análisis estadístico descriptivo:**

**Estratigrafía**

En los estudios de campo no se encontró presencia de nivel freático en los estudios realizados de las calicatas (C-1, C-2, C-3) se observa en la estratigrafía presencia humedad

## Calicata C-1: Muestra patrón

### Interpretación:

El análisis granulométrico se realiza para determinar la distribución de los tamaños de las partículas que pasan por cada malla de la muestra del suelo. Las distribuciones se reflejan en los resultados mediante porcentajes. El ensayo presente se realizó con las siguientes especificaciones técnicas.

**Tabla 22: Análisis de granulometría para clasificación SUCS Y AASHTO**

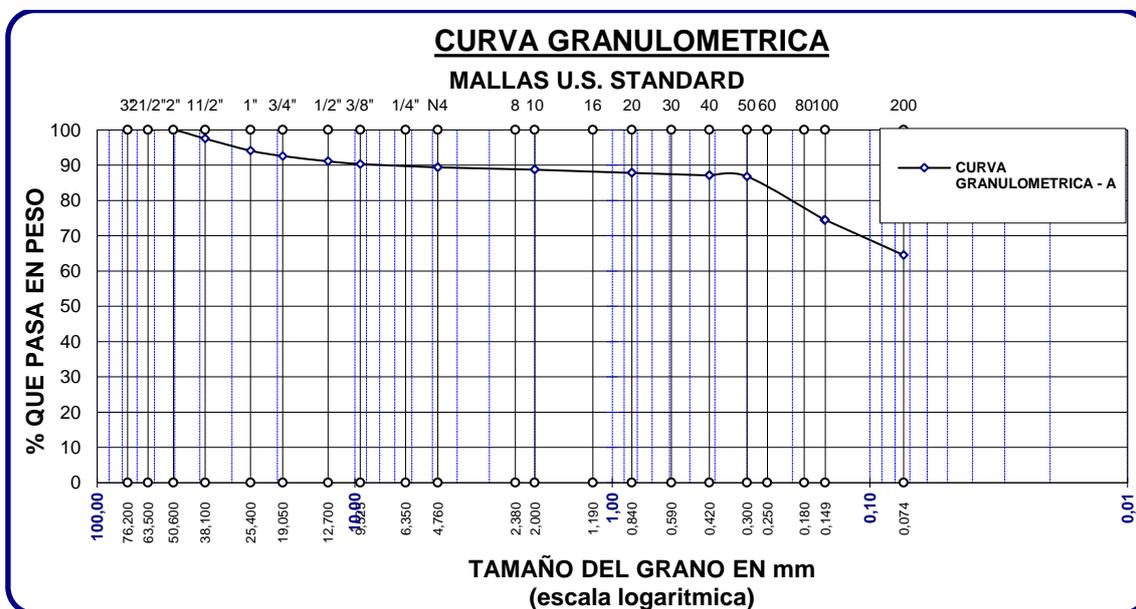
TAMICES	ABERTURA	PESO	%RETENIDO	%RETENIDO	% QUE	ESPECIF. %	TAMAÑO MAXIMO:
ASTM	mm	RETENIDO	PARCIAL	CUMULADO	PASA	Pasa En Peso	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						P.I.= 3200.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 2800.70
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 399.30
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 2160
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		<b>LIMITES DE CONSISTENCIA:</b>
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		L.L.= 50.43
1/2"	12.700	3.30	0.10	0.10	99.90		L.P.= 37.52
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.10	99.90		I.P.= 12.91
1/4"	6.350						
No4	4.760	1.80	0.06	0.16	99.84		<b>CARACT. GRANULOMETRICAS:</b>
No8	2.380						D 10= ---- Cu= ----
No10	2.000	0.90	0.18	0.34	99.66		D 30= ---- Cc= ----
No16	1.190						D 60= ----
No20	0.840	8.50	1.70	2.04	97.96		
No30	0.590						<b>CLASIFICACION:</b>
No40	0.420	5.60	1.12	3.15	96.85		
No 50	0.300	4.50	0.90	4.05	95.95		
No60	0.250						SUCS : MH
No80	0.180						AASHTO :A-7 <20>
No100	0.149	35.60	7.12	11.16	88.84		
No200	0.074	45.60	9.12	20.27	79.73		<b>OBSERVACIONES:</b>
<b>BASE</b>		399.30	79.86	100.00	0.00		
<b>TOTAL</b>		3200.00	100.00				
<b>% PERDIDA</b>		12.48					

*Fuente: Elaboración propia*

Los ensayos y estudios en laboratorio del análisis granulométrico pasante por tamiz por las aberturas de las mallas (mm) que se pasa el material de suelo natural después del lavado y secado en horno y pesado con una muestra de P.I. 3200 y un P.L. 2800 y P.P. 399.30, %W 2160 con un límite de consistencia L.L. 50.43, L.P. 37.52, obteniendo I.P. 12.91 y según su clasificación SUCS MH y AASHTO A-7<20> donde se puede observar que el porcentaje de las partículas que pasa por el tamiz N°200(0.074mm) es del 79.73%, la cual indica que la muestra cumple con los requisitos estándares en la norma ASTM 422 – MTC 107 y norma NTP339.132 que indica que más del 50% de finos deben pasar por el tamiz N°200 resultando

que si cumple, pasando el 79.73% para considerarse como un tipo de suelo natural limo o arcilla según su clasificación que se obtuvo en laboratorio un suelo limo de alta plasticidad.

**Tabla 23: Curva de granulometría**



Fuente: Elaboración propia

**Resumen de calicatas muestras halladas tamaño máximo:**

En las calicatas C-1, C-2, C-3 se obtuvo resultados en laboratorio que se muestran en la tabla el tamaño máximo de la muestra el resumen de los ensayos y la gráfica que tiene un peso inicial alto y peso lavado, peso parcial, el porcentaje humedad obteniendo resultado menor humedad en la calicata C-2 de %W 20.85 con un parcial 360.90% resultando la mejor humedad lo que no lo que podemos observar este porcentaje, sabiendo que cuando un suelo natural tiene humedad alta no es adecuado mostrando en la tabla con los resultados obtenidos de las tres calicatas en estudio.

**Tabla 24: Resumen de resultados tamaño máximo**

TAMAÑO MAXIMO DE MUESTRA	CALICATA C-1	CALICATA C-2	CALICATA C-3	PROMEDIO
PESO INICIAL(PI)	3200.00	3200.00	600.00	2333.33
PL	2800.70	2839.10	299.80	1979.87
PP	399.30	360.90	300.20	353.47
W%	21.60	20.85	22.50	21.65

Fuente: Elaboración propia



*Fuente: Elaboración propia*

### Resumen de ensayo de limite líquido y plástico (ASTM D-4318) límite de Atterberg:

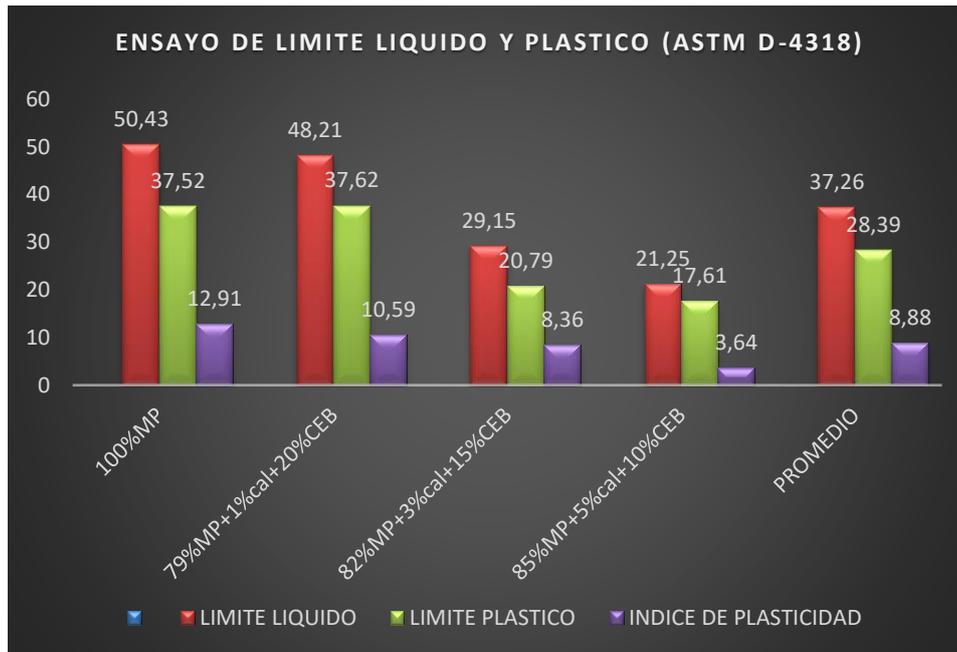
Al hacer las pruebas el límite de consistencia experimental en la calicata se observa los resultados del LL y LP obteniendo un IP con el uso de la cal en porcentajes de 1%, 3%, 5% y ceniza estiércol Bovino 20%, 15%, 10% con una muestra patrón 100% de suelo natural de fundación en los estratos obtenido de cada calicata obteniendo el mejor resultado con los porcentajes de 85%MP+5%cal+10%CEB obteniendo una IP 3.64% observando en la tabla 4 del MTC  $IP < 7$  suelo poco arcilloso mejorando la subrasante en un suelo limo alta plasticidad observando resultados en la tabla 25 y en los gráficos los resultados obtenidos en laboratorio:

1. El límite líquido y límite plástico van disminuyendo al igual como el índice de plasticidad así podemos observar en los siguientes gráficos obteniendo una media en la calicata C-1

**Tabla 25: Resumen de ensayo de limite líquido y plástico C-1**

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)					
CALICATA C-1	100%MP	79%MP+1% cal+20%CEB	82%MP+3% cal+15%CEB	85%MP+5% cal+10%CEB	PROMEDIO
LIMITE LIQUIDO	50.43	48.21	29.15	21.25	37.26
LIMITE PLASTICO	37.52	37.62	20.79	17.61	28.39
INDICE DE PLASTICIDAD	12.91	10.59	8.36	3.64	8.88

*Fuente: Elaboración propia*



**Fuente:** Elaboración propia

Resumen de la calicata C-2 en los ensayos de plasticidad se observa los porcentajes se observa un 100 % muestra patrón con limite liquido 47.89% y un límite plástico 33.52% dando nos índice plasticidad de 14.37. bajando tanto el LL, LP y IP al adicionar a la muestra patrón al 1% cal y 20% ceniza Estiércol Bovino baja tanto como LL, LP, IP llegando hasta un porcentaje de LL, LP, IP con la adicción con un suelo con la adición de 5% cal y 10 CEB

**Tabla 26: Resumen de ensayo de limite líquido y plástico C-2**

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)					
CALICATA C-2	100%MP	79%MP+1% cal+20%CEB	82%MP+3% cal+15%CEB	85%MP+5% cal+10%CEB	PROMEDIO
LIMITE LIQUIDO	47.89	41.01	28.24	21.83	34.75
LIMITE PLASTICO	33.52	30.90	19.83	19.06	25.83
INDICE DE PLASTICIDAD	14.37	10.11	8.41	2.77	8.92

**Fuente:** Elaboración propia



**Fuente:** Elaboración propia

Para la calicata C-3: Estudio realizados obteniendo del LL, LP y IP con una muestra patrón 100%MP resultando una IP 15.19 para el primer porcentaje 79%MP+1%cal+20%CEB se tuvo resultados una IP 18.49 para el segundo porcentaje de 82%MP+3%cal+15%CEB resultado IP 10.36 para el tercer porcentaje 85%MP+5%cal+10%CEB se obtuvo IP 1.78 resultando en este menor por lo que se puede decir que ha mejorado viendo en la tabla 4. Tenemos una IP<7 resultando poco arcilloso.

**Tabla 27: Resumen de ensayo de limite líquido y plástico C-3**

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)					
CALICATA C-3	100%MP	79%MP+1% cal+20%CE B	82%MP+3% cal+15%CE B	85%MP+5% cal+10%CE B	PROMEDIO
LIMITE LIQUIDO	49.39	41.83	29.73	18.58	34.89
LIMITE PLASTICO	34.20	23.35	19.37	16.79	23.43
INDICE DE PLASTICIDAD	15.19	18.49	10.36	1.78	11.46

**Fuente:** Elaboración propia



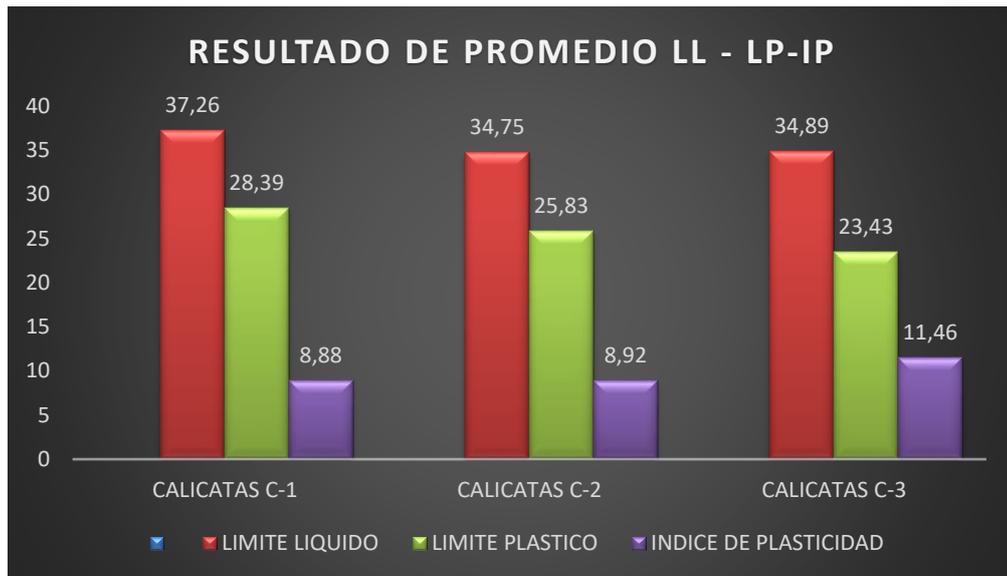
Fuente: Elaboración propia

El promedio de la mediana obtenido de las muestras de las tres calicatas:

Tabla 28: Resumen de ensayo de limite líquido y plástico promedio tres calicatas

ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)				
CALICATAS PROMEDIO	CALICATAS C-1	CALICATAS C-2	CALICATAS C-3	PROMEDIO TOTAL
LIMITE LIQUIDO	37.26	34.75	34.89	35.63
LIMITE PLASTICO	28.39	25.83	23.43	25.88
INDICE DE PLASTICIDAD	8.88	8.92	11.46	9.75

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

## Resumen de ensayo de Proctor modificado con norma de laboratorio:

### Proctor modificado muestra c-1:

El OCH: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126 y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de porcentaje de humedad de compactación superior e inferior pesado cada molde en la tara más el material húmedo resultando un promedio para el molde N°1. 17.57% subiendo en escala hasta el molde N°4. 19.86% obteniendo una humedad 17.8% en relación a la MDS donde vemos el incremento de humedad.

La MDS: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126 y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de la densidad de un suelo húmedo obteniendo una densidad de suelo seco de compactación del promedio de la humedad pesado cada molde del material suelo húmedo entre promedio suelo húmedo obteniendo una densidad de suelo seco observando en la gráfica para el molde N°1. 1.622 subiendo en escala hasta la MDS de 1.69 gr/cm<sup>3</sup> y de bajada en el molde N°4. 1.629.

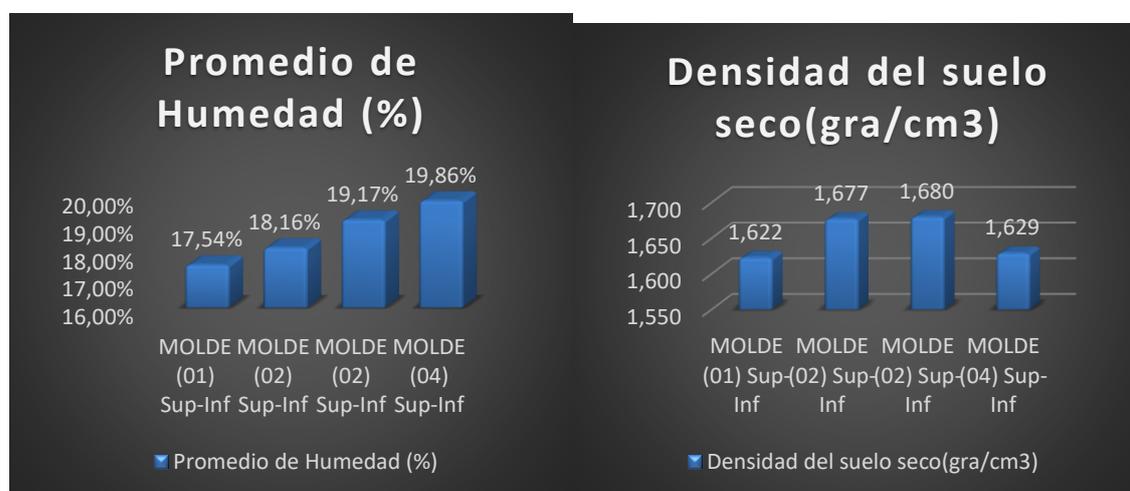
**Tabla 29: Ensayo Proctor modificado muestra patrón C-1**

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

**CALICATA 01 - MUESTRA PATRON**

Molde 1- N° capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes	MOLDE (01) Sup-Inf	MOLDE (02) Sup-Inf	MOLDE (02) Sup-Inf	MOLDE (04) Sup-Inf	PROMEDIO (Media)
Promedio de Humedad (%)	17.54%	18.16%	19.17%	19.86%	18.68%
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.622	1.677	1.680	1.629	1.652

*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

Se obtuvieron 4 muestras para cada molde del Proctor modificado obteniendo 4 puntos en la curva de relación de la densidad suelo húmeda en porcentajes y densidad del suelo seco gr/cm<sup>3</sup>

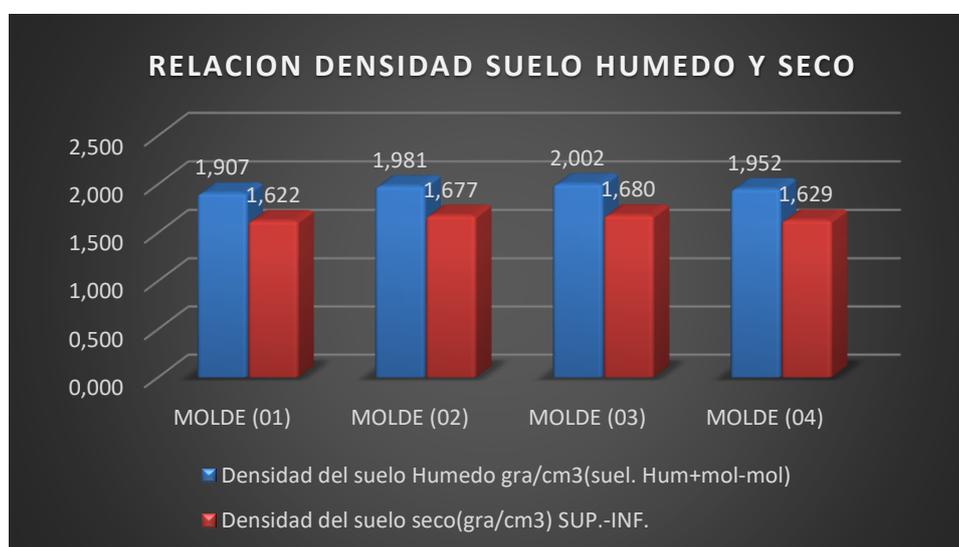
**Tabla 30: Ensayo Proctor modificado densidad húmeda y seca MP C-1**

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO  
ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

CALICATA 01 - MUESTRA PATRON

Molde 1- Nº capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes	MOLDE (01)	MOLDE (02)	MOLDE (03)	MOLDE (04)	PROMEDIO (Media)
Densidad del suelo Humedo gra/cm <sup>3</sup> (suel. Hum+mol-mol)	1.907	1.981	2.002	1.952	1.960
Densidad del suelo seco(gra/cm <sup>3</sup> ) SUP.-INF.	1.622	1.677	1.680	1.629	1.652

*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

### Relación humedad y densidad Proctor CBR:

Observando en la tabla 8 del MTC Los valores de la subrasante CBR <6% son suelos insuficientes y subrasante excelente CBR ≥ 30% sabiendo esto se obtuvo los ensayos en laboratorio con un CBR 4.44 al 100% MDS y CBR 2.61 a la MDS 95% suelo patrón son el promedio en cada molde con la muestra a 12 golpes para el III molde y 25 golpes para el molde II y 56 golpes para el molde I, obteniendo sin saturar 18.67% llegando a subir a 24.90% saturado para el molde III del promedio de humedad y para la densidad del suelo seco para 12 golpes sin saturar se obtuvo

1.584 y saturado 1.604 así con los demás moldes mostrados en la tabla 31 como el grafico de porcentajes para ambos casos mostrados sin saturar es bajo y saturado sube dándonos una media de 20.90% humedad y 1.637 densidad de suelo seco.

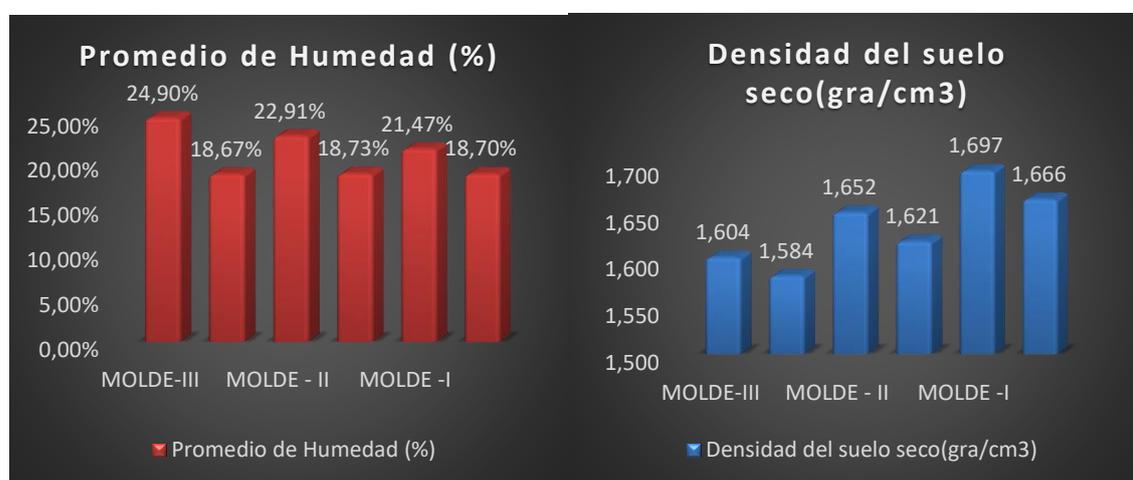
**Tabla 31: Ensayo relación húmeda y densidad seca Proctor CBR MP C-1**

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

CALICATA MUESTRA PATRON 01

MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE - I		PROMEDIO (Media)
NUMERO DE GOLPES	12		25		56		
Nº capas 5	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	
Promedio de Humedad (%)	24.90%	18.67%	22.91%	18.73%	21.47%	18.70%	20.90%
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.604	1.584	1.652	1.621	1.697	1.666	1.637

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

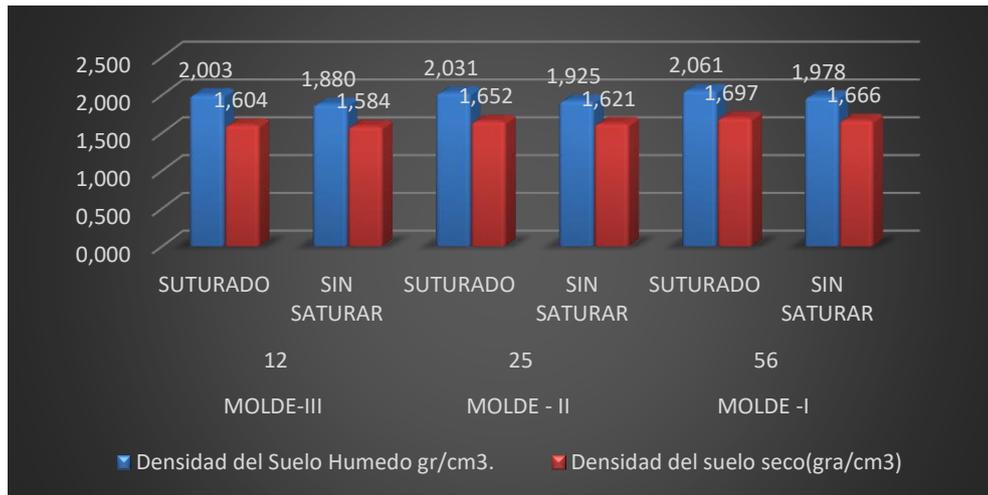
**Tabla 32: Ensayo densidad humedad y seca Proctor CBR MP C-1**

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

CALICATA MUESTRA PATRON 01

MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE - I		PROMEDIO (Media)
NUMERO DE GOLPES	12		25		56		
Nº capas 5	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	
Densidad del Suelo Humedo gr/cm3.	2.003	1.880	2.031	1.925	2.061	1.978	1.980
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.604	1.584	1.652	1.621	1.697	1.666	1.637

Fuente: Elaboración propia



*Fuente: Elaboración propia*

### Logrando obtener un CBR en el gráfico de penetración MTC e 132-2000:

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000	
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm³.)	1,69
HUMEDAD OPTIMA (%)	18,7%
CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	4,44
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	2,61
CLASIFICACION SUCS	: MH
CLASIFICACION AASHTO	:A-7 <20>
EMBEBIDO	: 4 DIAS

*Fuente: Elaboración propia*

Según su clasificación SUCS limo de alta plasticidad (MH) según la Figura2 y AASHTO A-7<20> con 96H. en embebido con CBR 95% en relación a la MDS es 2.61 es una subrasante insuficiente no cumple con los parámetros exigidos en la norma del MTC por lo que es menor 6% de CBR de acuerdo a la tabla N°8 del MTC-SSP

### Calicata c-1: con los porcentajes de 79% muestra patrón +01% cal + 20% ceniza estiércol:

El OCH: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126 y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de porcentaje de humedad de compactación superior e inferior pesado cada molde en la tara más el material húmedo resultando un promedio para el molde N°1. 18.08% subiendo en escala hasta el molde N°4. 23.91% donde vemos en incremento de humedad.

La MDS: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126 y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de la densidad de un suelo húmedo obteniendo una densidad de suelo seco de compactación del promedio de la humedad pesado cada molde del material suelo húmedo entre promedio suelo húmedo obteniendo una densidad de suelo seco observando en la gráfica en el N°1. 1.474 subiendo en escala hasta la MDS de 1.62 gr/cm<sup>3</sup> y de bajada en el molde N°4. 1.475.

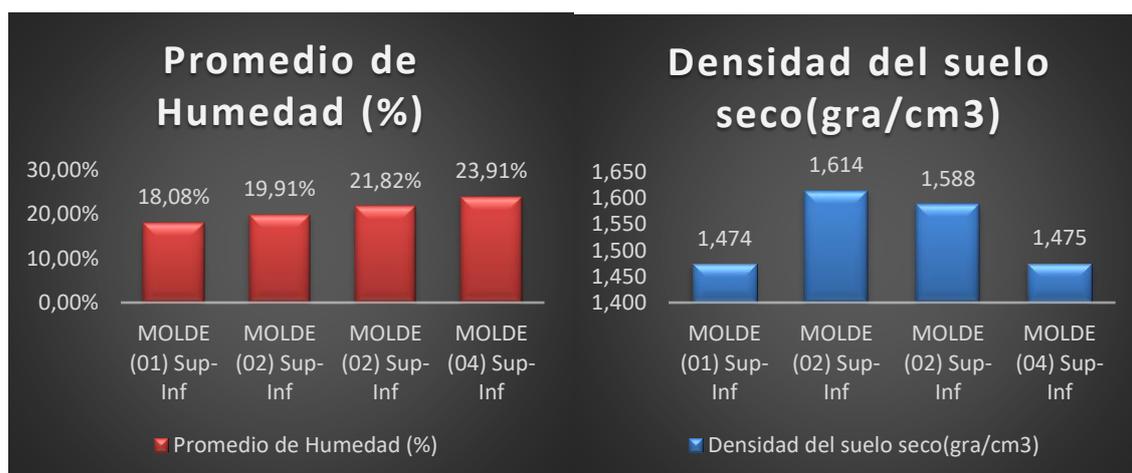
**Tabla 33: Ensayo de Proctor modificado MP79%+1%cal+CEB20% C-1**

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

**CALICATA 01 - MUESTRA PATRON**

Molde 1- N° capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes	MOLDE (01) Sup-Inf	MOLDE (02) Sup-Inf	MOLDE (02) Sup-Inf	MOLDE (04) Sup-Inf	PROMEDIO (Media)
Promedio de Humedad (%)	18,08%	19,91%	21,82%	23,91%	20,93%
Densidad del suelo seco(gra/cm <sup>3</sup> )	1,474	1,614	1,588	1,475	1,538

*Fuente: Elaboración propia*



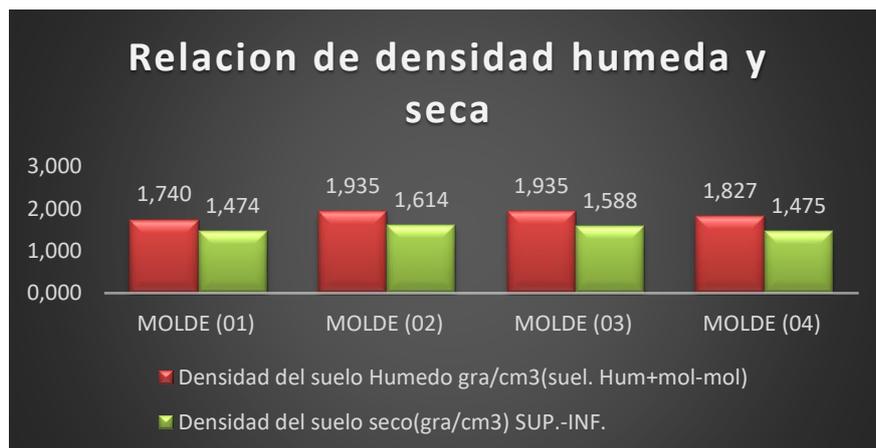
*Fuente: Elaboración propia*

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

**CALICATA 01 - MUESTRA PATRON**

Molde 1- N° capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes	MOLDE (01)	MOLDE (02)	MOLDE (03)	MOLDE (04)	PROMEDIO (Media)
Densidad del suelo Humedo gra/cm <sup>3</sup> (suel. Hum+mol-mol)	1,740	1,935	1,935	1,827	1,859
Densidad del suelo seco(gra/cm <sup>3</sup> ) SUP.-INF.	1,474	1,614	1,588	1,475	1,538

*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

### Relación humedad y densidad Proctor CBR:

Observando en la tabla 8 del MTC Los valores de la subrasante CBR <6% son suelos insuficientes y subrasante excelente CBR  $\geq 30\%$  sabiendo esto se obtuvo los ensayos en laboratorio con un CBR 7.90 al 100%MDS y CBR 5.89 a la MDS95% suelo patrón son el promedio en cada molde con la muestra a 12 golpes para el III molde y 25 golpes para el molde II y 56 golpes para el molde I, obteniendo sin saturar 20.50% llegando a subir a 26.48% saturado para el molde III del promedio de humedad y para la densidad del suelo seco para 12 golpes sin saturar se obtuvo 1.530 y saturado 1.538 así con los demás moldes mostrados en la tabla34 como el grafico de porcentajes para ambos casos mostrados sin saturar es bajo y saturado sube dándonos una media de 22.49% humedad y 1.568 densidad de suelo.

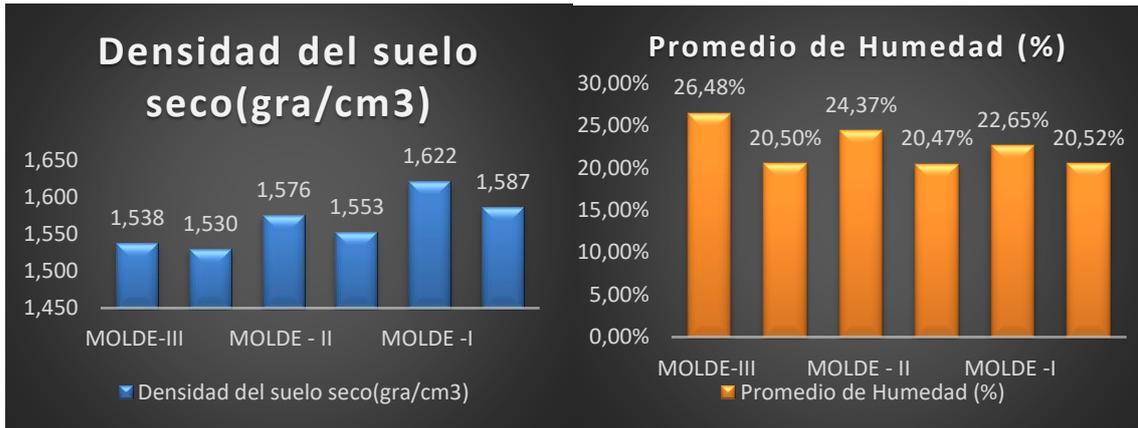
**Tabla 34: Relación humedad y densidad seca CBR MP C-1**

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

CALICATA MUESTRA PATRON 01

MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE -I		PROMEDIO (Media)
NUMERO DE GOLPES	12		25		56		
Nº capas 5	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	
Promedio de Humedad (%)	26,48%	20,50%	24,37%	20,47%	22,65%	20,52%	22,49%
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1,538	1,530	1,576	1,553	1,622	1,587	1,568

*Fuente: Elaboración propia*



Fuente: Elaboración propia

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

CALICATA MUESTRA PATRON 01

MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE - I		PROMEDIO (Media)
NUMERO DE GOLPES	12		25		56		
Nº capas 5	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	
Densidad del Suelo Humedo gr/cm3.	1,945	1,844	1,960	1,871	1,990	1,912	1,920
Densidad del suelo seco (gr/cm3)	1,538	1,530	1,576	1,553	1,622	1,587	1,568

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

**Logrando obtener un CBR en el gráfico de penetración MTC e 132-2000:**

Según su clasificación SUCS limo de alta plasticidad (MH) según la Figura2 y AASHTO A-7<20> con 96H. en embebido con CBR 95% en relación a la MDS es 5.87 es una subrasante insuficiente no cumple con los parámetros exigidos en la

norma del MTC por lo que es menor 6% de CBR de acuerdo a la tabla N°8 del MTC-SSP

<b>ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000</b>	
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.)	1,62
HUMEDAD OPTIMA (%)	20,5%
CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	7,90
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	5,89
CLASIFICACION SUCS	: MH
CLASIFICACION AASHTO	:A-7 <20>
EMBEBIDO	: 4 DIAS

*Fuente: Elaboración propia*

**Calicata c-1: 82% muestra patrón + 03% cal + 15% ceniza estiércol bovino:**

El OCH: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126 y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de porcentaje de humedad de compactación superior e inferior pesado cada molde en la tara más el material húmedo resultando un promedio para el molde N°1. 20.48% subiendo en escala hasta el molde N°4. 22.67% obteniendo una humedad 21.6% en relación a la MDS donde vemos el incremento de humedad.

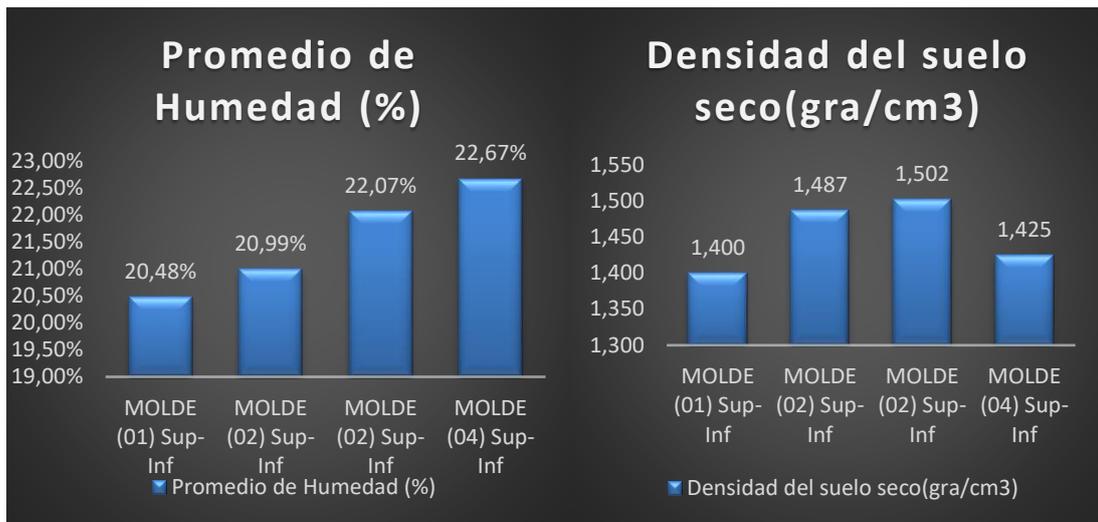
La MDS: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126 y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de la densidad de un suelo húmedo obteniendo una densidad de suelo seco de compactación del promedio de la humedad pesado cada molde del material suelo húmedo entre promedio suelo húmedo obteniendo una densidad de suelo seco observando en la gráfica para el molde N°1. 1.400 subiendo en escala hasta la MDS de 1.52 gr/cm<sup>3</sup> y de bajada en el molde N°4 1.475.

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO  
ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180**

**CALICATA 01 - 82% MUESTRA PATRON + 03% CAL + 15% CENIZA ESTIERCOL BOVINO**

<b>Molde 1- N° capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes</b>	<b>MOLDE (01) Sup-Inf</b>	<b>MOLDE (02) Sup-Inf</b>	<b>MOLDE (02) Sup-Inf</b>	<b>MOLDE (04) Sup-Inf</b>	<b>PROMEDI O(Media)</b>
Promedio de Humedad (%)	20.48%	20.99%	22.07%	22.67%	21.55%
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.400	1.487	1.502	1.425	1.453

*Fuente: Elaboración propia*



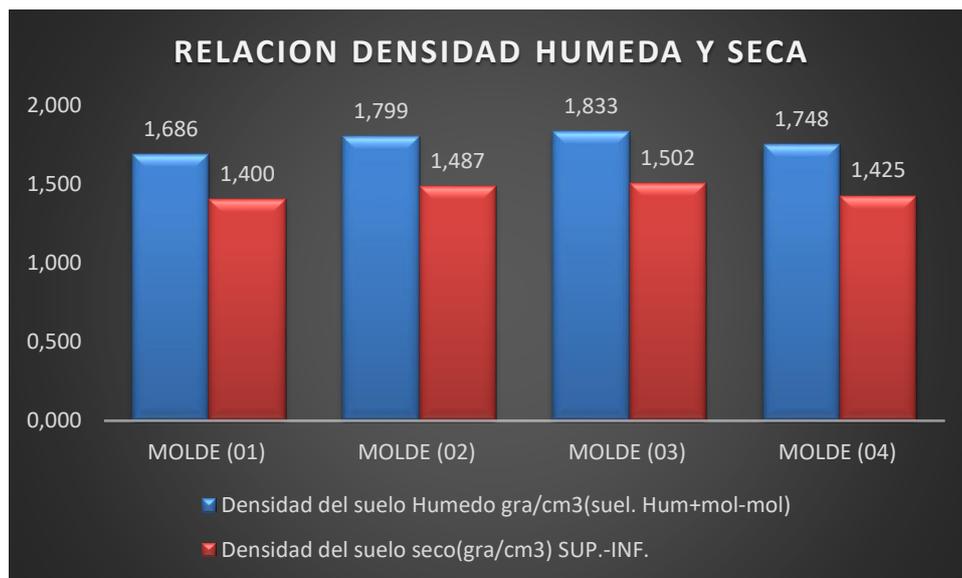
Fuente: Elaboración propia

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO  
ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

CALICATA 01 - 82% MUESTRA PATRON + 03% CAL + 15% CENIZA ESTIERCOL BOVINO

Molde 1- Nº capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes	MOLDE (01)	MOLDE (02)	MOLDE (03)	MOLDE (04)	PROMEDIO (Media)
Densidad del suelo Humedo gra/cm3(suel. Hum+mol-mol)	1.686	1.799	1.833	1.748	1.767
Densidad del suelo seco(gra/cm3) SUP.-INF.	1.400	1.487	1.502	1.425	1.453

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

## Relación humedad y densidad Proctor CBR:

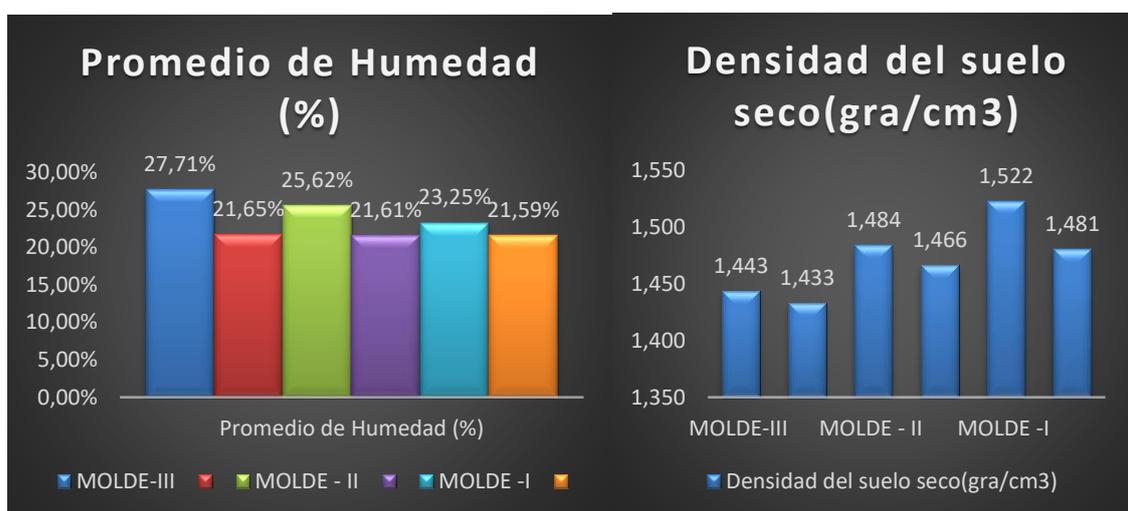
Observando en la tabla 8 del MTC Los valores de la subrasante CBR <6% son suelos insuficientes y subrasante excelente CBR  $\geq 30\%$  sabiendo esto se obtuvo los ensayos en laboratorio con un CBR 7.90 al 100%MDS y CBR 5.89 a la MDS95% suelo patrón son el promedio en cada molde con la muestra a 12 golpes para el III molde y 25 golpes para el molde II y 56 golpes para el molde I, obteniendo sin saturar 21.65% llegando a subir a 27.71% saturado para el molde III del promedio de humedad y para la densidad del suelo seco para 12 golpes sin saturar se obtuvo 1.433 y saturado 1.443 así con los demás moldes mostrados en la tabla como el gráfico de porcentajes para ambos casos mostrados sin saturar es bajo y saturado sube dándonos una media de 0.236% humedad y 1.475 densidad de suelo seco.

### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

CALICATA 01 - 82% MUESTRA PATRON + 03% CAL + 15% CENIZA ESTIERCOL BOVINO

MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE - I		PROMEDIO(Media)
NUMERO DE GOLPES	12		25		56		
Nº capas 5	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	
Promedio de Humedad (%)	27.71%	21.65%	25.62%	21.61%	23.25%	21.59%	0.236
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.443	1.433	1.484	1.466	1.522	1.481	1.471

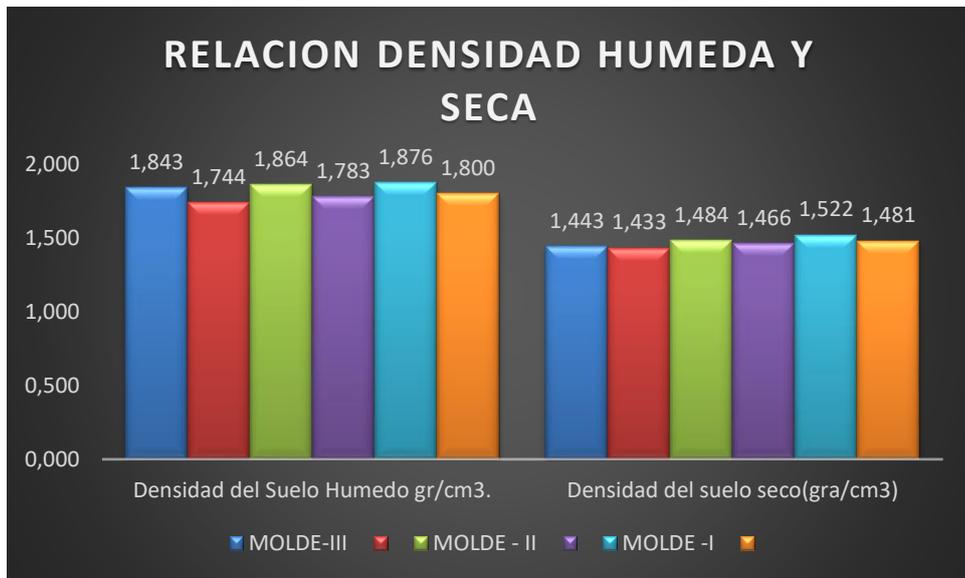
*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR							
CALICATA MUESTRA PATRON 01							
MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE - I		PROMEDIO( Media)
NUMERO DE GOLPES	12		25		56		
Nº capas 5	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	
Densidad del Suelo Humedo gr/cm3.	1,843	1,744	1,864	1,783	1,876	1,800	1,818
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1,443	1,433	1,484	1,466	1,522	1,481	1,471

*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

### Logrando obtener un CBR en el gráfico de penetración MTC e 132-2000:

Según su clasificación SUCS limo de alta plasticidad (MH) según la Figura2 y AASHTO A-7<20> con 96H. en embebido con CBR 95% en relación a la MDS es 8.39 es una subrasante regular cumple con los parámetros exigidos en la norma del MTC por lo que es mayor 6% de CBR de acuerdo a la tabla N°8 del MTC-SSP

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000	
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.)	1,52
HUMEDAD OPTIMA (%)	21,6%
CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	9,92
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	8,39
CLASIFICACION SUCS	: MH
CLASIFICACION AASHTO	:A-7 <20>
EMBEBIDO	: 4 DIAS

*Fuente: Elaboración propia*

**Calicata c-1: 85% muestra patrón 05% y cal10% ceniza estiércol bovino:**

El OCH: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126 y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de porcentaje de humedad de compactación superior e inferior pesado cada molde en la tara más el material húmedo resultando un promedio para el molde N°1. 21.95% subiendo en escala hasta el molde N°4. 24.46% obteniendo una humedad 21.6% en relación a la MDS donde vemos el incremento de humedad.

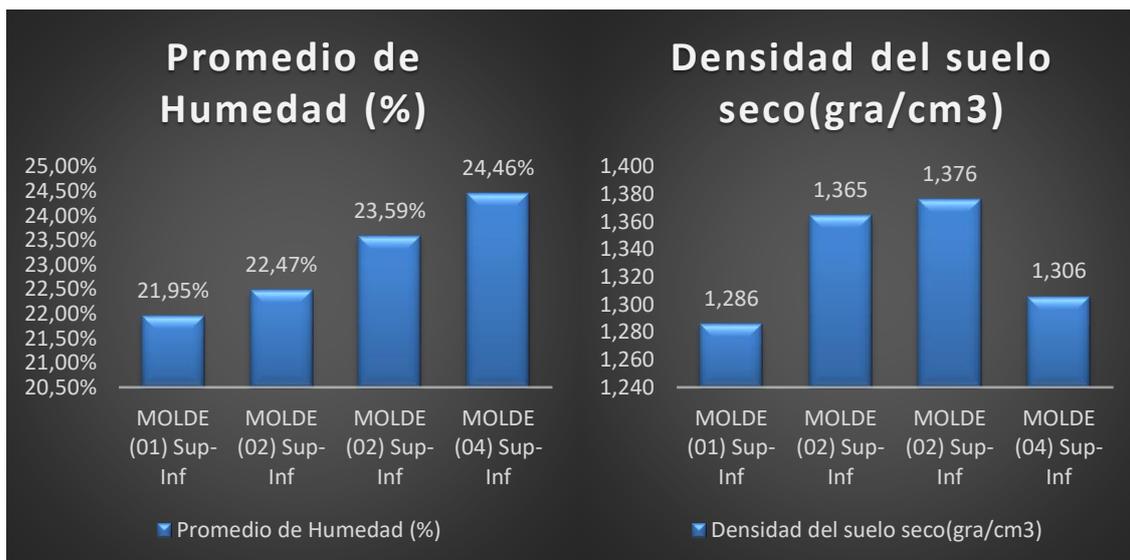
La MDS: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126 y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de la densidad de un suelo húmedo obteniendo una densidad de suelo seco de compactación del promedio de la humedad pesado cada molde del material suelo húmedo entre promedio suelo húmedo obteniendo una densidad de suelo seco observando en la gráfica para el molde N°1. 1.286 subiendo en escala hasta la MDS de 1.52 gr/cm<sup>3</sup> y de bajada en el molde N°4 1.306.

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO  
ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180**

**CALICATA C-1 - 85% MUESTRA PATRON +05% CAL + 10% CENIZA ESTIERCOL BOVINO**

<b>Molde 1- N° capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes</b>	<b>MOLDE (01) Sup-Inf</b>	<b>MOLDE (02) Sup-Inf</b>	<b>MOLDE (02) Sup-Inf</b>	<b>MOLDE (04) Sup-Inf</b>	<b>PROMEDIO( Media)</b>
Promedio de Humedad (%)	21.95%	22.47%	23.59%	24.46%	23.12%
Densidad del suelo seco(gra/cm <sup>3</sup> )	1.286	1.365	1.376	1.306	1.333

*Fuente: Elaboración propia*



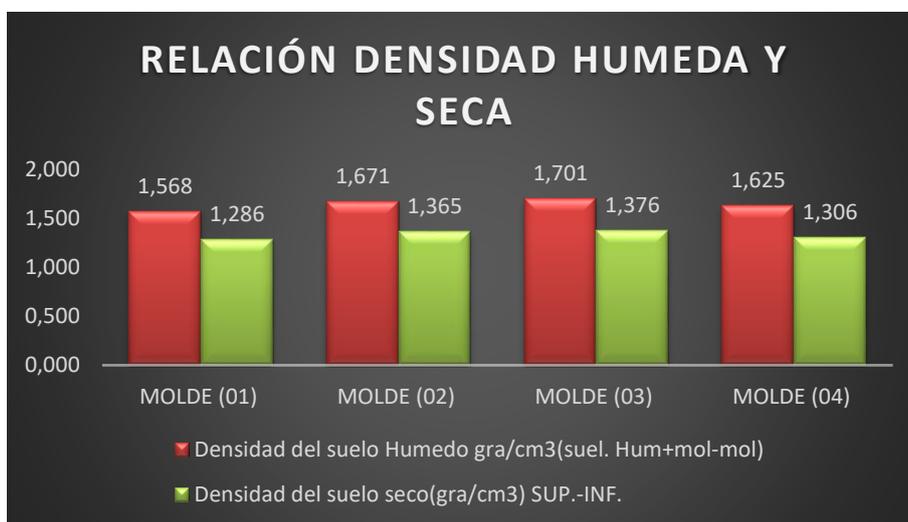
Fuente: Elaboración propia

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO  
ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

CALICATA C-1 - 85% MUESTRA PATRON +05% CAL + 10% CENIZA ESTIERCOL BOVINO

Molde 1- Nº capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes	MOLDE (01)	MOLDE (02)	MOLDE (03)	MOLDE (04)	PROMEDIO (Media)
Densidad del suelo Humedo gra/cm3(suel. Hum+mol-mol)	1.568	1.671	1.701	1.625	1.641
Densidad del suelo seco(gra/cm3) SUP.-INF.	1.286	1.365	1.376	1.306	1.333

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

## Relación humedad y densidad Proctor CBR:

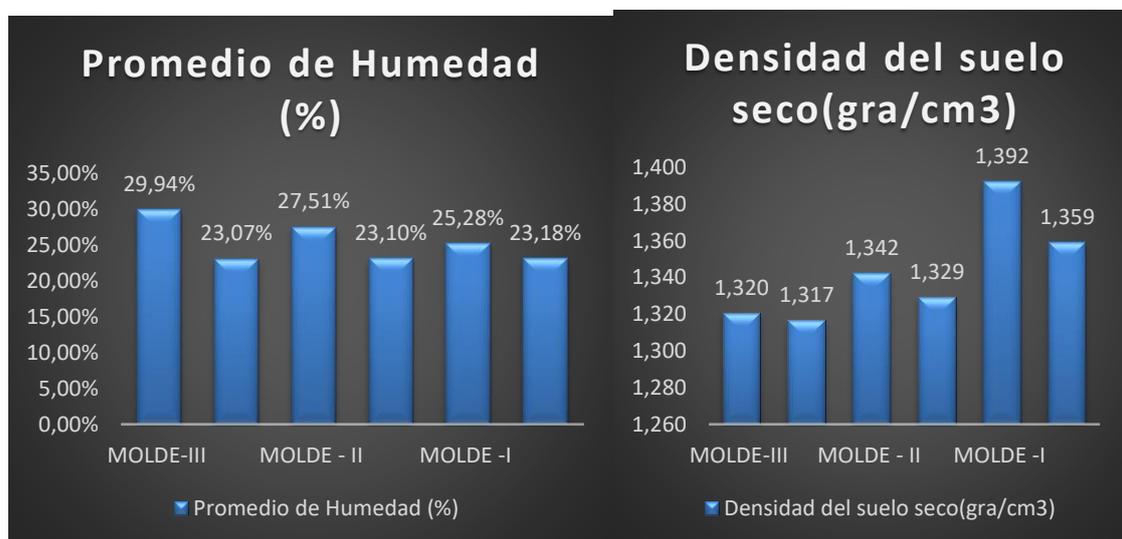
Observando en la tabla 8 del MTC Los valores de la subrasante CBR <6% son suelos insuficientes y subrasante excelente CBR  $\geq 30\%$  sabiendo esto se obtuvo los ensayos en laboratorio con un CBR 7.90 al 100%MDS y CBR 5.89 a la MDS95% suelo patrón son el promedio en cada molde con la muestra a 12 golpes para el III molde y 25 golpes para el molde II y 56 golpes para el molde I, obteniendo sin saturar 23.07% llegando a subir a 29.94% saturado para el molde III del promedio de humedad y para la densidad del suelo seco para 12 golpes sin saturar se obtuvo 1.317 y saturado 1.320 así con los demás moldes mostrados en la tabla como el gráfico de porcentajes para ambos casos mostrados sin saturar es bajo y saturado sube dándonos una media de 25.35% humedad y 1.343 densidad de suelo seco

### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

CALICATA C-1 - 85% MUESTRA PATRON +05% CAL + 10% CENIZA ESTIERCOL BOVINO

MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE - I		PROMEDIO (Media)
NUMERO DE GOLPES	12		25		56		
Nº capas 5	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	
Promedio de Humedad (%)	29.94%	23.07%	27.51%	23.10%	25.28%	23.18%	25.35%
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.320	1.317	1.342	1.329	1.392	1.359	1.343

*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

CALICATA C-1 - 85% MUESTRA PATRON +05% CAL + 10% CENIZA ESTIERCOL BOVINO

MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE -I		PROMEDIO( Media)
NUMERO DE GOLPES	12		25		56		
Nº capas 5	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	
Densidad del Suelo Humedo gr/cm3.	1.72	1.62	1.71	1.64	1.74	1.67	1.68
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.32	1.32	1.34	1.33	1.39	1.36	1.34

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

**Logrando obtener un CBR en el gráfico de penetración MTC e 132-2000:**

Según su clasificación SUCS limo de alta plasticidad (MH) según la Figura2 y AASHTO A-7<20> con 96H. en embebido con CBR 95% en relación a la MDS es 25.75 es una subrasante muy buena cumple con los parámetros exigidos en la norma del MTC por lo que es mayor 6% de CBR de acuerdo a la tabla N°8 del MTC-SSP

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000	
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.)	1.39
HUMEDAD OPTIMA (%)	23.1%
CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	36.43
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	25.75
CLASIFICACION SUCS	: MH
CLASIFICACION AASHTO	:A-7 <20>
EMBEBIDO	: 4 DIAS

Fuente: Elaboración propia

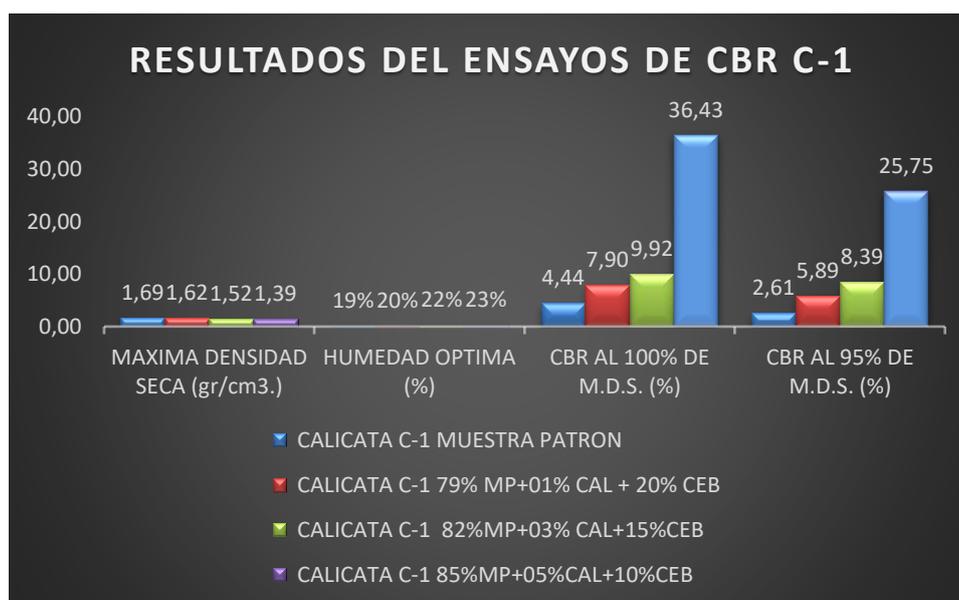
## Resumen método de compactación ASTM-d1557-91

El resumen de compactación del Proctor modificado en relación a la MDS según mostrada la tabla de la calicata C-1 mejorando el CBR con los porcentajes de 85%MP+5%CAL+10%CEB con una MDS 1.39gr/cm<sup>3</sup>, OCH 23.1%, obteniendo resultados con un CBR el porcentaje más alto de 36.43% en relación al 100%MDS y 95%MDS resultando con los porcentajes más alto de 25.75 una subrasante muy buena de acuerdo a la tabla N<sup>o</sup>8 y según su clasificación limo de alta plasticidad (MH) y AASHTO A-7 <20> y sumergido 96H. en agua para ver la expansión y penetración del molde.

ENSAYO DE CBR - GRÁFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	CALICATA C-1			
	MUESTRA PATRON	79% MP+01% CAL + 20% CEB	82%MP+03% CAL+15%CEB	85%MP+05% CAL+10%CEB
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> .)	1,69	1,62	1,52	1,39
HUMEDAD OPTIMA (%)	18,7%	20,5%	21,6%	23,1%
CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	4,44	7,90	9,92	36,43
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	2,61	5,89	8,39	25,75
CLASIFICACION SUCS	MH	ML	MH	MH
CLASIFICACION AASHTO	A-7 <20>	A-7 <18>	A-7 <20>	A-7 <20>
EMBEBIDO	4 DIAS	4 DIAS	4 DIAS	4 DIAS

*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

## Calicata 02 - muestra patrón:

El OCH: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126 y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de porcentaje de humedad de compactación superior e inferior pesado cada molde en la tara más el material húmedo resultando un promedio para el molde N°1. 16.48% subiendo en escala hasta el molde N°4. 20.36% obteniendo una humedad 17.8% en relación a la MDS donde vemos el incremento de humedad.

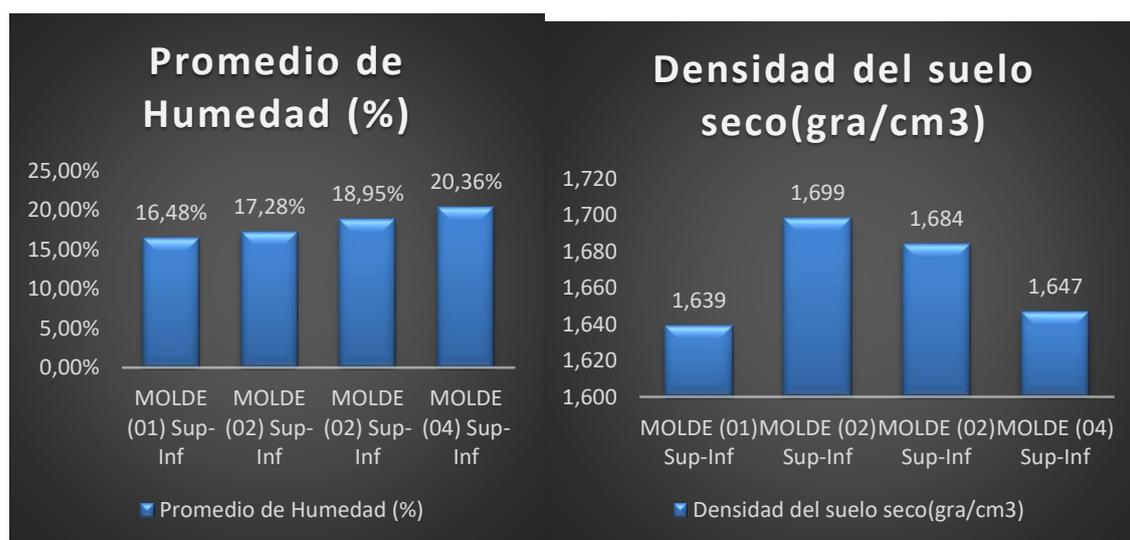
La MDS: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126 y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de la densidad de un suelo húmedo obteniendo una densidad de suelo seco de compactación del promedio de la humedad pesado cada molde del material suelo húmedo entre promedio suelo húmedo obteniendo una densidad de suelo seco observando en la gráfica para el molde N°1. 1.639 subiendo en escala hasta la MDS de 1.71 gr/cm<sup>3</sup> y de bajada en el molde N°4 1.647.

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

#### CALICATA 02 - MUESTRA PATRÓN

Molde 1- N° capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes	MOLDE (01) Sup-Inf	MOLDE (02) Sup-Inf	MOLDE (02) Sup-Inf	MOLDE (04) Sup-Inf	PROMEDIO (Media)
Promedio de Humedad (%)	16.48%	17.28%	18.95%	20.36%	18.27%
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.639	1.699	1.684	1.647	1.667

*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180**

**CALICATA 02 - MUESTRA PATRÓN**

Molde 1- N° capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes	MOLDE (01)	MOLDE (02)	MOLDE (03)	MOLDE (04)	PROMEDIO (Media)
Densidad del suelo Humedo gra/cm3(suel. Hum+mol-mol)	1.909	1.992	2.003	1.982	1.972
Densidad del suelo seco(gra/cm3) SUP.-INF.	1.639	1.699	1.684	1.647	1.667

*Fuente: Elaboración propia*



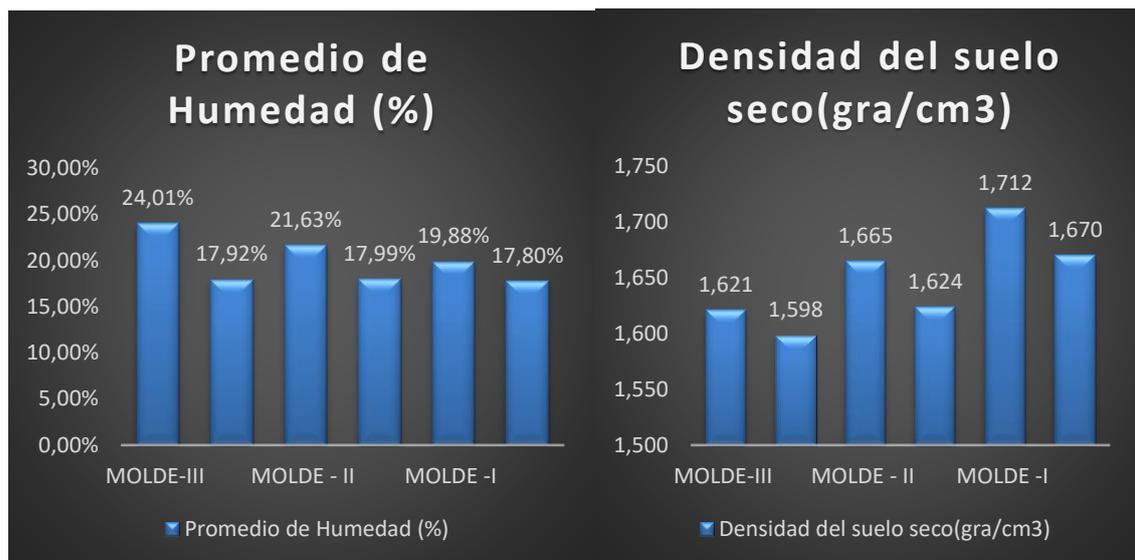
*Fuente: Elaboración propia*

**Relación humedad y densidad Proctor CBR**

Observando en la tabla 8 del MTC Los valores de la subrasante CBR <6% son suelos insuficientes y subrasante excelente CBR ≥ 30% sabiendo esto se obtuvo los ensayos en laboratorio con un CBR 7.90 al 100%MDS y CBR 5.89 a la MDS95% suelo patrón son el promedio en cada molde con la muestra a 12 golpes para el III molde y 25 golpes para el molde II y 56 golpes para el molde I, obteniendo sin saturar 17.92% llegando a subir a 24.01% saturado para el molde III del promedio de humedad y para la densidad del suelo seco para 12 golpes sin saturar se obtuvo 1.598 y saturado 1.621 así con los demás moldes mostrados en la tabla como el grafico de porcentajes para ambos casos mostrados sin saturar es bajo y saturado sube dándonos una media de 18.87% humedad y 1.648 densidad de suelo seco

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR							
CALICATA 02 - MUESTRA PATRON							
MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE - I		PROMEDIO (Media)
NUMERO DE GOLPES	12		25		56		
Nº capas 5	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	
Promedio de Humedad (%)	24.01%	17.92%	21.63%	17.99%	19.88%	17.80%	19.87%
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.621	1.598	1.665	1.624	1.712	1.670	1.648

*Fuente: Elaboración propia*



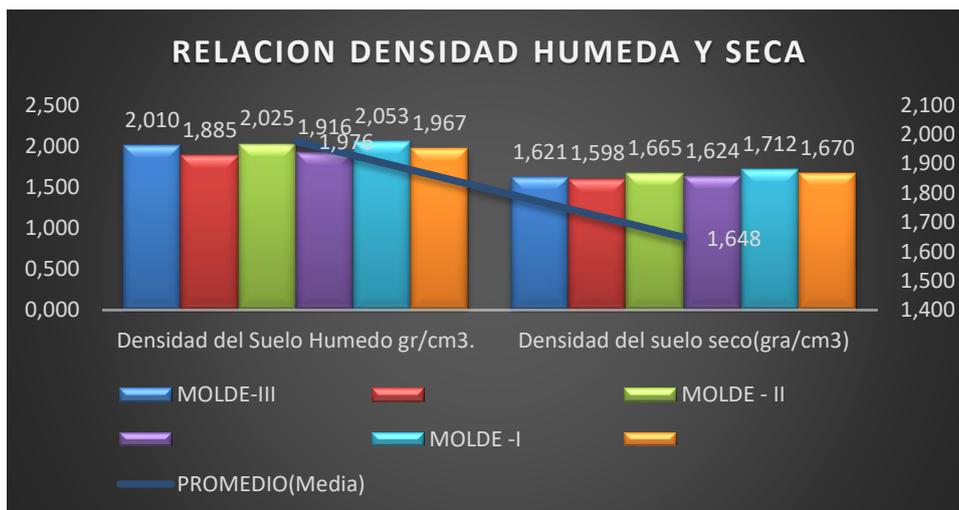
*Fuente: Elaboración propia*

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR**

**CALICATA 02 - MUESTRA PATRON**

MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE - I		PROMEDIO (Media)
NUMERO DE GOLPES	12		25		56		
Nº capas 5	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	
Densidad del Suelo Humedo gr/cm3.	2.010	1.885	2.025	1.916	2.053	1.967	1.976
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.621	1.598	1.665	1.624	1.712	1.670	1.648

*Fuente: Elaboración propia*



Fuente: Elaboración propia

**Logrando obtener un CBR en el gráfico de penetración MTC E 132-2000:**

Según su clasificación SUCS limo de alta plasticidad (MH) según la Figura N°2 y AASHTO A-7<20> con 96H. en embebido con CBR 95% en relación a la MDS es 4.93 es una subrasante insuficiente no cumple con los parámetros exigidos en la norma del MTC por lo que es menor 6% de CBR de acuerdo a la tabla N°8 del MTC-SSP

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000	
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> .)	1.71
CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	17.8%
CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	4.93
CLASIFICACION SUCS	2.88
CLASIFICACION AASHTO	: MH
AASHTO	:A-7 <20>
EMBEBIDO	: 4 DIAS

Fuente: Elaboración propia

**Calicata c-2: 79% muestra patrón 01% Cal y 20% ceniza estiércol bovino:**

El OCH: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126 y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de porcentaje de humedad de compactación superior e inferior pesado cada molde en la tara más el material húmedo resultando un promedio para el molde N°1. 16.78% subiendo en escala hasta el molde N°4. 22.48% obteniendo una humedad 19.4% en relación a la MDS donde vemos el incremento de humedad.

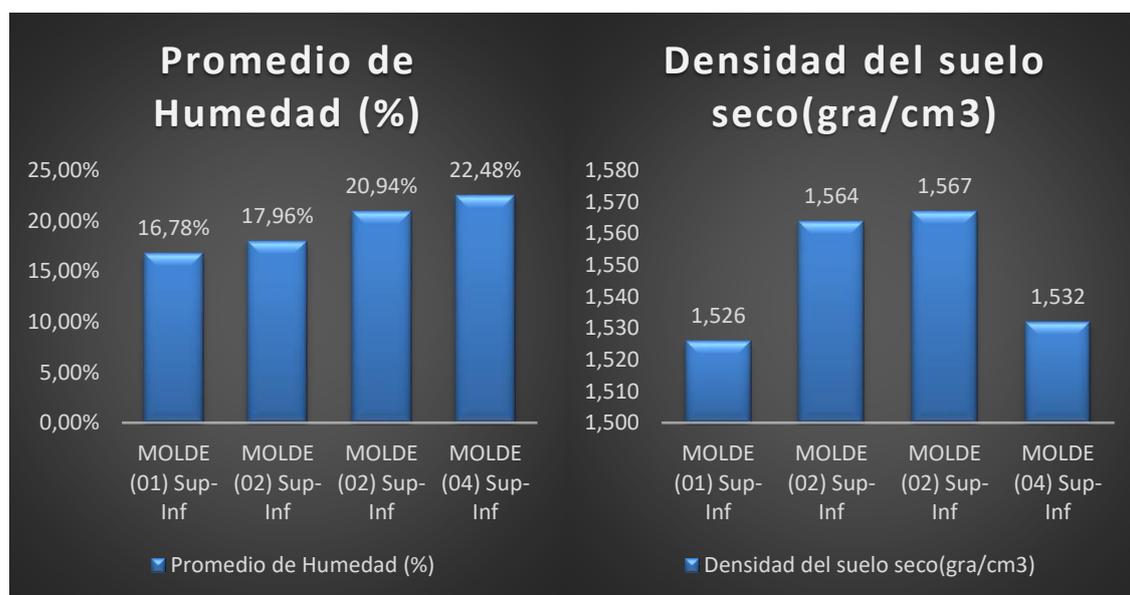
La MDS: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126 y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de la densidad de un suelo húmedo obteniendo una densidad de suelo seco de compactación del promedio de la humedad pesado cada molde del material suelo húmedo entre promedio suelo húmedo obteniendo una densidad de suelo seco observando en la gráfica para el molde N°1. 1.526 subiendo en escala hasta la MDS de 1.58gr/cm<sup>3</sup> y de bajada en el molde N°4. 1.532.

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

**CALICATA 02 - 79% MUESTRA PATRON +01% CAL + 20% CENIZA ESTIERCOL BOVINO**

Molde 1- N° capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes	MOLDE (01) Sup-Inf	MOLDE (02) Sup-Inf	MOLDE (02) Sup-Inf	MOLDE (04) Sup-Inf	PROMEDIO (Media)
Promedio de Humedad (%)	16.78%	17.96%	20.94%	22.48%	19.54%
Densidad del suelo seco(gra/cm <sup>3</sup> )	1.526	1.564	1.567	1.532	1.547

*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

**CALICATA 02 - 79% MUESTRA PATRON +01% CAL + 20% CENIZA ESTIERCOL BOVINO**

Molde 1- N° capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes	MOLDE (01)	MOLDE (02)	MOLDE (03)	MOLDE (04)	PROMEDIO (Media)
Densidad del suelo Humedo gra/cm <sup>3</sup> (suel. Hum+mol-mol)	1.782	1.845	1.895	1.876	1.850
Densidad del suelo seco(gra/cm <sup>3</sup> ) SUP.-INF.	1.526	1.564	1.567	1.532	1.547

*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

### Relación humedad y densidad Proctor CBR

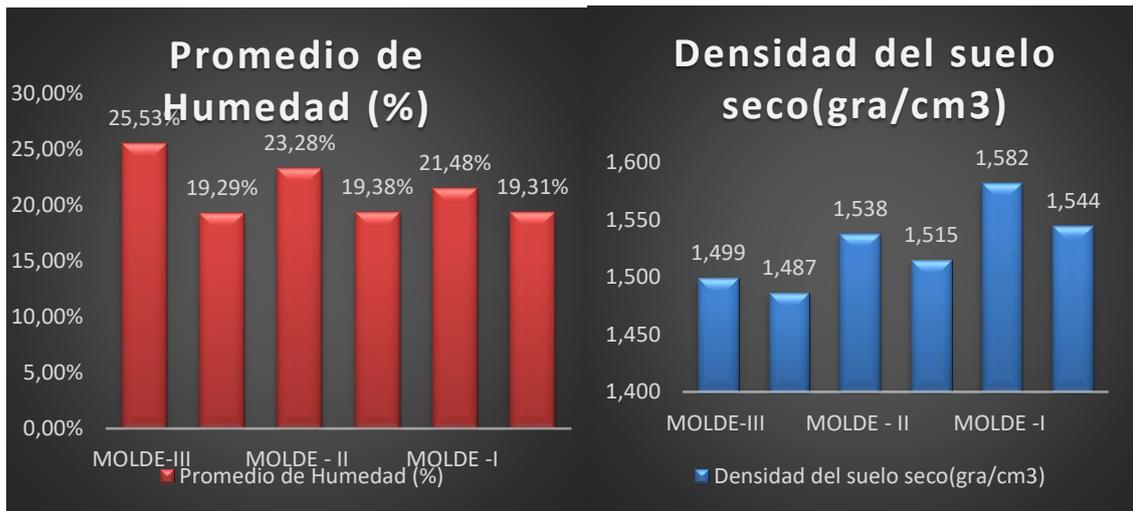
Observando en la tabla 8 del MTC Los valores de la subrasante CBR <6% son suelos insuficientes y subrasante excelente CBR  $\geq 30\%$  sabiendo esto se obtuvo los ensayos en laboratorio con un CBR 7.74 al 100%MDS y CBR 6.11 a la MDS95% suelo patrón son el promedio en cada molde con la muestra a 12 golpes para el III molde y 25 golpes para el molde II y 56 golpes para el molde I, obteniendo sin saturar 19.29% llegando a subir a 25.53% saturado para el molde III del promedio de humedad y para la densidad del suelo seco para 12 golpes sin saturar se obtuvo 1.487 y saturado 1.499 así con los demás moldes mostrados en la tabla como el grafico de porcentajes para ambos casos mostrados sin saturar es bajo y saturado sube dándonos una media de 21.38% humedad y 1.527 densidad de suelo seco

#### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

CALICATA 02 - 79% MUESTRA PATRON +01% CAL + 20% CENIZA ESTIERCOL BOVINO

MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE -I		PROMEDIO (Media)
	12		25		56		
NUMERO DE GOLPES	12		25		56		PROMEDIO (Media)
Nº capas 5	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	
Promedio de Humedad (%)	25.53%	19.29%	23.28%	19.38%	21.48%	19.31%	21.38%
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.499	1.487	1.538	1.515	1.582	1.544	1.527

*Fuente: Elaboración propia*



Fuente: Elaboración propia

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

CALICATA 02 - 79% MUESTRA PATRON +01% CAL + 20% CENIZA ESTIERCOL BOVINO

MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE - I		PROMEDIO( Media)
NUMERO DE GOLPES	12		25		56		
Nº capas 5	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	
Densidad del Suelo Humedo gr/cm3	1.882	1.773	1.895	1.809	1.921	1.843	1.854
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.499	1.487	1.538	1.515	1.582	1.544	1.527

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

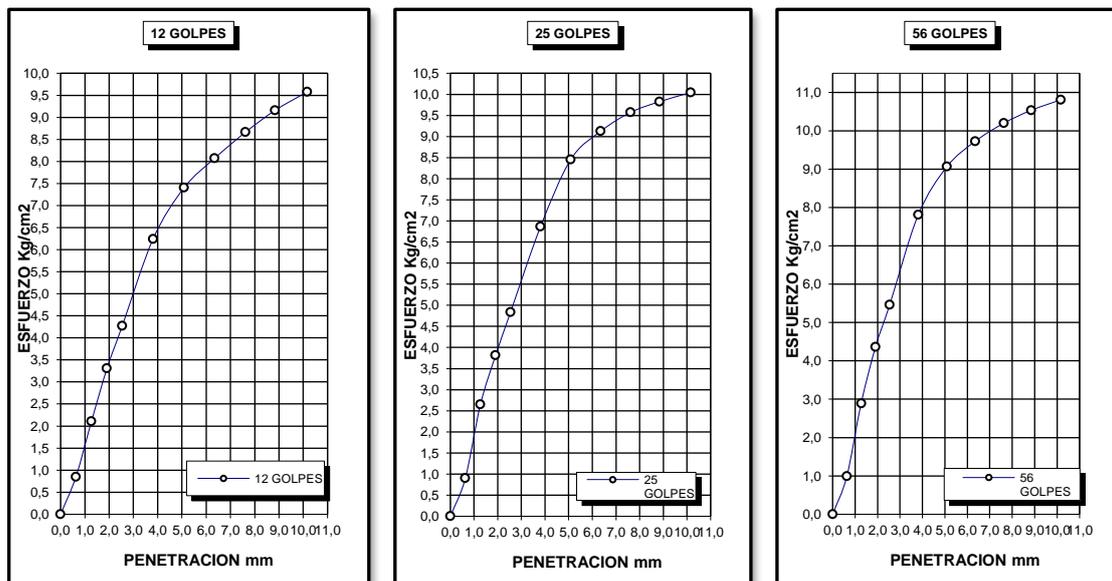
**Logrando obtener un CBR en el gráfico de penetración MTC E 132-2000:**

Según su clasificación SUCS limo de alta plasticidad (MH) según la Figura N°2 y AASHTO A-7<20> con 96H. en embebido con CBR 95% en relación a la MDS es 6.11 es una subrasante regular cumple con los parámetros exigidos en la norma del MTC por lo que es mayor 6% de CBR de acuerdo a la tabla N°8 del MTC-SSP

### ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.)	1.58
HUMEDAD OPTIMA (%)	19.4%
CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	7.74
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	6.11
CLASIFICACION SUCS	: MH
CLASIFICACION AASHTO	: A-7 <20>
EMBEBIDO	: 4 DIAS

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

### Calicata c-2: 82% muestra patrón 03% Cal y 15% ceniza estiércol bovino:

El OCH: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126cm<sup>3</sup> y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de porcentaje de humedad de compactación superior e inferior pesado cada molde en la tara más el material húmedo resultando un promedio para el molde N°1. 20.34% subiendo en escala hasta el molde N°4. 22.54% obteniendo una humedad 21.5% en relación a la MDS donde vemos el incremento de humedad.

La MDS: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126cm<sup>3</sup> y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de la densidad de un suelo húmedo obteniendo una densidad de suelo seco de compactación del promedio de la humedad pesado cada molde del material suelo húmedo entre promedio suelo húmedo obteniendo

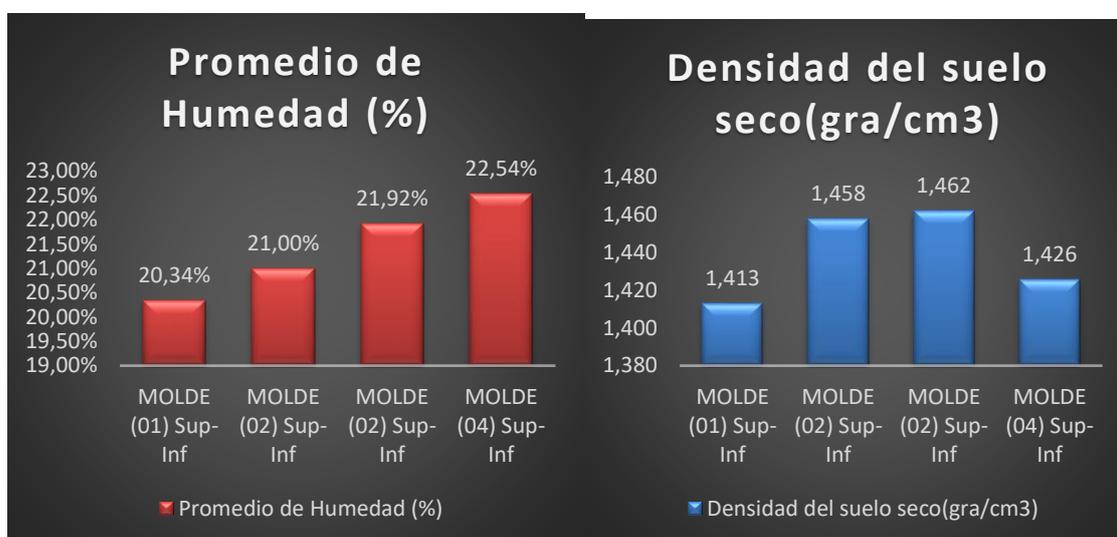
una densidad de suelo seco observando en la gráfica para el molde N°1. 1.413 subiendo en escala hasta la MDS de 1.47gr/cm<sup>3</sup> y de bajada en el molde N°4. 1.426.

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180**

**CALICATA 02 - 82% MUESTRA PATRON + 03% CAL + 15% CENIZA ESTIERCOL BOVINO**

Molde 1- N° capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes	MOLDE (01) Sup-Inf	MOLDE (02) Sup-Inf	MOLDE (02) Sup-Inf	MOLDE (04) Sup-Inf	PROMEDIO (Media)
Promedio de Humedad (%)	20.34%	21.00%	21.92%	22.54%	21.45%
Densidad del suelo seco(gra/cm <sup>3</sup> )	1.413	1.458	1.462	1.426	1.440

*Fuente: Elaboración propia*



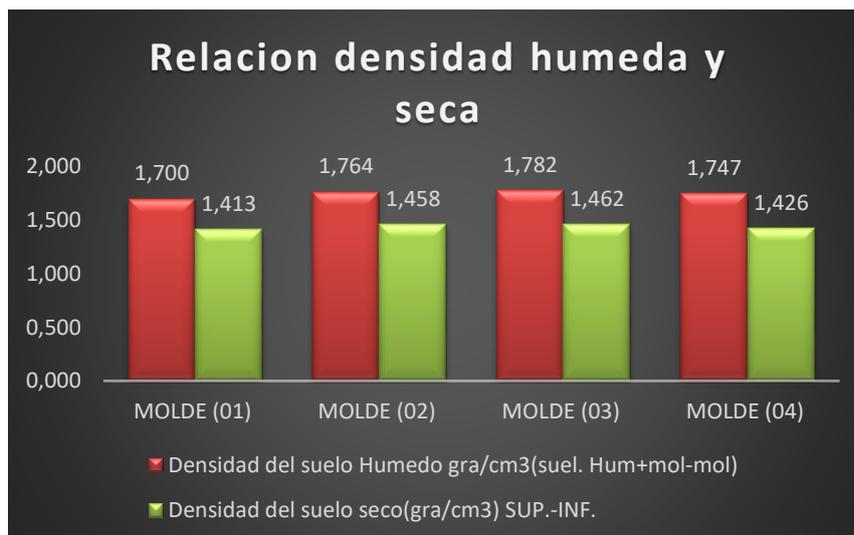
*Fuente: Elaboración propia*

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180**

**CALICATA 02 - 82% MUESTRA PATRON + 03% CAL + 15% CENIZA ESTIERCOL BOVINO**

Molde 1- N° capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes	MOLDE (01)	MOLDE (02)	MOLDE (03)	MOLDE (04)	PROMEDIO (Media)
Densidad del suelo Humedo gra/cm <sup>3</sup> (suel. Hum+mol-mol)	1.700	1.764	1.782	1.747	1.748
Densidad del suelo seco(gra/cm <sup>3</sup> ) SUP.-INF.	1.413	1.458	1.462	1.426	1.440

*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

### Relación humedad y densidad Proctor CBR:

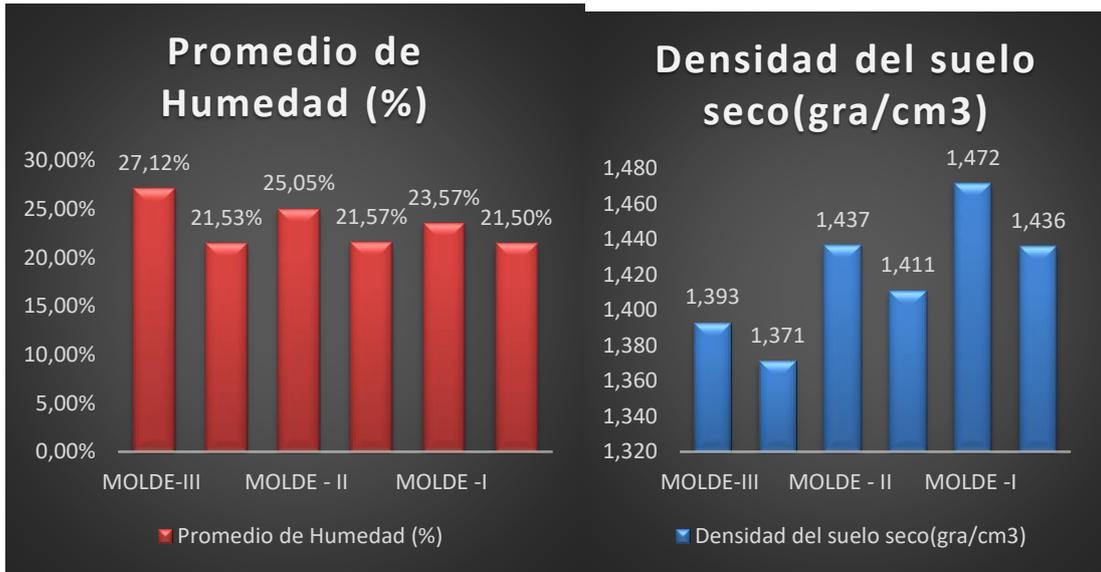
Observando en la tabla 8 del MTC Los valores de la subrasante CBR <6% son suelos insuficientes y subrasante excelente CBR  $\geq 30\%$  sabiendo esto se obtuvo los ensayos en laboratorio con un CBR 10.22 al 100%MDS y CBR 8.02 a la MDS95% suelo patrón son el promedio en cada molde con la muestra a 12 golpes para el III molde y 25 golpes para el molde II y 56 golpes para el molde I, obteniendo sin saturar 21.54% llegando a subir a 27.12% saturado para el molde III del promedio de humedad y para la densidad del suelo seco para 12 golpes sin saturar se obtuvo 1.371 y saturado 1.393 así con los demás moldes mostrados en la tabla como el grafico de porcentajes para ambos casos mostrados sin saturar es bajo y saturado sube dándonos una media de 23.39% humedad y 1.420 densidad de suelo seco

#### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

CALICATA 02 - 82% MUESTRA PATRON + 03% CAL + 15% CENIZA ESTIERCOL BOVINO

MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE -I		PROMEDIO (Media)
	12		25		56		
NUMERO DE GOLPES							
Nº capas 5	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	
Promedio de Humedad (%)	27.12%	21.53%	25.05%	21.57%	23.57%	21.50%	23.39%
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.393	1.371	1.437	1.411	1.472	1.436	1.420

*Fuente: Elaboración propia*



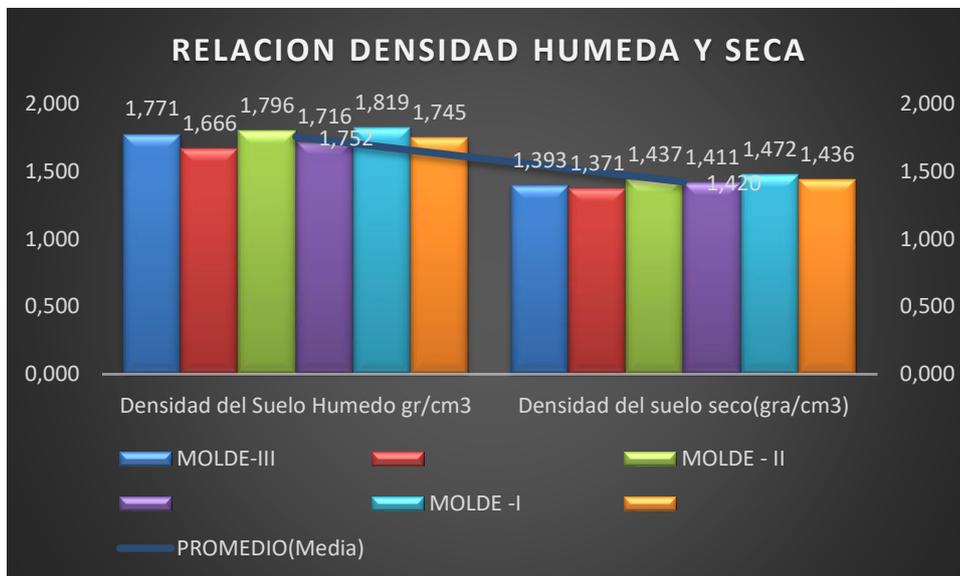
Fuente: Elaboración propia

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

CALICATA 02 - 82% MUESTRA PATRON + 03% CAL + 15% CENIZA ESTIERCOL BOVINO

MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE - I		PROMEDIO (Media)
NUMERO DE GOLPES	12		25		56		
Nº capas 5	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	
Densidad del Suelo Humedo gr/cm3	1.771	1.666	1.796	1.716	1.819	1.745	1.752
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.393	1.371	1.437	1.411	1.472	1.436	1.420

Fuente: Elaboración propia



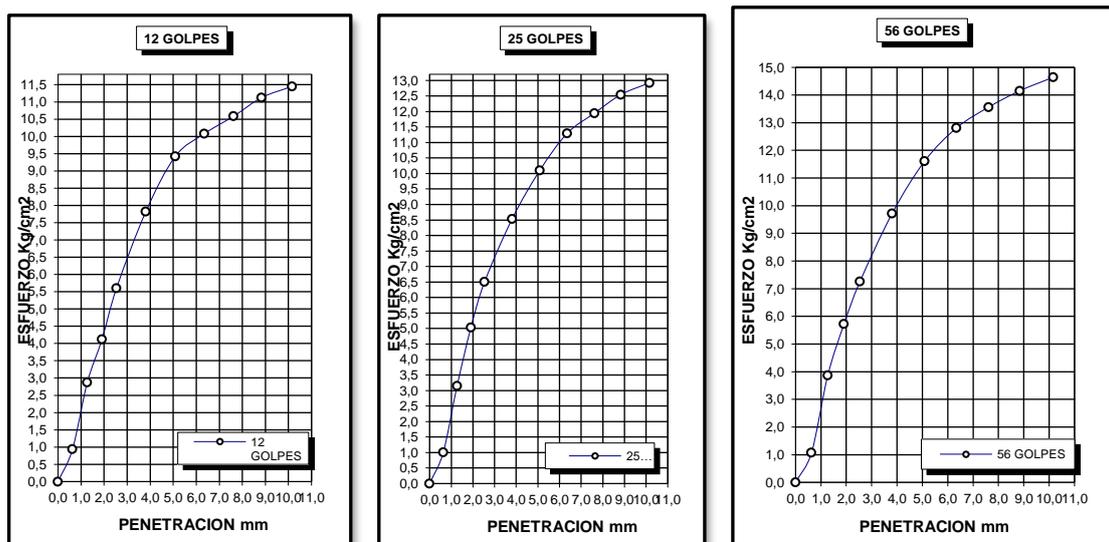
Fuente: Elaboración propia

### Logrando obtener un CBR en el gráfico de penetración MTC E 132-2000:

Según su clasificación SUCS limo de alta plasticidad (MH) según la Figura N°2 y AASHTO A-7<20> con 96H. en embebido con CBR 95% en relación a la MDS es 8.02 es una subrasante regular cumple con los parámetros exigidos en la norma del MTC por lo que es mayor 6% de CBR de acuerdo a la tabla N°8 del MTC-SSP

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000	
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> .)	1.47
HUMEDAD OPTIMA (%)	21.5%
CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	10.22
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	8.02
CLASIFICACION SUCS	: MH
CLASIFICACION AASHTO	: A-7 <20>
EMBEBIDO	: 4 DIAS

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

### Calicata c-2: 85% muestra patrón 05% cal y 10% ceniza estiércol bovino:

El OCH: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126cm<sup>3</sup> y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de porcentaje de humedad de compactación superior e inferior pesado cada molde en la tara más el material húmedo resultando un promedio para el molde N°1. 24.79% subiendo en escala hasta el molde N°4.

26.99% obteniendo una humedad 25.9% en relación a la MDS donde vemos el incremento de humedad.

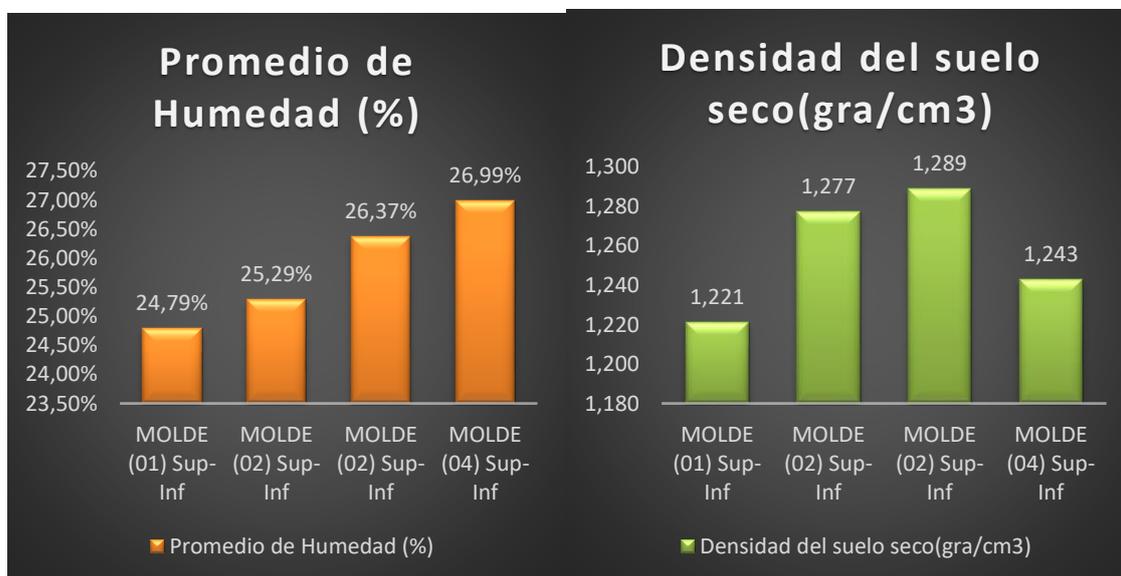
La MDS: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126cm<sup>3</sup> y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de la densidad de un suelo húmedo obteniendo una densidad de suelo seco de compactación del promedio de la humedad pesado cada molde del material suelo húmedo entre promedio suelo húmedo obteniendo una densidad de suelo seco observando en la gráfica para el molde N°1. 1.221 subiendo en escala hasta la MDS de 1.30gr/cm<sup>3</sup> y de bajada en el molde N°4. 1.243.

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO  
ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180**

**CALICATA 02 - 85% MUESTRA PATRON +05% CAL + 10% CENIZA ESTIERCOL BOVINO**

Molde 1- N° capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes	MOLDE (01) Sup-Inf	MOLDE (02) Sup-Inf	MOLDE (02) Sup-Inf	MOLDE (04) Sup-Inf	PROMEDIO (Media)
Promedio de Humedad (%)	24.79%	25.29%	26.37%	26.99%	25.86%
Densidad del suelo seco(gra/cm <sup>3</sup> )	1.221	1.277	1.289	1.243	1.258

*Fuente: Elaboración propia*



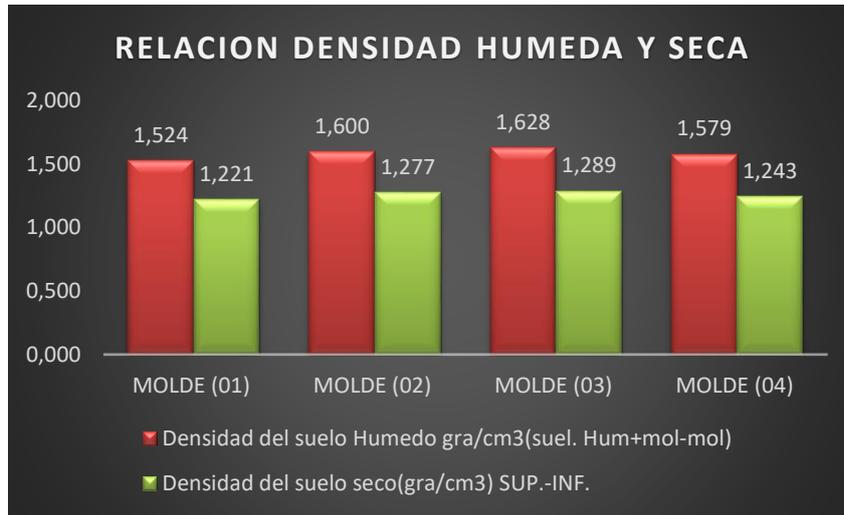
*Fuente: Elaboración propia*

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180**

**CALICATA 02 - 85% MUESTRA PATRON +05% CAL + 10% CENIZA ESTIERCOL BOVINO**

Molde 1- N° capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes	MOLDE (01)	MOLDE (02)	MOLDE (03)	MOLDE (04)	PROMEDIO (Media)
Densidad del suelo Humedo gra/cm3(suel. Hum+mol-mol)	1.524	1.600	1.628	1.579	1.583
Densidad del suelo seco(gra/cm3) SUP.-INF.	1.221	1.277	1.289	1.243	1.258

*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

**Relación humedad y densidad Proctor CBR:**

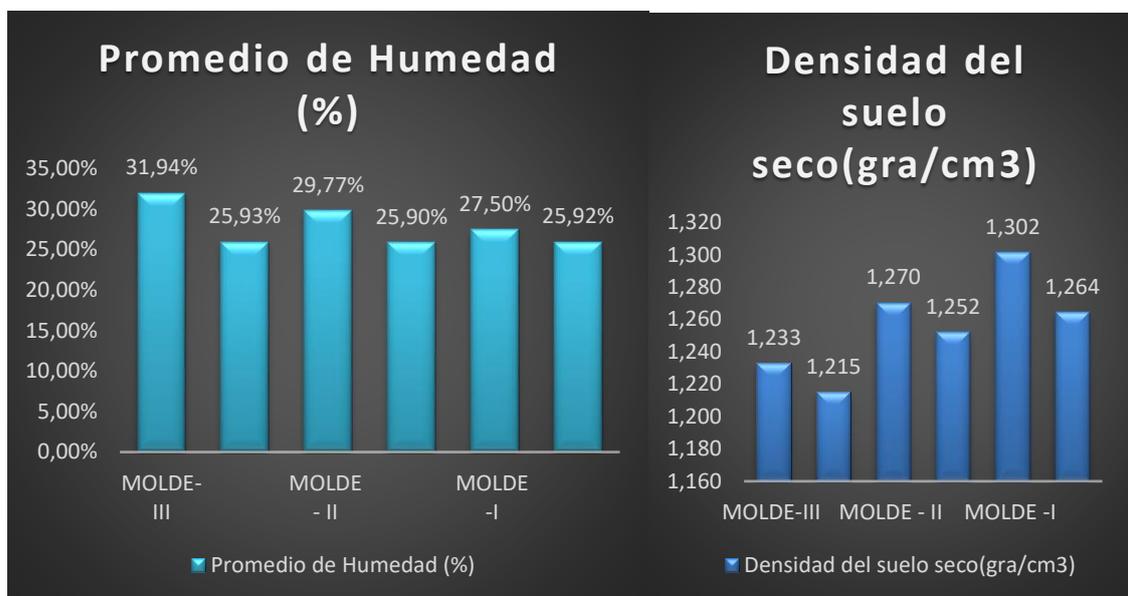
Observando en la tabla 8 del MTC Los valores de la subrasante CBR <6% son suelos insuficientes y subrasante excelente CBR ≥ 30% sabiendo esto se obtuvo los ensayos en laboratorio con un CBR 37.78 al 100%MDS y CBR 25.96 a la MDS95% suelo patrón son el promedio en cada molde con la muestra a 12 golpes para el III molde y 25 golpes para el molde II y 56 golpes para el molde I, obteniendo sin saturar 25.93% llegando a subir a 31.94% saturado para el molde III del promedio de humedad y para la densidad del suelo seco para 12 golpes sin saturar se obtuvo 1.215 y saturado 1.233 así con los demás moldes mostrados en la tabla como el grafico de porcentajes para ambos casos mostrados sin saturar es bajo y saturado sube dándonos una media de 27.83% humedad y 1.256 densidad de suelo seco

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

CALICATA 02 - 85% MUESTRA PATRON +05% CAL + 10% CENIZA ESTIERCOL BOVINO

MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE -I		PROMEDIO (Media)
NUMERO DE GOLPES	12		25		56		
Nº capas 5	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	
Promedio de Humedad (%)	31.94%	25.93%	29.77%	25.90%	27.50%	25.92%	27.83%
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.233	1.215	1.270	1.252	1.302	1.264	1.256

Fuente: Elaboración propia



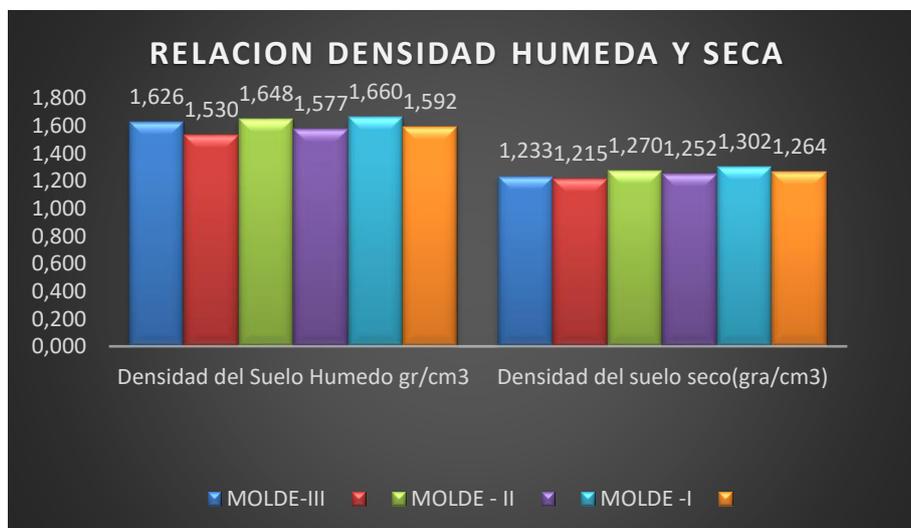
Fuente: Elaboración propia

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

CALICATA 02 - 85% MUESTRA PATRON +05% CAL + 10% CENIZA ESTIERCOL BOVINO

MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE -I		PROMEDIO (Media)
NUMERO DE GOLPES	12		25		56		
Nº capas 5	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	
Densidad del Suelo Humedo gr/cm3	1.626	1.530	1.648	1.577	1.660	1.592	1.606
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.233	1.215	1.270	1.252	1.302	1.264	1.256

Fuente: Elaboración propia



*Fuente: Elaboración propia*

### **Logrando obtener un CBR en el gráfico de penetración MTC E 132-2000:**

Según su clasificación SUCS limo de alta plasticidad (MH) según la Figura N°2 y AASHTO A-7<20> con 96H. en embebido con CBR 95% en relación a la MDS es 25.96 es una subrasante muy buena cumple con los parámetros exigidos en la norma del MTC por lo que es mayor 6% de CBR de acuerdo a la tabla N°8 del MTC-SSP

<b>ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000</b>	
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.)	1.30
HUMEDAD OPTIMA (%)	25.9%
CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	37.78
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	25.96
CLASIFICACION SUCS	: MH
CLASIFICACION AASHTO	:A-7 <20>
EMBEBIDO	: 4 DIAS

*Fuente: Elaboración propia*

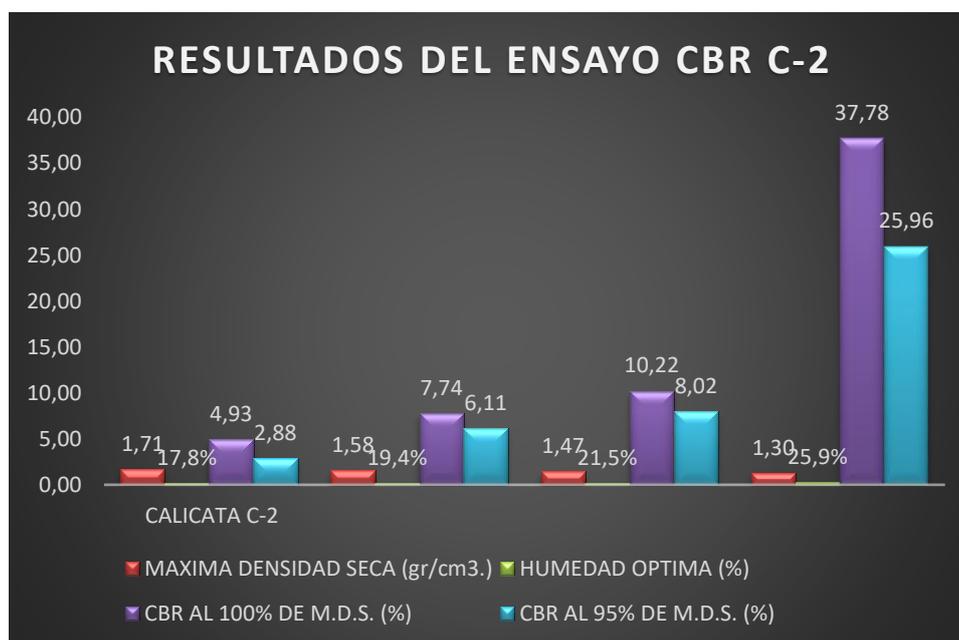
### **Resumen método de compactación ASTM-D1557-91**

El resumen de compactación del Proctor modificado en relación a la MDS según mostrada la tabla de la calicata C-2 mejorando el CBR con los porcentajes de 85%MP+5%CAL+10%CEB con una MDS 1.30gr/cm<sup>3</sup>, OCH 25.9%, obteniendo resultados con un CBR el porcentaje más alto de 37.78% en relación al 100%MDS y 95%MDS resultando con los porcentajes más alto de 25.96 una subrasante muy buena de acuerdo a la tabla N°8 y según su clasificación limo de alta plasticidad (MH) y AASHTO A-7 <20> y sumergido 96H. en agua para ver la expansión y penetración del molde.

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	CALICATA C-2			
	MUESTRA PATRON	79% MP+01% CAL + 20% CEB	82%MP+03% CAL+15%CEB	85%MP+05% C AL+10%CEB
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.)	1.71	1.58	1.47	1.30
HUMEDAD OPTIMA (%)	17.8%	19.4%	21.5%	25.9%
CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	4.93	7.74	10.22	37.78
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	2.88	6.11	8.02	25.96
CLASIFICACION SUCS	MH	MH	MH	MH
CLASIFICACION AASHTO	A-7 <20>	A-7 <20>	A-7 <20>	A-7 <20>
EMBEBIDO	4 DIAS	4 DIAS	4 DIAS	4DIAS

*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

**Calicata C-03 muestra patrón:**

El OCH: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126cm<sup>3</sup> y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de porcentaje de humedad de compactación superior e inferior pesado cada molde en la tara más el material húmedo resultando un promedio para el molde N°1. 20.68% subiendo en escala hasta el molde N°4. 22.89% obteniendo una humedad 21.7% en relación a la MDS donde vemos el incremento de humedad.

La MDS: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126cm<sup>3</sup> y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de la densidad de un suelo húmedo obteniendo

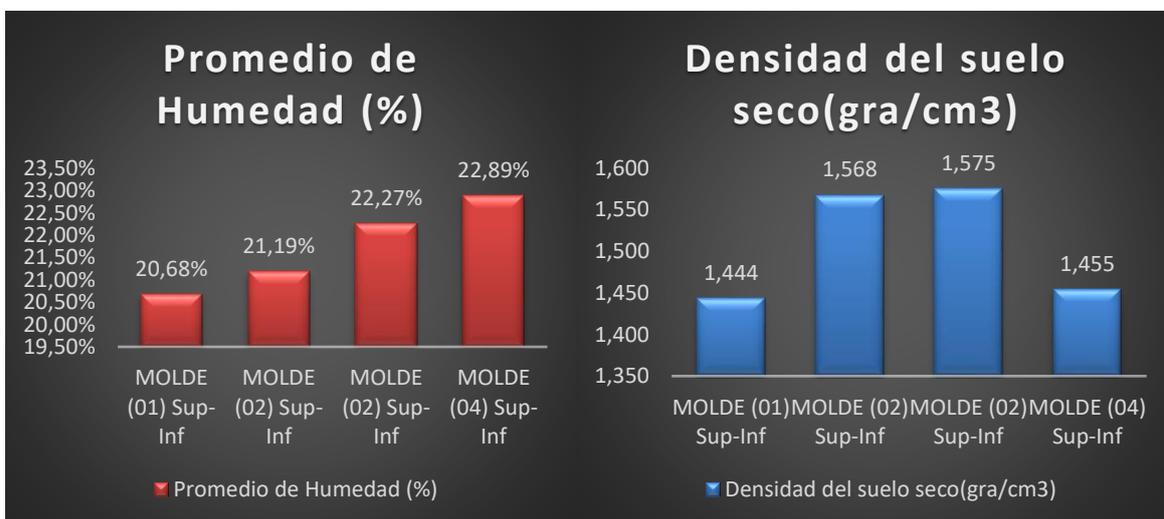
una densidad de suelo seco de compactación del promedio de la humedad pesado cada molde del material suelo húmedo entre promedio suelo húmedo obteniendo una densidad de suelo seco observando en la gráfica para el molde N°1. 1.444 subiendo en escala hasta la MDS de 1.61gr/cm<sup>3</sup> y de bajada en el molde N°4. 1.455.

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180**

**C-03 MUESTRA PATRON**

Molde 1- N° capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes	MOLDE (01) Sup-Inf	MOLDE (02) Sup-Inf	MOLDE (02) Sup-Inf	MOLDE (04) Sup-Inf	PROMEDIO (Media)
Promedio de Humedad (%)	20,68%	21,19%	22,27%	22,89%	21,76%
Densidad del suelo seco(gra/cm <sup>3</sup> )	1,444	1,568	1,575	1,455	1,510

*Fuente: Elaboración propia*



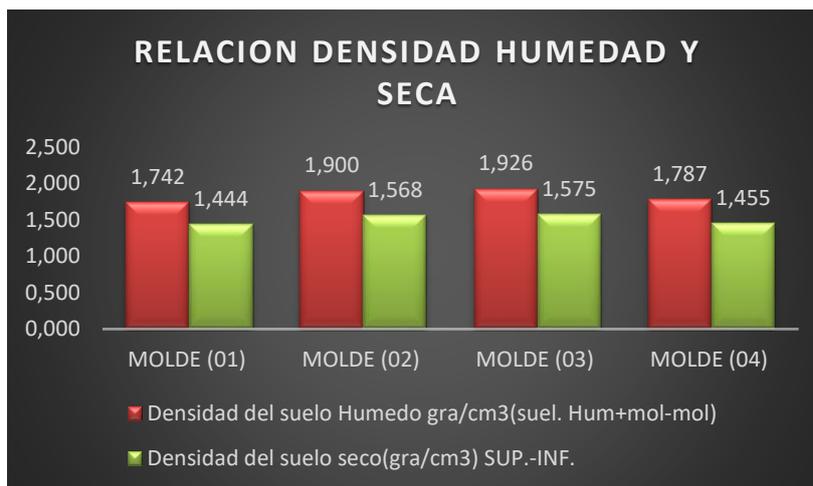
*Fuente: Elaboración propia*

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180**

**C-03 MUESTRA PATRON**

Molde 1- N° capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes	MOLDE (01)	MOLDE (02)	MOLDE (03)	MOLDE (04)	PROMEDIO (Media)
Densidad del suelo Humedo gra/cm <sup>3</sup> (suel. Hum+mol-mol)	1.742	1.900	1.926	1.787	1.839
Densidad del suelo seco(gra/cm <sup>3</sup> ) SUP.-INF.	1.444	1.568	1.575	1.455	1.510

*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

### Relación humedad y densidad Proctor CBR:

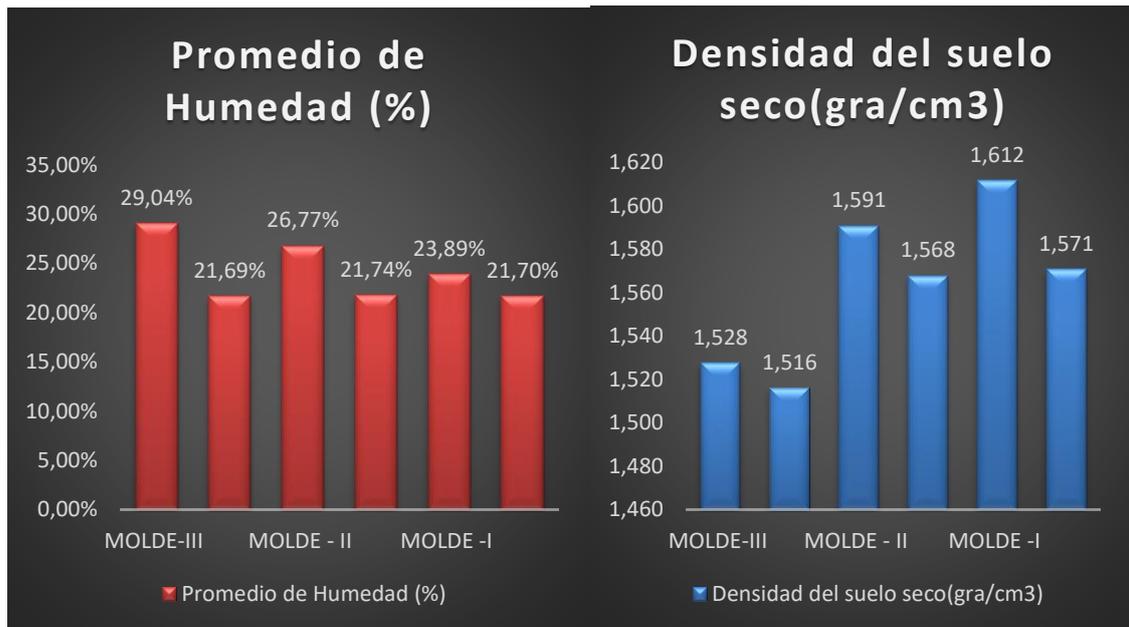
Observando en la tabla 8 del MTC Los valores de la subrasante CBR <6% son suelos insuficientes y subrasante excelente CBR  $\geq 30\%$  sabiendo esto se obtuvo los ensayos en laboratorio con un CBR 4.83 al 100%MDS y CBR 2.80 a la MDS95% suelo patrón son el promedio en cada molde con la muestra a 12 golpes para el III molde y 25 golpes para el molde II y 56 golpes para el molde I, obteniendo sin saturar 21.69% llegando a subir a 29.04% saturado para el molde III del promedio de humedad y para la densidad del suelo seco para 12 golpes sin saturar se obtuvo 1.516 y saturado 1.528 así con los demás moldes mostrados en la tabla como el grafico de porcentajes para ambos casos mostrados sin saturar es bajo y saturado sube dándonos una media de 24.14% humedad y 1.564 densidad de suelo seco

#### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

##### C-03 MUESTRA PATRON

MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE -I		PROMEDIO (Media)
	12		25		56		
NUMERO DE GOLPES							
Nº capas 5	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	
Promedio de Humedad (%)	29.04%	21.69%	26.77%	21.74%	23.89%	21.70%	24.14%
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.528	1.516	1.591	1.568	1.612	1.571	1.564

*Fuente: Elaboración propia*



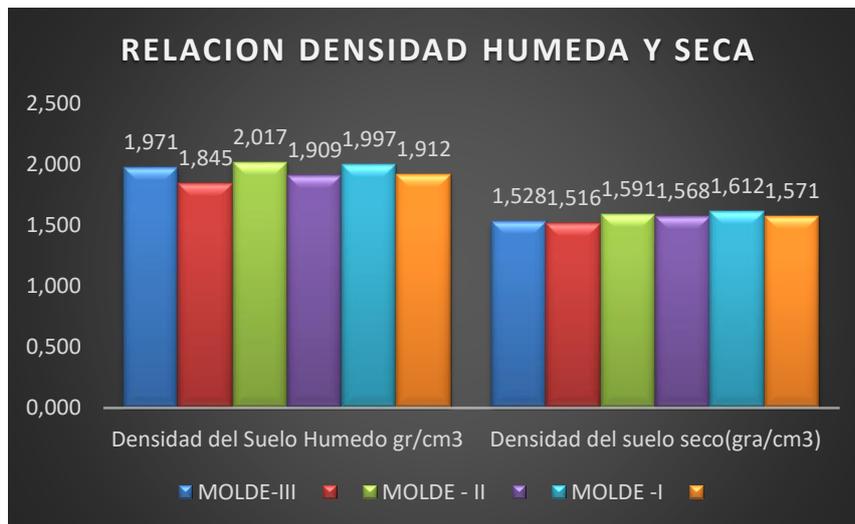
Fuente: Elaboración propia

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

C-03 MUESTRA PATRON

MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE - I		PROMEDIO( Media)
NUMERO DE GOLPES	12		25		56		
Nº capas 5	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	
Densidad del Suelo Humedo gr/cm3	1.971	1.845	2.017	1.909	1.997	1.912	1.942
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.528	1.516	1.591	1.568	1.612	1.571	1.564

Fuente: Elaboración propia



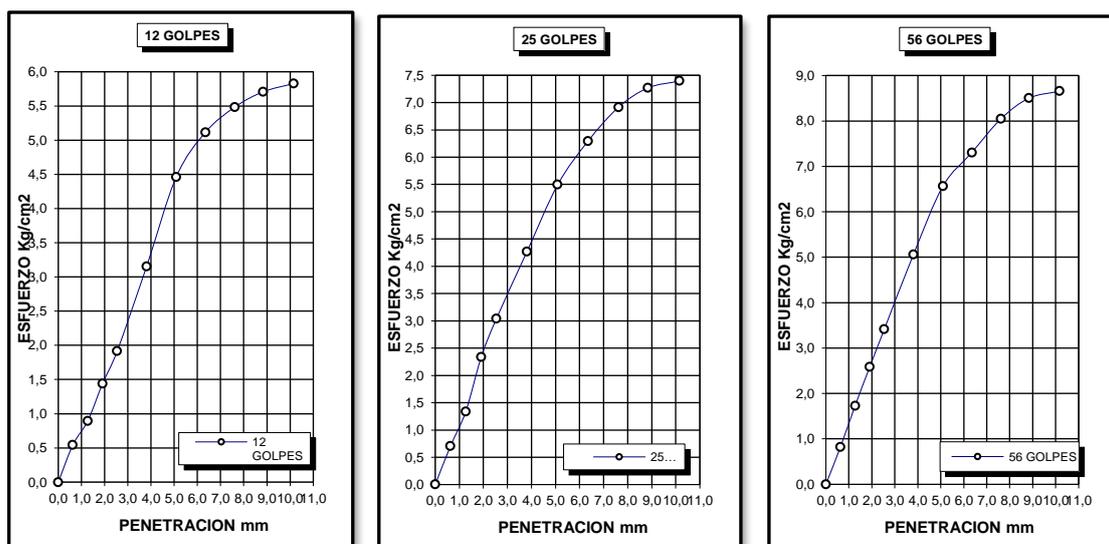
Fuente: Elaboración propia

### Logrando obtener un CBR en el gráfico de penetración MTC E 132-2000:

Según su clasificación SUCS limo de alta plasticidad (MH) según la Figura N°2 y AASHTO A-7<20> con 96H. en embebido con CBR 95% en relación a la MDS es 2.80 es una subrasante inadecuada no cumple con los parámetros exigidos en la norma del MTC por lo que es menor 6% de CBR de acuerdo a la tabla N°8 del MTC-SSP

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E 132-2000	
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.)	1.61
HUMEDAD OPTIMA (%)	21.7%
CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	4.83
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	2.80
CLASIFICACION SUCS	: MH
CLASIFICACION AASHTO	: A-7 <20>
EMBEBIDO	: 4 DIAS

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

### Calicata c-3: 79% muestra patrón 01% cal y 20% ceniza estiércol bovino:

El OCH: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126cm<sup>3</sup> y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de porcentaje de humedad de compactación superior e inferior pesado cada molde en la tara más el material húmedo resultando un promedio para el molde N°1. 21.90% subiendo en escala hasta el molde N°4.

25.84% obteniendo una humedad 24.2% en relación a la MDS donde vemos el incremento de humedad.

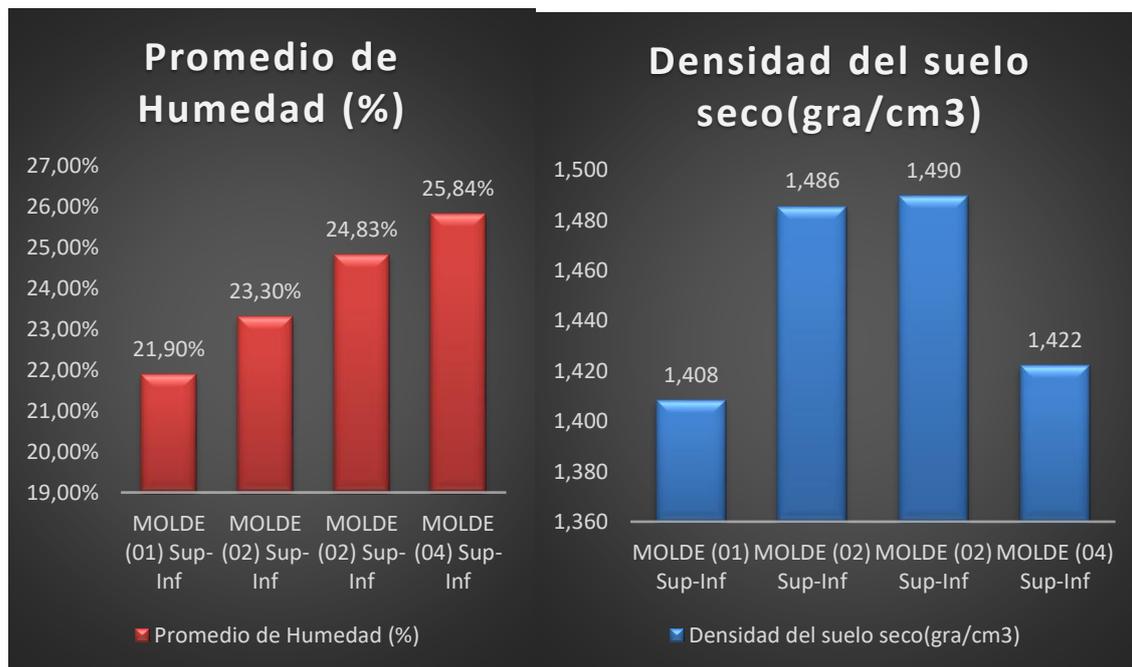
La MDS: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126cm<sup>3</sup> y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de la densidad de un suelo húmedo obteniendo una densidad de suelo seco de compactación del promedio de la humedad pesado cada molde del material suelo húmedo entre promedio suelo húmedo obteniendo una densidad de suelo seco observando en la gráfica para el molde N°1. 1.486 subiendo en escala hasta la MDS de 1.50gr/cm<sup>3</sup> y de bajada en el molde N°4. 1.422.

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO  
ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180**

**CALICATA 03 - 79% MUESTRA PATRON +01% CAL + 20% CENIZA ESTIERCOL BOVINO**

Molde 1- N° capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes	MOLDE (01) Sup-Inf	MOLDE (02) Sup-Inf	MOLDE (02) Sup-Inf	MOLDE (04) Sup-Inf	PROMEDIO (Media)
Promedio de Humedad (%)	21.90%	23.30%	24.83%	25.84%	23.97%
Densidad del suelo seco(gra/cm <sup>3</sup> )	1.408	1.486	1.490	1.422	1.451

*Fuente: Elaboración propia*



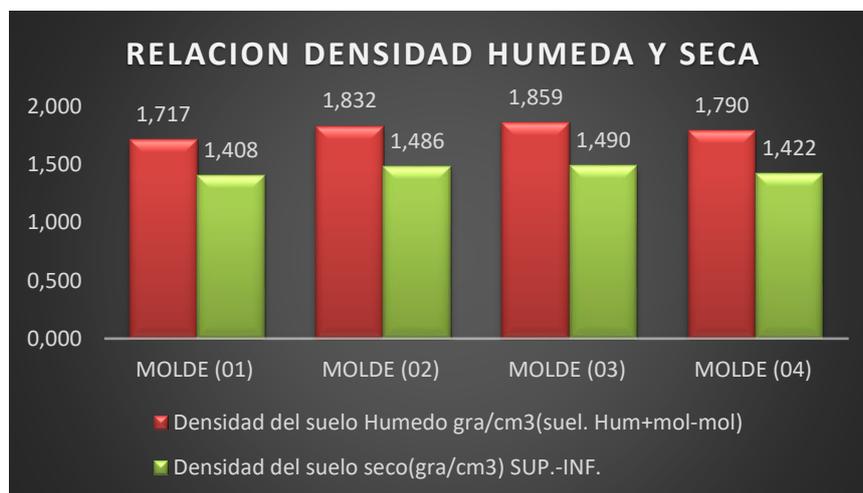
*Fuente: Elaboración propia*

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180**

**CALICATA 03 - 79% MUESTRA PATRON +01% CAL + 20% CENIZA ESTIERCOL BOVINO**

Molde 1- Nº capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes	MOLDE (01)	MOLDE (02)	MOLDE (03)	MOLDE (04)	PROMEDIO (Media)
Densidad del suelo Humedo gra/cm3(suel. Hum+mol-mol)	1.717	1.832	1.859	1.790	1.799
Densidad del suelo seco(gra/cm3) SUP.-INF.	1.408	1.486	1.490	1.422	1.451

*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

**Relación humedad y densidad Proctor CBR:**

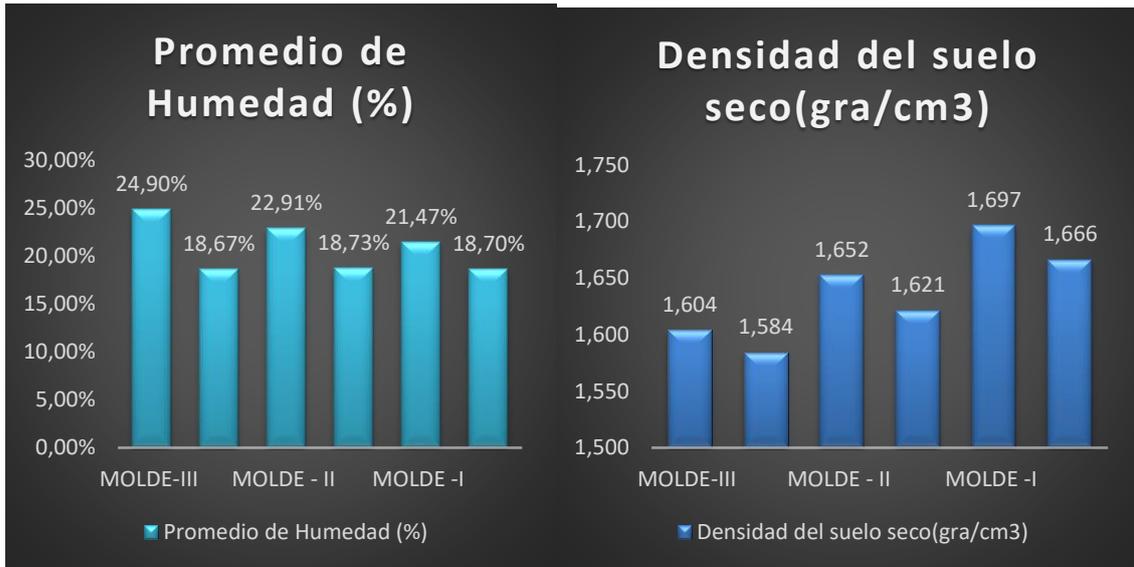
Observando en la tabla 8 del MTC Los valores de la subrasante CBR <6% son suelos insuficientes y subrasante excelente CBR ≥ 30% sabiendo esto se obtuvo los ensayos en laboratorio con un CBR 9.23 al 100%MDS y CBR 8.30 a la MDS95% suelo patrón son el promedio en cada molde con la muestra a 12 golpes para el III molde y 25 golpes para el molde II y 56 golpes para el molde I, obteniendo sin saturar 18.67% llegando a subir a 24.90% saturado para el molde III del promedio de humedad y para la densidad del suelo seco para 12 golpes sin saturar se obtuvo 1.584 y saturado 1.604 así con los demás moldes mostrados en la tabla como el grafico de porcentajes para ambos casos mostrados sin saturar es bajo y saturado sube dándonos una media de 20.90% humedad y 1.637 densidad de suelo seco

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR**

**CALICATA 03 - 79% MUESTRA PATRON +01% CAL + 20% CENIZA ESTIERCOL BOVINO**

MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE -I		PROMEDIO (Media)
	12		25		56		
NUMERO DE GOLPES							
Nº capas 5	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	
Promedio de Humedad (%)	24.90%	18.67%	22.91%	18.73%	21.47%	18.70%	20.90%
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.604	1.584	1.652	1.621	1.697	1.666	1.637

*Fuente: Elaboración propia*



Fuente: Elaboración propia

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

PATRON +01% CAL + 20% CENIZA

MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE - I		PROMEDIO (Media)
NUMERO DE GOLPES	12		25		56		
Nº capas 5	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	
Densidad del Suelo Humedo gr/cm3	1.873	1.769	1.967	1.873	2.006	1.926	1.902
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.424	1.425	1.510	1.507	1.552	1.551	1.495

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

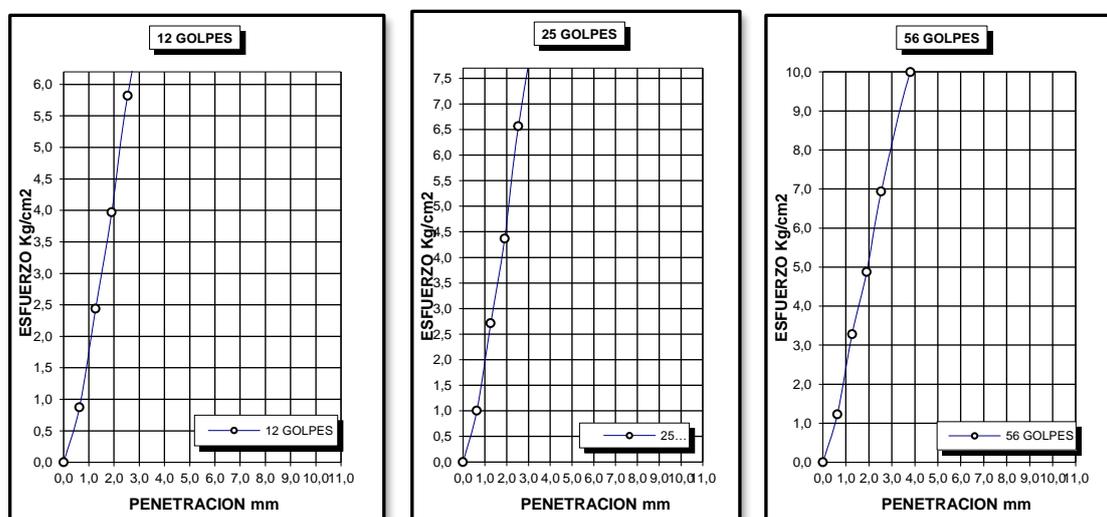
Logrando obtener un CBR en el gráfico de penetración MTC e 132-2000:

Según su clasificación SUCS limo de alta plasticidad (MH) según la Figura N°2 y AASHTO A-7<20> con 96H. en embebido con CBR 95% en relación a la MDS es

8.30 es una subrasante regular cumple con los parámetros exigidos en la norma del MTC por lo que es mayor 6% de CBR de acuerdo a la tabla N°8 del MTC-SSP

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E 132-2000	
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> .)	1.50
HUMEDAD OPTIMA (%)	24.2%
CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	9.23
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	8.30
CLASIFICACION SUCS	: MH
CLASIFICACION AASHTO	: A-7 <20>
EMBEBIDO	: 4 DIAS

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

### Calicata c-3: 82% muestra patrón 03% cal y 15% ceniza estiércol bovino:

El OCH: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126cm<sup>3</sup> y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de porcentaje de humedad de compactación superior e inferior pesado cada molde en la tara más el material húmedo resultando un promedio para el molde N°1. 24.53% subiendo en escala hasta el molde N°4. 27.74% obteniendo una humedad 26.4% en relación a la MDS donde vemos el incremento de humedad.

La MDS: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126cm<sup>3</sup> y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de la densidad de un suelo húmedo obteniendo una densidad de suelo seco de compactación del promedio de la humedad pesado cada molde del material suelo húmedo entre promedio suelo húmedo obteniendo

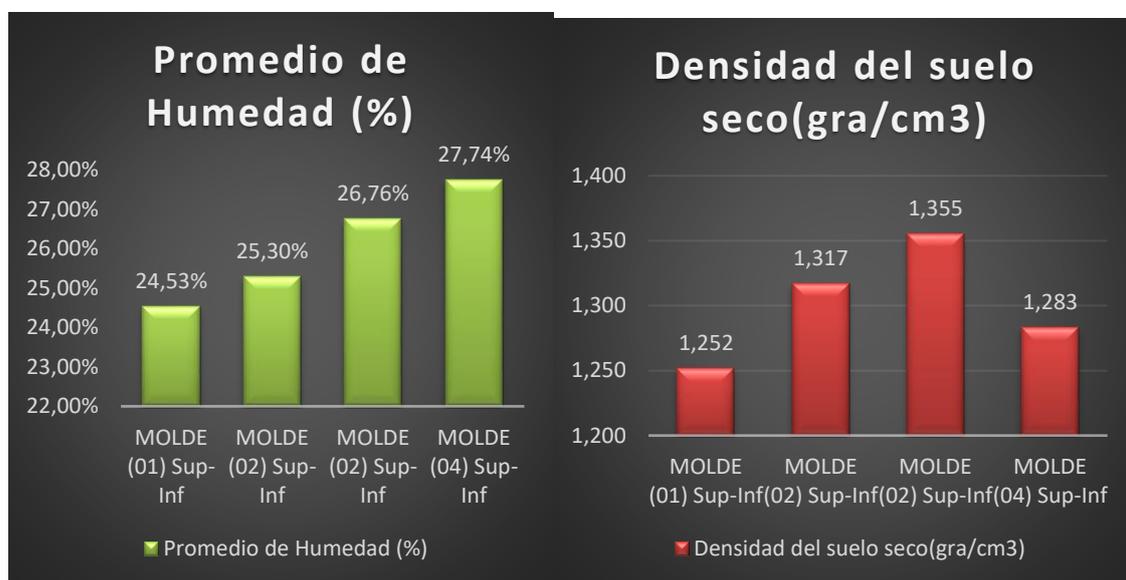
una densidad de suelo seco observando en la gráfica para el molde N°1. 1.252 subiendo en escala hasta la MDS de 1.36gr/cm<sup>3</sup> y de bajada en el molde N°4. 1.283

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180**

**CALICATA 03 - 82% MUESTRA PATRON +03% CAL + 15% CENIZA ESTIERCOL BOVINO**

Molde 1- N° capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes	MOLDE (01) Sup-Inf	MOLDE (02) Sup-Inf	MOLDE (02) Sup-Inf	MOLDE (04) Sup-Inf	PROMEDIO (Media)
Promedio de Humedad (%)	24.53%	25.30%	26.76%	27.74%	26.08%
Densidad del suelo seco(gra/cm <sup>3</sup> )	1.252	1.317	1.355	1.283	1.302

*Fuente: Elaboración propia*



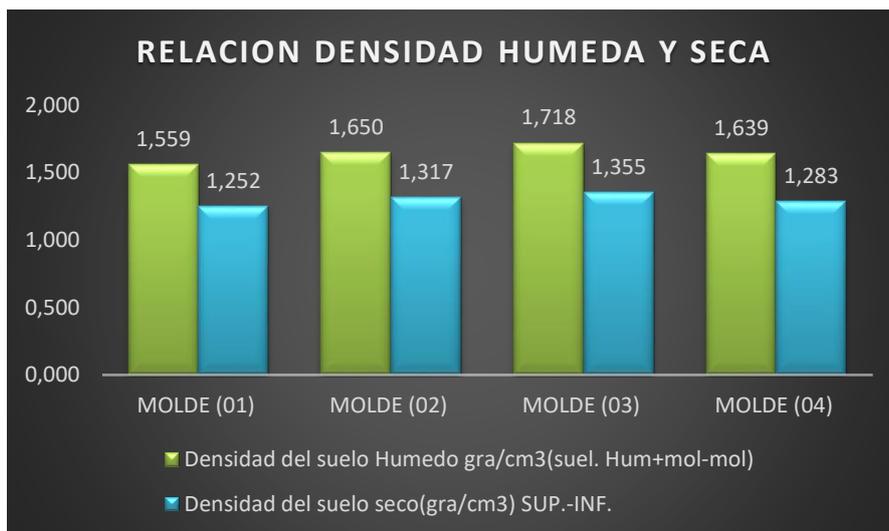
*Fuente: Elaboración propia*

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180**

**CALICATA 03 - 82% MUESTRA PATRON +03% CAL + 15% CENIZA ESTIERCOL BOVINO**

Molde 1- N° capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes	MOLDE (01)	MOLDE (02)	MOLDE (03)	MOLDE (04)	PROMEDIO (Media)
Densidad del suelo Humedo gra/cm <sup>3</sup> (suel. Hum+mol-mol)	1.559	1.650	1.718	1.639	1.641
Densidad del suelo seco(gra/cm <sup>3</sup> ) SUP.-INF.	1.252	1.317	1.355	1.283	1.302

*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

### Relación humedad y densidad Proctor CBR:

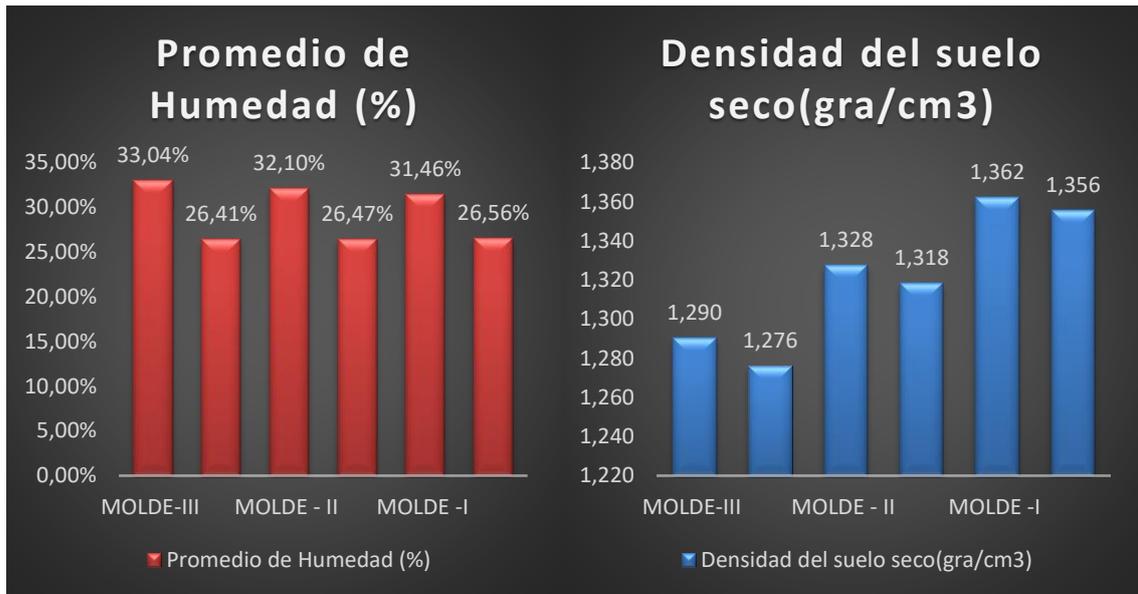
Observando en la tabla 8 del MTC Los valores de la subrasante CBR <6% son suelos insuficientes y subrasante excelente CBR  $\geq 30\%$  sabiendo esto se obtuvo los ensayos en laboratorio con un CBR 10.73 al 100%MDS y CBR 9.40 a la MDS95% suelo patrón son el promedio en cada molde con la muestra a 12 golpes para el III molde y 25 golpes para el molde II y 56 golpes para el molde I, obteniendo sin saturar 26.41% llegando a subir a 33.04% saturado para el molde III del promedio de humedad y para la densidad del suelo seco para 12 golpes sin saturar se obtuvo 1.276 y saturado 1.290 así con los demás moldes mostrados en la tabla como el grafico de porcentajes para ambos casos mostrados sin saturar es bajo y saturado sube dándonos una media de 29.34% humedad y 1.322 densidad de suelo seco

#### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

CALICATA 03 - 82% MUESTRA PATRON +03% CAL + 15% CENIZA ESTIERCOL BOVINO

MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE -I		PROMEDIO (Media)
	12		25		56		
NUMERO DE GOLPES	12		25		56		PROMEDIO (Media)
Nº capas 5	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	
Promedio de Humedad (%)	33.04%	26.41%	32.10%	26.47%	31.46%	26.56%	29.34%
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.290	1.276	1.328	1.318	1.362	1.356	1.322

*Fuente: Elaboración propia*



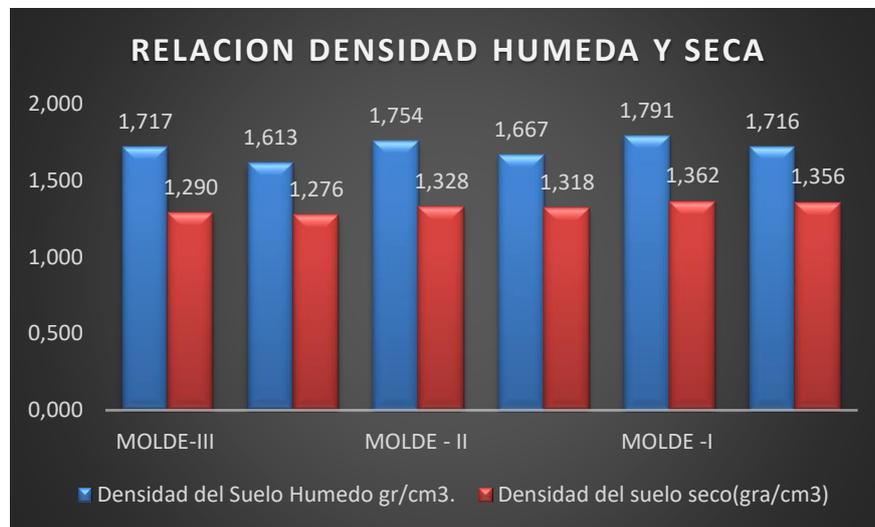
Fuente: Elaboración propia

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

CALICATA 03 - 82% MUESTRA PATRON +03% CAL + 15% CENIZA ESTIERCOL BOVINO

MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE - I		PROMEDIO(Media)
NUMERO DE GOLPES	12		25		56		
Nº capas 5	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	
Densidad del Suelo Humedo gr/cm3.	1.717	1.613	1.754	1.667	1.791	1.716	1.710
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.290	1.276	1.328	1.318	1.362	1.356	1.322

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

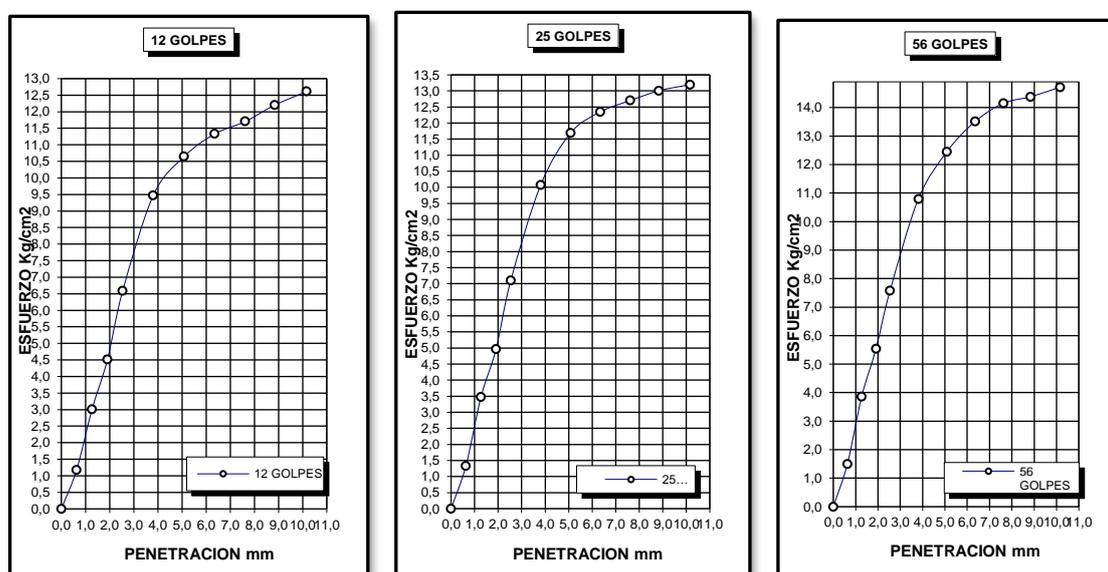
Logrando obtener un CBR en el gráfico de penetración MTC E 132-2000:

Según su clasificación SUCS limo de alta plasticidad (MH) según la Figura N°2 y AASHTO A-7<20> con 96H. en embebido con CBR 95% en relación a la MDS es

9.40 es una subrasante regular cumple con los parámetros exigidos en la norma del MTC por lo que es mayor 6% de CBR de acuerdo a la tabla N°8 del MTC-SSP

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000	
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.)	1.36
HUMEDAD OPTIMA (%)	26.4%
CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	10.73
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	9.40
CLASIFICACION SUCS	:A-7 <20>
CLASIFICACION AASHTO	: A-7
EMBEBIDO	: 4 DIAS

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

### Calicata c-3: 85% muestra patrón 05% cal y 10% ceniza estiércol bovino:

El OCH: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126cm<sup>3</sup> y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de porcentaje de humedad de compactación superior e inferior pesado cada molde en la tara más el material húmedo resultando un promedio para el molde N°1. 26.35% subiendo en escala hasta el molde N°4. 29.76% obteniendo una humedad 28.1% en relación a la MDS donde vemos el incremento de humedad.

La MDS: en el molde N°1 de vol. con 5 capas de material 2126cm<sup>3</sup> y 56 golpes donde se obtuvo cuatro resultados de la densidad de un suelo húmedo obteniendo

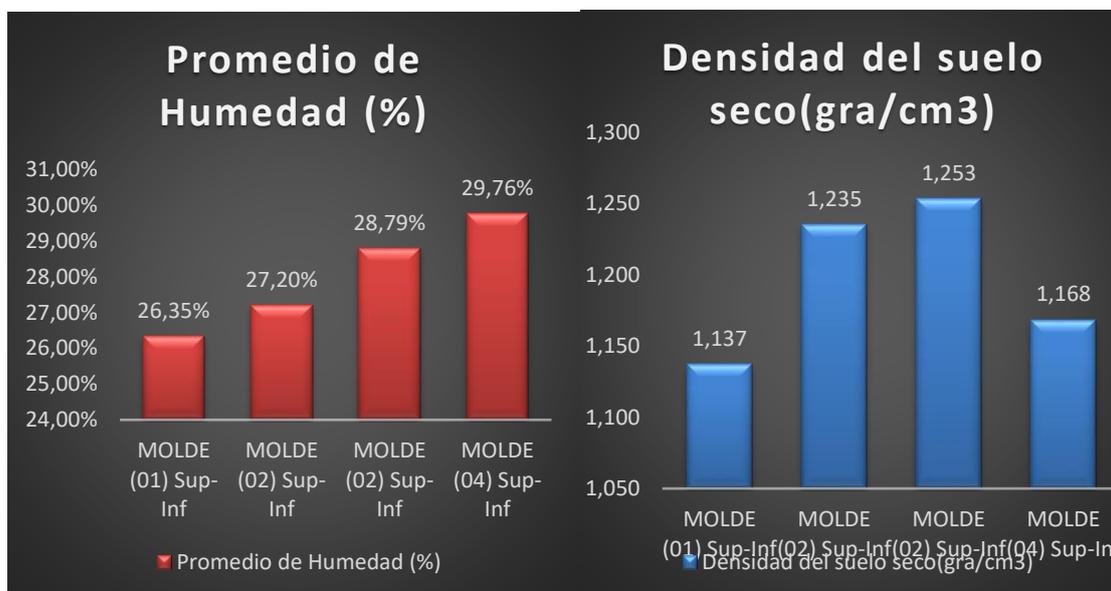
una densidad de suelo seco de compactación del promedio de la humedad pesado cada molde del material suelo húmedo entre promedio suelo húmedo obteniendo una densidad de suelo seco observando en la gráfica para el molde N°1. 1.137 subiendo en escala hasta la MDS de 1.27gr/cm<sup>3</sup> y de bajada en el molde N°4. 1.168

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180**

**CALICATA 03 - 85% MUESTRA PATRON +05% CAL + 10% CENIZA ESTIERCOL BOVINO**

Molde 1- N° capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes	MOLDE (01) Sup-Inf	MOLDE (02) Sup-Inf	MOLDE (02) Sup-Inf	MOLDE (04) Sup-Inf	PROMEDIO (Media)
Promedio de Humedad (%)	26.35%	27.20%	28.79%	29.76%	28.02%
Densidad del suelo seco(gra/cm <sup>3</sup> )	1.137	1.235	1.253	1.168	1.198

*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

**Relación densidad húmeda y seca en la diferencia:**

Donde la densidad del suelo húmedo se evalúa en función de la masa total de suelo dividida por el volumen del cilindro muestreado que es igual al volumen de la muestra es decir la ph incorpora la humedad de la muestra

Donde la Densidad del Suelo Húmedo

$$\frac{3223}{2125} = 1.516 \text{ gra/cm}^3$$

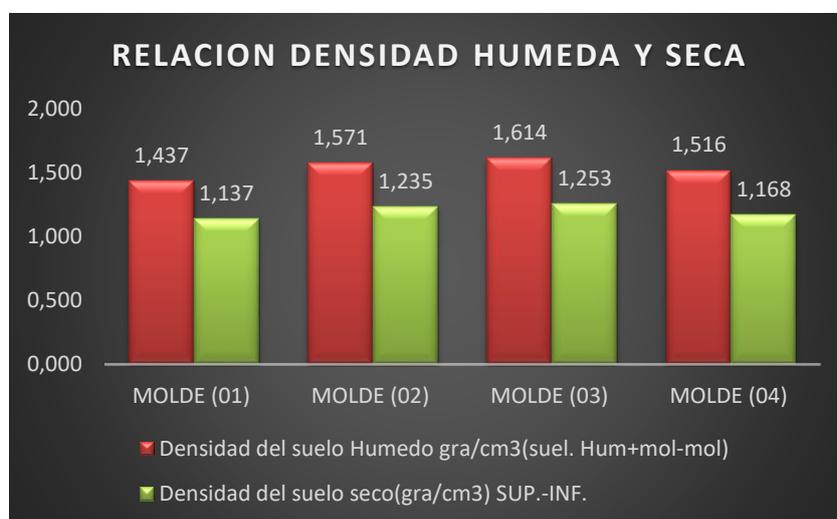
Donde vemos que la densidad seca una diferencia en la relación de bajada por la compactación en laboratorio del molde 4 en donde se obtienen muestra superior y inferior para pesar llevar al horno y obtener la diferencia de la densidad seca resultados el antes y el después mostrados en la grafica

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180**

**CALICATA 03 - 85% MUESTRA PATRON +05% CAL + 10% CENIZA ESTIERCOL BOVINO**

Molde 1- Nº capas 5 -Vol M 2126 cm - 56 golpes	MOLDE (01)	MOLDE (02)	MOLDE (03)	MOLDE (04)	PROMEDIO (Media)
Densidad del suelo Humedo gra/cm3(suel. Hum+mol-mol)	1.437	1.571	1.614	1.516	1.534
Densidad del suelo seco(gra/cm3) SUP.-INF.	1.137	1.235	1.253	1.168	1.198

*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

**Relación humedad y densidad Proctor CBR:**

Observando en la tabla 8 del MTC Los valores de la subrasante CBR <6% son suelos insuficientes y subrasante excelente CBR ≥ 30% sabiendo esto se obtuvo los ensayos en laboratorio con un CBR 37.10 al 100%MDS y CBR 22.30 a la MDS95% suelo patrón son el promedio en cada molde con la muestra a 12 golpes para el III molde y 25 golpes para el molde II y 56 golpes para el molde I, obteniendo sin saturar 28.02% llegando a subir a 35.73% saturado para el molde III del promedio de humedad y para la densidad del suelo seco para 12 golpes sin saturar se obtuvo 1.204 y saturado 1.205 así con los demás moldes mostrados en la tabla como el grafico de porcentajes para ambos casos mostrados sin saturar es bajo y

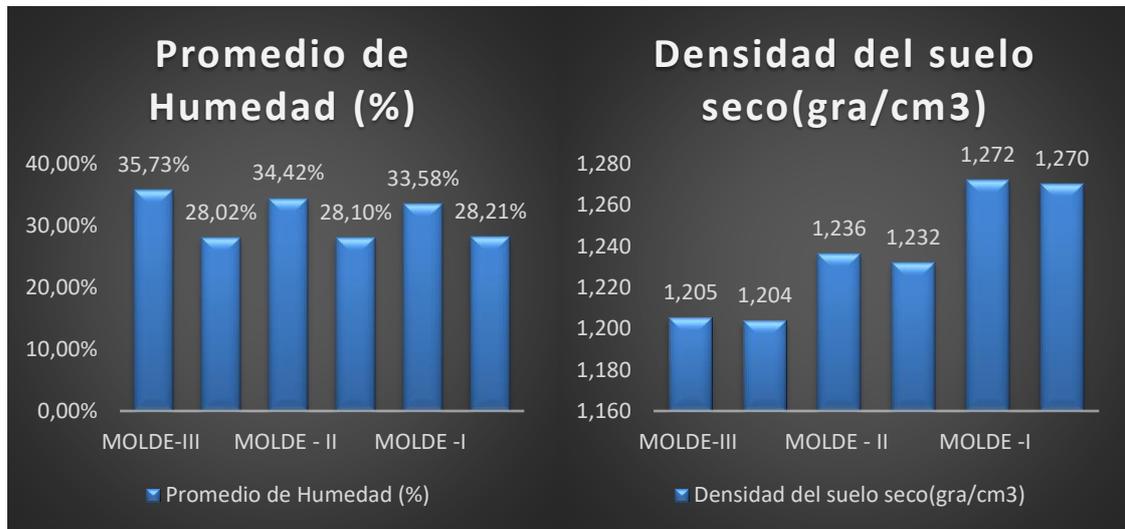
saturado sube dándonos una media de 31.34% humedad y 1.237 densidad de suelo seco

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR**

**CALICATA 03 - 85% MUESTRA PATRON +05% CAL + 10% CENIZA ESTIERCOL BOVINO**

MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE -I		PROMEDIO (Media)
NUMERO DE GOLPES	12		25		56		
Nº capas 5	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	
Promedio de Humedad (%)	35.73%	28.02%	34.42%	28.10%	33.58%	28.21%	31.34%
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.205	1.204	1.236	1.232	1.272	1.270	1.237

*Fuente: Elaboración propia*



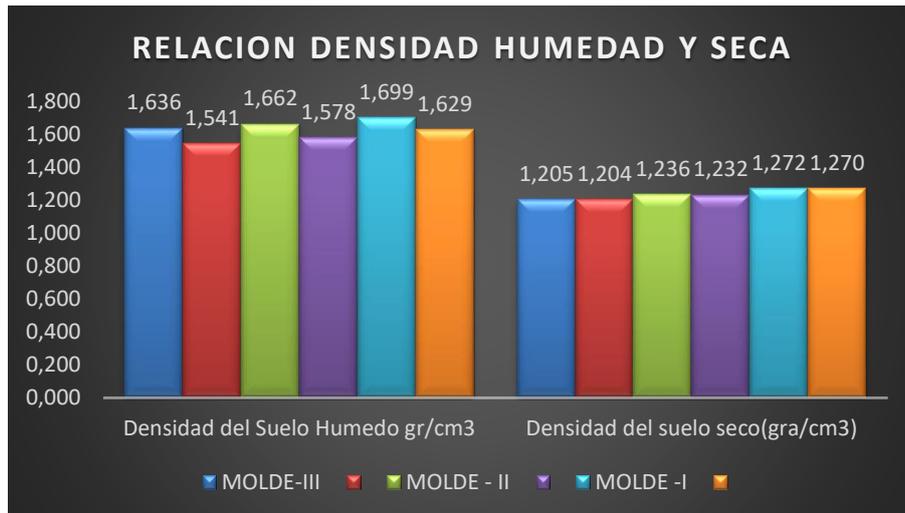
*Fuente: Elaboración propia*

**RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR**

**CALICATA MUESTRA PATRON 01**

MOLDE	MOLDE-III		MOLDE - II		MOLDE -I		PROMEDIO (Media)
NUMERO DE GOLPES	12		25		56		
Nº capas 5	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	SUTURADO	SIN SATURAR	
Densidad del Suelo Humedo gr/cm3	1.636	1.541	1.662	1.578	1.699	1.629	1.624
Densidad del suelo seco(gra/cm3)	1.205	1.204	1.236	1.232	1.272	1.270	1.237

*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

### Logrando obtener un CBR en el gráfico de penetración MTC E 132-2000:

Según su clasificación SUCS limo de alta plasticidad (MH) según la Figura N°2 y AASHTO A-7<20> con 96H. en embebido con CBR 95% en relación a la MDS es 22.30 es una subrasante muy buena cumple con los parámetros exigidos en la norma del MTC por lo que es mayor 6% de CBR de acuerdo a la tabla N°8 del MTC-SSP

El valor de CBR aumenta progresivamente a un 95% y 100% de la máxima densidad seca a 0.1" y 0.2" como se puede observar en las siguientes gráficas:

ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000	
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> .)	1.27
HUMEDAD OPTIMA (%)	28.1%
CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	37.10
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	22.30
CLASIFICACION SUCS	: MH
CLASIFICACION AASHTO	:A-7 <20>
EMBEBIDO	: 4 DIAS

*Fuente: Elaboración propia*

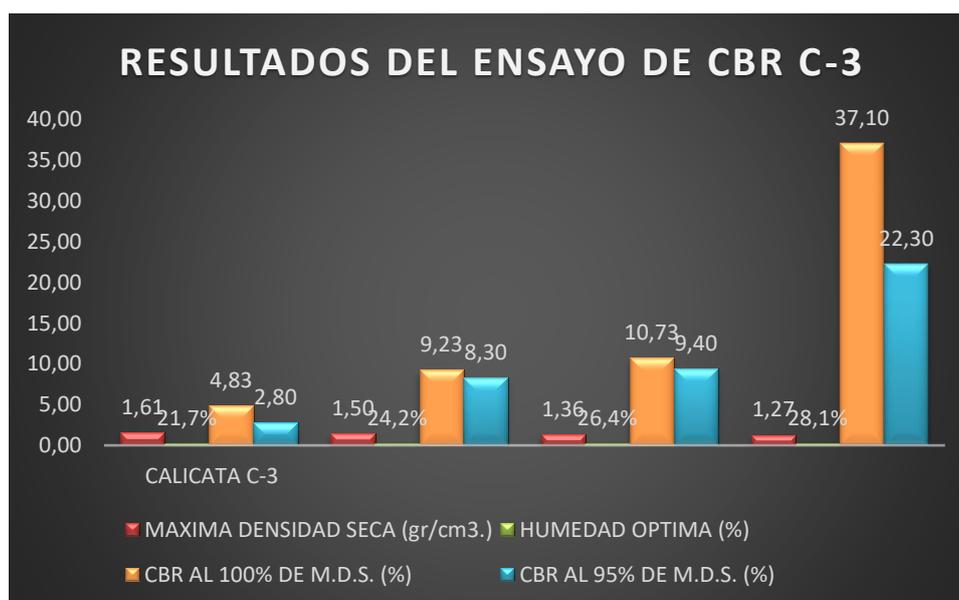
### Resumen método de compactación ASTM-D1557-91

El resumen de compactación del Proctor modificado en relación a la MDS según mostrada la tabla de la calicata C-3 mejorando el CBR con los porcentajes de

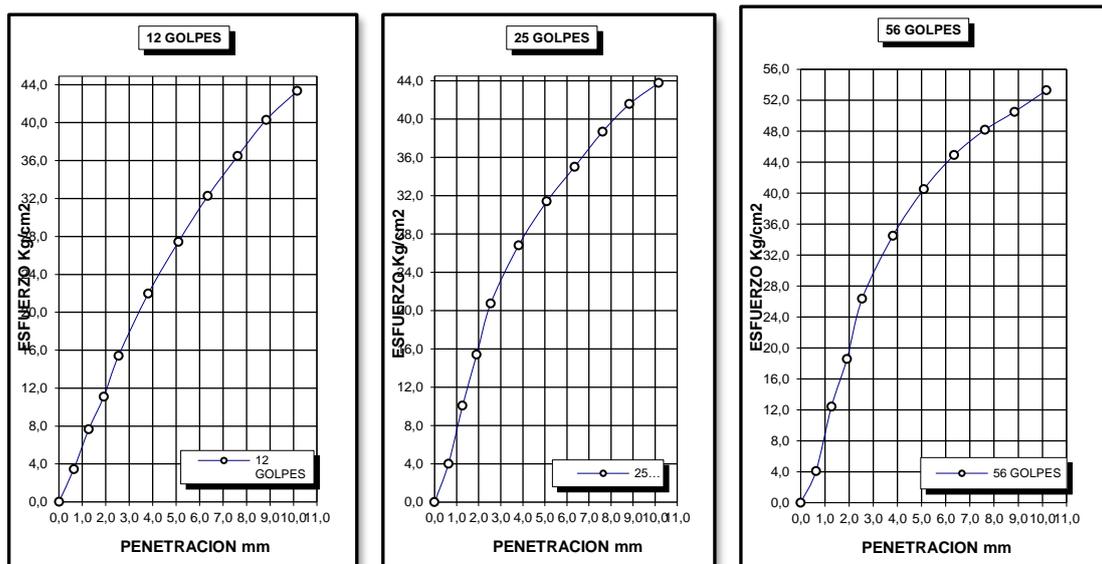
85%MP+5%CAL+10%CEB con una MDS 1.27gr/cm<sup>3</sup>, OCH 28.1%, obteniendo resultados con un CBR el porcentaje más alto de 37.10% en relación al 100%MDS y 95%MDS resultando con los porcentajes más alto de 22.30 una subrasante muy buena de acuerdo a la tabla N<sup>o</sup>8 y según su clasificación limo de alta plasticidad (MH) y AASHTO A-7 <20> y sumergido 96H. en agua para ver la expansión y penetración del molde.

METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91	CALICATA C-3			
	MUESTRA PATRON	79% MP+01% CAL + 20% CEB	82%MP+03% CAL+15%CEB	85%MP+05%CAL +10%CEB
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> .)	1,61	1,50	1,36	1,27
HUMEDAD OPTIMA (%)	21,7%	24,2%	26,4%	28,1%
CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	4,83	9,23	10,73	37,10
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	2,80	8,30	9,40	22,30
CLASIFICACION SUCS	MH	MH	MH	MH
CLASIFICACION AASHTO	A-7 <20>	A-7 <20>	A-7 <20>	A-7 <20>
EMBEBIDO	4 DIAS	4 DIAS	4 DIAS	4 DIAS

*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*



Fuente: Elaboración propia

En la calicata c-3 el valor del suelo natural patrón es de CBR al 100% de M.D.S. 4.83% y 95% de M.D.S. 2.80% con 85% muestra patrón con la adición 05% cal y 10% ceniza Estiércol Bovino incorporado aumento a un valor de CBR al 100% de M.D.S. 37.10% y 95% de M.D.S. 22.30% considerando lo que indica el Manual para el diseño de caminos no pavimentados de bajo volumen de tránsito, la subrasante mejora.

### Análisis descriptivo método Anova:

#### Objetivo de investigación

Oi1: Analizar y mejorar las propiedades físicas y mecánicas de suelos naturales de la subrasante con ceniza estiércol bovino y cal en la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021

#### Hipótesis de investigación

HiG1: Se podría mejorar significativamente las propiedades físicas y mecánicas de los suelos naturales de la subrasante con ceniza estiércol bovino y cal en la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021

### Análisis descriptivo

#### Indicador 1:

0%Cal y 0%CEB (Adición)

1%Cal y 20%CEB (Adición)

3%Cal y 15%CEB (Adición)

5%Cal y 10%CEB (Adición)

**Tabla 1. Medidas descriptivas para las evaluaciones de postest en los grupos calicata C-1.**

MUESTRA PATRON		79% MP+01% CAL + 20% CEB		82%MP+03% CAL+15%CEB		85%MP+05%CAL+10%CEB	
Media	2.23175	Media	3.90261	Media	5.01225	Media	15.9512
Error típico	0.88947	Error típico	1.79789	Error típico	2.42746	Error típico	9.0123
Mediana	2.15	Mediana	3.75314	Mediana	4.95498	Mediana	13.5697
Moda	#N/D	Moda	#N/D	Moda	#N/D	Moda	#N/D
Desviación estándar	1.77895	Desviación estándar	3.59579	Desviación estándar	4.85493	Desviación estándar	18.0246
Varianza de la muestra	3.16465	Varianza de la muestra	12.9297	Varianza de la muestra	23.5703	Varianza de la muestra	324.886
Curtosis	0.26816	Curtosis	-3.833	Curtosis	-5.164	Curtosis	-4.3017
Coefficiente de asimetría	0.25037	Coefficiente de asimetría	0.13191	Coefficiente de asimetría	0.02355	Coefficiente de asimetría	0.29182
Rango	4.253	Rango	7.69514	Rango	9.70705	Rango	36.2044
Mínimo	0.187	Mínimo	0.2045	Mínimo	0.216	Mínimo	0.2305
Máximo	4.44	Máximo	7.89964	Máximo	9.92305	Máximo	36.4349
Suma	8.927	Suma	15.6104	Suma	20.049	Suma	63.8048
Cuenta	4	Cuenta	4	Cuenta	4	Cuenta	4
Nivel de confianza(095%)	2.8307	Nivel de confianza(095%)	5.7217	Nivel de confianza(095%)	7.72527	Nivel de confianza(095%)	28.6811

Fuente: Elaboración propia

### Descriptivos

		Estadístico	Desv. Error
muestra_patron	Media	2,2325	,88890
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	- ,5964 5,0614
	Media recortada al 5%	2,2233	
	Mediana	2,1500	
	Varianza	3,161	
	Desv. Desviación	1,77780	
	Mínimo	,19	
	Máximo	4,44	
	Rango	4,25	
	Rango intercuartil	3,42	
	Asimetría	,253	1,014
	Curtosis	,267	2,619
mp79_cal1_ceb20	Media	3,9025	1,79927
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior Límite superior	-1,8236 9,6286

	Media recortada al 5%		3,8861	
	Mediana		3,7550	
	Varianza		12,949	
	Desv. Desviación		3,59854	
	Mínimo		,20	
	Máximo		7,90	
	Rango		7,70	
	Rango intercuartil		6,84	
	Asimetría		,130	1,014
	Curtosis		-3,839	2,619
mp82_cal3_ceb15	Media		5,0125	2,42653
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-2,7098	
		Límite superior	12,7348	
	Media recortada al 5%		5,0061	
	Mediana		4,9550	
	Varianza		23,552	
	Desv. Desviación		4,85306	
	Mínimo		,22	
	Máximo		9,92	
	Rango		9,70	
	Rango intercuartil		8,99	
	Asimetría		,024	1,014
	Curtosis		-5,169	2,619
mp85_cal5_ceb10	Media		15,9500	9,01195
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-12,7300	
		Límite superior	44,6300	
	Media recortada al 5%		15,6856	
	Mediana		13,5700	
	Varianza		324,861	
	Desv. Desviación		18,02390	
	Mínimo		,23	
	Máximo		36,43	
	Rango		36,20	
	Rango intercuartil		33,24	
	Asimetría		,291	1,014
	Curtosis		-4,304	2,619

*Fuente: Elaboración propia*

## Prueba de normalidad:

### Paso 1: Determinación del estadístico de prueba

Se usará el estadístico de prueba Shapiro-Wilk, tamaño de la muestra es 16.

## Paso 2: Planteamiento de las hipótesis estadísticas

### Hipótesis estadísticas

Ho: La muestra sigue una distribución normal

Ha: La muestra no sigue una distribución normal

### Paso 3: Regla de decisión

Si:  $p\text{-valor} \leq \alpha$  se rechaza la hipótesis nula.

Si:  $p\text{-valor} > \alpha$  no se rechaza la hipótesis nula.

### Nivel de significancia

Nivel de confianza: 95%

Significancia:  $\alpha > = 0.05$

### Paso 3: Ejecución de la prueba

**Tabla 2. Prueba de Shapiro Wilk**

#### Resumen de procesamiento de casos

	Casos					
	Válido		Perdidos		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
muestra_patron	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
mp79_cal1_ceb20	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
mp82_cal3_ceb15	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%
mp85_cal5_ceb10	4	100,0%	0	0,0%	4	100,0%

*Fuente: Elaboración propia*

#### Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
muestra_patron	,166	4	.	,997	4	,988
mp79_cal1_ceb20	,237	4	.	,927	4	,579
mp82_cal3_ceb15	,264	4	.	,863	4	,271

mp85_cal5_ceb10	,290	4	.	,859	4	,256
-----------------	------	---	---	------	---	------

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Fuente:** *Elaboración propia*

Para la prueba de normalidad, se tomó en cuenta la prueba de Shapiro-Wilk, ya que el tamaño de muestra tomada fue menor a 50 ( $n = 16$ , de acuerdo a los valores obtenidos resultaron de la muestra resultaron ser menores y mayores a 0.05 de significancia entonces se acepta la hipótesis nula; por lo tanto, los datos tienen una distribución normal, de manera que aplicamos la prueba de correlación Pearson.

### **Prueba para HG:**

#### **Hipótesis nula. Ho**

El uso de ceniza de estiércol bovino no mejora la capacidad de soporte del suelo de subrasante de la carretera Juliaca-Escallani

#### **Hipótesis alterna. H1**

El uso de ceniza de estiércol bovino mejora la capacidad de soporte del suelo de subrasante de la carretera Juliaca-Escallani

#### **Nivel de significación:**

$\alpha = 0.05$  (prueba bilateral)

#### **valor calculado:**

- MUESTRA PATRON: 0.997
- 79% MP+01% CAL + 20% CEB: 0.927
- 82%MP+03% CAL+15%CEB: 0.863
- 85%MP+05%CAL+10%CEB: 0.859

#### **P - valor:**

P = 0.988

P = 0.579

$$P = 0.271$$

$$P = 0.256$$

**Regla de decisión:**

$p > \alpha$  = acepta  $H_0$  se rechaza la hipótesis alterna

$p < \alpha$  = rechaza  $H_0$  se acepta la hipótesis alterna

$P > \alpha$  = acepta  $H_0$  se rechaza la hipótesis alterna

$0.988 > 0.05$  esto implica que se debe aceptar  $H_0$

**Conclusión:****Hipótesis nula.  $H_0$** **La variable:**

El uso de ceniza de estiércol bovino no mejora la capacidad de soporte del suelo de subrasante de la carretera Juliaca-Escallani

**Prueba de contraste:****Método Anova de un factor:****Paso N° 1 :**

$H_0$  = las medias son iguales  $M_1=M_2=M_3$

$H_a$ = las medias no son iguales

**Paso N° 2 :**

Nivel de significancia  $\alpha = 0.05$

**Paso N° 3 :**

Determinar la estadística de prueba

**Paso N° 4 :**

**Grado de libertad numerador:**  $K-1$

Grado de Libertad numerador = 4-1 = 3

**Grado de libertad denominador: N-K**

Grado de Libertad denominador = 16 Datos - 4 = 12

**Ftablas (valor critico) = 3.4902948194976**

**Fcal (calculado) = 1.70001943803363**

**Probabilidad = 0.219897809661346**

Ftab > Fcal Acepta H0

Fcal > Ftab Acepta Ha

**Conclusión:**

F 3.4902948194976 > F 1.70001943803363 se Acepta H0

Por lo que no hay una prueba de significancia menor 0.05 o un grupo diferente, el SPSS no nos podría arrojar una prueba de pos-host por lo tanto continuamos correlación.

Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN	calicata C-1					
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
MUESTRA PATRON	4	8,927	2,23175	3,164645583		
79% MP+01% CAL + 20% CEB	4	15,61042388	3,902605969	12,92967376		
82%MP+03% CAL+15%CEB	4	20,0490132	5,0122533	23,57032936		
85%MP+05%CAL+10%CEB	4	63,80482955	15,95120739	324,8859274		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	464,8072991	3	154,9357664	1,700019438	0,21989781	3,490294819
Dentro de los grupos	1093,651728	12	91,13764402			
Total	1558,459027	15				

*Fuente: Elaboración propia*

**Tabla 18:** Correlación de Pearson de un factor (con ruido y sin ruido)

**Tabla 4. Pruebas Pos Hoc**

### Correlaciones

		muestra_patron	mp79_cal1_c eb20	mp82_cal3_c eb15	mp85_cal5_c eb10
muestra_patron	Correlación de Pearson	1	,957*	,919	,925
	Sig. (bilateral)		,043	,081	,075
	N	4	4	4	4
mp79_cal1_ceb20	Correlación de Pearson	,957*	1	,993**	,991**
	Sig. (bilateral)	,043		,007	,009
	N	4	4	4	4
mp82_cal3_ceb15	Correlación de Pearson	,919	,993**	1	,990**
	Sig. (bilateral)	,081	,007		,010
	N	4	4	4	4
mp85_cal5_ceb10	Correlación de Pearson	,925	,991**	,990**	1
	Sig. (bilateral)	,075	,009	,010	
	N	4	4	4	4

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

\*\*.. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**Fuente:** Elaboración propia

ITEM	correlacion	p	P	N
1	muestra_patron	1	.	4
2	mp79_cal1_ceb20	0.957	0.043	4
3	mp82_cal3_ceb15	0.919	0.081	4
4	mp85_cal5_ceb10	0.925	0.075	4

**Fuente:** Elaboración propia

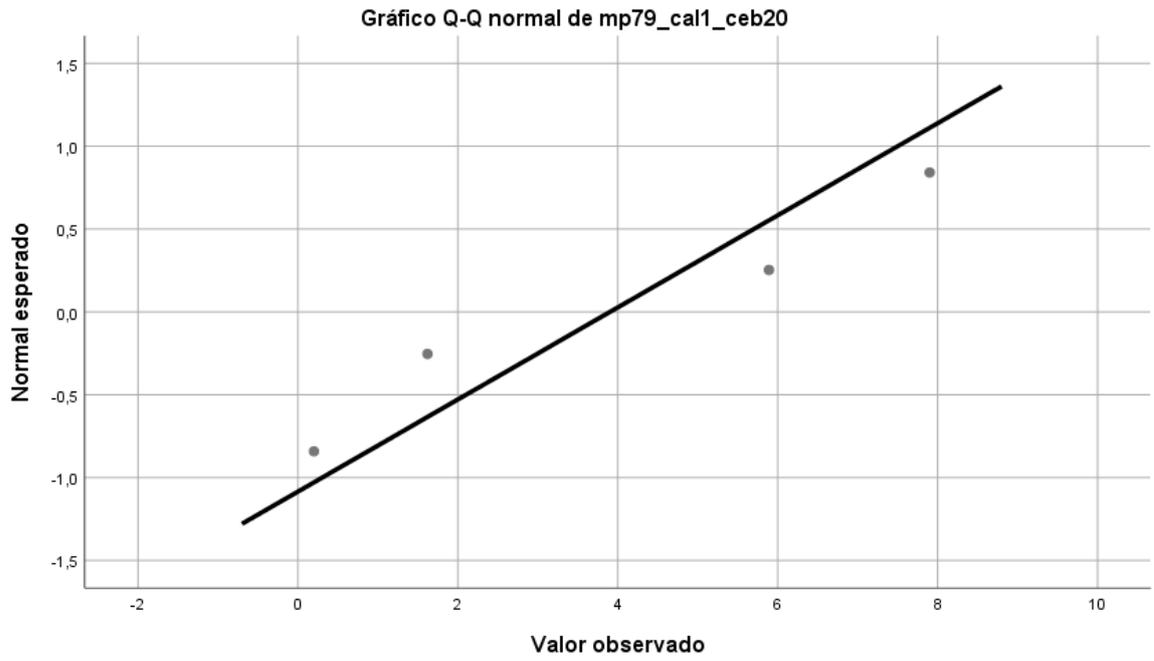
En el ítem 1 la muestra patrón de material del suelo nos da igual 1 con una muestra de 4 En el ítem 2 es menor que 0.05 por lo tanto rechazamos la H0 y aceptamos la Ha existe relación, tiene una relación 0.957. En el en el 3 ítem Como  $p > 0.05$ , por lo tanto, acepto la H0 y rechazo la Ha no existe relación en la muestra patrón. Esta relación es directa, además la relación es alta es 0.919. con el ítem 4 Como  $p > 0.05$ , por lo tanto, acepto la H0 y rechazo la Ha no existe relación en la muestra patrón. Esta relación es directa, además la relación es alta es 0.925



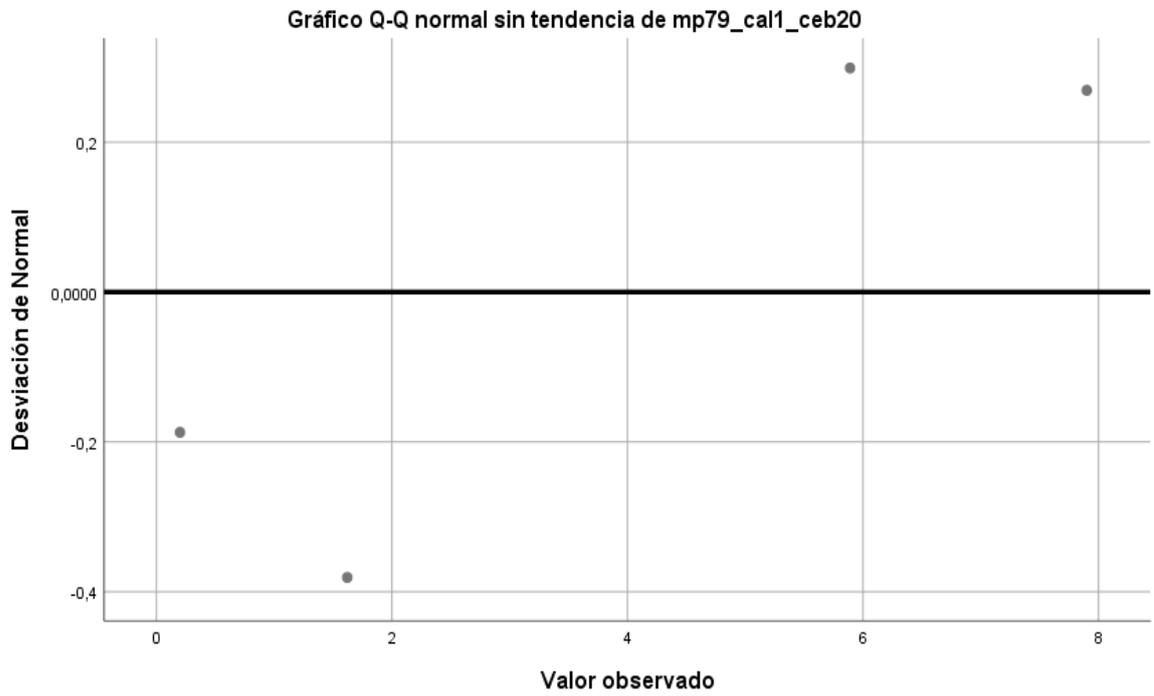
Fuente: Elaboración propia



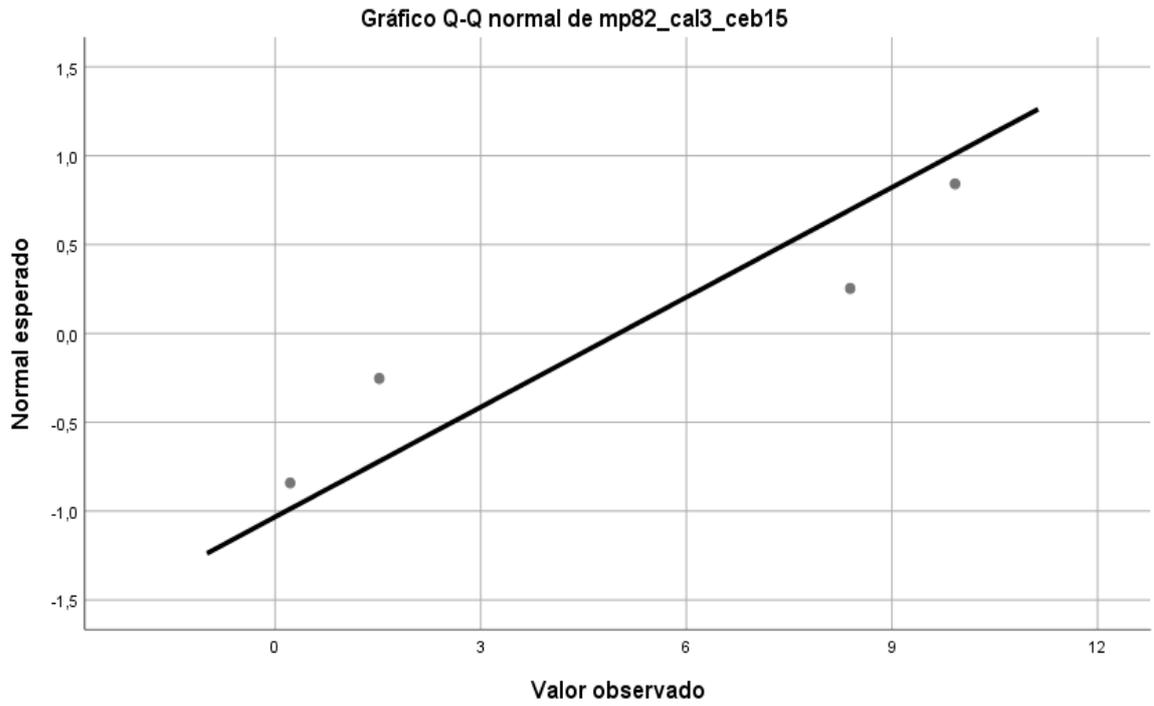
Fuente: Elaboración propia



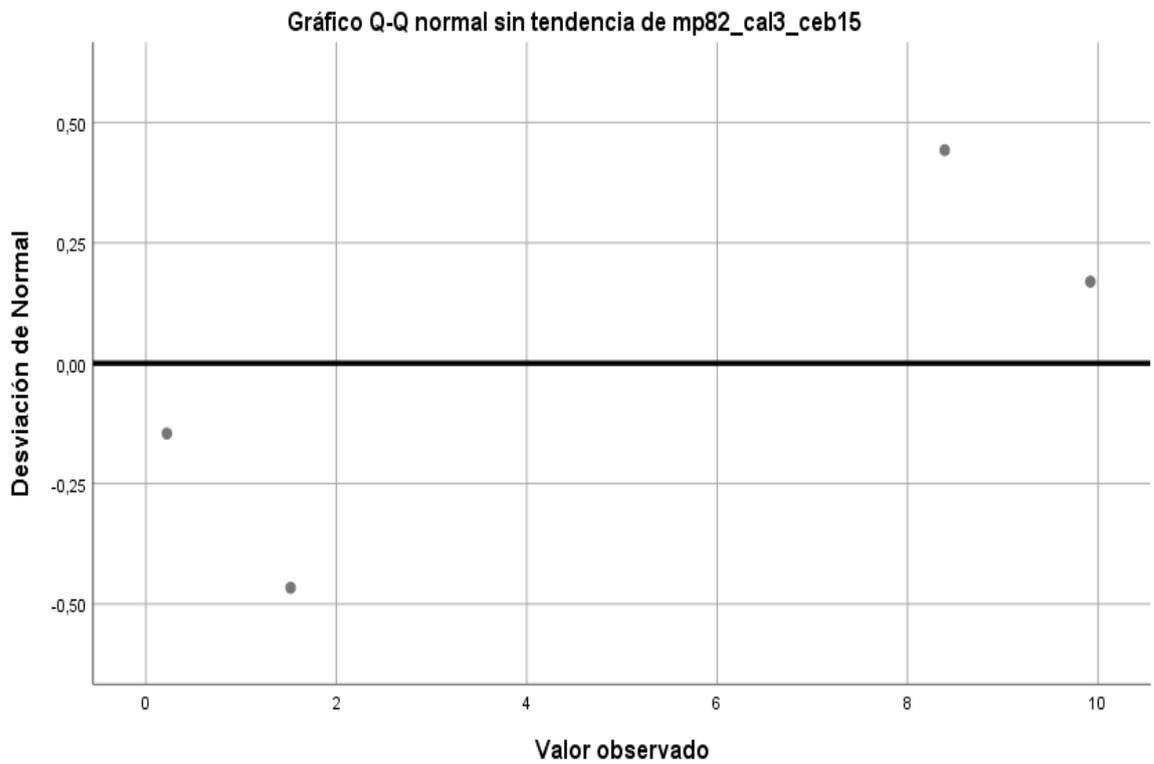
Fuente: Elaboración propia



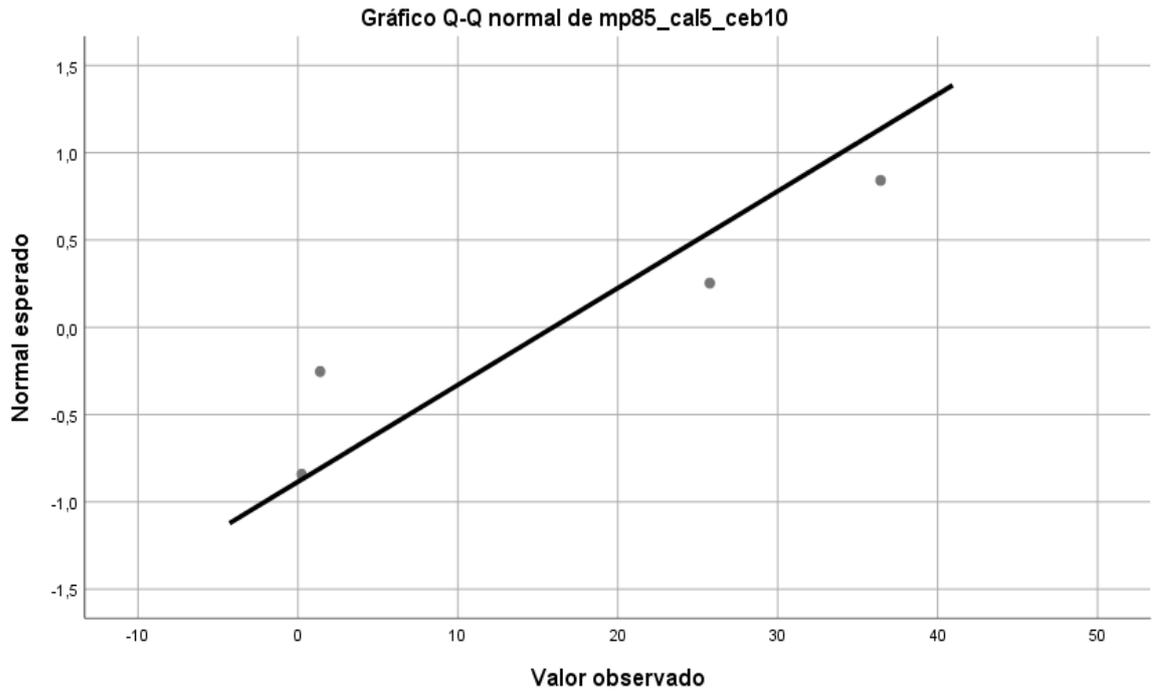
Fuente: Elaboración propia



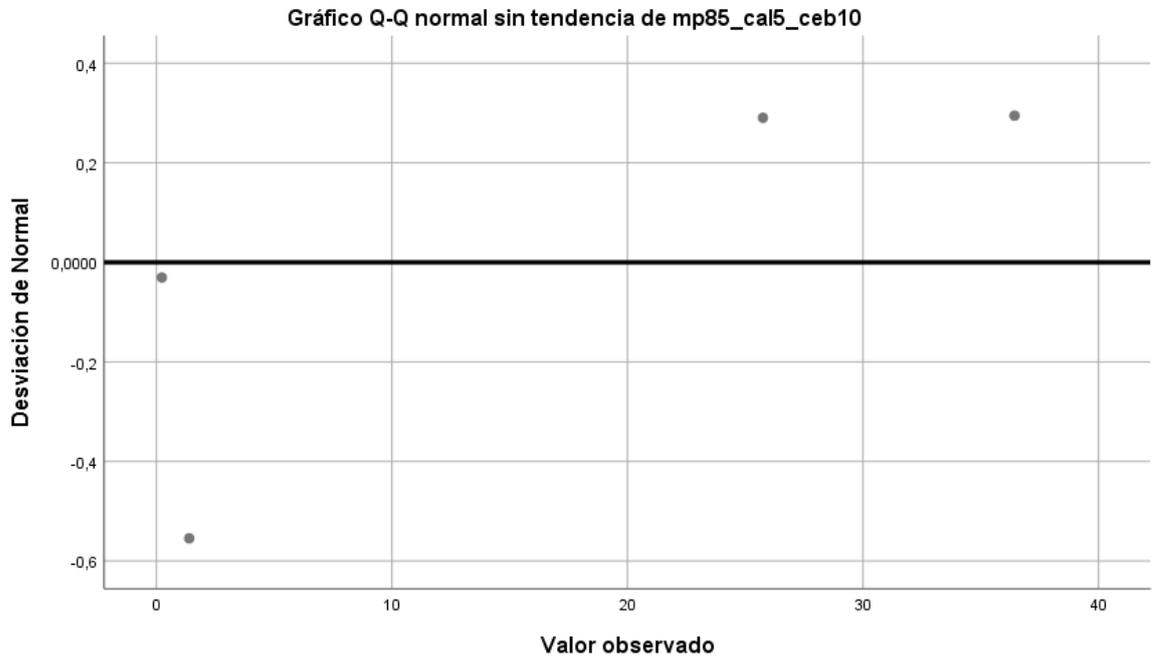
*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*



*Fuente: Elaboración propia*

## Método Anova de un factor: calicata C- 2

Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN	calicata C-2					
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
MUESTRA PATRON	4	9.694684458	2.423671115	4.00856973		
79% MP+01% CAL + 20% CEB	4	15.62337482	3.905843705	12.90840788		
82%MP+03% CAL+15%CEB	4	19.92516805	4.981292013	23.90900145		
85%MP+05%CAL+10%CEB	4	65.2993607	16.32484018	345.6463292		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	486.0449088	3	162.0149696	1.676859802	0.2246163	3.490294819
Dentro de los grupos	1159.416925	12	96.61807706			
Total	1645.461833	15				

Fuente: Elaboración propia

### Conclusión:

F 3.4902948194976 > F 1.67685980246288 se Acepta H0

Por lo que no hay una prueba de significancia menor 0.05 o un grupo diferente, el SPSS no nos podría arrojar una prueba de pos host por lo tanto continuamos correlación.

### Correlaciones

		muestra_patro n	mp79_cal1_ce b20	mp82_cal3_ce b15	mp85_cal5_ce b10
muestra_patron	Correlación de Pearson	1	,954*	,943	,939
	Sig. (bilateral)		,046	,057	,061
	N	4	4	4	4
mp79_cal1_ceb20	Correlación de Pearson	,954*	1	,999**	,988*
	Sig. (bilateral)	,046		,001	,012
	N	4	4	4	4
mp82_cal3_ceb15	Correlación de Pearson	,943	,999**	1	,994**
	Sig. (bilateral)	,057	,001		,006
	N	4	4	4	4
mp85_cal5_ceb10	Correlación de Pearson	,939	,988*	,994**	1
	Sig. (bilateral)	,061	,012	,006	
	N	4	4	4	4

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

**Fuente:** Elaboración propia

ITEM	correlacion	p	P	N
1	muestra_patron	1	,	4
2	mp79_cal1_ceb20	0.954	0.046	4
3	mp82_cal3_ceb15	0.943	0.057	4
4	mp85_cal5_ceb10	0.939	0.061	4

**Fuente:** Elaboración propia

En el ítem 1 la muestra patrón de material del suelo nos da igual 1 con una muestra de 4 En el ítem 2 es menor que 0.05 por lo tanto rechazamos la H0 y aceptamos la Ha existe relación, tiene una relación 0.954. En el en el 3 ítem Como  $p > 0.05$ , por lo tanto, acepto la H0 y rechazo la Ha no existe relación en la muestra patrón. Esta relación es directa, además la relación es alta es 0.943. con el ítem 4 Como  $p > 0.05$ , por lo tanto, acepto la H0 y rechazo la Ha no existe relación en la muestra patrón. Esta relación es directa, además la relación es alta es 0.939

### Método Anova de un factor: calicata C- 3

Análisis de varianza de un factor						
RESUMEN	calicata C-3					
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
MUESTRA PATRON	4	9.453282576	2.363320644	3.811306317		
79% MP+01% CAL + 20% CEB	4	19.27547601	4.818869003	21.18639105		
82%MP+03% CAL+15%CEB	4	21.75270658	5.438176646	29.03242736		
85%MP+05%CAL+10%CEB	4	60.94519343	15.23629836	315.4777331		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	386.1075778	3	128.7025259	1.393231816	0.292498205	3.490294819
Dentro de los grupos	1108.523574	12	92.37696446			
Total	1494.631151	15				

**Fuente:** Elaboración propia

### Conclusión:

F 3.4902948194976 > F 1.39323181587226 se Acepta H0

Por lo que no hay una prueba de significancia menor 0.05 o un grupo diferente, el SPSS no nos podría arrojar una prueba de pos host por lo tanto continuamos correlación.

## Correlaciones

		muestra_patron n	mp79_cal1_c eb20	mp82_cal3_c eb15	mp85_cal5_c eb10
muestra_patron	Correlación de Pearson	1	,917	,917	,957*
	Sig. (bilateral)		,083	,083	,043
	N	4	4	4	4
mp79_cal1_ceb20	Correlación de Pearson	,917	1	,999**	,962*
	Sig. (bilateral)	,083		,001	,038
	N	4	4	4	4
mp82_cal3_ceb15	Correlación de Pearson	,917	,999**	1	,968*
	Sig. (bilateral)	,083	,001		,032
	N	4	4	4	4
mp85_cal5_ceb10	Correlación de Pearson	,957*	,962*	,968*	1
	Sig. (bilateral)	,043	,038	,032	
	N	4	4	4	4

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

\*\*.. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

*Fuente: Elaboración propia*

ITEM	correlacion	p	P	N
1	muestra_patron	1	,	4
2	mp79_cal1_ceb20	0.917	0.083	4
3	mp82_cal3_ceb15	0.917	0.083	4
4	mp85_cal5_ceb10	0.957	0.043	4

*Fuente: Elaboración propia*

En el ítem 1 la muestra patrón de material del suelo nos da igual 1 con una muestra de 4. En el ítem 2 es Como  $p > 0.05$ , por lo tanto, acepto la  $H_0$  y rechazo la  $H_a$  no existe relación en la muestra patrón. Esta relación es directa, además la relación es alta es 0. 917.En el en el 3 ítem Como  $p > 0.05$ , por lo tanto, acepto la  $H_0$  y rechazo la  $H_a$  no existe relación en la muestra patrón. Esta relación es directa, además la relación es alta es 0.917. con el ítem 4 menor que 0.05 por lo tanto rechazamos la  $H_0$  y aceptamos la  $H_a$  existe relación, tiene una relación 0.957.

**Lugar de estudio carretera Juliaca Escallani provincia Juliaca departamento de puno donde obtuvo las muestras para el mejoramiento de la subrasante**



**Figura 14: recolección del material ceniza Estiércol Bovino material que utilizan estos hornos artesanales para la fabricación de ladrillo material pulverizado de puzolana del departamento de puno centro poblado salcedo rinconada**





**Figura 14: pesado de las muestras para para el ensayo en laboratorio limite liquido limite plástico ensayos en granulometría Proctor modificado y CBR con los material ceniza Estiércol Bovino y cal**





**Figura 14: pesado de las muestras para para el ensayo granulometría y limite liquido limite plástico**





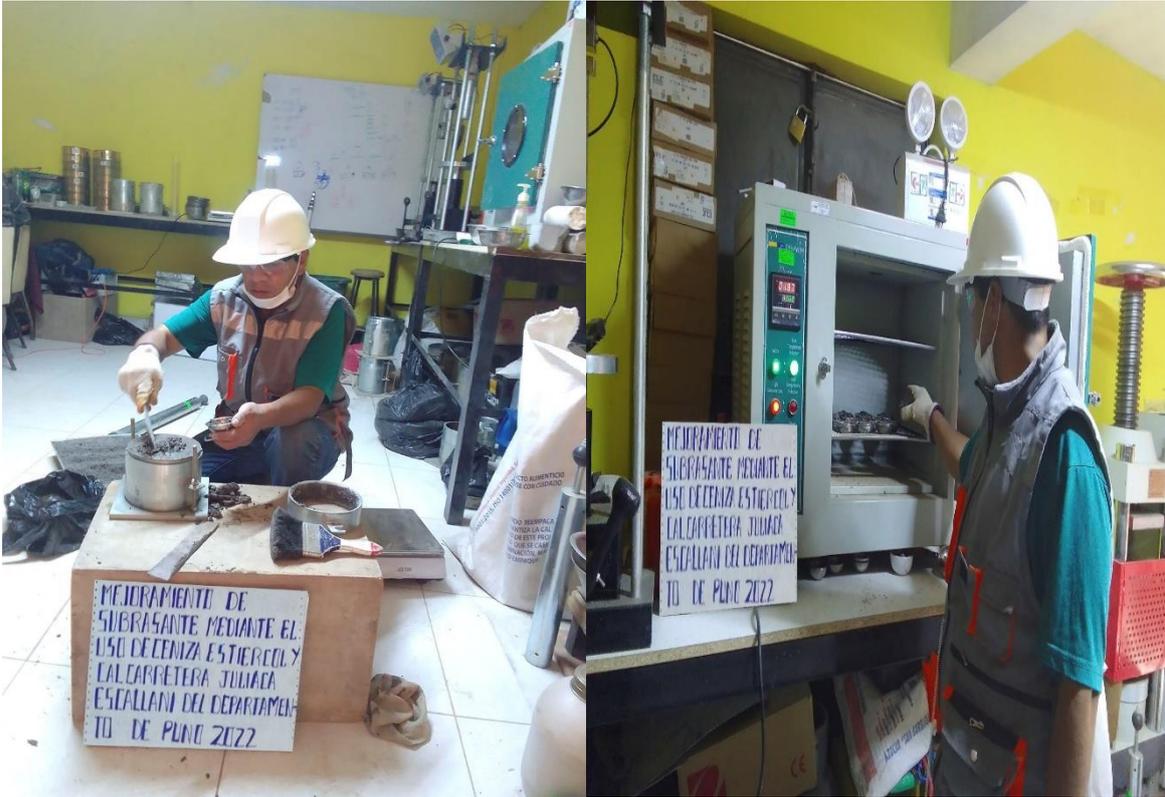
**Figura 14: peso de las muestras para combinación de ceniza estiércol bovino y cal par el ensayo de Proctor modificado**





**Figura 15: Proctor modificado Visualización de la toma de datos para el ensayo de C.B.R. Fuente: Elaboración Propia**





**Figura 15: materiales para el ensayo de CBR con las tres muestras con los materiales para el ensayo**





**Figura 18: ensayo de expansión de CBR sumergido a 4 días 96 horas con los materiales para el ensayo**



**Figura 18: ensayo de penetración del CBR en KN con los materiales para el ensayo**



## V. DISCUSIÓN

Los ensayos hechos en laboratorio obteniendo resultados en base a los conocimientos de los técnicos del laboratorio con las muestras de un suelo por su clasificación SUCS Y AASHTO resultados obtenidos en el laboratorio para hacer el mejoramiento de una subrasante con CBR menor a 6% la discusión con los resultados de otros autores. Respaldando cada ensayo en las normas respectivas; el ensayo de Límites de Atterberg en la norma ASTM D4318; Proctor Modificado en la norma ASTM D1557 y el ensayo de CBR en la norma ASTM D1883.

En la tesis de que analizo se determinó la relación y magnitud de capacidad de soporte CBR suelo arcilloso con la adición de cal al 10% y puzolana volcánica al 15, 25 y 30% para la subrasante de vías pavimentadas obtuvo para determinar la relación y magnitud de Soporte California CBR suelo arcilloso con la adición de cal al 10% y puzolana volcánica al 15, 25 y 30% para la subrasante de vías pavimentadas se observó que tiene muchos porcentajes en su calicata 2 de esta tesis de investigación no presenta índice plasticidad lo que no concuerda con sus estudios y según la norma tendría que tener un suelo grava lo que es imposible que no tenga índice plasticidad. Según PARRA 2018. Con el de aplicar cargas motométricas que realizó 9 pruebas de ensayos con la norma INVIAS 2013.

En la presente investigación existe concordancias en las dosificaciones de adición de ceniza de Estiércol Bovino (20%, 15% y 10%) para un suelo limoso de alta plasticidad clasificación SUCS MH , las cuales en base a los resultados determinaron que para la plasticidad existe adición diferentes en los ensayos de laboratorio lo que no hay una regla clara por ser porcentajes diferentes por ser experimental para este tipo de material el cual no está normado para ensayos mientras la cal si esta normado para estabilización.

## VI. CONCLUSIÓN

La hipótesis de esta tesis experimental se trabajó y analizo el mejoramiento de las propiedades físicas y características mecánicas del suelo de subrasante con ceniza Estiércol Bovino (10%, 15, 20%) y cal (1%,3%,5%) para saber el comportamiento con el suelo natural de fundación en el estudio a nivel de la subrasante en cada punto de las calicatas de la carretera Juliaca-Escallani.

Esta investigación se analizó las propiedades del índice de plasticidad con la adición de ceniza Estiércol Bovino y Cal en los límites de Atterberg en los suelos limite líquido y limite plástico para saber el índice de plasticidad de cada calicata del estudio y ensayos hechos en laboratorio con muestras de la Carretera Juliaca-Escallani

Se determino en esta investigación que medidas son adecuadas la ceniza estiércol bovino y cal en las proporciones del OCH y MDS de compactación de la subrasante y el óptimo contenido de humedad de un punto más alto bajando su humedad en relación a la máxima densidad seca mientras que en la MDS sube a un punto más alto y luego desciende en relación al OCH.

Se determino en esta investigación que las propiedades MDS al 95% y 100% en relación a la capacidad de soporte de la subrasante con Ceniza Estiércol Bovino y Cal a partir de los ensayos CBR mejoran las propiedades del suelo en relación a la MDS del Proctor modificado

## **VII. RECOMENDACIONES**

Al realizar los ensayos, éstos deben elaborarse en base a las normas ASTM y NTP del MTC manual de carreteras sección de suelos y pavimentos, manual de ensayos de materiales del MTC, manual de carreteras de especificaciones técnicas generales de la construcción, manual de diseño de carreteras del MTC.

Se recomienda ir al lugar del estudio de campo donde se va a sacar las muestras para el laboratorio. Saber las propiedades físicas y mecánicas de los materiales antes de utilizar y si tienen facilidad para la utilización de la muestra que se va a hacer en laboratorio.

Se recomienda hacer ustedes mismos los ensayos en laboratorio para saber el procedimiento de los materiales ya sea en un mejoramiento con los aditivos necesarios de una muestra en campo.

Teniendo en cuenta el punto de vista económico y ambiental, se recomienda estabilizar suelos con mayor plasticidad y CBR menor al 6% de la capacidad de soporte con la finalidad de mejorar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales utilizados los diferentes tipos de aditivos estabilizadores tales como cenizas, cemento, emulsiones asfálticas, etc.

## REFERENCIAS

- PARRA, MANUEL GERARDO. 2018.** *ESTABILIZACION DE UN SUELO CON CAL Y CENIZA VOLANTE.* UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA, BOGOTA : 2018.
- Arriaga, Michael Steven y PALOMINO, Lindaura Lizbet. 2020.** *Evaluación del mejoramiento de suelos lateríticos con cenizas de productos orgánicos y cenizas volantes.* UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN, Lima : 2020.
- BRYAN RAMOS, Michell y Illidge Quintero, Dario Fernando. 2017.** *Análisis de la modificación de un suelo altamente plástico con cascarilla de arroz y ceniza volante para subrasante de un pavimento.* Universidad De la Salle, Bogotá D.C. : 2017.
- ComexPerú. 2020.** INFRAESTRUCTURA VIAL: GOBIERNOS SUBNACIONALES ESTANCADOS. *ComexPerú.* [En línea] 28 de 02 de 2020. <https://www.comexperu.org.pe/articulo/infraestructura-vial-gobiernos-subnacionales-estancados>.
- EG. 2013.** *MANUAL DE CARRETERAS ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCION.* lima : s.n., 2013.
- FLORES ISMINIO, Karen Kassandra. 2020.** *“Estabilización de subrasante utilizando puzolánico de cascarilla de arroz y cal para mejorar la capacidad portante, San Martin-2020”.* UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO, TARAPOTO - PERU : 2020.
- Foro Económico Mundial. 2019.** EKOS. *Foro Económico Mundial.* [En línea] 13 de 08 de 2019. <https://www.ekosnegocios.com/articulo/paises-con-mejores-vias-de-la-region#:~:text=Chile%2C%20Ecuador%2C%20M%C3%A9xico%20y%20Panam%C3%A1,14.000%20%C3%ADderes%20de%20la%20regi%C3%B3n..>
- GARSON, Néstor Andrés y LUGO, Laura Isabel. 2019.** *Análisis geomecánico de un material granular estabilizado con.* BOGOTA : 2019.
- GARZON PINTO, Néstor Andrés y Lugo Mesa, Laura Isabel. 2019.** *ANÁLISIS GEOMECÁNICO DE UN MATERIAL GRANULAR ESTABILIZADO CON CENIZA VEGETAL Y CAL PARA SU USO EN LAS VÍAS TERCIARIAS DEL CORREGIMIENTO DE CAÑO CHIQUITO EN PAZ DE ARIPORO CASANARE.* UNIVERSIDAD DE LA SALLE, BOGOTA : 2019.
- GUIA, Mario Junior. 2021.** *Mejoramiento de Subrasante mediante la adición de ceniza de quinua en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno, 2021.* universidad cesar vallejo, lima : 2021.
- . **2021.** *Mejoramiento de Subrasante mediante la adición de ceniza de quinua en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno, 2021.* universidad cesar vallejo, lima - PERU : 2021.
- Hernández Sampieri, Roberto y Fernández Collado, Carlos. 2014.** *METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION.* mexico : s.n., 2014. 968-422-931-3.
- Hernandez Sampieri, Roberto, Fernandez Callado, Carlos y Baptista Lucio, Maria pilar. 2014.** *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.* MEXICO : s.n., 2014. 1234567890.

**HERNÁNDEZ, Monica Andrea y LLERENA, Renin. 2019.** *ANÁLISIS DE NORMATIVA INTERNACIONAL DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS A FIN DE PROPONER ESTÁNDARES DE DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE SUPERFICIE DE RODADURA EN PERÚ.* UNIVERSIDAD RICARDO PALMA, lima : 2019.

**HILMER. Saldaña Núñez, Jhon Hilmer. 2020.** ISSN 2414-8822, Amazonas - PERU : Revista de Investigación Científica UNTRM, 2020, Vol. Ciencias Naturales e Ingeniería 3(1). ISSN(e) 2520-0356.

**IUPAC. 2022.** wikipedia . *Óxido de calcio.* [En línea] 2022.  
[https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%93xido\\_de\\_calcio](https://es.wikipedia.org/wiki/%C3%93xido_de_calcio).

**LANDA, Jacques Yitzhak y TORRES, Sergio Feliciano. 2019.** *Mejoramiento de Suelos Arcillosos en Subrasante mediante el uso de Cenizas Volantes de Bagazo de Caña de Azúcar y Cal.* UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS, Lima : 2019.

**LAZA, Martin Elias y ARAUJO, Moises David. 2020.** *ANÁLISIS DEL EFECTO DE LA CENIZA DE BIOMASA COMO SUSTITUTO PARCIAL DEL CEMENTO EN LA ELABORACIÓN DE CONCRETO SIMPLE.* UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA, CÓRDOBA : 2020.

**LLANQUE, Yesenia Fatima. 2021.** *POSADA ECO-TURISTICA VIVENCIAL EN LA COMUNIDAD DE.* puno : 2021.

**LÓPEZ SUMARRIVA, José Johel y ORTIZ PINARES, Grely. 2018.** *ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS CON CAL PARA EL TRATAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LAS CALLES DE LA URBANIZACIÓN SAN LUIS DE LA.* UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES, Abancay – Apurímac – Perú : 2018.

**MAMANI GARCIA, Jherson y Ramírez Rondán, Mario Brennan Indrex. 2020.** *ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS.* UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, CUSCO - PERÚ : 2020.

**MAMANI, Jherson y RAMIREZ, Mario Brennan Indrex. 2020.** *ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARCILLOSOS EN LA APV. PICOL ORCOMPUGIO MEDIANTE LA ADICIÓN DE CAL AL 10% Y PUZOLANA VOLCÁNICA DE LA CANTERA DE RAQCHI AL 15, 25 Y 30% PARA SUBRASANTE DE VÍAS PAVIMENTADAS SEGÚN EL MANUAL DE CARRETERAS .* UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO, CUSCO : 2020.

**MARILUZ, Milagros Veronica y ULLOA, Javier Joel. 2018.** *USO DE LAS CENIZAS VOLANTES DE CARBÓN EXCEDENTES DE LA CENTRAL TERMOELÉTRICA ILO21 – MOQUEGUA COMO ADICIÓN PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, ABSORCIÓN, MANEJABILIDAD Y TEMPERATURA.* UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA, CHIMBOTE : 2018.

**MEF. 2021.** Poder Ejecutivo presenta proyecto de Ley de Presupuesto para el Año Fiscal 2022, por S/ 197 mil millones. *notas de prensa.* [En línea] 30 de 08 de 2021.  
[https://www.mef.gob.pe/index.php/?option=com\\_content&view=article&id=7140&Itemid=101108&lang=es#:~:text=Adem%C3%A1s%2C%20se%20han%20previsto%20S,competitividad%20de%20los%20destinos%20tur%C3%ADsticos..](https://www.mef.gob.pe/index.php/?option=com_content&view=article&id=7140&Itemid=101108&lang=es#:~:text=Adem%C3%A1s%2C%20se%20han%20previsto%20S,competitividad%20de%20los%20destinos%20tur%C3%ADsticos..)

—. **2022**. Proyecto de Presupuesto Año 2022 (Nacional, Regional y Local). *ministerio economía y finanzas* . [En línea] 03 de 31 de 2022.  
[https://www.mef.gob.pe/es/?option=com\\_content&language=es-ES&Itemid=101156&lang=es-ES&view=article&id=7139](https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=101156&lang=es-ES&view=article&id=7139).

**MTC-MEM, Direccion general. 2016.** *MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES*. Lima : s.n., 2016.

**MTC-SSP, suelos geotecnia. 2014.** *MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS*. lima : Servicios Gráficos Squadrito EIRL, 2014. No. 2014-08985.

**Ñaupas, Humberto, y otros. 2014.** *Metodología de la investigación*. bogota colombia : s.n., 2014. 978-958-762-188-4.

**ORUS, Abigail. 2021.** Ranking de los países con las carreteras de mayor calidad en 2019. *Statista*. [En línea] 20 de 04 de 2021. <https://es.statista.com/estadisticas/600227/paises-con-las-carreteras-de-mejor-calidad/>.

**PARRA, Manuel Gerardo. 2018.** *ESTABILIZACION DE UN SUELO CON CAL Y CENIZA VOLANTE*. UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA, BOGOTA : 2018.

**Tapia B, Maria. 2000.** *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. SANTIAGO : s.n., 2000.

**VASQUEZ CABRERA, Alexander Mauricio. 2018.** *Capacidad de soporte al estabilizar el suelo de la Vía Cascajal con adición de carbón y cal a nivel de sub rasante*. UNIVERSIDAD SAN PEDRO, Chimbote : 2018.

**Weather Spark. 2021.** El tiempo durante todo el año en cualquier lugar del mundo. [En línea] Informes climatológicos con el tiempo por mes, 2021. <https://es.weatherspark.com/>.

**zumaran , Aloyo. 2017.** *TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE INVESTIGACION CIENTIFICA*. LIMA : s.n., 2017.

## **ANEXOS**

**MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA-ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2021**

PROBLEMA DE INVESTIGACION	OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	INDEPENDIENTE			
Formulación, Uno de los tantos problemas es la inadecuada transpirabilidad y accesibilidad de la carretera en mal estado por tal razón no pueden trasladar sus productos en temporada de lluvia por las fechas de diciembre a abril presentando suelos de fundación del tipo limoso alta plasticidad con baja capacidad de soporte, lo cual no permite la construcción de un pavimento, siendo necesario el Manual de Carreteras del MTC debe tener una resistencia mayor al 6% CBR. ¿De qué manera se puede <b>mejorar</b> las propiedades <b>físicas y mecánicas</b> del suelo natural de la <b>subrasante</b> con ceniza de Estiércol Bovino y Cal en la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021?	Analizar y <b>mejorar</b> las propiedades físicas y mecánicas de suelos naturales de la subrasante con ceniza estiércol bovino y cal en la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021	Se podría <b>mejorar</b> significativamente las propiedades físicas y mecánicas de los suelos naturales de la subrasante con ceniza Estiércol Bovino y cal en la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021	CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL	D1: Dosificación de ceniza Estiercol Bovino y Cal	0%Cal y 0%CEB (Adición) 1%Cal y 20%CEB (Adición) 3%Cal y 15%CEB (Adición) 5%Cal y 10%CEB (Adición)	<b>Tipo:</b> Por enforque: cuantitativo <b>Por su aplicación:</b> Aplicada  <b>Diseño de la investigación:</b> cuasi experimental
PROBLEMA ESPECIFICO	OBJETIVO ESPECIFICO	HIPOTESIS ESPECIFICO	DEPENDIENTE			
Formulación, en la carretera Juliaca-Escallani tienen diferencia tipología de suelo por lo que no se sabe las características la de subrasante lugares en diferentes lugares de la zona tienen un índice plasticidad que no se sabe con presencia de barro en temporada de lluvia y humedad dentro de los cuales el suelo se encuentra estado plasticidad de qué forma nos permite el suelo en su clasificación por el método AASHTO y SUCS ¿En qué medida influye la adición de ceniza Estiércol Bovino y cal en los <b>límites de Atterberg en los suelos</b> de la subrasante en la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021?	Determinar las propiedades del índice de plasticidad con la adición de ceniza Estiércol Bovino y cal en los límites de Atterberg en los suelos de la subrasante en la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021	La adición de ceniza Estiércol Bovino y Cal mejora significativamente en los límites de Atterberg en los suelos de la subrasante en la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021	MEJORAMIENTO SUBRASANTE	D1: propiedades físicas de la subrasante	1: <b>límites de Atterberg en los suelos</b>	<b>Población:</b> Carretera Juliaca-Escallani con longitud 32 km
Formulación, dada la particularidad que la carretera Juliaca-Escallani se encuentra a orillas del lago Titicaca al Noreste a partir del cual el contenido de humedad también afecta y no esté a una profundidad el cual no puede ser favorable para la estructura del pavimento en fundación del suelo para cada muestra de los estratos obtenidos en los apiques o calicatas. ¿Cómo influye la dosificación de ceniza Estiércol Bovino y cal en el <b>OCH y MDS en la compactación del ensayo Proctor modificado</b> en la subrasante de la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021?	Determinar en qué medidas son adecuadas la ceniza Estiércol Bovino y Cal en las proporciones del OCH y MDS de compactación del ensayo Proctor modificado en la subrasante de la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021	La dosificación de ceniza Estiércol Bovino y Cal influye en el OCH y MDS de compactación del ensayo Proctor modificado de la subrasante en la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021				2: <b>OCH y MDS en la compactación del ensayo proctor modificado</b>
Formulación, uno del problema es saber capacidad soporte CBR a nivel subrasante, conocer el tipo de suelo fundación y sus características de las capas de los estratos por cada muestra para dar solución a la carga transmitida en un pavimento estructural para la construcción con los ensayos son porcentajes inadecuados para la construcción la real capacidad de soporte CBR a nivel de la subrasante. ¿Como se podría conocer la real <b>capacidad de soporte CBR al 95% y 100% en relación a la MDS del ensayo Proctor modificado</b> con Ceniza Estiércol Bovino y Cal de la subrasante en la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021?	Determinar las propiedades MDS al 95% y 100% en relación a la capacidad de soporte CBR con ceniza Estiércol Bovino y Cal de la subrasante en la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021	Conocer significativamente la real capacidad de soporte CBR al 95% y 100% en relación a la MDS del ensayo Proctor modificado con ceniza Estiércol Bovino y Cal en la subrasante de la carretera Juliaca-Escallani del departamento de Puno 2021		D1: Características mecánicas.	3: <b>capacidad de soporte CBR al 95% y 100% en relación a la MDS del ensayo proctor modificado</b>	<b>Técnica:</b> Observación directa y Experimentos <b>Instrumento:</b> Recolección de fichas técnicas <b>Análisis descriptivo:</b> Metodo

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE Y MATRIZ DE CONSISTENCIA

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DESCRIPCION CONCEPTUAL	DESCRIPCION OPERACIONAL	DIMENCIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS(Item)	ESCALA		
INDEPENDIENTE	CENIZA ESTIERCOL BOVINO	Aplicado la <b>dosificación</b> de 1%, 3% y 5% de <b>cal</b> viva. Con suelo natural un CBR de 4.82% se procesaron los resultados obtenidos comparándolos entre si con los resultados de otros investigadores logrando mejorar suelo CBR 11.20%, 17.60%, 19.30%.(RIOS;SOLANO,2021)	La primera variable independiente tiene una dimensión y un indicador los cuales tiene un instrumento con los que serán medidos. Una dimensión en común.	D1: <b>Dosificación</b> de ceniza estiercol bovino y <b>cal</b>	0%Cal y 0%CEB (Adición) 1%Cal y 20%CEB (Adición) 3%Cal y 15%CEB (Adición) 5%Cal y 10%CEB (Adición)	<b>NORMA</b>			Razon Porcent ajes
						ENSAYO ESTANDAR EN SUELOS			
						ASTM	NTP	MTC	
						Contenido de Humedad	D-2216	339,127	
	Analisis granulometrico por tamizado				D-422	339,128	MTC E 107		
	limite liquido				D-4318	339,129	MTC E 110		
limite plastico	D-4318	339,129	MTC E 111						
CAL	<b>ENSAYOS ESPECIALES DE SUELO</b>								
	Ensayo compactacion protor(modificado)	D-1557	MTC E-115	MTC E-115					
	Valor relativo de soporte CBR	D-1883	MTC E-132	MTC E-132					
DEPENDIENTE	MEJORAMIENTO SUBRASANTE	<b>Estabilización:</b> se define como el mejoramiento de las <b>propiedades físicas y características mecanica</b> de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos. se realizan en los suelos de sub rasante inadecuado o Insuficiente, en este caso son conocidas como estabilización suelo cemento, suelo cal, suelo asfalto y otros materiales(MTC-SSP, 2014)	La variable dependiente que es la mejora de la sub rasante tiene dos dimensiones y tres indicadores y tiene seis instrumentos con la que será medido para controlar la dosificación de la Ceniza Estiércol Bovino y Cal para la mejora de la Subrasante en la carretera Juliaca-Escallani del departamento de puno 2021	D1: <b>propiedades físicas</b> de los materiales	I1: límites de Atterberg en los suelos	<b>NORMA</b>			Razon Norma MTC
						ENSAYO ESTANDAR EN SUELOS			
						ASTM	NTP		
				Contenido de Humedad	D-2216	339,127	MTC E 108		
				Analisis granulometrico por tamizado	D-422	339,128	MTC E 107		
				limite liquido	D-4318	339,129	MTC E 110		
limite plastico	D-4318	339,129	MTC E 111						
D1: <b>Características mecanicas.</b>	I3: capacidad de soporte CBR al 95% y 100% en relacion MDS del ensayo procto modificado	<b>ENSAYOS ESPECIALES DE SUELO</b>							
		Ensayo compactacion protor(modificado)	D-1557	MTC E-115	MTC E-115				
		Valor relativo de soporte CBR	D-1883	MTC E-132	MTC E-132				



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CF-008-2022**

Pág. 1 de 3

<b>Expediente:</b>	<b>S-0038-2022</b>		
<b>OBJETO DE PRUEBA:</b>	<b>MAQUINA DE ENSAYOS C.B.R.</b>		
<b>Capacidad</b>	<b>5 000 kgf</b>		
<b>Dirección de carga</b>	<b>Ascendente</b>		
<b>FABRICANTE</b>	<b>KAIZACORP</b>		
<b>Modelo</b>	<b>NO INDICA</b>		
<b>Serie</b>	<b>508</b>		
<b>Indicador Digital (modelo // Serie)</b>	<b>NO INDICA</b>		
<b>Celda de Carga (modelo // Serie)</b>	<b>ZEMIC//H3-C3//VC146299</b>		
<b>Ubicación</b>	<b>JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 JULIACA</b>		
<b>Codigo Identificacion</b>	<b>NO INDICA</b>		
<b>Norma utilizada</b>	<b>ASTM E4 // ISO 7500-1</b>		
<b>Temperatura de prueba °C</b>	<b>Inicial</b>	<b>22.9</b>	<b>Final 23.2</b>
<b>Inspección general</b>	<b>La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento</b>		
<b>Intervalo calibrado</b>	<b>De 500 a 5000 kgf</b>	<b>10% al 100%</b>	
<b>Solicitante</b>	<b>GRUPO GEOCALI &amp; CONS E.I.R.L.</b>		
<b>Dirección</b>	<b>JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA</b>		
<b>PATRON(ES) UTILIZADO(S)</b>	<b>Tipo / Modelo</b>	<b>CELDA DE CARGA</b>	
	<b>Certif. de calibr.</b>	<b>INF-LE N° 168-21 PUCP</b>	
<b>Unidades de medida</b>	<b>Sistema Internacional de Unidades (SI)</b>		
<b>FECHA DE CALIBRACION</b>	<b>2022/02/04</b>		
<b>FECHA DE EMISION</b>	<b>2022/02/07</b>		
<b>FIRMAS AUTORIZADAS</b>			

Jefe de Metrologia  
**Luigi Asenjo G.**



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-008-2022

Pág. 2 de 3

Método de calibración : FUERZA INDICADA CONSTANTE

DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA : 49.03 kN Resolución: 0.001 kN Dirección de la carga: Ascendente  
 5000.0 kgf 0.1 kgf Factor de conversión: 0.00981 kN/kgf

Indicación de la máquina (F)	Indicaciones del patrón (series de mediciones)						
	0°	120°	No aplica	240°	Accesorios		
%	kN	kgf	kN	kN	kN		
10	4.90	500	4.95	4.94	No aplica	4.96	No aplica
20	9.81	1 000	9.90	9.89	No aplica	9.90	No aplica
30	14.71	1 500	14.76	14.79	No aplica	14.79	No aplica
40	19.61	2 000	19.64	19.64	No aplica	19.64	No aplica
50	24.52	2 500	24.47	24.49	No aplica	24.51	No aplica
60	29.42	3 000	29.32	29.34	No aplica	29.34	No aplica
70	34.32	3 500	34.17	34.18	No aplica	34.18	No aplica
80	39.23	4 000	39.01	39.02	No aplica	39.02	No aplica
90	44.13	4 500	43.91	43.91	No aplica	43.92	No aplica
100	49.03	5 000	48.80	48.80	No aplica	48.81	No aplica
Indicación después de carga :			0.00	0.00	0.00	0.00	No aplica

ESCALA : 049.03 kN Incertidumbre del patrón 0.096 %

Indicación de la máquina (F)	Cálculo de errores relativos				Resolución		
	Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios			
%	kN	kgf	q (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	a (%)
10	4.90	500	-0.92	0.54	No aplica	No aplica	0.02
20	9.81	1 000	-0.90	0.13	No aplica	No aplica	0.01
30	14.71	1 500	-0.47	0.19	No aplica	No aplica	0.01
40	19.61	2 000	-0.13	0.04	No aplica	No aplica	0.01
50	24.52	2 500	0.11	0.14	No aplica	No aplica	0.00
60	29.42	3 000	0.30	0.08	No aplica	No aplica	0.00
70	34.32	3 500	0.43	0.05	No aplica	No aplica	0.00
80	39.23	4 000	0.53	0.03	No aplica	No aplica	0.00
90	44.13	4 500	0.50	0.03	No aplica	No aplica	0.00
100	49.03	5 000	0.47	0.03	No aplica	No aplica	0.00

Error de cero fo (%) 0,000 0,000 0,000 No aplica Err máx.(0) = 000

FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrología  
Luiggi Asenjo G.



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

01 622 5224

997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

www.ag4ingenieria.com

# LABORATORIO DE METROLOGÍA



**AG4**  
INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-008-2022

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE

MAQUINA DE ENSAYOS C.B.R.

ESCALA 5 000 kgf

Error de exactitud 0.53 %

Error de repetibilidad 0.54 %

Error de Reversibilidad No aplica

Error de cero 0

Error por acces 0 %

Resolución 0.01 En el 20 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma. ISO 7500-1.

ESCALA 5 000 kgf Ascendente

### TRAZABILIDAD

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA SRL, asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados y certificados por la Pontificia Universidad Católica de Perú.

### OBSERVACIONES .

1. Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez .
- 2.El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
- 4.Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenido parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos .

### FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrologia  
Luiggi Asejo G.



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACION  
CL-168-2022**

**Expediente** : S-0038-2022  
**Solicitante** : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.  
**Dirección** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Instrumento de Medición** : CONO PARA DENSIDADES 61/2"  
**Marca** : SOILTEST  
**Modelo** : NO INDICA  
**Serie** : NO INDIC  
**Identificación** : 23  
**Procedencia** : Estados Unidos  
**Lugar de medición** : JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO 311 - JULIACA  
**Fecha de medición** : 2022-02-04  
**Fecha de Emisión** : 2022-02-07

**Método de medición Empleado**  
 Tomando como referencia el manual de ensayo de materiales (EM 2000) Ensayo para determinar la densidad de los suelos en el campo por el metodo del cono de arenas MTC E 117 - 2000 Y LA NORMA ASTM D1556 "Standard Test Method for Density and unit weight of soil in place by teh sand - cone method.

**Condiciones Ambientales:**

	Inicial	Final
Temperature	20.1 °C	20.4 °C
Humedad Relativa	54 %HR	52 %HR

**Resultados de las Mediciones**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las siguientes páginas del presente documento.

La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.

**Observaciones:**

(\*) Código asignado por AG4 INGENIERIA & METROLOGIA

**PATRONES DE REFERENCIA:**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patron de referencia	Pie de rey	L-0458-2021
Patron de referencia	Cinta Metrica	L-0459-2021

Luiggi Asenjo G.  
 Jefe de Metrología

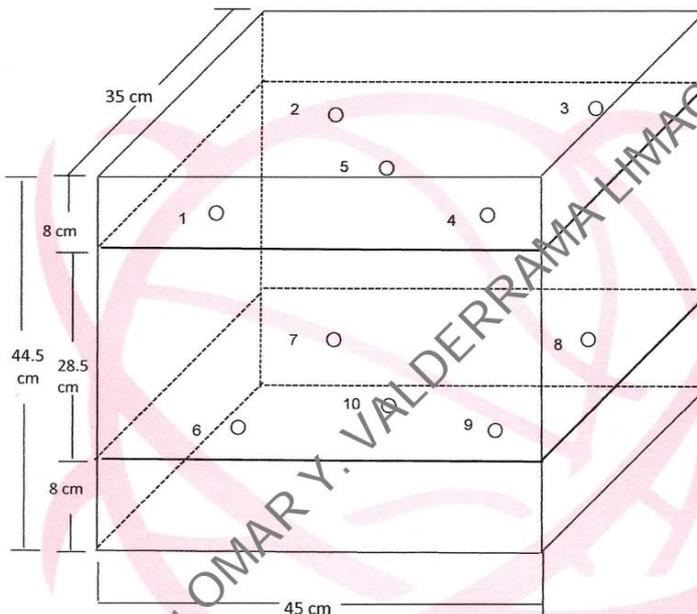
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CT-013-2022

Página 5 de 5

DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de los planos inferior y superior.

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 10 están ubicados a 6 cm de las paredes laterales.

Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 6 cm y a 8 cm respectivamente de la parte superior e inferior del horno tal como se muestra en el dibujo.

  
Luigi Asenjo G.  
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

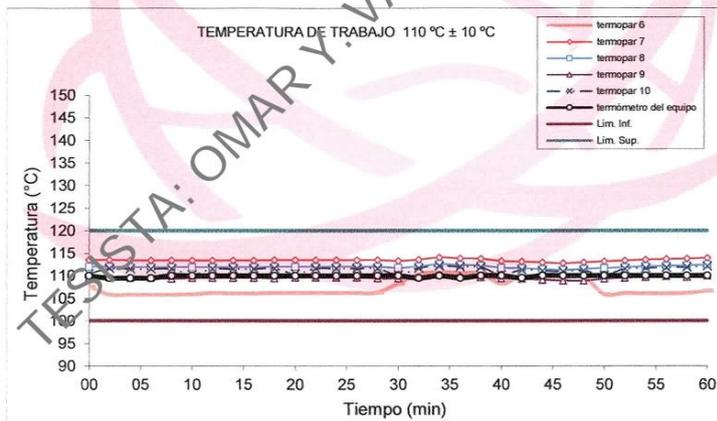
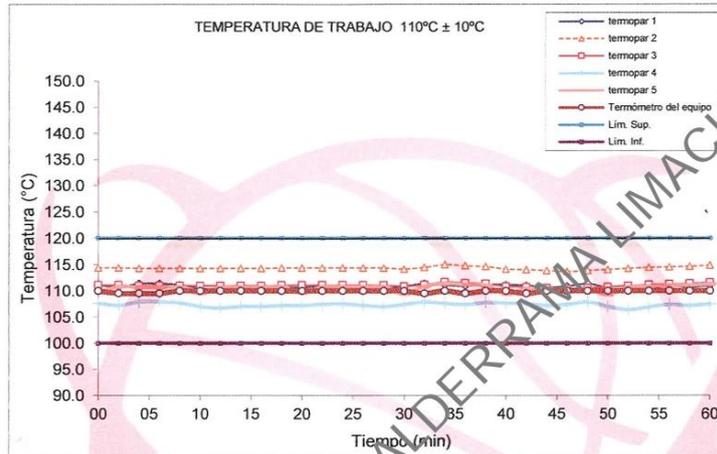
✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CT-013-2022

Página 4 de 5



TESTA: OMAR Y. VADERRAMA LIMACHI

Lugg Aseñjo  
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

# LABORATORIO DE METROLOGÍA



# AG4

INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CT-013-2022

Página 3 de 5

### PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de referencia	Termometro de indicación Digital con sensores	CTM-001-2021
Patrón de referencia	Termometro de indicación digital	T-1174-2021

PARÁMETRO	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	115.0	0.3
Mínima Temperatura Medida	105.8	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	5	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	7.0	0.3
Estabilidad	± 2.50	0.04
Uniformidad	8.6	0.3

T.PROM.: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T.prom. : Promedio de la temperatura en las diez posiciones de medición para un instante dado.

T.MAX : Temperatura máxima

T.MIN. : Temperatura mínima

DTT. : Desviación de Temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo " DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termometro propio del medio isoterma: **0.6 °C**

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  máx. DTT.

Luigi Asenjo G.  
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com

# LABORATORIO DE METROLOGÍA



# AG4

INGENIERIA & METROLOGÍA S.R.L.

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CT-013-2022

Página 2 de 5

**Condiciones Ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	21.2	21.9
Humedad (%)	65	66

**Resultados de la calibración:**

### CALIBRACION PARA 110 °C ± 10 °C

TIEMPO (min.)	T ind. (°C) Termómetro del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICION (°C)										T prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)	
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR							
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
00	110	111.1	114.4	111.1	107.6	109.6	107.6	113.5	112.0	109.6	110.4	110.7	6.8	
02	110	110.7	114.4	111.1	107.2	110.8	105.8	113.5	112.0	109.6	111.6	110.7	8.6	
04	110	111.4	114.3	111.0	107.9	110.7	105.8	113.4	111.9	109.5	111.5	110.7	8.5	
06	110	111.4	114.3	111.0	107.9	110.7	105.8	113.4	111.9	109.5	111.5	110.7	8.5	
08	110	111.2	114.3	111.0	107.7	110.7	105.8	113.4	111.9	109.5	111.5	110.7	8.5	
10	110	110.5	114.3	111.0	107.0	109.5	105.9	113.4	111.9	109.5	110.3	110.3	8.4	
12	110	110.2	114.3	111.0	106.7	110.7	106.2	113.4	111.9	109.5	111.5	110.5	8.1	
14	110	110.5	114.3	111.0	107.0	110.7	106.1	113.4	111.9	109.5	111.5	110.6	8.2	
16	110	110.5	114.3	111.0	107.0	110.7	106.1	113.4	111.9	109.5	111.5	110.6	8.2	
18	110	110.7	114.4	111.1	107.2	110.8	106.2	113.5	112.0	109.4	111.6	110.7	8.2	
20	110	110.7	114.4	111.1	107.2	109.6	106.2	113.5	112.0	109.6	110.4	110.5	8.2	
22	110	110.9	114.4	111.1	107.4	110.8	106.2	113.5	112.0	109.6	111.6	110.8	8.2	
24	110	111.0	114.4	111.1	107.5	110.8	106.2	113.5	112.0	109.6	111.6	110.8	8.2	
26	110	110.7	114.4	111.1	107.2	110.8	106.2	113.5	112.0	109.6	111.6	110.7	8.2	
28	110	110.5	114.4	111.1	107.0	110.8	106.3	113.5	112.0	109.4	111.6	110.7	8.1	
30	110	110.9	114.2	110.9	107.4	109.4	108.3	113.3	111.8	109.4	110.2	110.6	6.8	
32	110	111.4	114.5	111.2	107.9	110.9	110.3	113.6	112.1	109.7	111.7	111.3	6.6	
34	110	111.1	115.0	111.7	107.6	111.4	110.8	114.1	112.6	110.2	112.2	111.7	7.4	
36	110	110.9	114.8	111.5	107.4	111.2	110.6	113.9	112.4	110.0	112.0	111.5	7.4	
38	110	111.3	114.7	111.4	107.8	111.1	110.5	113.8	112.3	109.7	111.9	111.5	6.9	
40	110	111.2	114.7	111.2	110.9	107.7	109.4	108.3	113.3	111.8	109.4	110.2	110.6	6.5
42	110	111.1	114.7	111.1	110.8	107.6	110.5	109.9	113.2	111.7	109.3	111.3	111.0	6.5
44	110	110.7	113.9	110.6	107.2	110.3	109.7	113.0	111.5	109.1	111.1	110.7	6.7	
46	110	110.9	113.7	110.4	107.4	110.1	109.5	112.8	111.3	108.9	110.9	110.6	6.3	
48	110	111.4	113.9	110.6	107.9	110.3	109.7	113.0	111.5	108.9	111.1	110.8	6.0	
50	110	110.5	114.1	110.8	107.0	109.3	105.9	113.2	111.7	109.3	110.1	110.2	8.2	
52	110	109.9	114.3	111.0	106.4	110.7	106.2	113.4	111.9	109.5	111.5	110.5	8.1	
54	110	110.4	114.5	111.2	106.9	110.9	106.1	113.6	112.1	109.7	111.7	110.7	8.4	
56	110	110.9	114.6	111.3	107.4	111.0	106.1	113.7	112.2	109.8	111.8	110.9	8.5	
58	110	110.7	114.7	111.4	107.2	111.1	106.2	113.8	112.3	109.7	111.9	110.9	8.5	
60	110	111.0	114.9	111.6	107.5	111.3	106.7	114.0	112.5	110.0	112.1	111.2	8.2	
T.PROM	110	110.8	114.4	111.1	107.3	110.5	107.3	113.5	112.0	109.5	111.3	110.8		
T.MAX	110	111.4	115.0	111.7	107.9	111.4	110.8	114.1	112.6	110.2	112.2			
T.MIN	110	109.9	113.7	110.4	106.4	109.3	105.8	112.8	111.3	108.9	110.1			

*[Signature]*  
Luis Asenjo G  
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

☎ 01 622 5224    📠 997 045 343 / 961 739 849 / 955 851 191    ✉ ventasag4ingenieria@gmail.com / ventas@ag4im.com    🌐 www.ag4ingenieria.com

# LABORATORIO DE METROLOGÍA



# AG4

INGENIERIA & METROLOGÍA S.R.L.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CT-013-2022

Página 1 de 5

**Expediente** : S-0038-2022  
**Solicitante** : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.  
**Dirección** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Equipo de Medición** : HORNO ELECTRICO  
**Marca** : KAIZACORP  
**Modelo** : STHJX-A1  
**Procedencia** : NO INDICA  
**Código de Ident.** : NO INDICA  
**Número de Serie** : 200621  
**T° de trabajo** : 110 °C ± 10 °C  
**Ventilación** : Forzada  
**Lugar de Calibración** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Fecha de Calibración** : 2022-02-04  
**Fecha de Emisión** : 2022-02-07

Nombre	Marca	Modelo	Código de Identificación	Alcance de indicación	División mínima	Tipo de Indicación
Termometro controlador	NO INDICA	NO INDICA	NO INDICA	300°C	1°C	Digital

### Método de Calibración Empleada

La calibración se realizó tomando como referencia el Método de Comparación entre las indicaciones de lectura del termometro controlador del equipo a calibrar y con un Termometro digital con 10 termopares utilizando el "PC-018 "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático". INDECOPI-Segunda Edición - junio 2009.

### Observaciones

- (\*) Identificación grabada en una etiqueta adherida en el instrumento.
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.

(\*) Código asignado por AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L.

Luigi Aserjo G  
Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CF-006-2022**

Pág. 3 de 3

CLASIFICACIÓN DE **MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS**  
**Errores relativos máximos absolutos hallados**

ESCALA	101972.0	kgf			
Error de exactitud	-2.43 %		Error de cero	0	
Error de repetibilidad	1.31 %		Error por accesorios	0 %	
Error de Reversibilidad	No aplica		Resolución	0.05	En el 20 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma ISO 7500-1, la máquina de ensayos se clasifica:

**ESCALA 101 972 kgf Ascendente**

**TRAZABILIDAD**

AG4 INGENIERIA & METROLOGIA S.R.L., asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados por la Pontificia Universidad Católica de Perú.

**OBSERVACIONES .**

1. Los cartas de calibración sin las firmas no tienen validez .
- 2.El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones a intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
- 4.Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenidos parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos

**FIRMAS AUTORIZADAS**

**Jefe de Metrología**  
**Luigi Asenjo G.**

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

# LABORATORIO DE METROLOGÍA



# AG4

INGENIERIA & METROLOGÍA S.R.L.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CF-006-2022

Pág. 2 de 3

Método de calibración : FUERZA INDICADA CONSTANTE

### DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA : 1000.0 **kN** Resolución: 0.10 **kN** Dirección de la carga: Ascendente  
 101 972 **kgf** 10 **kgf** Factor de conversión: 0.0098 **kN/kgf**

Indicación de la máquina			Indicaciones del instrumento patrón			
(F <sub>i</sub> )			0°	120°	240°	Accesorios
%	kN	kgf	kN	kN	kN	kN
10	100.00	10 197	103.3	102.2	No aplica	No aplica
20	200.00	20 394	206.6	206.1	No aplica	No aplica
30	300.00	30 591	310.4	309.5	No aplica	No aplica
40	399.99	40 788	413.8	412.9	No aplica	No aplica
50	499.99	50 985	516.1	514.8	No aplica	No aplica
60	599.99	61 182	618.4	617.2	No aplica	No aplica
70	699.99	71 379	720.6	722.7	No aplica	No aplica
80	799.99	81 576	822.9	822.6	No aplica	No aplica
90	899.99	91 773	921.0	920.7	No aplica	No aplica
100	999.98	101 970	1019.2	1018.7	No aplica	No aplica
Indicación después de carga :			0.00	0.00	0.00	0.00

ESCALA : 1000.00 **kN** Incertidumbre del patrón: 0.086 %

Indicación de la máquina			Cálculo de errores relativos				Resolución
(F <sub>i</sub> )			Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios	
%	kN	kgf	q (%)	b (%)	v (%)	Acces. (%)	a (%)
10	100.00	10 197	-2.43	1.31	No aplica	No aplica	0.10
20	200.00	20 394	-3.01	0.31	No aplica	No aplica	0.05
30	300.00	30 591	-3.15	0.32	No aplica	No aplica	0.03
40	399.99	40 788	-3.19	0.23	No aplica	No aplica	0.02
50	499.99	50 985	-2.97	0.26	No aplica	No aplica	0.02
60	599.99	61 182	-2.87	0.20	No aplica	No aplica	0.02
70	699.99	71 379	-2.92	0.39	No aplica	No aplica	0.01
80	799.99	81 576	-2.74	0.08	No aplica	No aplica	0.01
90	899.99	91 773	-2.25	0.07	No aplica	No aplica	0.01
100	999.98	101 970	-1.85	0.06	No aplica	No aplica	0.01
Error de cero fo (%)			0,000	0,000	0,000	No aplica	Err máx.(0) = 000

### FIRMAS AUTORIZADAS

Jefe de Metrología  
 Luigi Aseño G.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343  
 961 739 849  
 955 851 191

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
 ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CF-006-2022**

Pág. 1 de 3

**Expediente:** S-0023-2022

**OBJETO DE PRUEBA:** MAQUINA PARA ENSAYOS DE CONCRETOS

**Rangos** 101972.0 kgf

**Dirección de carga** Ascendente

**FABRICANTE** PYS EQUIPOS

**Modelo** STYE-2000

**Serie** 190216

**Transductor (Modelo // Serie)** NO INDICA

**Capacidad** 2000 kN

**Ubicación** JR. JOSE ANTONIO ZELA NRO. 311 - JULIACA

**Codigo Identificación** NO INDICA

**Norma utilizada** ASTM E4; ISO 7500-1

**Intervalo calibrado** Escala (s) 101 972 kgf  
De 10 000 a 100 000 kgf

Temperatura de prueba °C			
Inicial		Final	
	28,5	Final	28,7

**Inspección general** La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento

**Solicitante** GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.

**Dirección** JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

**Ciudad** JULIACA

**PATRON(ES) UTILIZADO(S)** CELDA DE CARGA

Código	
MF-02 // C-0208	
Certif. de calibr.	INF-LE 050-20A PUCP

**Unidades de medida** Sistema Internacional de Unidades (SI)

**FECHA DE CALIBRACION** 2022/02/03

**FECHA DE EMISION** 2022/02/07

**FIRMAS AUTORIZADAS**

*Luigi Azenjo G.*

Jefe de Metrología

Luigi Azenjo G.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

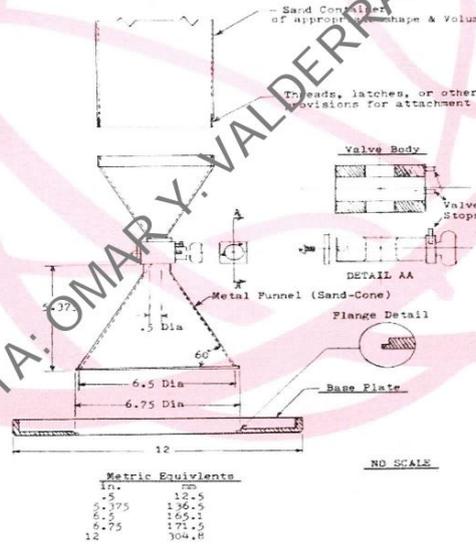
🌐 www.ag4ingenieria.com



RESULTADO DE MEDIONES

Diametro Inferior promedio Medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitido (mm)
164.80	0.03	165.10

Altura promedio Medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitido (mm)
135.58	0.03	136.53



TESISTA: OMAR VALDERAMA LACCHI

*[Signature]*  
Luigg Asehjo  
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com

**8.- Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,5	20,3
Humedad Relativa (%)	73	73

 GRUPO  
 GEOCALI & CONS. E.I.R.L.  
 RUC: 2060820959

 Wilder Colquehuana Curo  
 GERENTE

**9.- Resultados de Medición**
**Ensayo de repetibilidad**

Carga ( g ) = 3000,00			Carga ( g ) = 6000,00		
I ( g )	$\Delta L$ ( g )	E ( g )	I ( g )	$\Delta L$ ( g )	E ( g )
2999,9	0,02	-0,07	5999,9	0,05	-0,08
2999,9	0,03	-0,08	5999,9	0,05	-0,10
2999,9	0,02	-0,07	6000,0	0,02	0,03
3000,0	0,03	0,02	5999,9	0,06	-0,11
3000,0	0,02	0,03	5999,9	0,02	-0,07
2999,9	0,02	-0,07	6000,0	0,02	0,03
2999,9	0,05	-0,10	6000,0	0,02	0,03
2999,9	0,04	-0,09	5999,9	0,04	-0,09
2999,9	0,02	-0,07	5999,9	0,05	-0,10
3000,0	0,03	0,02	5999,9	0,03	-0,08

Carga ( g )	$E_{max} - E_{min}$ ( g )	E.M.P. ( g )
3000,00	0,13	3,0
6000,00	0,14	3,0


**Ensayo de excentricidad**

2	5
1	
3	4

Posic. de la carga	Carga mínima ( g )	I ( g )	$\Delta L$ ( g )	$E_0$ ( g )	Carga ( g )	I ( g )	$\Delta L$ ( g )	E ( g )	$E_c$ ( g )	e.m.p ( g )
1	1,00	1,0	0,05	0,00	2000,00	2000,0	0,06	-0,01	-0,01	2,0
2		1,0	0,05	0,00		1999,9	0,06	-0,11	-0,11	2,0
3		1,0	0,05	0,00		1999,9	0,05	-0,10	-0,10	2,0
4		1,0	0,06	-0,01		2000,0	0,04	0,01	0,02	2,0
5		1,0	0,05	0,00		2000,0	0,04	0,01	0,01	2,0

I: Indicación de la balanza

L: Carga aplicada sobre la balanza

 $\Delta L$ : Incremento de pesas patron

E: Error del valor de indicación.

 $E_0$ : Error en cero.

 $E_c$ : Error corregido.

e.m.p: Error máximo permisible

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LMM - 049-2021**

Pág. 1 de 3

Fecha de Emisión : 2021-05-25

Expediente: 116

**1.- Solicitante** : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.  
 Dirección : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 (A 2 CDRS DEL ESTADIO NUEVO) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

**2.- Instrumento de Medición** : BALANZA

Marca : OHAUS  
 Modelo : SE6001FZH  
 Serie : B416517977  
 Código : NO INDICA  
 Procedencia : CHINA  
 Capacidad máxima : 6000 g  
 Div de Escala ( d ) : 0,1 g  
 Div de verificación ( e ) : 1 g ( \* )  
 Clase de exactitud : III ( \*\* )  
 Capacidad mínima : 20 g ( \*\*\* )

GRUPO  
GEOCALI & CONS. E.I.R.L.  
RUC 20609007310

Walter Colquehuancu Cura  
REFERENTE

**3.- Fecha de Calibración** : 2021-05-25

**4.- Lugar de Calibración** : En las instalaciones de CALIBRACIONES PERÚ S.A.C

**5.- Método de Calibración** : La comparación de las indicaciones de la balanza contra las cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón).

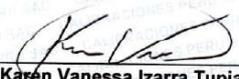
**6.- Procedimiento de Calibración** : PC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII".  
 INACAL - Primera edición - Mayo 2019

**7.- Trazabilidad**

Trazabilidad Metroológica	Pesas utilizada	Código del patrón	Certificado de calibración
HAFNER	Juego de pesas de 1 mg a 200 g	LM025	M-0900-2020
HAFNER	Pesa de 500 g	LM026	M-0901-2020
HAFNER	Pesa de 1 kg	LM027	M-0902-2020
HAFNER	Pesa de 2 kg	LM028	M-0899-2020
CALPE	Pesa de 5 kg	LM003	LMM-044-2020

  
**Leonel Palomino Nuñez**  
 Jefe de Laboratorio de Metrología



  
**Ing. Karén Vanessa Izarra Tupia.**  
 Gerente General  
 C.I.P.: 221730

CALIBRACIONES PERÚ S.A.C. - RUC: 20600820959  
 Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú  
 Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: [ventas@calibracionesperu.pe](mailto:ventas@calibracionesperu.pe)  
[laboratorio@calibracionesperu.pe](mailto:laboratorio@calibracionesperu.pe)  
[www.calibracionesperu.pe](http://www.calibracionesperu.pe)

# LABORATORIO DE METROLOGÍA



# AG4

INGENIERÍA & METROLOGÍA S.R.L.

Certificado de Calibración CL-165-2022

Página 2 de 2

## PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patron de referencia	Pie de rey	L-0458-2021

Diametro promedio Medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitido (mm)
152.46	0.03	151.7 a 153.1

Altura promedio Medido (mm)	Incertidumbre (mm)	Desviación mínima y máximo permitido (mm)
116.45	0.03	115.9 a 116.9

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo

La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (K). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

Luggi Aserio G.  
Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CL-165-2022**

**Expendiente** : S-0038-2022  
**Solicitante** : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.  
**Dirección** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Instrumento de Medición** : MOLDE PROCTOR MODIFICADO  
**Marca** : NO INDICA  
**Modelo** : NO INDICA  
**Serie** : NO INDICA  
**Identificación** : M-2  
**Procedencia** : NO INDICA  
**Lugar de Calibración** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Fecha de Calibración** : 2022-02-04  
**Fecha de Emisión** : 2022-02-07

**Método de Calibración Empleado**

Tomando como referencia el manual de ensayo de materiales (EM 2000) COMPACTACIÓN DE SUELOS EN LABORATORIO UTILIZANDO UNA ENERGÍA STANDARD 600 kN-m/m3 MTC E 116 - 2000 Y LA NORMA ASTM D 698.

**Resultados de las Mediciones**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las siguientes páginas del presente documento.

La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

**Condiciones Ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura	20.1 °C	20.5 °C
Humedad Relativa	52 %	52 %

**Observaciones:**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.

(\*) Código asignado por AG4 Ingeniería & Metrología

  
 Luigi Asenjo  
 Jefe de Metrología



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

☎ 01 622 5224

☎ 997 045 343  
961 739 849  
955 851 191

✉ ventasag4ingenieria@gmail.com  
ventas@ag4im.com

🌐 www.ag4ingenieria.com



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CL-164-2022**

**Expendiente** : S-0038-2022  
**Solicitante** : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.  
**Dirección** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Instrumento de Medición** : MARTILLO PROCTOR MODIFICADO  
**Marca** : NO INDICA  
**Modelo** : NO INDICA  
**Serie** : NO INDICA  
**Identificación** : MM-1  
**Procedencia** : NO INDICA  
**Lugar de Calibración** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 - PUNO - SAN ROMAN - JULIACA  
**Fecha de Calibración** : 2022-02-04  
**Fecha de Emisión** : 2022-02-07

**Método de Calibración Empleado**

Tomando como referencia el manual de ensayo de materiales (EM 2000) Compactación de suelos en el Laboratorio utilizando una energía standard MTC E115 - 2000 Y LA NORMA ASTM D 1557.

**Resultados de las Mediciones**

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las siguientes páginas del presente documento.

**Condiciones Ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura	20.1 °C	20.5 °C
Humedad Relativa	52 %	52 %

**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- Los resultados indicados en el presente documento son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.
- AG4 INGENIERIA & METROLOGIA, no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documentos.
- El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes.
- El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

Luigi Aserjo G.  
 Jefe de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE AG4 INGENIERIA Y METROLOGIA S.R.L.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**
**LMM-005-2020**

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 3

<b>Expediente</b>	2006		<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.</p> <p>Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.</p> <p>Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.</p>
<b>Solicitante</b>	<b>GRUPO GEOCALI &amp; CONS E.I.R.L.</b>		
<b>Dirección</b>	JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 (A 2 CDRS DEL ESTADIO NUEVO) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA		
<b>Instrumento de Medición</b>	<b>BALANZA NO AUTOMATICA</b>		
<b>Marca (o Fabricante)</b>	POCKET SCALE		
<b>Modelo</b>	MH-SERIES		
<b>Numero de Serie</b>	NO INDICA		
<b>Procedencia</b>	CHINA		
<b>Tipo</b>	Electronica		
<b>Identificación</b>	NO INDICA		
<b>Alcance de Indicación</b>	0	gr a 200 gr	
<b>División de escala (d) o resolución</b>	0.1	gr	
<b>Div.verific. De escala ( e )</b>	0,01	gr	
<b>Capacidad Minima</b>	2	gr	
<b>Clase de exactitud</b>	III		
<b>Ubic. Del Instrumento</b>	Instalaciones del solicitante CALIBRACIONES PERU		
<b>Lugar de Calibración</b>	Laboratorio de Masa CALIBRACIONES PERU S.A.C		
<b>Fecha de Calibración</b>	13/010/2020		

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI, Edición tercera Enero 2009.

**Trazabilidad**

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales de METROIL, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

**Patrones utilizados :** M-0984-2019

<b>Sello</b>	<b>Fecha de emisión</b>
	<b>2020-10-13</b>

Jefe del laboratorio de calibración  




**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 010-LL-2020**

Página 1 de 1

Fecha de Emisión : 2020/10/17  
Expediente : 010

1. SOLICITANTE : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.

DIRECCIÓN : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 (A 2 CDRS DEL  
ESTADIO NUEVO) PUNO - SAN ROMAN -  
JULIACA

2. EQUIPO DE  
MEDICIÓN : CAZUELA CASAGRANDE

Marca : NO INDICA

Modelo : NO INDICA

Número de serie : S/N

Procedencia : NO INDICA

FECHA DE  
CALIBRACIÓN : 2020/10/17

**3 PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros  
patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional de  
Temperatura de 1990 (ITS-90).

**4. LUGAR DE CALIBRACIÓN**

La calibración se realizó en el laboratorio del solicitante.

Trazabilidad	Patrón utilizado	INFORMACION DE CALIBRACIÓN
Patrón de referencia	VERNIER BLOQUES PATRON	L-0729-2019 LLA-141-2020

**TABLA DE RESULTADOS**

± 1 mm	10 mm
--------	-------



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

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento de la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

CALIBRACIONES PERU SAC. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LML-006-2021**

**Fecha de Emisión** : 2021-05-24

**Expediente** : 115

**1.- Solicitante** : **GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.**

**Dirección** : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 (A 2 CDRS DEL ESTADIO NUEVO) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA

**2.- Instrumento de Medición** : **RELOJ COMPARADOR (DIAL INDICADOR)**

**Marca** : INSIZE

**Modelo** : 2307-1

**Serie** : 6621

**Procedencia** : NO INDICA

**Alcance de Indicación** : 1 "

**División de Escala** : 0,001 "

**Fecha de Calibración** : 2021-05-24

**3.- Método de Calibración**

La calibración se realizó empleando el método por comparación entre Bloques Planoparalelos Patrón y la indicación de lectura del Reloj Comparador, tomando como referencia el procedimiento PC-014 "Procedimiento para la calibración de comparadores de Cuadrantes (usando Bloques)

**4.- Lugar de Calibración**

En las instalaciones de CALIBRACIONES PERU S.A.C

**5.- Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura ( °C )	20,2	20,3
Humedad Relativa ( % )	73	73

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

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

CALIBRACIONES PERU S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento.

GRUPO  
GEOCALI & CONS E.I.R.L.  
RUC 2060503270

Wilder Colquehua Ciro  
GERENTE

**Leonel Palomino Nuñez**  
Jefe de Laboratorio de Metrología



**Ing. Vanessa Izarra Tupia**  
Gerente General

**8.- Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,5	20,5
Humedad Relativa (%)	73	73

 GRUPO  
**GEOCALI & CONS. E.I.R.L.**  
 RUC 2060502370

 Wilder Colquhuanca Caro  
 GERENTE

**9.- Resultados de Medición**
**Ensayo de repetibilidad**

Carga ( g ) = 310,000			Carga ( g ) = 620,000		
I ( g )	ΔL ( g )	E ( g )	I ( g )	ΔL ( g )	E ( g )
309,99	0,002	-0,007	620,00	0,005	0,000
310,00	0,003	0,002	620,00	0,006	-0,001
310,00	0,002	0,003	620,00	0,005	0,000
310,00	0,004	0,001	619,99	0,004	-0,009
309,99	0,006	-0,011	619,99	0,005	-0,010
309,99	0,004	-0,009	620,00	0,005	0,000
309,99	0,005	-0,010	620,00	0,006	-0,001
309,99	0,006	-0,011	619,99	0,006	-0,011
310,00	0,005	0,000	619,99	0,004	-0,009
310,00	0,006	-0,001	619,99	0,005	-0,010

Carga ( g )	E <sub>max</sub> - E <sub>min</sub> ( g )	E.M.P. ( g )
310,000	0,014	0,30
620,000	0,011	0,30


**Ensayo de excentricidad**


Posic. de la carga	Carga mínima ( g )	I ( g )	ΔL ( g )	E <sub>o</sub> ( g )	Carga ( g )	I ( g )	ΔL ( g )	E ( g )	E <sub>c</sub> ( g )	e.m.p ( g )
1	0,100	0,10	0,005	0,000	200,000	200,00	0,006	-0,001	-0,001	0,20
2		0,10	0,006	-0,001		200,00	0,005	0,000	0,001	0,20
3		0,10	0,006	-0,001		200,01	0,005	0,010	0,011	0,20
4		0,10	0,005	0,000		199,99	0,004	-0,009	-0,009	0,20
5		0,10	0,004	0,001		199,99	0,005	-0,010	-0,011	0,20

I: Indicación de la balanza

E: Error del valor de indicación.

L: Carga aplicada sobre la balanza

 E<sub>o</sub>: Error en cero.

ΔL: Incremento de pesas patron

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

e.m.p: Error máximo permisible

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LMM - 048-2021**

Pág. 1 de 3

Fecha de Emisión : 2021-05-22

Expediente: 114

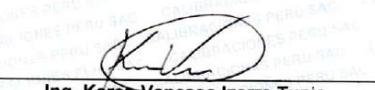
- 1.- Solicitante** : GRUPO GEOCALI & CONS E.I.R.L.  
Dirección : JR. JOSE A. ZELA NRO. 311 (A 2 CDRS DEL ESTADIO NUEVO) PUNO - SAN ROMAN - JULIACA
- 2.- Instrumento de Medición** : BALANZA  
Marca : OHAUS  
Modelo : NV622  
Serie : 8341205547  
Código : NO INDICA  
Procedencia : NO INDICA  
Capacidad máxima : 620 g  
Div de Escala ( d ) : 0,01 g  
Div de verificación ( e ) : 0,1 g ( \* )  
Clase de exactitud : III ( \*\* )  
Capacidad mínima : 0,2 g ( \*\*\* )
- 3.- Fecha de Calibración** : 2021-05-22
- 4.- Lugar de Calibración** : En las instalaciones de CALIBRACIONES PERÚ S.A.C
- 5.- Método de Calibración** : La comparación de las indicaciones de la balanza contra las cargas aplicadas de valor conocido (pesas patrón).
- 6.- Procedimiento de Calibración** : RC-001 "Procedimiento para la calibración de instrumentos de pesaje de funcionamiento no automático clase III y IIII".  
INACAL - Primera edición - Mayo 2019
- 7.- Trazabilidad**

 GRUPO  
GEOCALI & CONS. E.I.R.L.  
RUC: 20605082310

 Wilder Colquhuanco Curo  
GERENTE

Trazabilidad Métrica	Pesas utilizada	Código del patrón	Certificado de calibración
HAFNER	Juego de pesas de 1 mg a 200 g	LM025	M-0900-2020
HAFNER	Pesa de 500 g	LM026	M-0901-2020

  
**Leonel Palomino Nuñez**  
 Jefe de Laboratorio de Metrología

  
**Ing. Karen Vanessa Izarra Tupia.**  
 Gerente General  
 C.I.P.: 221730

 CALIBRACIONES PERÚ S.A.C. - RUC: 20600820959  
 Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú  
 Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

 E-mail: ventas@calibracionesperu.pe  
 laboratorio@calibracionesperu.pe  
 www.calibracionesperu.pe

**9.- RESULTADOS**

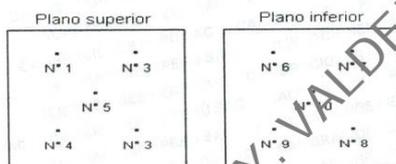
Las incertidumbre expandida de medición reportadas en este documento son los valores de la incertidumbres estándares de medición multiplicadas por un factor de cobertura  $k=2$  que corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.


**Figura 1:** Posición tridimensional de los termopares.

Donde:  $L = 45,0 \text{ cm}$ ,  $A = 35,0 \text{ cm}$ ,  $h_1 = 8,0 \text{ cm}$ ,  $h_2 = 28,5 \text{ cm}$ ,  $h_3 = 8,0 \text{ cm}$


**Figura 2:** Fotografía interior del medio isotermo.

Los termopares ubicados en los planos superior e inferior se colocaron a 6 cm de las paredes laterales y a 6 cm del fondo y frente del medio isotermo. Los termopares N° 5 y N° 10 están ubicados en la parte central de sus respectivos planos, tal como se muestra en la figura 1.


**Figura 3:** Posición de los termopares en los planos.

Condiciones usuales de trabajo del equipo	
Posición de los planos Plano inferior: 1,5 cm por debajo del 1 escalón Plano superior: 6 cm por encima del 3 escalón	Posición de las parrillas Parrilla inferior: 1 escalón Parrilla superior: 3 escalón

Temperatura	Pos. Selector	Pos. Ventilación	% Carga	Descripción de la carga
110 °C	110,0 °C	Abierta	20	Recipientes metálicos



# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



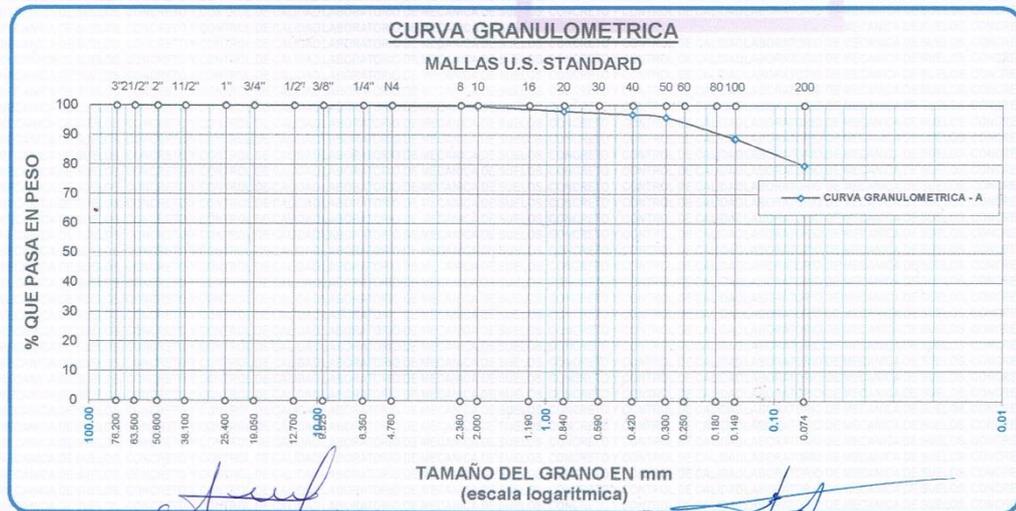
RUC.: 20605082310

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
 SOLICITANTE : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
 UBICACIÓN : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
 MUESTRA : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON  
 FECHA : lunes, 14 de marzo de 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. % Pasa En Peso	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						P.I.= 3200.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 2800.70
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 399.30
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 21.60
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA: L.L.= 50.43 L.P.= 37.52 I.P.= 12.91
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.700	3.30	0.10	0.10	99.90		
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.10	99.90		
1/4"	6.350						CARACT. GRANULOMETRICAS: D10= ---- Cu= ---- D30= ---- Cc= ---- D60= ----
No4	4.760	1.80	0.06	0.16	99.84		
No8	2.380						
No10	2.000	0.90	0.18	0.34	99.66		
No16	1.190						CLASIFICACION: SUCS : MH AASHTO : A-7 <20>
No20	0.840	8.50	1.70	2.04	97.96		
No30	0.590						
No40	0.420	5.60	1.12	3.15	96.85		
No 50	0.300	4.50	0.90	4.05	95.95		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	35.60	7.12	11.16	88.84		
No200	0.074	45.60	9.12	20.27	79.73		
BASE		399.30	79.86	100.00	0.00		
TOTAL		3200.00	100.00				
% PERDIDA		12.48					



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

Ing. Wilder Colan Juanca (C.I.)  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 C.I.P. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON  
**FECHA** : lunes, 14 de marzo de 2022

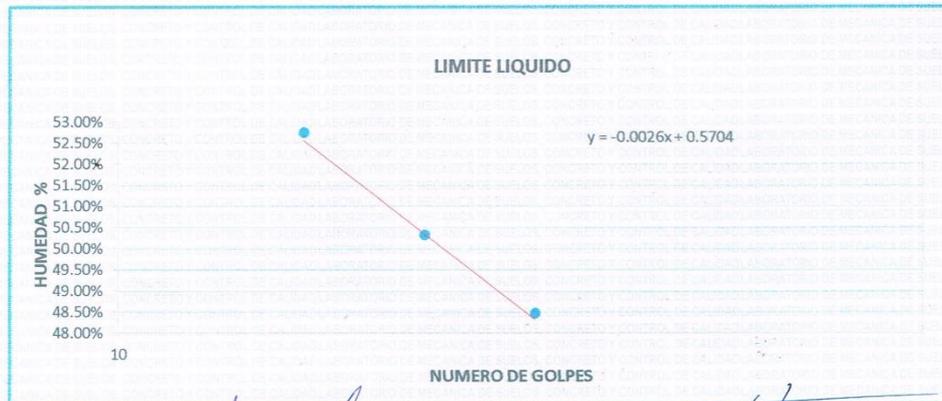
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	C	M	8
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	40.5	43.2	45.3
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33.8	35.5	37.3
AGUA	gr.	6.7	7.7	8
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.1	20.2	20.8
PESO DEL SUELO SECO	gr.	12.7	15.3	16.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	52.76%	50.33%	48.48%
NUMERO DE GOLPES	N	17	24	33

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	6	2
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	26.6	28.99
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	24.8	27
AGUA	gr.	1.8	1.99
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.0	21.7
PESO DEL SUELO SECO	gr.	4.8	5.3
LIMITE PLASTICO	%	37.50%	37.55%

LIMITE LIQUIDO	50.43
LIMITE PLASTICO	37.52
INDICE DE PLASTICIDAD	12.91



Bach. Ing. Andres Luyue Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

Ing. Wilder Colquehuasi Curo  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 305171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - 82% MUESTRA PATRON + 03% CAL + 15% CENIZA ESTIERCOL  
**FECHA** : lunes, 14 de marzo de 2022

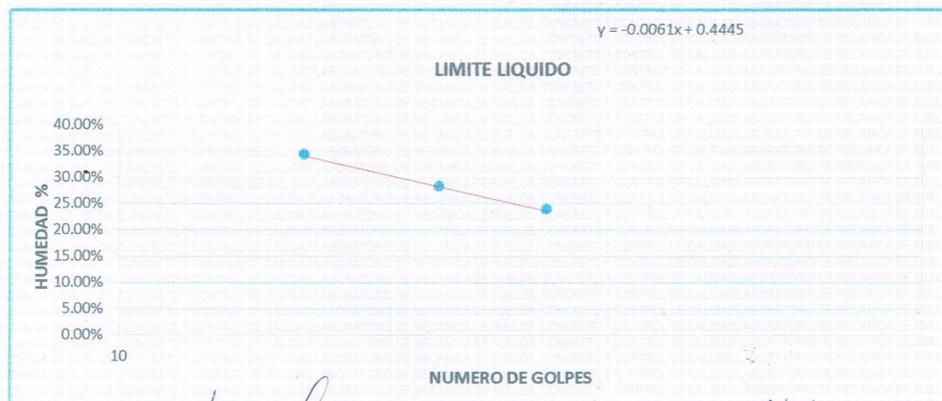
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	H	U	D
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	40.5	36	36.9
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	35.5	32.6	33.8
AGUA	gr.	5	3.4	3.1
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21	20.6	20.9
PESO DEL SUELO SECO	gr.	14.5	12	12.9
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	34.48%	28.33%	24.03%
NUMERO DE GOLPES	N	17	25	34

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	6	2
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	25.8	28.1
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	24.8	27
AGUA	gr.	1	1.1
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.0	21.7
PESO DEL SUELO SECO	gr.	4.8	5.3
LIMITE PLASTICO	%	20.83%	20.75%

LIMITE LIQUIDO	29.15
LIMITE PLASTICO	20.79
INDICE DE PLASTICIDAD	8.36



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

Ing. Wilder Colque Huanca Curo  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUÑO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI

**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI

**MUESTRA** : CALICATA 03 - 79% MUESTRA PATRON +01% CAL + 20% CENIZA ESTIERCOL

**FECHA** : Lunes, 14 de marzo de 2022

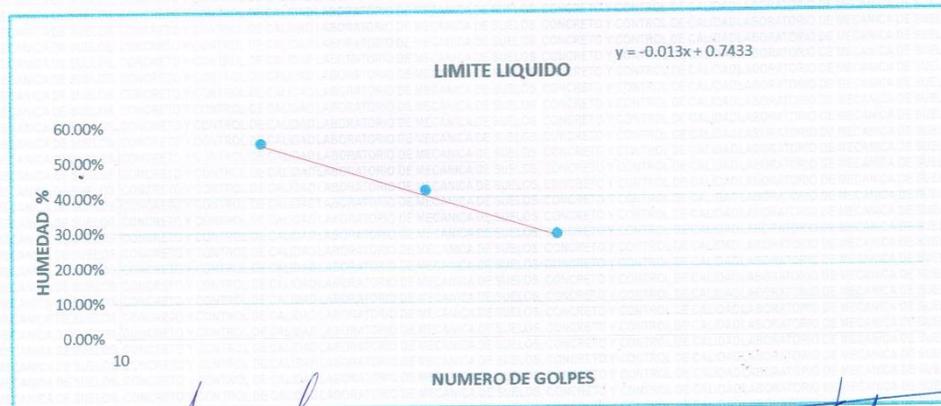
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	J	G	T
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	42.5	45.5	40.3
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	31.16	35.74	33.94
AGUA	gr.	11.34	9.76	6.36
PESO DE LA CAPSULA	gr.	10.72	12.48	12.28
PESO DEL SUELO SECO	gr.	20.44	23.26	21.66
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	55.48%	41.96%	29.36%
NUMERO DE GOLPES	N	15	24	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	D	U
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	25.2	25.8
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	22.85	23.1
AGUA	gr.	2.35	2.7
PESO DE LA CAPSULA	gr.	12.7	11.64
PESO DEL SUELO SECO	gr.	10.16	11.46
LIMITE PLASTICO	%	23.13%	23.56%

LIMITE LIQUIDO	41.83
LIMITE PLASTICO	23.35
INDICE DE PLASTICIDAD	18.49



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320004



Ing. Walter Colquehuanca Corto  
 Esp. Geotecnia (Mecánica de Suelos)  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

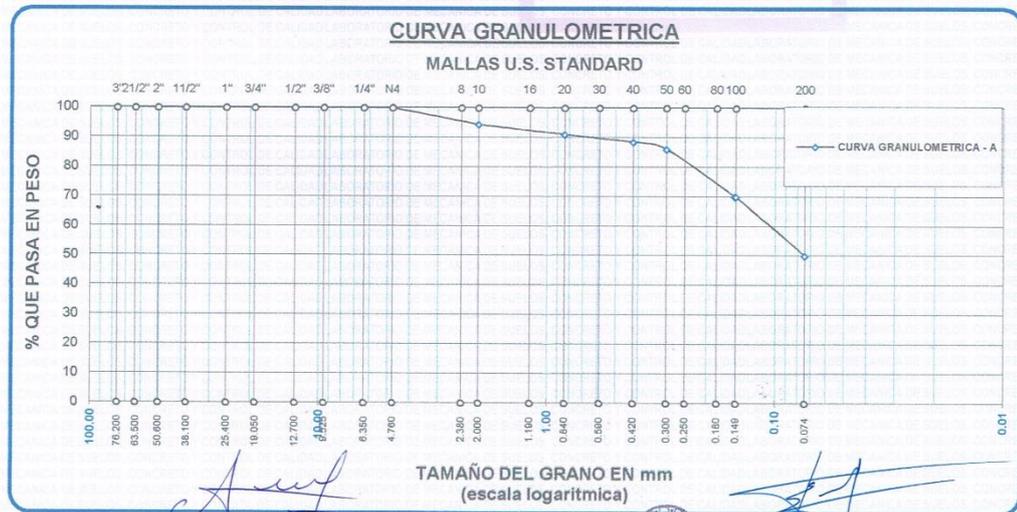


RUC.: 20605082310

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422) ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
SOLICITANTE : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
UBICACIÓN : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
MUESTRA : CALICATA 03 - MUESTRA PATRON  
FECHA : lunes, 14 de marzo de 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. % Pasa En Peso	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						P.I.= 600.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 299.80
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 300.20
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00		% W = 22.50
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA: L.L.= 49.39 L.P.= 34.20 I.P.= 15.19
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		
1/4"	6.350						CARACT. GRANULOMETRICAS: D10= ---- Cu= ---- D30= ---- Cc= ---- D60= 0.11
No4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00		
No8	2.380						
No10	2.000	34.10	5.68	5.68	94.32		
No16	1.190						CLASIFICACION:  SUCS : ML AASHTO :A-7 <5>
No20	0.840	19.40	3.23	8.92	91.08		
No30	0.590						
No40	0.420	15.20	2.53	11.45	88.55		
No50	0.300	14.40	2.40	13.85	86.15		OBSERVACIONES:
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	96.70	16.12	29.97	70.03		
No200	0.074	120.00	20.00	49.97	50.03		
BASE		300.20					
TOTAL		600.00	50.03	100.00	0.00		
% PERDIDA		50.03					



TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964



Ing. Wilder Conquihuanca Curo  
Especialista en Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
 SOLICITANTE : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
 UBICACIÓN : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
 MUESTRA : CALICATA 03 - MUESTRA PATRON  
 FECHA : lunes, 14 de marzo de 2022

### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	M	N	G
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	47.5	50	45
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33.16	37.74	36.15
AGUA	gr.	14.34	12.26	8.85
PESO DE LA CAPSULA	gr.	10.72	12.48	12.28
PESO DEL SUELO SECO	gr.	22.44	25.26	23.87
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	63.90%	48.54%	37.08%
NUMERO DE GOLPES	N	15	24	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	Y	Z
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	17.45	15.7
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	15.2	14
AGUA	gr.	2.25	1.7
PESO DE LA CAPSULA	gr.	8.6	9.03
PESO DEL SUELO SECO	gr.	6.58	4.97
LIMITE PLASTICO	%	34.19%	34.21%

LIMITE LIQUIDO	49.39
LIMITE PLASTICO	34.20
INDICE DE PLASTICIDAD	15.19



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320064



Ing. Wilder Conquimanca Curo  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUÑO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - 85% MUESTRA PATRON +05% CAL + 10% CENIZA ESTIERCOL  
**FECHA** : lunes, 14 de marzo de 2022

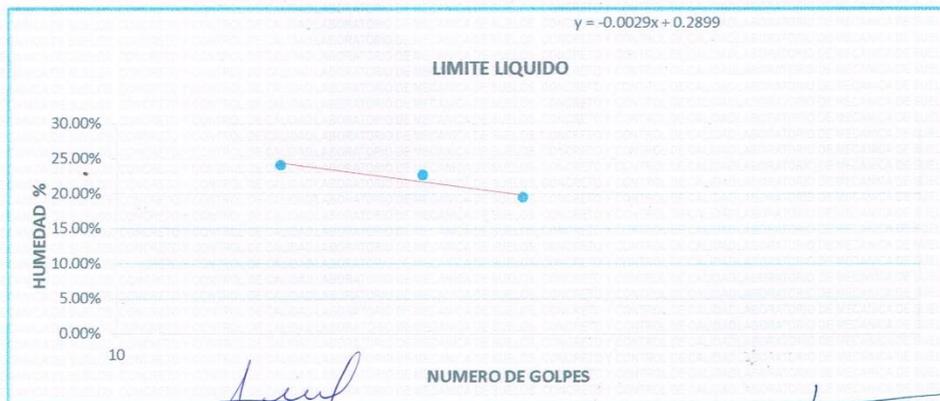
### LIMITE LIQUIDO

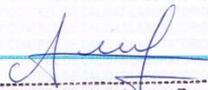
ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	Y	G	F
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	48.3	46.68	49.95
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	44.2	43.09	46.2
AGUA	gr.	4.1	3.59	3.75
PESO DE LA CAPSULA	gr.	27.19	27.29	26.99
PESO DEL SUELO SECO	gr.	17.01	15.8	19.21
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	24.10%	22.72%	19.52%
NUMERO DE GOLPES	N	16	24	32

### LIMITE PLASTICO

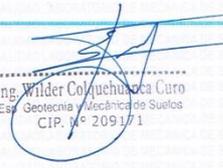
ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	2	5
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	29.316	28.55
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	29	28.34
AGUA	gr.	0.316	0.21
PESO DE LA CAPSULA	gr.	27.34	27.24
PESO DEL SUELO SECO	gr.	1.66	1.1
LIMITE PLASTICO	%	19.04%	19.09%

LIMITE LIQUIDO	21.83
LIMITE PLASTICO	19.06
INDICE DE PLASTICIDAD	2.77



  
**Bach. Ing. Andres Luque Puma**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320364



  
**Ing. Wilder Colquehuasi Curo**  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUÑO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - 82% MUESTRA PATRON + 03% CAL + 15% CENIZA ESTIERCOL  
**FECHA** : Lunes, 14 de marzo de 2022

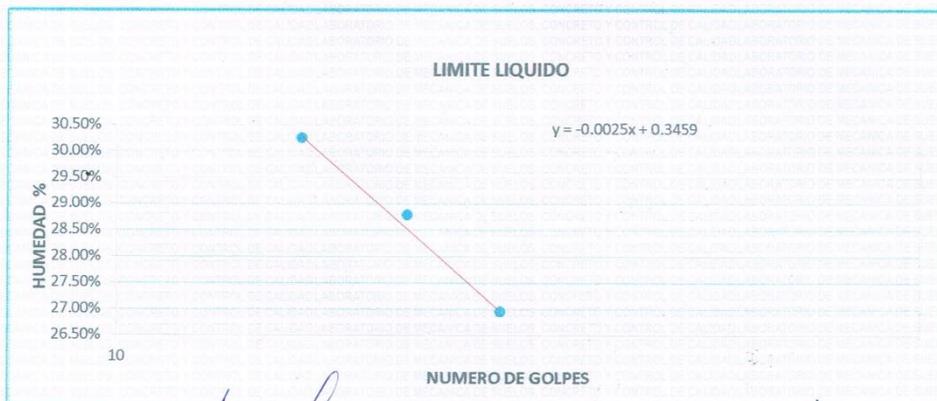
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	E	D	8
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	46	47.4	50
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	40.1	41.7	43.8
AGUA	gr.	5.9	5.7	6.2
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.6	21.9	20.8
PESO DEL SUELO SECO	gr.	19.5	19.8	23
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	30.26%	28.79%	26.96%
NUMERO DE GOLPES	N	17	23	30

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	F	3
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	33.23	33.87
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	31.08	31.73
AGUA	gr.	2.15	2.14
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.27	20.91
PESO DEL SUELO SECO	gr.	10.81	10.82
LIMITE PLASTICO	%	19.89%	19.78%

LIMITE LIQUIDO	28.24
LIMITE PLASTICO	19.83
INDICE DE PLASTICIDAD	8.41



Bach. Ing. Andres Duque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO DE GEOTECNIA  
 SUELOS Y OBRAS DE CALIDAD



Ing. Wilder Colquechaca Cuero  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"

SOLICITANTE : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI

UBICACIÓN : CARRETERA JULIACA ESCALLANI

MUESTRA : CALICATA 02 - 79% MUESTRA PATRON +01% CAL + 20% CENIZA ESTIERCOL

FECHA : lunes, 14 de marzo de 2022

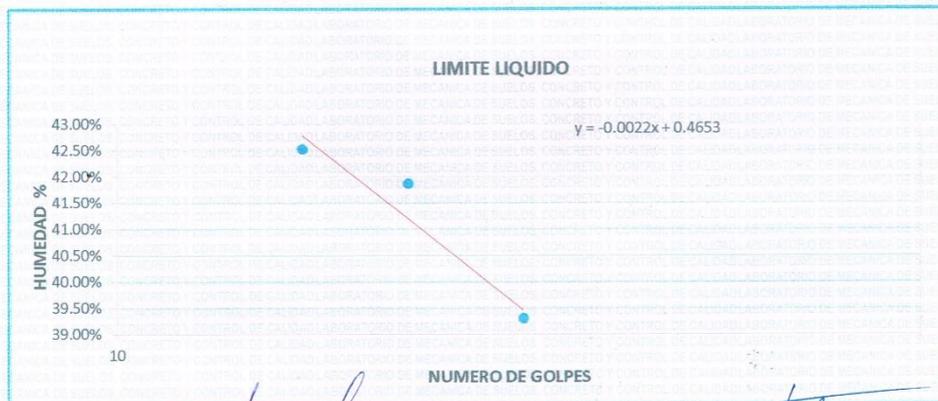
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	A	B	C
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	45.09	48.54	47.04
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	37.89	40.17	39.71
AGUA	gr.	7.2	8.37	7.33
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.96	20.18	21.06
PESO DEL SUELO SECO	gr.	16.93	19.99	18.65
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	42.53%	41.87%	39.30%
NUMERO DE GOLPES	N	17	23	32

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	E	J
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	31.77	32.28
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	29.18	29.72
AGUA	gr.	2.59	2.56
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.0	21.28
PESO DEL SUELO SECO	gr.	8.23	8.44
LIMITE PLASTICO	%	31.47%	30.33%

LIMITE LIQUIDO	41.01
LIMITE PLASTICO	30.90
INDICE DE PLASTICIDAD	10.11



Bach. Ing. Andres Yague Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 73500004



Ing. Wilder Colque Manca Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



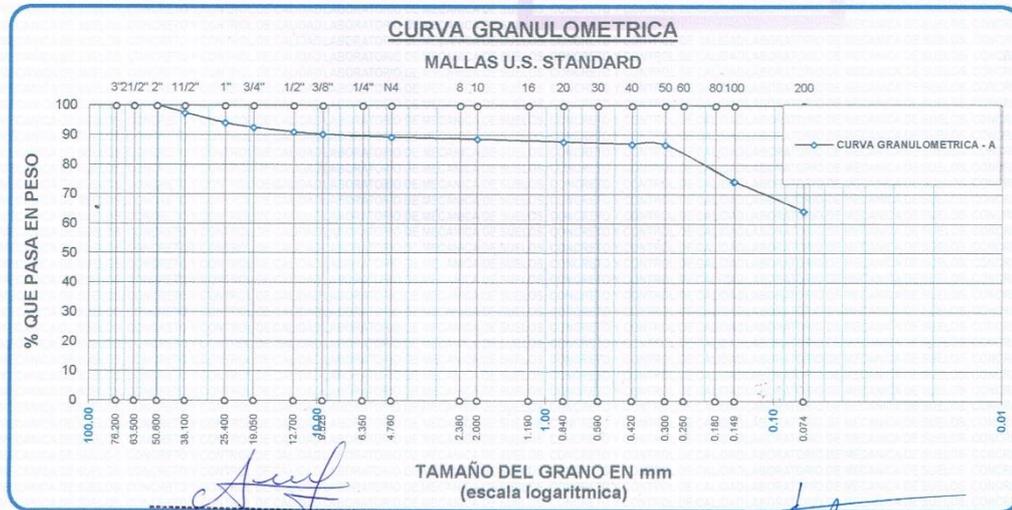
RUC.: 20605082310

## ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (ASTM D422)

ENSAYOS ESTANDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D427 - D2487)

PROYECTO : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
 SOLICITANTE : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
 UBICACIÓN : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
 MUESTRA : CALICATA 02 - MUESTRA PATRON  
 FECHA : lunes, 14 de marzo de 2022

TAMICES ASTM	ABERTURA mm	PESO RETENIDO	%RETENIDO PARCIAL	%RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	ESPECIF. % Pasa En Peso	TAMAÑO MAXIMO: DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						P.I.= 3200.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00		P.L.= 2839.10
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00		P.P.= 360.90
1 1/2"	38.100	79.00	2.47	2.47	97.53		% W = 20.85
1"	25.400	108.90	3.40	5.87	94.13		LIMITES DE CONSISTENCIA: L.L.= 47.89 L.P.= 33.52 I.P.= 14.37
3/4"	19.050	48.40	1.51	7.38	92.62		
1/2"	12.700	47.80	1.49	8.88	91.12		
3/8"	9.525	24.80	0.78	9.65	90.35		
1/4"	6.350						
No4	4.760	30.20	0.94	10.60	89.40		CARACT. GRANULOMETRICAS: D10= ---- Cu= ---- D30= ---- Cc= ---- D60= ----
No8	2.380						
No10	2.000	3.70	0.74	11.26	88.74		
No16	1.190						
No20	0.840	5.10	1.02	12.17	87.83		CLASIFICACION: SUCS :ML AASHTO :A-7 <10>
No30	0.590						
No40	0.420	4.00	0.80	12.89	87.11		OBSERVACIONES:
No50	0.300	1.60	0.32	13.17	86.83		
No60	0.250						
No80	0.180						
No100	0.149	69.00	13.80	25.51	74.49		
No200	0.074	55.70	11.14	35.47	64.53		
BASE		360.90	72.18	100.00	0.00		
TOTAL		3200.00	100.00				
% PERDIDA		11.28					



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquiswanca Curo  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUÑO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - MUESTRA PATRON  
**FECHA** : lunes, 14 de marzo de 2022

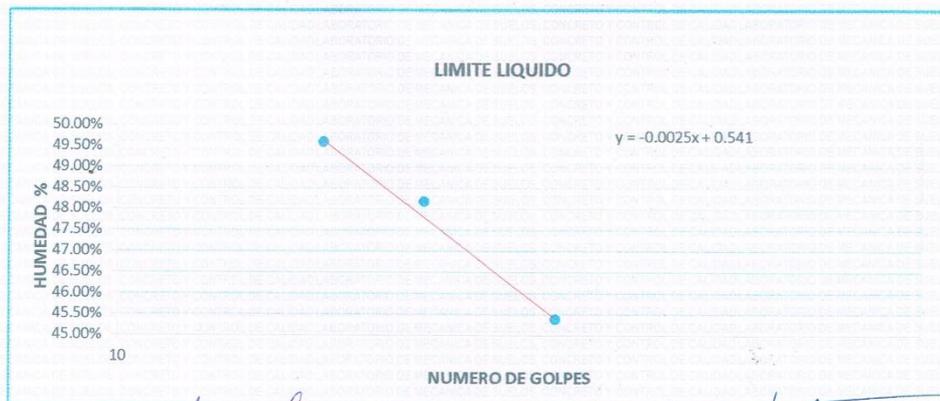
### LIMITE LIQUIDO

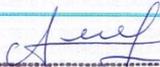
ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	4	F	D
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	39.3	38.1	45.6
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	33	32.8	38.2
AGUA	gr.	6.3	5.3	7.4
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.3	21.8	21.9
PESO DEL SUELO SECO	gr.	12.7	11	16.3
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	49.61%	48.18%	45.40%
NUMERO DE GOLPES	N	18	24	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	1	P
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	31.1	32.3
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	28.6	29.5
AGUA	gr.	2.5	2.8
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21	21.3
PESO DEL SUELO SECO	gr.	7.6	8.2
LIMITE PLASTICO	%	32.89%	34.15%

LIMITE LIQUIDO	47.89
LIMITE PLASTICO	33.52
INDICE DE PLASTICIDAD	14.37



  
 Bach. Ing. Andres Urquie Puma  
 TECNICO



  
 Ing. Wilder Coquehuanca Curo  
 CIP, N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - 85% MUESTRA PATRON +05% CAL + 10% CENIZA ESTIERCOL  
**FECHA** : Lunes, 14 de marzo de 2022

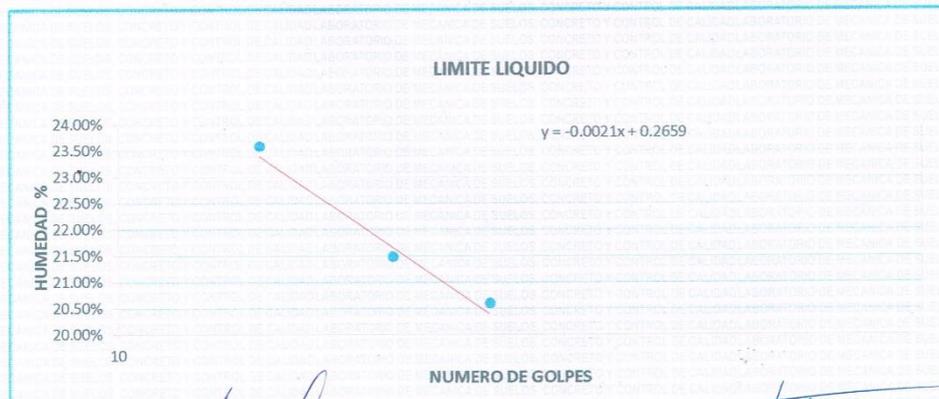
### LIMITE LIQUIDO

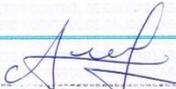
ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	1	Q	7
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	44.6	52.3	48.8
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	40	46.8	44
AGUA	gr.	4.6	5.5	4.8
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.5	21.2	20.7
PESO DEL SUELO SECO	gr.	19.5	25.6	23.3
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	23.59%	21.48%	20.60%
NUMERO DE GOLPES	N	15	22	29

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	F	3
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	32	32
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	30.43	30.5
AGUA	gr.	1.57	1.5
PESO DE LA CAPSULA	gr.	21.7	21.8
PESO DEL SUELO SECO	gr.	8.73	8.7
LIMITE PLASTICO	%	17.98%	17.24%

LIMITE LIQUIDO	21.25
LIMITE PLASTICO	17.61
INDICE DE PLASTICIDAD	3.64



  
 Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964



  
 Ing. Wilder Colquehuana Curo  
 Esp. Geotécnica / Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 206171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI

**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI

**MUESTRA** : CALICATA 03 - 82% MUESTRA PATRON + 03% CAL + 15% CENIZA ESTIERCOL

**FECHA** : lunes, 14 de marzo de 2022

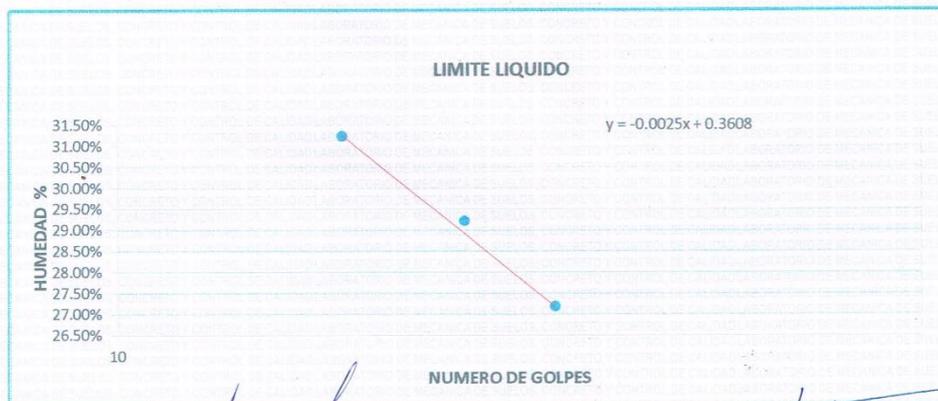
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	H	6	2
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	45.24	43.95	45.12
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	39.37	38.54	40.11
AGUA	gr.	5.87	5.41	5.01
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.59	20.03	21.69
PESO DEL SUELO SECO	gr.	18.78	18.51	18.42
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	31.26%	29.23%	27.20%
NUMERO DE GOLPES	N	19	27	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	M	N
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	31.33	32.02
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	29.54	30.17
AGUA	gr.	1.79	1.85
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.18	20.74
PESO DEL SUELO SECO	gr.	9.36	9.43
LIMITE PLASTICO	%	19.12%	19.62%

LIMITE LIQUIDO	29.73
LIMITE PLASTICO	19.37
INDICE DE PLASTICIDAD	10.36



*Bach. Ing. Andres Lique Puma*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

*Ing. Winder Colquhuanes (C)*  
 Esp. Geotecnia / Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

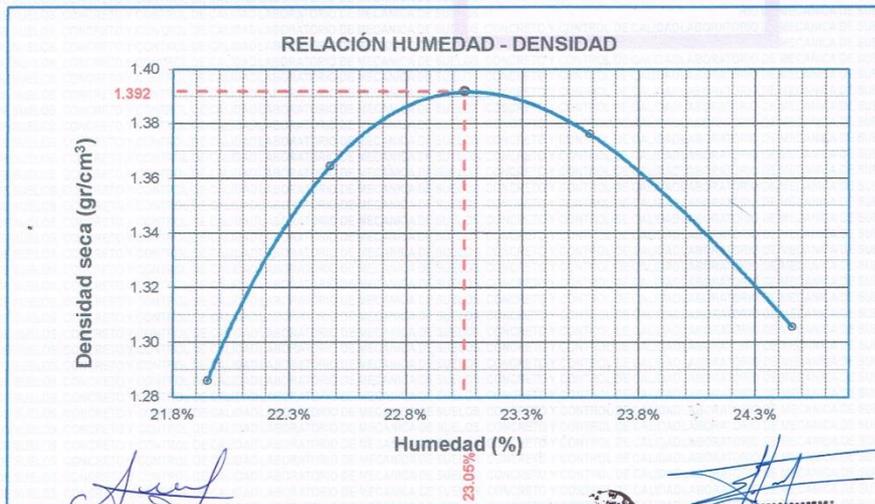
**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**COORDENADA** : 19L 397415.64 8285473.5  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - 85% MUESTRA PATRON +05% CAL + 10% CENIZA ESTIERCOL  
**FECHA** : lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	9730	9949	10012	9851
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	3334	3553	3616	3455
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.568	1.671	1.701	1.625

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	189.67	184.26	166.00	178.60	180.20	185.80	183.68	180.75
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	160.00	155.00	140.00	150.00	149.81	153.30	152.13	148.97
Peso del Agua	gr.	29.67	29.26	26.00	28.60	30.39	32.50	31.55	31.78
Peso de la Capsula	gr.	23.50	22.95	23.63	23.48	19.01	17.55	20.88	21.22
Peso del Suelo Seco	gr.	136.50	132.05	116.37	126.52	130.80	135.75	131.25	127.75
% de Humedad	%	21.74%	22.18%	22.3%	22.61%	23.23%	23.94%	24.04%	24.88%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	21.95%		22.47%		23.59%		24.46%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.286		1.365		1.376		1.306	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.39 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	23.1%



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 70...

Ing. Wilder Colquehuancu Curo  
 Exp. Geotecnia / Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

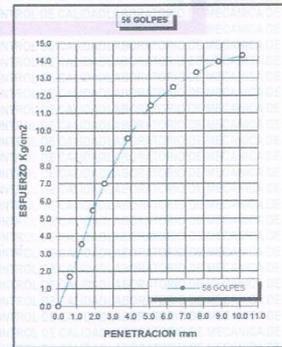
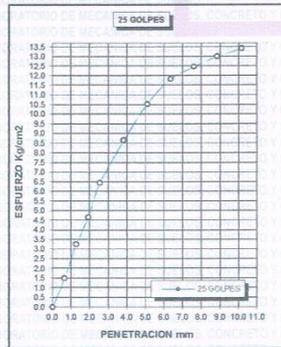
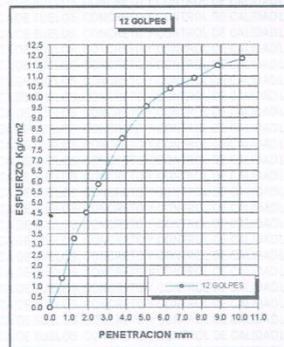
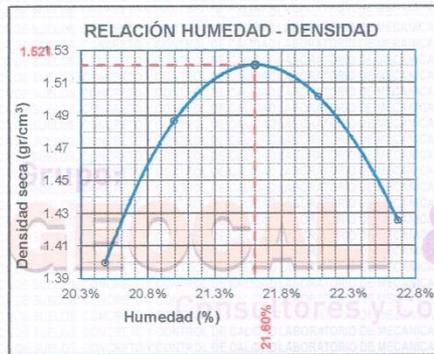
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	"MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE : CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>	
	SOLICITANTE : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> .)	1.52
MUESTRA : CALICATA 01 - 82% MUESTRA PATRON + 05% CAL + 15% : CENIZA ESTIERCOL	COORDENADA : 19L 397415.64 8285473.5	HUMEDAD OPTIMA (%)	21.6%
UBICACIÓN : CARRETERA JULIACA ESCALLANI	FECHA : lunes, 14 de Marzo de 2022	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	9.92
		CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	8.39
		CLASIFICACIÓN : CL	
		AASHTO : A-7	
		EMBEBIDO : 4 DIAS	



*Andres Luque Puma*  
Bach. Ing. Andres Luque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964

*Wilder Colquehuana Curo*  
Ing. Wilder Colquehuana Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
C.I.P. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**COORDENADA** : 19L 397415.84 8285473.5  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - 82% MUESTRA PATRON + 03% CAL + 15% CENIZA ESTIERCOL  
**FECHA** : Lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	12315	12084	12352	12163	12373	12197
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4282	4051	4331	4142	4359	4183
Peso del Suelo Humedo	cm <sup>3</sup>	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	gr/cm <sup>3</sup>	1.843	1.744	1.864	1.783	1.876	1.800
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	D	G	F	V	B	C	R	W	A
Suelo Humedo + Capsula	gr.	146.80	147.95	142.10	180.00	169.70	156.50	188.00	191.68	152.50
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	120.00	120.50	120.78	149.00	140.20	133.33	158.00	160.00	130.00
Peso de la Capsula	gr.	26.80	27.45	21.32	31.00	29.50	23.17	30.00	31.68	22.50
Peso del Suelo Humedo	gr.	22.80	22.13	22.30	26.60	26.40	26.11	26.50	26.25	25.78
Peso de la Capsula	gr.	97.40	98.37	98.48	122.40	113.80	107.22	131.50	133.75	104.22
% de Humedad	%	27.52%	27.90%	21.85%	25.33%	25.92%	21.61%	22.81%	23.89%	21.59%
Promedio de Humedad	%	27.71%	21.65%	25.62%	21.61%	23.25%	21.59%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.443	1.433	1.484	1.466	1.522	1.481			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
08/11/2021	12:00: a.m.		635.0	0.00	0	451.0	0	0	387.0	0	0
09/11/2021	12:00: a.m.	24:00:00	659.1	0.61	0.53	473.6	0.57	0.49	407.3	0.52	0.45
10/11/2021	12:00: a.m.	48:00:00	683.2	1.22	1.05	496.2	1.15	0.99	427.6	1.03	0.89
11/11/2021	12:00: a.m.	72:00:00	707.3	1.84	1.58	518.8	1.72	1.48	447.9	1.55	1.34
12/11/2021	12:00: a.m.	96:00:00	731.4	2.45	2.10	541.4	2.30	1.97	468.2	2.06	1.75

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		27.4	1.4		29.7	1.5		33.4	1.7		33.4	1.7	
1.27	01:00		64.7	3.3		64.4	3.3		69.7	3.5		69.7	3.5	
1.91	01:30		89.4	4.5		92.1	4.7		108.4	5.5		108.4	5.5	
2.54	02:00	70.31	116.2	5.9		127.5	6.4		138.4	7.0		138.4	7.0	
3.81	03:00		159.1	8.0		171.2	8.7		189.2	9.6		189.2	9.6	
5.09	04:00	105.00	189.4	9.6		208.4	10.5		226.4	11.4		226.4	11.4	
6.35	05:00		205.9	10.4		234.1	11.8		246.9	12.5		246.9	12.5	
7.62	06:00		215.7	10.9		246.7	12.5		263.7	13.3		263.7	13.3	
8.84	07:00		227.4	11.5		257.4	13.0		275.8	13.9		275.8	13.9	
10.16	08:00		234.2	11.8		265.4	13.4		283.1	14.3		283.1	14.3	

  
**Bach. Ing. Andres Luque Puma**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

  
**Ing. Wilder Colquehuana Curo**  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

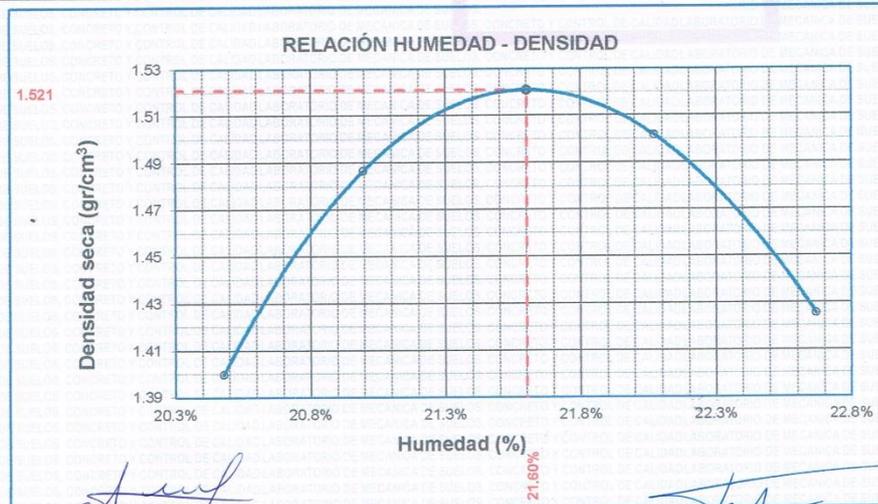
**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**COORDENADA** : 19L 397415.64 8285473.5  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - 82% MUESTRA PATRON + 03% CAL + 15% CENIZA ESTIERCOL  
**FECHA** : lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	9981	10220	10293	10113
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	3585	3824	3897	3717
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.686	1.799	1.833	1.748

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	69.50	82.32	60.20	65.24	71.58	78.31	68.71	69.10
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	62.94	73.42	55.10	59.11	64.21	69.64	61.71	61.95
Peso del Agua	gr.	6.56	8.90	5.10	6.13	7.37	8.67	7.00	7.15
Peso de la Capsula	gr.	30.45	30.56	30.38	30.41	30.44	30.80	30.43	30.81
Peso del Suelo Seco	gr.	32.49	42.66	24.72	28.70	33.77	38.84	31.28	31.14
% de Humedad	%	20.19%	20.77%	20.6%	21.36%	21.82%	22.32%	22.38%	22.96%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	20.48%		20.99%		22.07%		22.67%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.400		1.487		1.502		1.425	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.52	gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	21.6%	



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320024



Ing. Wilder Colquehuana Luro  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

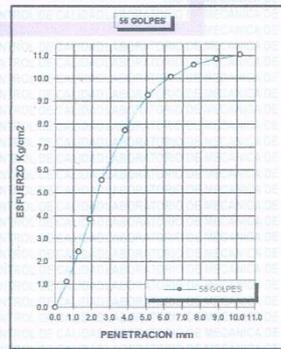
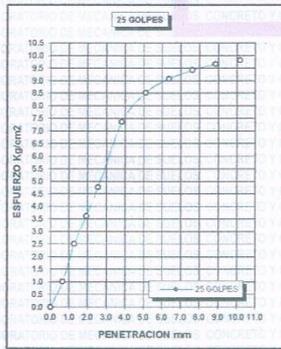
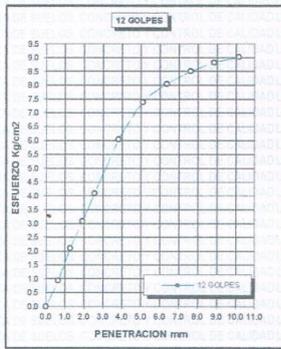
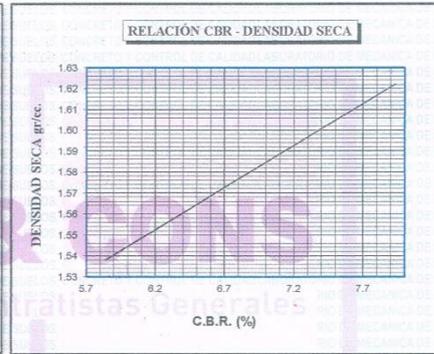
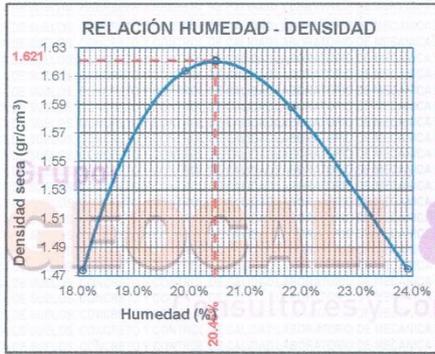
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>TESIS</b> "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE ; CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b> : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> .) : 1.62 HUMEDAD OPTIMA (%) : 20.5% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 7.90 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 5.89
<b>MUESTRA</b> : CALICATA 01 - 79% MUESTRA PATRON +03% CAL + 20% ; CENIZA ESTIERCOL	CLASIFICACIÓN : ML AASHTO : A-7 <18>
<b>UBICACIÓN</b> : CARRETERA JULIACA ESCALLANI	EMBEBIDO : 4 DIAS
<b>COORDENADA</b> : 19L 397415.64 8285473.5	
<b>FECHA</b> : lunes, 14 de Marzo de 2022	



*[Signature]*  
**Bach. Ing. Andres Luque Puma**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

*[Signature]*  
  
**Ing. Wilder Colquehuana Curo**  
 Esf. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**COORDENADA** : 19L 397415.64 8285473.5  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - 79% MUESTRA PATRON +01% CAL + 20% CENIZA ESTIERCOL  
**FECHA** : lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	12553	12307	12576	12368	12637	12457
Peso del Molde	gr.	8033	8023	8021	8021	8014	8014
Peso del Suelo Humedo	gr.	4520	4284	4555	4347	4623	4443
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup> .	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.945	1.844	1.960	1.871	1.990	1.912

Capsula No	No	R	S	L	M	Y	N	A	P	Z
Suelo Humedo + Capsula	gr.	165.30	165.40	159.38	166.00	167.00	161.51	177.70	178.33	157.12
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	135.26	134.80	136.20	140.00	140.06	139.20	150.20	150.30	134.98
Peso del Agua	gr.	30.04	30.60	23.18	26.00	26.94	22.31	27.50	28.03	22.14
Peso de la Capsula	gr.	20.38	20.65	23.10	31.20	31.80	30.20	27.50	27.80	27.06
Peso del Suelo Seco	gr.	114.90	114.15	113.10	108.80	108.48	109.00	122.70	122.50	107.92
% de Humedad	%	26.14%	26.81%	20.50%	23.90%	24.84%	20.47%	22.41%	22.88%	20.52%
Promedio de Humedad	%	26.48%	20.50%	24.37%	20.47%	22.65%	20.52%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup> .	1.538	1.530	1.576	1.553	1.622	1.587			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial			Expansión			Dial			Expansión		
			mm	mm	%	mm	mm	%	mm	mm	%	mm	mm	%
08/03/2022	12:00: a.m.		429.0	0.00	0	453.0	0	0	478.0	0	0			
09/03/2022	12:00: a.m.	24:00:00	456.3	0.69	0.60	477.6	0.62	0.54	500.1	0.56	0.49			
10/03/2022	12:00: a.m.	48:00:00	483.6	1.39	1.19	502.2	1.25	1.07	522.2	1.12	0.97			
11/03/2022	12:00: a.m.	72:00:00	510.9	2.08	1.79	526.8	1.87	1.61	544.3	1.68	1.46			
12/03/2022	12:00: a.m.	96:00:00	538.2	2.77	2.38	551.4	2.50	2.15	566.4	2.25	1.95			

### PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III			MOLDE No II			MOLDE No I					
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00				
0.63	00:30		18.7	0.9		20.1	1.0		22.3	1.1				
1.27	01:00		41.7	2.1		49.7	2.5		48.2	2.4				
1.91	01:30		61.1	3.1		71.8	3.6		76.4	3.9				
2.54	02:00	70.31	81.2	4.1		94.5	4.8		110.3	5.6				
3.81	03:00		119.5	6.0		145.7	7.4		153.2	7.7				
5.09	04:00	105.00	146.2	7.4		169.7	8.5		183.5	9.3				
6.35	05:00		159.3	8.1		179.8	9.1		199.4	10.1				
7.62	06:00		168.4	8.5		186.5	9.4		209.7	10.6				
8.84	07:00		174.7	8.8		191.4	9.7		214.7	10.9				
10.16	08:00		178.5	9.0		194.5	9.8		218.6	11.0				

*Andres Ylique Puma*  
 Bach. Ing. Andres Ylique Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

*Wilder Calquehuana Curo*  
 Ing. Wilder Calquehuana Curo  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209471

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

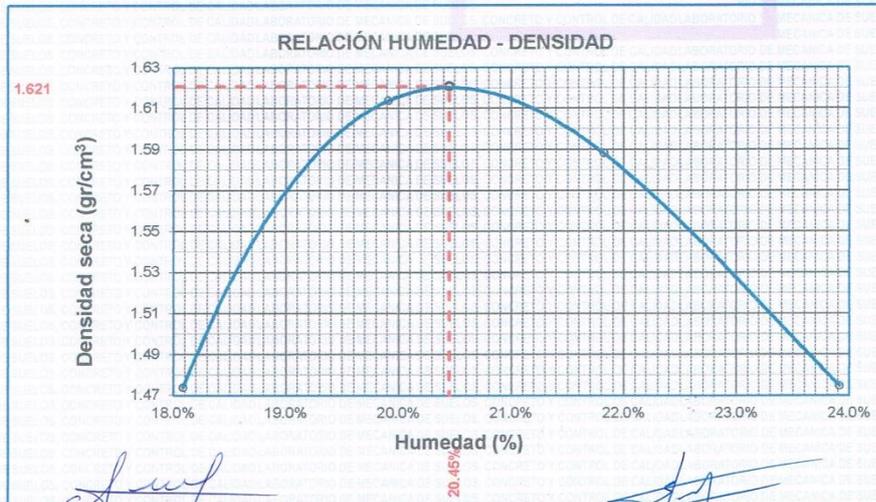
**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**COORDENADA** : 19L 397415.64 8285473.5  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - 79% MUESTRA PATRON +01% CAL + 20% CENIZA ESTIERCOL  
**FECHA** : lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10096	10510	10509	10281
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	3700	4114	4113	3885
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.740	1.935	1.935	1.827

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	100.16	155.58	103.43	132.53	103.45	127.86	114.12	156.43
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	88.70	135.20	90.35	114.26	89.35	108.98	98.27	131.78
Peso del Agua	gr.	11.46	20.38	13.08	18.27	14.10	18.88	15.85	24.65
Peso de la Capsula	gr.	24.53	23.89	23.74	23.74	23.74	23.74	30.67	30.68
Peso del Suelo Seco	gr.	64.17	111.31	66.61	90.52	65.61	85.24	67.80	101.10
% de Humedad	%	17.86%	18.31%	19.6%	20.18%	21.49%	22.15%	23.45%	24.38%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	18.08%		19.91%		21.82%		23.91%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.474		1.614		1.588		1.475	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.62 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	20.5%



Bach. Ing. Andres Lique Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

Ing. Wilder Colquehuana Cuero  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

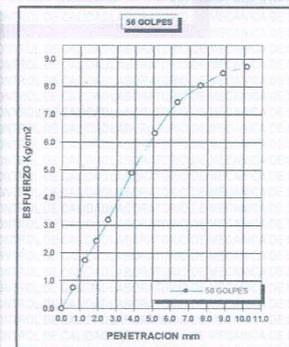
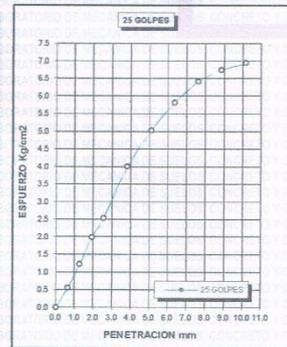
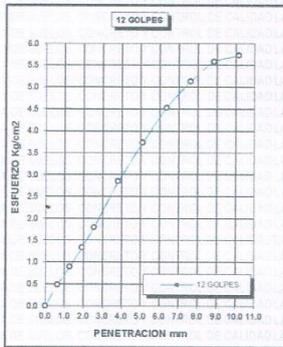
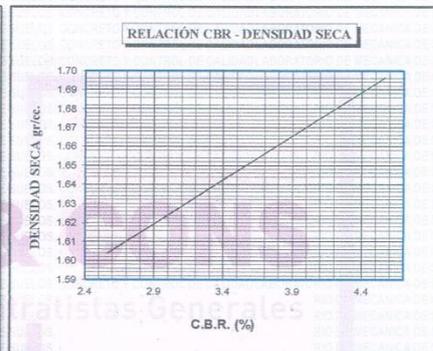
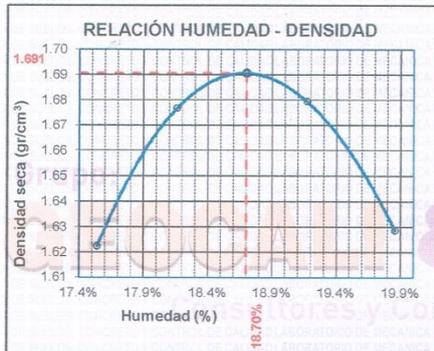
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>TESIS</b> "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b> : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> .): 1.69 HUMEDAD OPTIMA (%): 18.7% CBR AL 100 DE M.D.S. (%): 4.44 CBR AL 95% DE M.D.S. (%): 2.61
<b>MUESTRA</b> : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON	CLASIFICACION : MH AASHTO : A-7 <20>
<b>UBICACIÓN</b> : CARRETERA JULIACA ESCALLANI	EMBEBIDO : 4 DIAS
<b>COORDENADA</b> : 19L 397415.64 8285473.5	
<b>FECHA</b> : Lunes, 14 de Marzo de 2022	



  
**Bach. Ing. Andres Luque Puma**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 CNI. 7532058

  
**Ing. Wilder Colquehuacua Cuero**  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP/N° 209471

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUÑO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI

**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI

**COORDENADA** : 19L 397415.64 8285473.5

**MUESTRA** : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON

**FECHA** : lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	III		II		I	
	5	12	5	25	5	56
No de CAPAS						
NUMERO DE GOLPES POR CAPA						
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr.	12688	12401	12739	12493	12802	12609
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4655	4368	4718	4472	4788	4595
Peso del Suelo Humedo	gr.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup> .	2.003	1.880	2.031	1.925	2.061	1.978
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .						

Capsula No	No	M			N			B			V			C			S			D			F			
		M	N	B	V	C	S	D	F	M	N	B	V	C	S	D	F	M	N	B	V	C	S	D	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	157.40	148.80	182.92				174.20	167.20	161.52				188.00	192.00	158.65										
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	130.20	122.84	157.76				147.73	141.43	139.78				159.80	162.68	137.45										
Peso del Agua	gr.	27.20	25.96	25.16				26.47	25.77	21.74				28.10	29.32	21.20										
Peso de la Capsula	gr.	20.35	20.50	23.00				30.50	30.54	23.70				26.57	28.54	24.09										
Peso del Suelo Seco	gr.	109.85	102.44	134.78				117.23	110.89	116.08				133.33	134.14	113.36										
% de Humedad	%	24.76%	25.05%	18.67%				22.58%	23.24%	18.73%				21.08%	21.86%	18.70%										
Promedio de Humedad	%	24.90%			18.67%			22.91%			18.73%			21.47%			18.70%									
Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup> .	1.604	1.584	1.652	1.621	1.697	1.666																			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
08/03/2022	12:00: a.m.		498.0	0.00	0	356.0	0	0	564.0	0	0
09/03/2022	12:00: a.m.	24:00:00	527.0	0.74	0.63	382.0	0.66	0.57	588.0	0.61	0.53
10/03/2022	12:00: a.m.	48:00:00	556.0	1.47	1.26	408.0	1.32	1.14	612.0	1.22	1.06
11/03/2022	12:00: a.m.	72:00:00	585.0	2.21	1.90	434.0	1.98	1.70	636.0	1.83	1.59
12/03/2022	12:00: a.m.	96:00:00	614.0	2.95	2.53	460.0	2.64	2.27	660.0	2.44	2.11

### PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		9.6	0.5		11.1	0.6		14.8	0.7		18.5	0.8	
1.27	01:00		17.6	0.9		24.3	1.2		34.2	1.7		43.7	2.4	
1.91	01:30		26.4	1.3		39.2	2.0		48.1	2.4		61.4	3.2	
2.54	02:00	70.31	35.6	1.8		50.2	2.5		63.5	3.2		80.8	4.9	
3.81	03:00		56.4	2.9		79.4	4.0		97.1	4.9		124.4	7.5	
5.09	04:00	105.00	73.9	3.7		99.6	5.0		125.4	6.3		160.0	10.1	
6.35	05:00		89.6	4.5		115.2	5.8		147.4	7.5		187.2	12.6	
7.62	06:00		101.5	5.1		127.0	6.4		159.2	8.0		202.8	14.2	
8.84	07:00		110.4	5.6		133.4	6.7		168.2	8.5		216.0	15.5	
10.16	08:00		113.3	5.7		137.5	7.0		172.7	8.7		222.0	16.1	

**Bach. Ing. Andres Luque Puma**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 CIP. N° 7546224

**Ing. Wilder Colquehuana Curo**  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

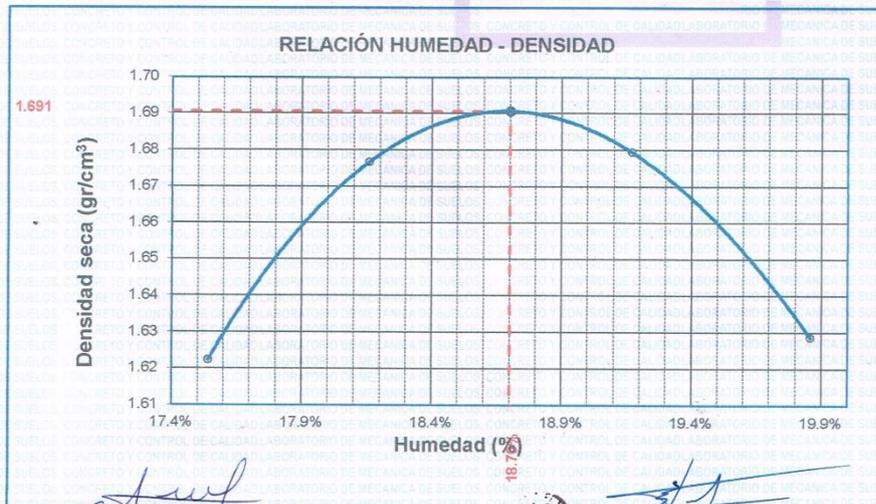
**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**COORDENADA** : 19L 397415.64 8285473.5  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - MUESTRA PATRON  
**FECHA** : Lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10450	10608	10651	10546
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	4054	4212	4255	4150
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.907	1.981	2.002	1.952

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	67.15	67.31	59.12	63.80	64.70	67.30	68.78	70.32
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	60.10	60.15	53.20	57.00	57.64	59.80	60.74	61.84
Peso del Agua	gr.	7.05	7.17	5.92	6.80	7.06	7.50	8.04	8.48
Peso de la Capsula	gr.	19.60	19.60	20.20	20.00	20.50	21.00	19.90	19.50
Peso del Suelo Seco	gr.	40.50	40.55	33.00	37.00	37.14	38.80	40.84	42.34
% de Humedad	%	17.41%	17.67%	17.9%	18.38%	19.01%	19.33%	19.69%	20.03%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	17.54%		18.16%		19.17%		19.86%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.622		1.677		1.680		1.629	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	1.69 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	18.7%



**Bach. Ing. Andres Luque Puma**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

**Ing. Wilder Colquehuana Curo**  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 299171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**MUESTRA** : CALICATA 03 - 85% MUESTRA PATRON +05% CAL + 10% CENIZA ESTIERCOL  
**FECHA** : Lunes, 14 de marzo de 2022

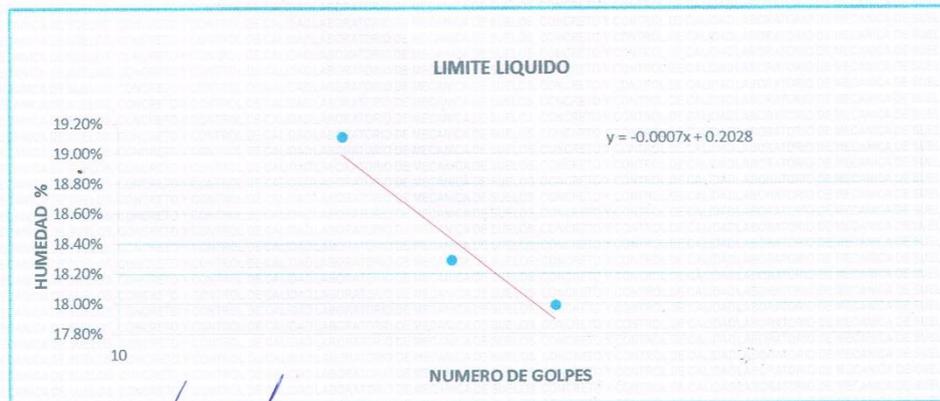
### LIMITE LIQUIDO

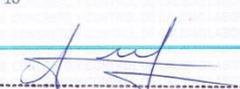
ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	E	3	Q
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	47.89	50.27	50.45
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	43.51	45.73	46.01
AGUA	gr.	4.38	4.54	4.44
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.59	20.91	21.33
PESO DEL SUELO SECO	gr.	22.92	24.82	24.68
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	19.11%	18.29%	17.99%
NUMERO DE GOLPES	N	19	26	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	X	M
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	146.5	148.7
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	144.95	147.1
AGUA	gr.	1.55	1.6
PESO DE LA CAPSULA	gr.	135.8	137.52
PESO DEL SUELO SECO	gr.	9.18	9.58
LIMITE PLASTICO	%	16.88%	16.70%

LIMITE LIQUIDO	18.58
LIMITE PLASTICO	16.79
INDICE DE PLASTICIDAD	1.78



  
**Bach. Ing. Andres Luque Puma**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320984



  
**Ing. Wilder Colquehuana Cruz**  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO Y PLASTICO (ASTM D-4318)

**PROYECTO** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI

**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI

**MUESTRA** : CALICATA 03 - 82% MUESTRA PATRON + 03% CAL + 15% CENIZA ESTIERCOL

**FECHA** : lunes, 14 de marzo de 2022

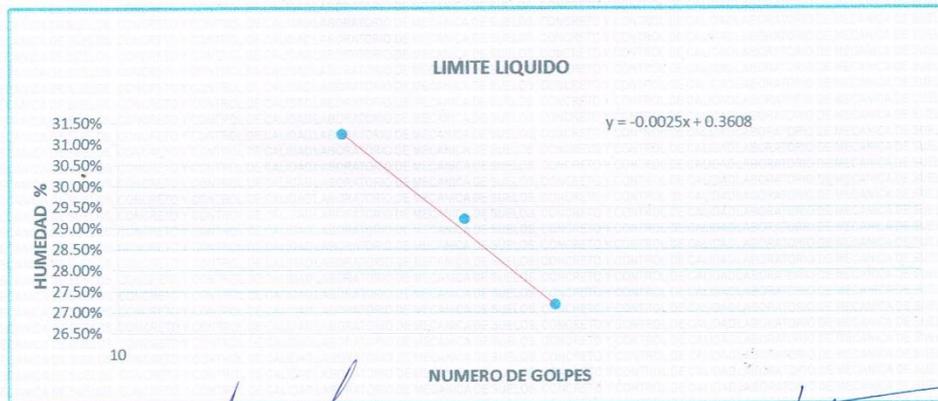
### LIMITE LIQUIDO

ENSAYO	No	1	2	3
CAPSULA	No	H	6	2
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	45.24	43.95	45.12
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	39.37	38.54	40.11
AGUA	gr.	5.87	5.41	5.01
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.59	20.03	21.69
PESO DEL SUELO SECO	gr.	18.78	18.51	18.42
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	31.26%	29.23%	27.20%
NUMERO DE GOLPES	N	19	27	35

### LIMITE PLASTICO

ENSAYO	No	1	2
CAPSULA	No	M	N
CAPSULA + SUELO HUMEDO	gr.	31.33	32.02
CAPSULA + SUELO SECO	gr.	29.54	30.17
AGUA	gr.	1.79	1.85
PESO DE LA CAPSULA	gr.	20.18	20.74
PESO DEL SUELO SECO	gr.	9.36	9.43
LIMITE PLASTICO	%	19.12%	19.62%

LIMITE LIQUIDO	29.73
LIMITE PLASTICO	19.37
INDICE DE PLASTICIDAD	10.36



Bach. Ing. Andres Lique Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964

Ing. Winder Colquhuanes (Cero)  
Esp. Geotecnia / Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**COORDENADA** : 19L 397415 64 8285473.5  
**MUESTRA** : CALICATA 01 - 85% MUESTRA PATRON +05% CAL + 10% CENIZA ESTIERCOL  
**FECHA** : Lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	12019	11798	11997	11823	12067	11904
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	3986	3765	3976	3802	4053	3890
Peso del Suelo Humedo	cm3	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	gr/cm3	1.716	1.620	1.711	1.636	1.744	1.674
Densidad del Suelo Humedo							

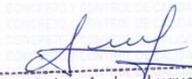
Capsula No	No	A	C	B	N	N	M	D	F	G
Suelo Humedo + Capsula	gr.	148.00	149.25	140.38	184.00	173.58	158.43	192.00	195.00	153.70
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	118.99	119.66	118.00	149.00	140.20	132.60	158.00	160.00	129.00
Peso del Agua	gr.	29.01	29.59	22.38	35.00	33.38	25.83	34.00	35.00	24.70
Peso de la Capsula	gr.	21.60	21.30	21.00	20.52	20.03	20.80	22.58	22.50	22.45
Peso del Suelo Seco	gr.	97.39	98.36	97.00	128.48	120.17	111.80	135.44	137.50	106.55
% de Humedad	%	29.79%	30.08%	23.07%	27.24%	27.78%	23.10%	25.10%	25.45%	23.18%
Promedio de Humedad	%	29.94%	23.07%	27.51%	23.10%	25.28%	23.18%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.320	1.317	1.342	1.329	1.392	1.359			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
08/11/2021	12:00: a.m.		530.0	0.00	0	522.0	0	0	391.0	0	0
09/11/2021	12:00: a.m.	24:00:00	551.5	0.55	0.47	540.9	0.48	0.41	406.4	0.39	0.34
10/11/2021	12:00: a.m.	48:00:00	573.0	1.09	0.94	559.8	0.96	0.83	421.8	0.78	0.68
11/11/2021	12:00: a.m.	72:00:00	594.5	1.64	1.41	578.7	1.44	1.24	437.2	1.17	1.02
12/11/2021	12:00: a.m.	96:00:00	616.0	2.16	1.88	597.6	1.92	1.65	452.6	1.56	1.36

### PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		68.4	3.5		72.4	3.7		98.4	5.0		98.4	5.0	
1.27	01:00		197.2	10.0		199.2	10.1		265.1	13.4		265.1	13.4	
1.91	01:30		286.0	14.5		297.5	15.0		386.7	19.5		386.7	19.5	
2.54	02:00	70.31	354.5	17.9		398.9	20.2		508.0	25.7		508.0	25.7	
3.81	03:00		486.6	24.6		516.5	26.1		667.4	33.7		667.4	33.7	
5.09	04:00	105.00	562.1	28.4		601.1	30.4		790.9	40.0		790.9	40.0	
6.35	05:00		630.2	31.9		682.7	34.5		874.9	44.2		874.9	44.2	
7.62	06:00		688.4	34.8		742.5	37.5		962.9	48.7		962.9	48.7	
8.84	07:00		727.2	36.8		772.4	39.0		1006.1	50.9		1006.1	50.9	
10.16	08:00		757.5	38.3		796.1	40.2		1053.9	53.3		1053.9	53.3	

  
**Bach. Ing. Andres Luque Puma**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 76320364



  
**Ing. Wilder Colquehuasi Curo**  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUÑO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**COORDENADA** : 19L 397887.4 8285216.9  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - 85% MUESTRA PATRON +05% CAL + 10% CENIZA ESTIERCOL  
**FECHA** : Lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	11812	11588	11851	11684	11870	11713
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	11812	11588	11851	11684	11870	11713
Peso del Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Suelo Humedo	gr.	3779	3555	3830	3663	3856	3699
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>	1.626	1.530	1.648	1.577	1.660	1.592

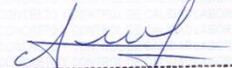
Capsula No	No	Q	W	Z	R	T	E	Y	N	C
Suelo Humedo + Capsula	gr.	157.80	165.45	167.00	140.61	145.99	139.48	141.90	133.99	139.68
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	125.00	130.50	137.00	113.60	117.20	115.20	116.20	109.40	115.36
Peso de la Capsula	gr.	32.80	34.95	30.00	27.01	28.79	24.28	25.70	24.59	24.32
Peso del Suelo Seco	gr.	21.78	21.63	21.32	21.85	21.58	21.45	21.46	21.21	21.52
% de Humedad	%	31.78%	32.10%	25.93%	29.44%	30.10%	25.90%	27.13%	27.88%	25.92%
Promedio de Humedad	%	31.94%	25.93%	29.77%	25.90%	27.50%	25.92%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.233	1.215	1.270	1.252	1.302	1.264			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
08/03/2022	12:00: a.m.		254.8	0.00	0	487.5	0	0	389.4	0	0
09/03/2022	12:00: a.m.	24:00:00	277.3	0.57	0.49	507.2	0.50	0.43	406.9	0.44	0.39
10/03/2022	12:00: a.m.	48:00:00	299.8	1.14	0.98	526.9	1.00	0.86	424.4	0.89	0.77
11/03/2022	12:00: a.m.	72:00:00	322.3	1.71	1.47	546.6	1.50	1.29	441.9	1.33	1.16
12/03/2022	12:00: a.m.	96:00:00	344.8	2.29	1.96	566.3	2.00	1.72	459.4	1.78	1.54

### PENETRACION

Penetración mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		65.3	3.3		90.2	4.6		99.3	5.0		99.3	5.0	
1.27	01:00		172.9	8.7		242.6	12.3		258.4	13.1		258.4	13.1	
1.91	01:30		277.4	14.0		351.7	17.8		395.4	20.0		395.4	20.0	
2.54	02:00	70.31	355.0	17.9		451.1	22.8		529.0	26.7		529.0	26.7	
3.81	03:00		496.4	25.1		578.4	29.2		712.1	36.0		712.1	36.0	
5.09	04:00	105.00	604.0	30.5		691.7	35.0		845.5	42.7		845.5	42.7	
6.35	05:00		682.8	34.5		743.5	37.6		894.2	47.2		894.2	47.2	
7.62	06:00		732.9	37.0		795.7	40.2		969.4	50.5		969.4	50.5	
8.84	07:00		771.4	39.0		824.5	41.7		1036.4	52.4		1036.4	52.4	
10.16	08:00		801.4	40.5		849.5	42.9		1078.7	54.5		1078.7	54.5	

  
 Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

  
 Ing. Wilder Colquehuanca Curo  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP/Nº 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

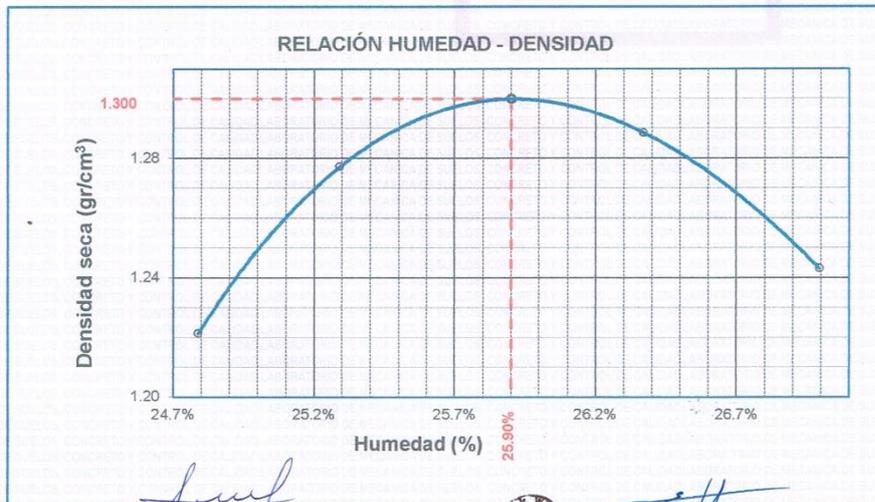
**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**COORDENADA** : 19L 397687.4 8285216.9  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - 85% MUESTRA PATRON +05% CAL + 10% CENIZA ESTIERCOL  
**FECHA** : Lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	9636	9798	9858	9752
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	3240	3402	3462	3356
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.524	1.600	1.628	1.579

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	118.65	123.87	120.30	130.83	123.35	144.90	157.55	165.30
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	101.00	105.00	102.00	110.00	103.50	120.30	130.20	135.70
Peso del Agua	gr.	17.65	18.87	18.30	20.83	19.85	24.60	27.35	29.60
Peso de la Capsula	gr.	29.20	29.50	28.50	28.90	27.50	27.90	27.40	27.60
Peso del Suelo Seco	gr.	71.80	75.50	73.50	81.10	76.00	92.40	102.80	108.10
% de Humedad	%	24.58%	24.99%	24.9%	25.68%	26.12%	26.62%	26.61%	27.38%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	24.79%		25.29%		26.37%		26.99%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.221		1.277		1.289		1.243	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.30 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	25.9%



**Bach. Ing. Andres Luque Puma**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 C.N.I. 75320964

**Ing. Wilder Colquehuancza Curo**  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 C.I.P. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

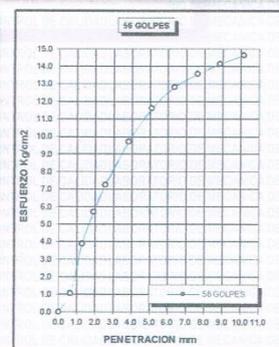
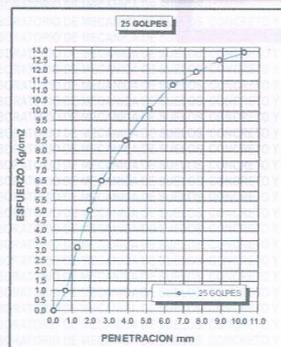
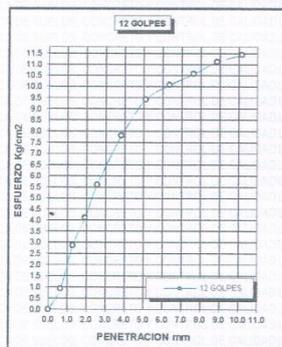
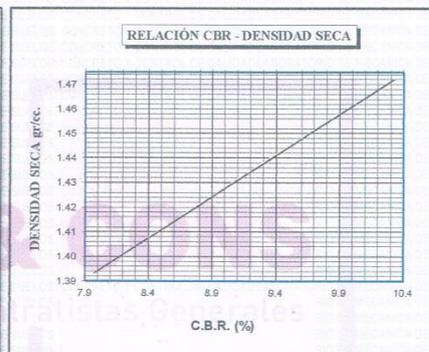
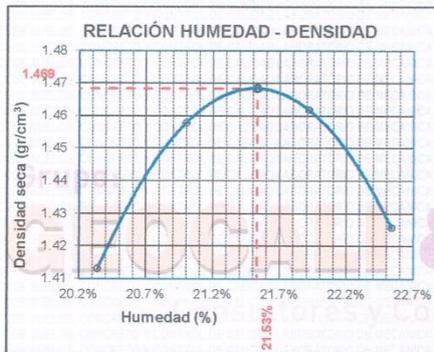
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>TESIS</b> *MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE : CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022*	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>  MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.) : 1.47 HUMEDAD OPTIMA (%) : 21.5% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 10.22 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 8.02
<b>SOLICITANTE</b> : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI	CLASIFICACIÓN : CL AASHTO : A-7
<b>MUESTRA</b> : CALICATA OZ - 82% MUESTRA PATRON + 05% CAL + 15% : CENIZA ESTIERCOL	EMBEBIDO : 4 DIAS
<b>UBICACIÓN</b> : CARRETERA JULIACA ESCALLANI	
<b>COORDENADA</b> : 19L 397687.4 8285216.9	
<b>FECHA</b> : lunes, 14 de Marzo de 2022	



*Andrés*  
 Bach. Ing. Andrés Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

*Wildor*  
 Ing. Wildor Colquhuanca Curo  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI

**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI

**COORDENADA** : 19L 397887.4 8285216.9

**MUESTRA** : CALICATA 02 - 82% MUESTRA PATRON + 03% CAL + 15% CENIZA ESTIERCOL

**FECHA** : Lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	III	II	I			
No DE CAPAS	5	5	5			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56			
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr.	12148	11905	12195	12007	12240	12068
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4115	3872	4174	3986	4226	4054
Peso del Suelo Humedo	gr.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	1.771	1.666	1.796	1.716	1.819	1.745
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>						

Capsula No	No	M	N	B	V	C	S	D	F	
Suelo Humedo + Capsula	gr.	155.50	146.00	168.55	170.69	163.39	169.25	158.00	146.00	135.40
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	126.00	119.94	142.30	140.73	134.80	142.80	129.90	122.68	115.00
Peso del Agua	gr.	29.50	26.06	26.25	29.96	28.59	26.45	26.10	23.32	20.40
Peso de la Capsula	gr.	20.10	21.20	20.40	21.50	20.30	20.20	21.60	21.50	20.10
Peso del Suelo Seco	gr.	105.90	98.74	121.90	119.23	114.50	122.60	108.30	101.18	94.90
% de Humedad	%	27.86%	26.39%	21.53%	25.13%	24.97%	21.57%	24.10%	23.05%	21.50%
Promedio de Humedad	%	27.12%	21.53%	25.06%	21.57%	23.57%	21.50%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.393	1.371	1.437	1.411	1.472	1.436			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
08/03/2022	12:00: a.m.		453.0	0.00	0	389.0	0	0	487.0	0	0
09/03/2022	12:00: a.m.	24:00:00	478.3	0.64	0.55	410.4	0.54	0.47	506.3	0.49	0.43
10/03/2022	12:00: a.m.	48:00:00	503.6	1.29	1.10	431.8	1.09	0.93	525.6	0.98	0.85
11/03/2022	12:00: a.m.	72:00:00	528.9	1.93	1.65	453.2	1.63	1.40	544.9	1.47	1.28
12/03/2022	12:00: a.m.	96:00:00	554.2	2.57	2.21	474.6	2.17	1.87	564.2	1.96	1.70

### PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		18.6	0.9		19.9	1.0		21.3	1.1		21.3	1.1	
1.27	01:00		56.8	2.9		62.4	3.2		76.5	3.9		76.5	3.9	
1.91	01:30		81.6	4.1		99.6	5.0		113.2	5.7		113.2	5.7	
2.54	02:00	70.31	110.9	5.6		128.7	6.5		143.6	7.3		143.6	7.3	
3.81	03:00		154.7	7.8		168.8	8.5		192.4	9.7		192.4	9.7	
5.09	04:00	105.00	186.4	9.4		199.8	10.1		229.7	11.6		229.7	11.6	
6.35	05:00		199.4	10.1		223.4	11.3		253.5	12.8		253.5	12.8	
7.62	06:00		209.4	10.6		236.4	11.9		268.4	13.6		268.4	13.6	
8.84	07:00		220.1	11.1		248.2	12.5		280.0	14.2		280.0	14.2	
10.16	08:00		226.5	11.4		255.7	12.9		289.7	14.6		289.7	14.6	

*Luque*  
**Bach. Ing. Andres Luque Puma**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

**Ing. Wilder Colquehuasi Caro**  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

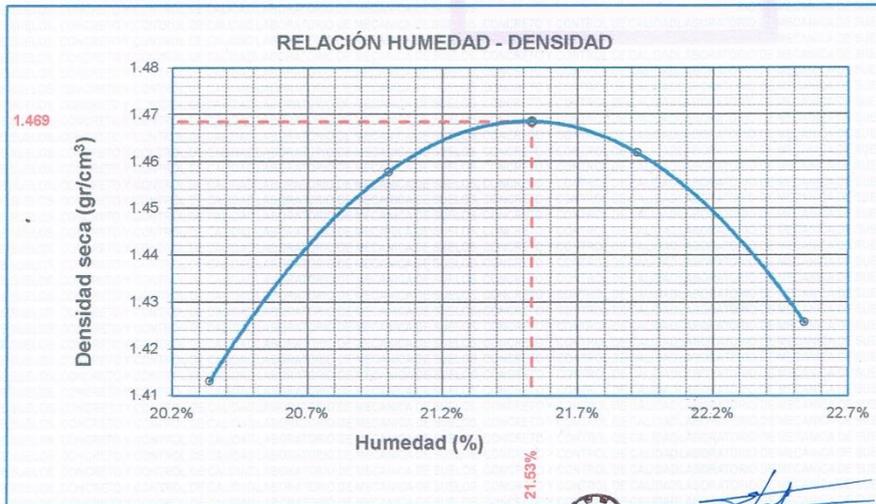
**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**COORDENADA** : 19L 397687.4 8285216.9  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - 82% MUESTRA PATRON + 03% CAL + 15% CENIZA ESTIERCOL  
**FECHA** : lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10011	10146	10185	10110
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	3615	3750	3789	3714
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.700	1.764	1.782	1.747

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	217.47	275.60	223.94	209.45	281.44	272.77	159.28	168.93
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	184.50	233.00	188.50	177.50	235.00	228.00	134.50	142.00
Peso del Agua	gr.	32.97	42.60	35.44	31.95	46.44	44.77	24.78	26.93
Peso de la Capsula	gr.	22.76	23.05	22.84	22.43	23.42	23.47	23.38	23.75
Peso del Suelo Seco	gr.	161.74	209.95	165.66	155.07	211.58	204.53	111.12	118.25
% de Humedad	%	20.38%	20.29%	21.4%	20.60%	21.95%	21.89%	22.30%	22.77%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	20.34%		21.00%		21.92%		22.54%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.413		1.458		1.462		1.426	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	: 1.47 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	: 21.5%



**Bach. Ing. Andres Luque Puma**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964



**Ing. Wilder Colquehuaca Curo**  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

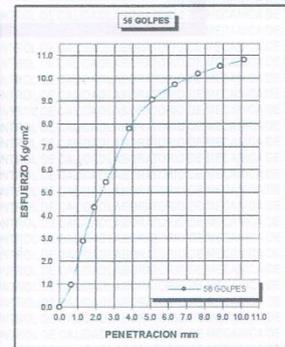
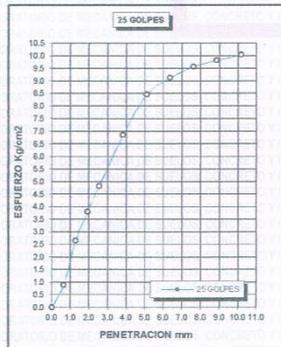
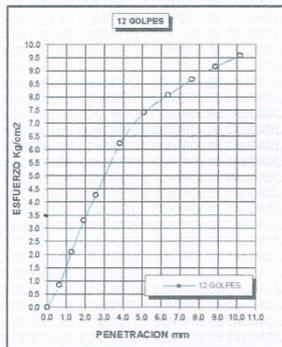
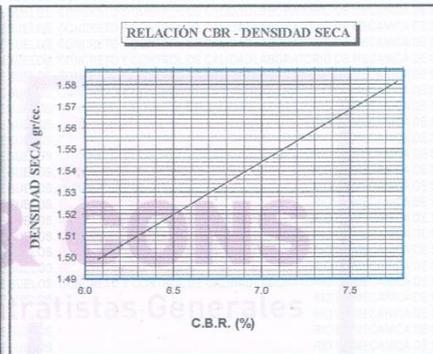
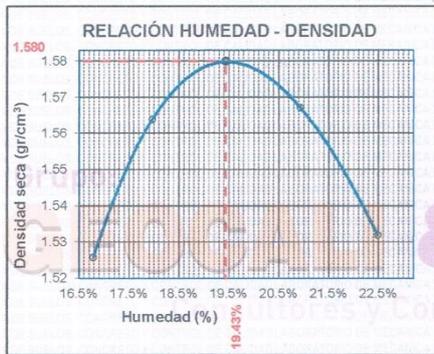
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

TESIS	"MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE : CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>	
	SOLICITANTE : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.58
MUESTRA	CALICATA 02 - 75% MUESTRA PATRON +0.5% CAL + 20% : CENIZA ESTIERCOL	HUMEDAD OPTIMA (%)	19.4%
UBICACIÓN	: CARRETERA JULIACA ESCALLANI	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	7.74
COORDENADA	: 19L 397687.4 8285216.9	CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	6.11
FECHA	: lunes, 14 de Marzo de 2022	CLASIFICACIÓN	: ML
		AASHTO	: A-7 <11>
		EMBEBIDO	: 4 DIAS



*Andrés*  
Bach. Ing. Andrés Yuque Puma  
TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
DNI. 75320964

*Wilder*  
Ing. Wilder Colquehuasi Curo  
Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**COORDENADA** : 19L 397887.4 8285216.9  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - 79% MUESTRA PATRON +01% CAL + 20% CENIZA ESTIERCOL  
**FECHA** : Lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	12406	12153	12425	12223	12478	12295
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4373	4120	4404	4202	4464	4281
Peso del Suelo Humedo	cm <sup>3</sup>	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	gr/cm <sup>3</sup>	1.882	1.773	1.895	1.809	1.921	1.843
Densidad del Suelo Humedo							

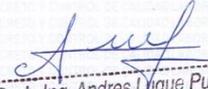
Capsula No	No	N	C	B	N	O	M	D	F	G
Suelo Humedo + Capsula	gr.	141.40	141.35	135.18	172.50	175.58	166.65	167.50	171.95	172.58
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	117.45	116.89	116.99	144.00	146.00	143.00	142.00	145.00	148.20
Peso de la Capsula	gr.	23.95	24.46	18.17	28.50	29.58	23.65	25.50	26.95	24.38
Peso del Suelo Seco	gr.	22.40	22.30	22.78	20.15	20.35	20.96	21.46	21.35	21.85
% de Humedad	%	25.20%	25.86%	19.29%	23.01%	23.54%	19.38%	21.15%	21.80%	19.31%
Promedio de Humedad	%	25.53%	19.29%	23.28%	19.38%	21.48%	19.31%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.499	1.487	1.538	1.515	1.582	1.544			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
08/03/2022	12:00: a.m.		489.6	0.00	0	475.8	0	0	479.5	0	0
09/03/2022	12:00: a.m.	24:00:00	516.9	0.69	0.60	500.2	0.62	0.53	500.8	0.54	0.47
10/03/2022	12:00: a.m.	48:00:00	544.2	1.39	1.19	524.6	1.24	1.07	522.1	1.08	0.94
11/03/2022	12:00: a.m.	72:00:00	571.5	2.08	1.79	549.0	1.86	1.60	543.4	1.62	1.41
12/03/2022	12:00: a.m.	96:00:00	598.8	2.77	2.38	573.4	2.48	2.13	564.7	2.16	1.88

### PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		16.8	0.8		17.8	0.9		19.5	1.0		19.5	1.0	
1.27	01:00		41.6	2.1		52.4	2.6		57.2	2.9		57.2	2.9	
1.91	01:30		65.4	3.3		75.4	3.8		86.3	4.4		86.3	4.4	
2.54	02:00	70.31	84.5	4.3		95.6	4.8		108.0	5.5		108.0	5.5	
3.81	03:00		123.5	6.2		135.8	6.9		154.4	7.8		154.4	7.8	
5.09	04:00	105.00	146.5	7.4		167.3	8.5		179.3	9.1		179.3	9.1	
6.35	05:00		159.7	8.1		180.5	9.1		192.4	9.7		192.4	9.7	
7.62	06:00		171.4	8.7		189.4	9.5		201.7	10.2		201.7	10.2	
8.84	07:00		181.2	9.2		194.4	9.8		208.4	10.5		208.4	10.5	
10.16	08:00		189.5	9.6		198.7	10.0		213.8	10.8		213.8	10.8	

  
 Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquehuana Curo  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

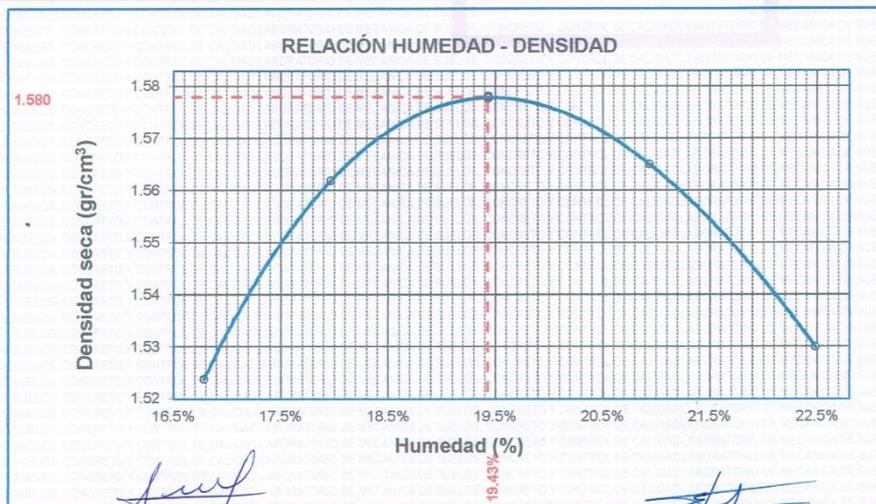
**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**COORDENADA** : 19L 397687.4 8285216.9  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - 79% MUESTRA PATRON +01% CAL + 20% CENIZA ESTIERCOL  
**FECHA** : lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10184	10318	10425	10385
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	3788	3922	4029	3989
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.782	1.845	1.895	1.876

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	135.90	115.55	102.70	97.50	105.50	104.35	109.24	100.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	120.00	102.00	90.00	85.60	92.65	91.50	95.00	87.00
Peso del Agua	gr.	15.90	13.55	12.70	11.90	12.85	12.85	14.24	13.00
Peso de la Capsula	gr.	23.35	22.82	19.01	19.63	30.96	30.44	30.50	30.20
Peso del Suelo Seco	gr.	96.65	79.18	70.99	85.97	61.69	61.06	64.50	56.80
% de Humedad	%	16.45%	17.11%	17.9%	18.04%	20.83%	21.04%	22.08%	22.89%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	16.78%		17.96%		20.94%		22.48%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.526		1.564		1.567		1.532	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.58	gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	19.4%	



*Andrés Luque Puma*  
 Bach. Ing. Andrés Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

*Wilder Colquehuana Curo*  
 Ing. Wilder Colquehuana Curo  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

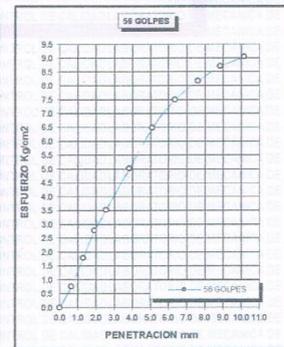
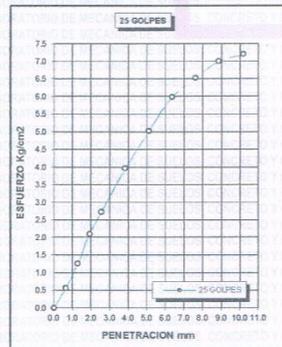
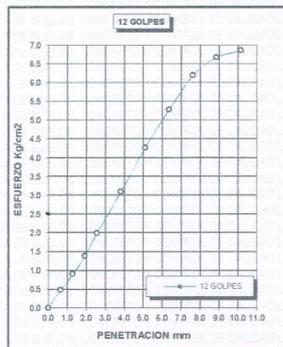
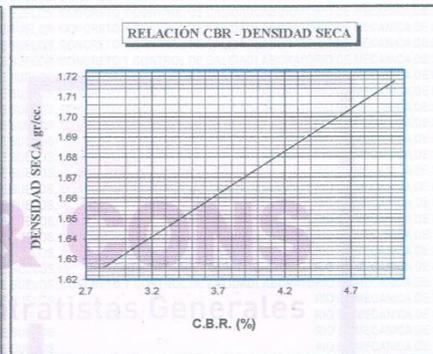
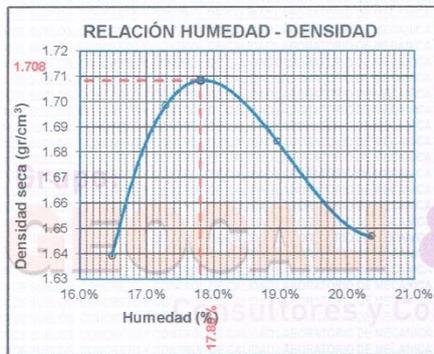
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES

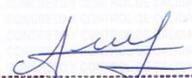


RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>TESIS</b> "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b> : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.) : 1.71 HUMEDAD OPTIMA (%) : 17.8% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 4.93 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 2.88
<b>MUESTRA</b> : CALICATA 02 - MUESTRA PATRON	CLASIFICACIÓN : ML AASHTO : A-7 <10>
<b>UBICACIÓN</b> : CARRETERA JULIACA ESCALLANI	EMBEBIDO : 4 DIAS
<b>COORDENADA</b> : 19L 397687.4 8285216.9	
<b>FECHA</b> : Lunes, 14 de Marzo de 2022	



  
**Bach. Ing. Andres Luque Puma**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

  
**Ing. Wilder Colquehuacra Curo**  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI

**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI

**COORDENADA** : 19L 397687.4 8285216.9

**MUESTRA** : CALICATA 02 - MUESTRA PATRON

**FECHA** : Lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO SIN SATURAR	SATURADO SIN SATURAR	SATURADO SIN SATURAR

	gr.	12703	12412	12726	12473	12784	12585
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4670	4379	4705	4452	4770	4571
Peso del Suelo Humedo	cm <sup>3</sup>	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>	2.010	1.885	2.025	1.916	2.053	1.967

Capsula No	No	P	R	K	B	V	C	S	D	F
Suelo Humedo + Capsula	gr.	154.98	141.99	175.40	165.99	163.94	156.43	180.16	183.50	153.90
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	128.40	118.94	152.16	140.73	137.93	135.78	153.90	156.58	133.70
Peso del Agua	gr.	26.58	23.05	23.24	25.26	26.01	20.65	26.26	26.92	20.20
Peso de la Capsula	gr.	20.35	20.50	22.50	20.50	21.00	21.00	22.00	21.00	20.20
Peso del Suelo Seco	gr.	108.05	98.44	129.66	120.23	116.93	114.78	131.90	135.58	113.50
% de Humedad	%	24.60%	23.42%	17.92%	21.01%	22.24%	17.99%	19.91%	19.88%	17.80%
Promedio de Humedad	%	24.01%	17.92%	21.63%	17.99%	19.88%	17.80%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.621	1.598	1.665	1.624	1.712	1.670			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
08/03/2022	12:00: a.m.		389.0	0.00	0	498.0	0	0	365.0	0	0
09/03/2022	12:00: a.m.	24:00:00	418.3	0.74	0.64	525.4	0.70	0.60	389.3	0.62	0.54
10/03/2022	12:00: a.m.	48:00:00	447.6	1.49	1.28	552.8	1.39	1.20	413.6	1.23	1.07
11/03/2022	12:00: a.m.	72:00:00	476.9	2.23	1.92	580.2	2.09	1.80	437.9	1.85	1.61
12/03/2022	12:00: a.m.	96:00:00	506.2	2.98	2.56	607.6	2.78	2.39	462.2	2.47	2.14

### PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III			MOLDE No II			MOLDE No I		
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		9.4	0.5		11.2	0.6		15.3	0.8	
1.27	01:00		17.8	0.9		24.9	1.3		35.4	1.8	
1.91	01:30		27.3	1.4		41.5	2.1		55.1	2.8	
2.54	02:00	70.31	39.4	2.0		54.0	2.7		69.9	3.5	
3.81	03:00		61.5	3.1		78.5	4.0		99.5	5.0	
5.09	04:00	105.00	84.6	4.3		99.4	5.0		128.4	6.5	
6.35	05:00		104.5	5.3		118.4	6.0		148.5	7.5	
7.62	06:00		122.5	6.2		129.2	6.5		161.9	8.2	
8.84	07:00		132.1	6.7		138.6	7.0		172.3	8.7	
10.16	08:00		135.9	6.9		142.7	7.2		179.2	9.1	

*Andrés Luque Puma*  
 Bach. Ing. Andrés Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

  
 Ing. Wilder Colquehuancá Luro  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

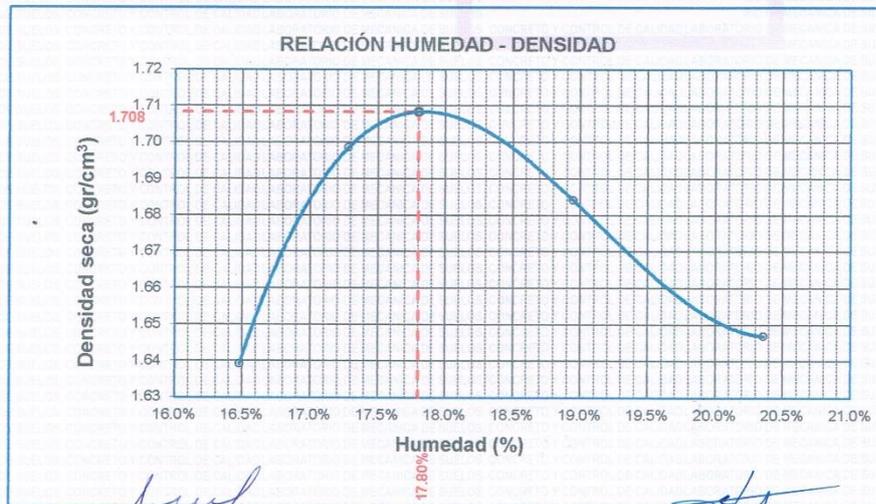
**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**COORDENADA** : 19L 397687.4 8285216.9  
**MUESTRA** : CALICATA 02 - MUESTRA PATRON  
**FECHA** : lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10455	10631	10655	10610
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	4059	4235	4259	4214
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.909	1.992	2.003	1.982

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	187.00	184.59	175.20	179.25	189.89	182.90	176.00	189.00
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	164.01	160.99	152.97	155.70	163.11	157.01	150.08	160.21
Peso del Agua	gr.	22.99	23.60	22.23	23.55	26.78	25.89	25.92	28.79
Peso de la Capsula	gr.	21.00	21.20	22.00	21.82	21.14	20.95	21.19	20.50
Peso del Suelo Seco	gr.	143.01	139.79	130.97	133.88	141.97	136.06	128.89	139.71
% de Humedad	%	16.08%	16.88%	17.0%	17.59%	18.86%	19.03%	20.11%	20.61%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	16.48%		17.28%		18.95%		20.36%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.639		1.699		1.684		1.647	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.71 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	17.8%



*Bach. Ing. Andres Luque Puma*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964



*Ing. Wilder Colquehuanca Curo*  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

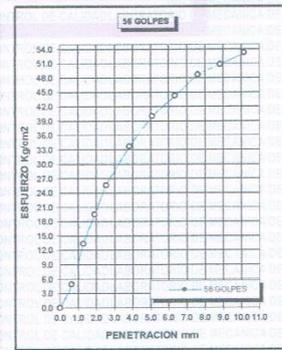
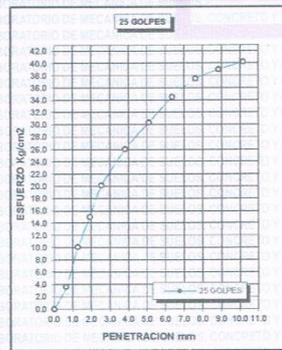
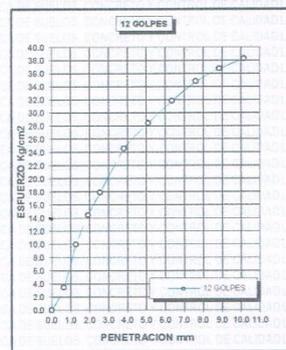
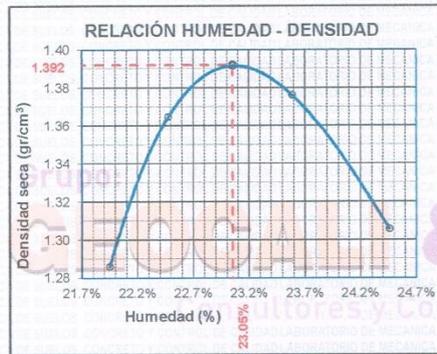
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACION MTC E 132-2000

TESIS	"MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE : CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"	METODO DE COMPACTACION ASTM D1557-91	
	SOLICITANTE : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> .)	1.39
MUESTRA : CALICATA 01 - 85% MUESTRA PATRON +05% CAL + 10% : CENIZA ESTIERCOL	COORDENADA : 19L 397415.64 8285473.5	HUMEDAD OPTIMA (%)	23.1%
UBICACION : CARRETERA JULIACA ESCALLANI	FECHA : lunes, 14 de Marzo de 2022	CBR AL 100 DE M.D.S. (%)	36.43
		CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	25.75
		CLASIFICACION : SM	
		AASHTO : A-7	
		EMBEBIDO : 4 DIAS	



*Andrés Luque Puma*  
**Bach. Ing. Andrés Luque Puma**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

*Wilder Colquehuana Curo*  
**Ing. Wilder Colquehuana Curo**  
 Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP/N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

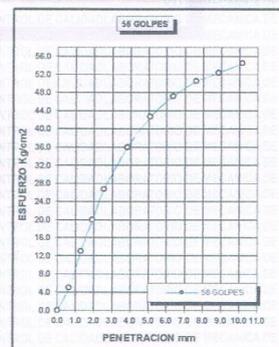
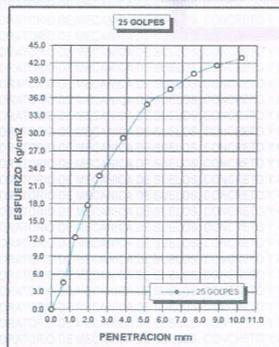
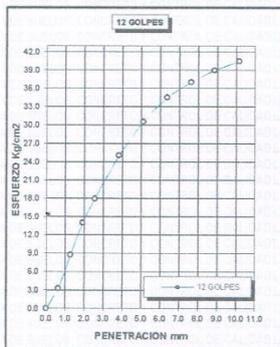
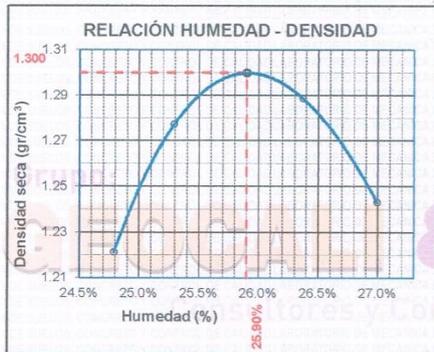
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>TESIS</b> *MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE : CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022*	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>  MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.) : 1.30 HUMEDAD OPTIMA (%) : 25.9% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 37.78 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 25.96
<b>SOLICITANTE</b> : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI	<b>CLASIFICACION</b> : ML <b>AASHTO</b> : A-4 <S>
<b>MUESTRA</b> : CALICATA 02 - 85% MUESTRA PATRON +05% CAL + 10% : CENIZA ESTIERCOL	<b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS
<b>UBICACIÓN</b> : CARRETERA JULIACA ESCALLANI	
<b>COORDENADA</b> : 19L 397687.4 8285216.9	
<b>FECHA</b> : Lunes, 14 de Marzo de 2022	



*Andrés Luque Puma*  
 Bach. Ing. Andrés Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 D.NI. 75320964

*Wilder Colquehuacaca Curo*  
 Ing. Wilder Colquehuacaca Curo  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 289171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

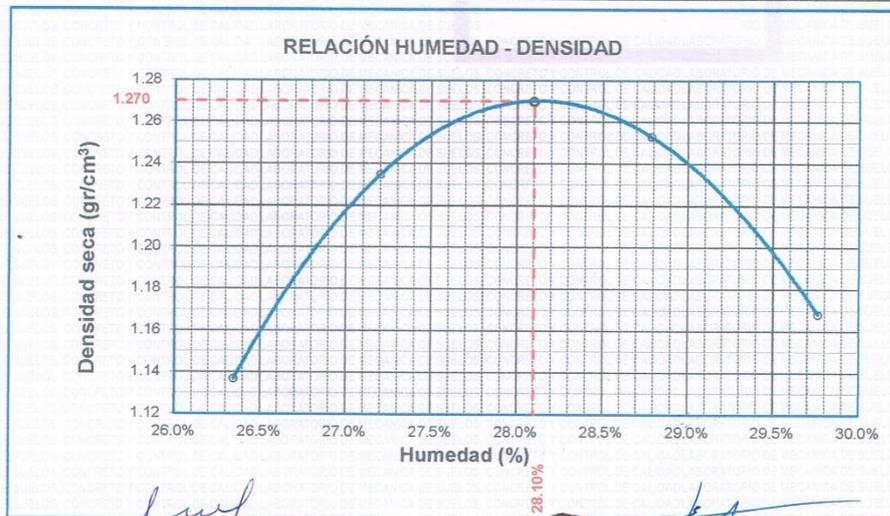
**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**MUESTRA** : CALICATA 03 - 85% MUESTRA PATRON +05% CAL + 10% CENIZA ESTIERCOL  
**FECHA** : lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	9450	9736	9827	9619
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	3054	3340	3431	3223
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.437	1.571	1.614	1.516

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	182.55	178.20	183.18	184.20	201.87	179.79	189.44	183.31
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	149.60	148.00	149.00	150.00	163.40	148.50	152.80	148.50
Peso del Agua	gr.	32.95	32.20	34.18	34.20	38.47	33.29	36.64	34.81
Peso de la Capsula	gr.	24.48	23.84	23.93	23.69	30.26	30.42	30.62	30.63
Peso del Suelo Seco	gr.	125.12	122.16	125.07	126.31	133.14	118.09	122.18	117.87
% de Humedad	%	26.33%	26.36%	27.3%	27.08%	28.89%	28.68%	29.99%	29.53%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	26.35%		27.20%		28.79%		29.76%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.137		1.235		1.253		1.168	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.27	gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	28.1%	



Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquihuarcá  
 Esp. Geotécnica y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

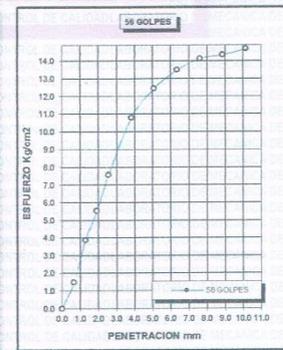
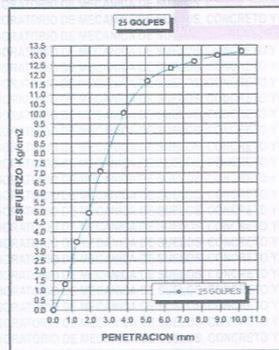
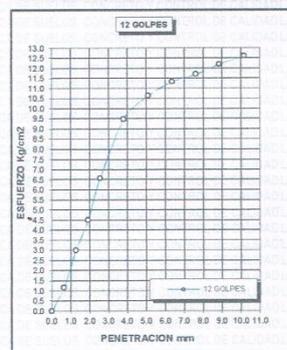
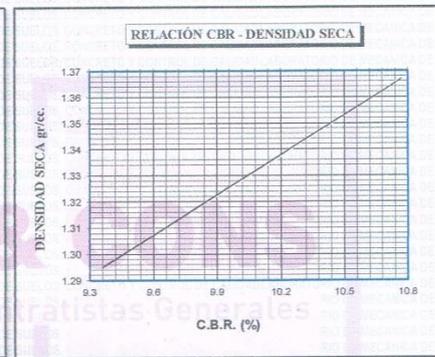
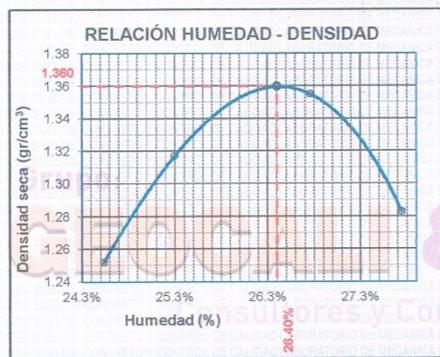
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>TESIS</b> *MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE : CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022*	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>
<b>SOLICITANTE</b> : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> ) : 1.36 HUMEDAD OPTIMA (%) : 26.4% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 10.73 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 9.40
<b>MUESTRA</b> : CALICATA 03 - 82% MUESTRA PATRON +05% CAL + 15% : CENIZA ESTIERCOL	<b>CLASIFICACIÓN</b> : CL <b>AASHTO</b> : A-7 <b>EMBEBIDO</b> : 4 DIAS
<b>UBICACIÓN</b> : CARRETERA JULIACA ESCALLANI	
<b>COORDENADA</b> : 19L 397269.4 8285653.6	
<b>FECHA</b> : Lunes, 14 de Marzo de 2022	



*Andrés Luján Puma*  
**Bach. Ing. Andrés Luján Puma**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 7532064

*Wildy Quiñanuca*  
**Ing. Wildy Quiñanuca**  
 Esp. Geotecnia y Mec. de Suelos  
 C.P. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"

**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI

**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI

**COORDENADA** : 19L 397289.4 8285653.6

**MUESTRA** : CALICATA 03 - 82% MUESTRA PATRON +03% CAL + 15% CENIZA ESTIERCOL

**FECHA** : lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	III	II	I			
No DE CAPAS	5	5	5			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56			
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr.	12022	11781	12096	11895	12175	12000
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	3989	3748	4075	3874	4161	3986
Peso del Suelo Humedo	gr.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup> .	1.717	1.613	1.754	1.667	1.791	1.716
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>						

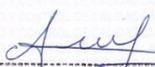
Capsula No	No	L	O	P	F	G	E	C	J	F
Suelo Humedo + Capsula	gr.	340.09	341.28	332.11	340.82	351.38	223.80	340.11	352.98	309.89
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	264.80	267.00	271.00	267.00	278.00	185.00	268.00	278.00	253.00
Peso del Agua	gr.	75.29	74.28	61.11	73.82	73.38	38.80	72.11	74.98	56.89
Peso de la Capsula	gr.	39.31	39.83	39.58	39.17	38.99	38.44	38.66	39.86	38.77
Peso del Suelo Seco	gr.	225.49	227.17	231.42	227.83	237.01	146.56	229.34	238.14	214.23
% de Humedad	%	33.39%	32.70%	26.41%	32.40%	31.80%	26.47%	31.44%	31.49%	26.56%
Promedio de Humedad	%	33.04%	26.41%	32.10%	26.47%	31.46%	26.56%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup> .	1.290	1.276	1.328	1.318	1.362	1.356			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
08/03/2022	12:00: a.m.		530.0	0.00	0	522.0	0	0	391.0	0	0
09/03/2022	12:00: a.m.	24:00:00	552.0	0.56	0.48	541.0	0.48	0.41	408.0	0.43	0.37
10/03/2022	12:00: a.m.	48:00:00	574.0	1.12	0.96	560.0	0.97	0.83	425.0	0.86	0.75
11/03/2022	12:00: a.m.	72:00:00	596.0	1.68	1.44	579.0	1.45	1.24	442.0	1.30	1.12
12/03/2022	12:00: a.m.	96:00:00	618.0	2.24	1.92	598.0	1.93	1.66	459.0	1.73	1.50

### PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		23.2	1.2		26.4	1.3		29.7	1.5		29.7	1.5	
1.27	01:00		59.4	3.0		68.7	3.5		76.4	3.9		76.4	3.9	
1.91	01:30		89.2	4.5		98.2	5.0		109.5	5.5		109.5	5.5	
2.54	02:00	70.31	130.2	6.6		140.6	7.1		149.8	7.6		149.8	7.6	
3.81	03:00		187.4	9.5		199.3	10.1		213.5	10.8		213.5	10.8	
5.09	04:00	105.00	210.6	10.6		231.4	11.7		246.3	12.5		246.3	12.5	
6.35	05:00		224.1	11.3		244.3	12.3		267.2	13.5		267.2	13.5	
7.62	06:00		231.5	11.7		251.3	12.7		279.9	14.1		279.9	14.1	
8.84	07:00		241.3	12.2		257.3	13.0		284.4	14.4		284.4	14.4	
10.16	08:00		249.5	12.6		261.1	13.2		291.1	14.7		291.1	14.7	

  
 Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

  
 Ing. Wilder Colquehuasi  
 Exp. Geotecnia y Mec. de Suelo  
 C.P. N° 709171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS - CONSULTORIA ESPECIALIZADA - MECANICA DE SUELOS - CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

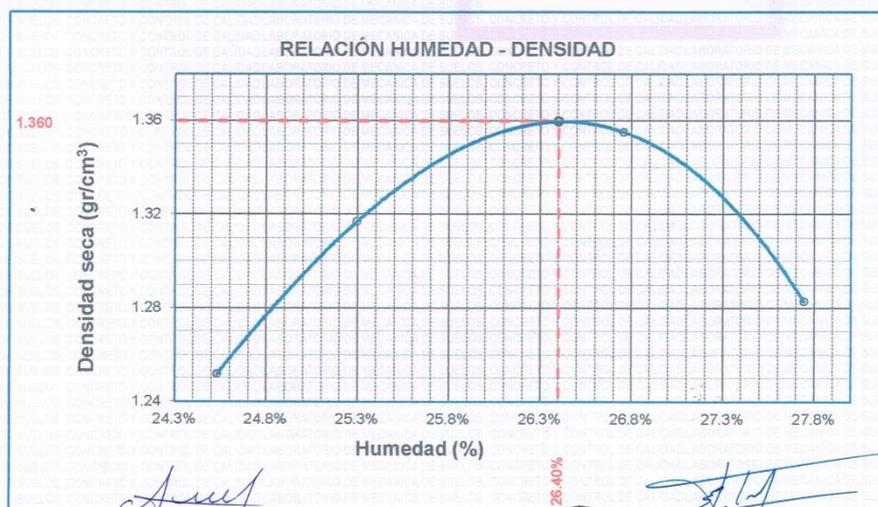
**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**COORDENADA** : 19L 397269.4 8285653.6  
**MUESTRA** : CALICATA 03 - 82% MUESTRA PATRON +03% CAL + 15% CENIZA ESTIERCOL  
**FECHA** : Lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	9710	9904	10048	9880
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	3314	3508	3652	3484
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.559	1.650	1.718	1.639

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	216.77	218.88	213.67	209.00	230.25	196.96	156.84	169.47
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	179.00	180.10	175.20	171.50	186.80	160.10	129.20	138.50
Peso del Agua	gr.	37.77	38.78	38.47	37.50	43.45	36.86	27.64	29.97
Peso de la Capsula	gr.	23.82	23.23	23.06	23.32	23.37	23.20	30.41	30.54
Peso del Suelo Seco	gr.	155.18	156.87	152.14	148.18	163.43	136.90	98.79	108.96
% de Humedad	%	24.34%	24.72%	25.3%	25.31%	26.59%	26.92%	27.98%	27.51%
<b>Promedio de Humedad</b>			24.53%		25.30%		26.76%		27.74%
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%		1.252		1.317		1.355		1.283

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.36	gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	26.4%	



Bach. Ing. Andres Nique Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964



Ing. Wilder Colquehuancá Curo  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

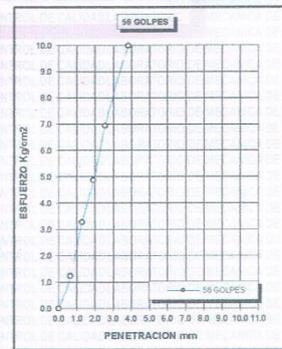
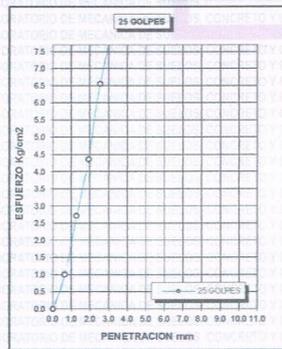
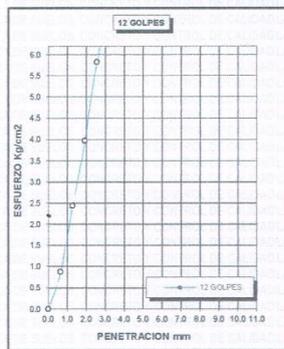
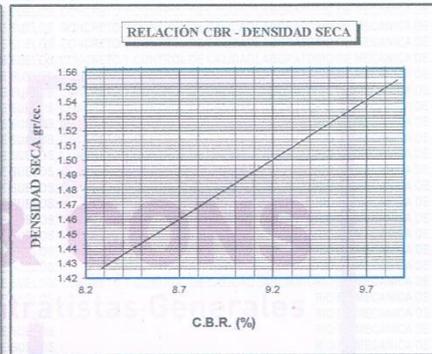
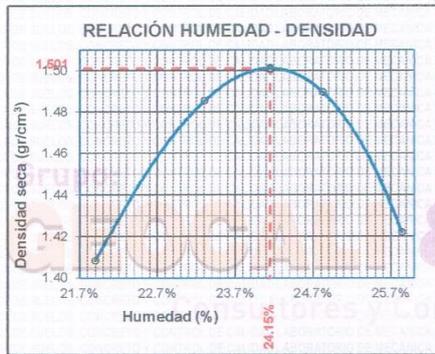
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>TESIS</b> *MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE : CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022*	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b> MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> .) : 1.50 HUMEDAD OPTIMA (%) : 24.2% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 9.23 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 8.30
<b>SOLICITANTE</b> : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI	CLASIFICACIÓN : CL AASHTO : A-7 <6>
<b>MUESTRA</b> : CALICATA 03 - 79% MUESTRA PATRON +0.2% CAL + 20% : CENIZA ESTIERCOL	EMBEBIDO : 4 DIAS
<b>UBICACIÓN</b> : CARRETERA JULIACA ESCALLANI	
<b>COORDENADA</b> : 19L 397269.4 8285653.6	
<b>FECHA</b> : lunes, 14 de Marzo de 2022	



*Andrés Duque Puma*  
**Bach. Ing. Andrés Duque Puma**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTÉCNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

*Wilder Colquehuana Curo*  
**Ing. Wilder Colquehuana Curo**  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**COORDENADA** : 19L 397269.4 8285653.6  
**MUESTRA** : CALICATA 03 - 79% MUESTRA PATRON +01% CAL + 20% CENIZA ESTIERCOL  
**FECHA** : lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	III	II	I			
NO DE CAPAS	5	5	5			
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56			
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr.	12386	12134	12591	12373	12674	12490
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8023	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4353	4111	4570	4352	4660	4476
Peso del Suelo Humedo	gr.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	cm <sup>3</sup>	1.873	1.769	1.967	1.873	2.005	1.926
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup>						

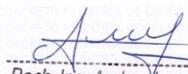
Capsula No	No	R	S	L	M	Y	N	A	P	Z
Suelo Humedo + Capsula	gr.	159.14	144.98	178.23	170.99	168.24	159.53	184.66	188.23	157.14
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	128.00	115.00	148.00	138.65	135.90	133.00	149.00	152.00	131.20
Peso del Agua	gr.	33.14	29.98	30.23	32.34	32.34	26.53	35.66	36.23	25.94
Peso de la Capsula	gr.	20.35	20.50	23.00	30.50	30.54	23.70	26.57	26.54	24.09
Peso del Suelo Seco	gr.	105.65	94.50	125.00	108.15	105.36	109.30	122.43	123.46	107.11
% de Humedad	%	31.37%	31.72%	24.18%	29.90%	30.69%	24.27%	29.13%	29.35%	24.22%
Promedio de Humedad	%	31.55%	24.18%	30.30%	24.27%	29.24%	24.22%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.424	1.425	1.510	1.507	1.552	1.551			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
08/03/2022	12:00: a.m.		387.0	0.00	0	465.0	0	0	578.0	0	0
09/03/2022	12:00: a.m.	24:00:00	411.0	0.61	0.52	487.0	0.56	0.48	598.0	0.51	0.44
10/03/2022	12:00: a.m.	48:00:00	435.0	1.22	1.05	509.0	1.12	0.96	618.0	1.02	0.88
11/03/2022	12:00: a.m.	72:00:00	459.0	1.83	1.57	531.0	1.68	1.44	638.0	1.52	1.32
12/03/2022	12:00: a.m.	96:00:00	483.0	2.44	2.09	553.0	2.24	1.92	658.0	2.03	1.76

### PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I				
			Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm <sup>2</sup>	Correc.	
0.00	0:00			0.00	0.00		0.00	0.00			0.00	0.00		0.00	0.00
0.63	00:30			17.3	0.9		19.8	1.0			24.3	1.2			
1.27	01:00			48.3	2.4		53.6	2.7			64.9	3.3			
1.91	01:30			78.6	4.0		86.4	4.4			96.5	4.9			
2.54	02:00	70.31		115.2	5.8		129.8	6.6			137.2	6.9			
3.81	03:00			163.8	8.3		189.7	9.6			197.7	10.0			
5.09	04:00	105.00		187.6	9.5		216.4	10.9			225.4	11.4			
6.35	05:00			204.2	10.3		228.9	11.6			239.4	12.1			
7.62	06:00			214.5	10.8		238.9	12.1			251.7	12.7			
8.84	07:00			226.2	11.4		248.3	12.6			264.2	13.4			
10.16	08:00			233.5	11.8		253.6	12.8			271.2	13.7			

  
 Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

  
 Ing. Wilder Colquehuasi  
 Exp. Geotecnia y Mejora de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

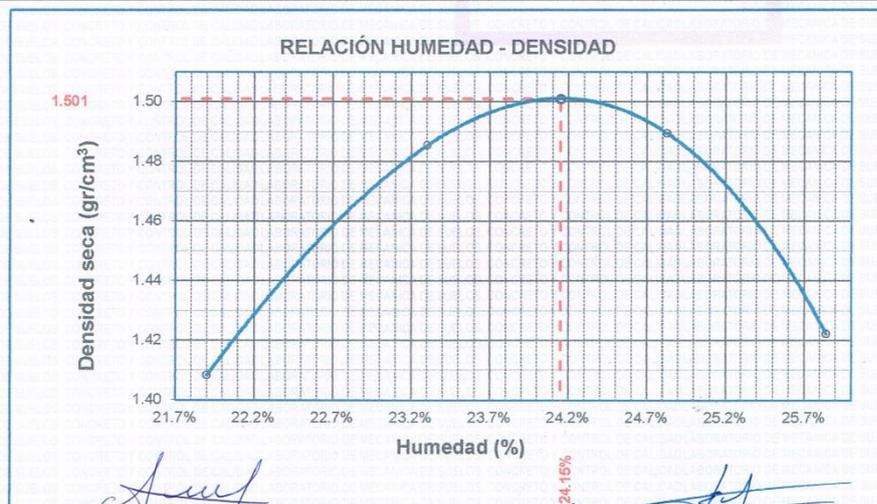
**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**COORDENADA** : 19L 397269.4 8285653.6  
**MUESTRA** : CALICATA 03 - 79% MUESTRA PATRON +01% CAL + 20% CENIZA ESTIERCOL  
**FECHA** : Lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126	cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56	golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10046	10290	10349	10201
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Húmedo	gr/cm <sup>3</sup> .	3650	3894	3953	3805
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.717	1.832	1.859	1.790

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	68.30	68.86	60.56	65.31	66.62	69.10	71.00	72.35
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	60.10	60.15	53.20	57.00	57.64	59.80	60.74	61.84
Peso del Agua	gr.	8.20	8.72	7.36	8.31	8.98	9.30	10.26	10.51
Peso de la Capsula	gr.	21.81	21.21	21.72	21.22	21.84	21.95	21.19	21.00
Peso del Suelo Seco	gr.	38.29	38.94	31.48	35.78	35.80	37.85	39.55	40.84
% de Humedad	%	21.42%	22.38%	23.4%	23.23%	25.08%	24.57%	25.94%	25.73%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	21.90%		23.30%		24.83%		25.84%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	gr/cm <sup>3</sup>	1.408		1.486		1.490		1.422	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.50	gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	24.2%	



*Bach. Ing. Andres Luque Puma*  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 D.N.I. 78020044

*Ing. Wilder Colquehuanca Curo*  
 Exp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

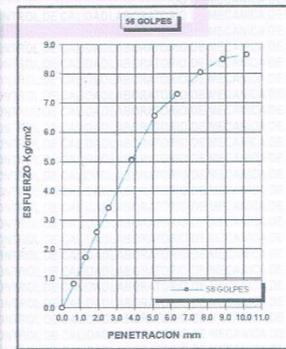
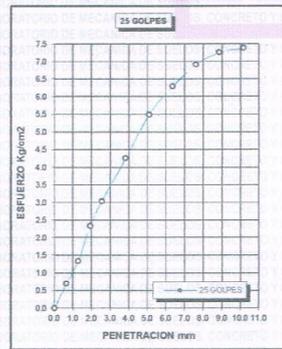
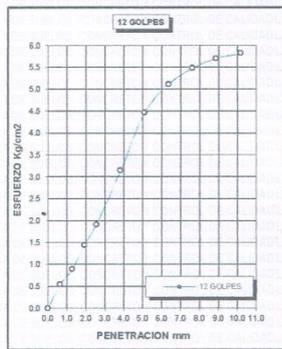
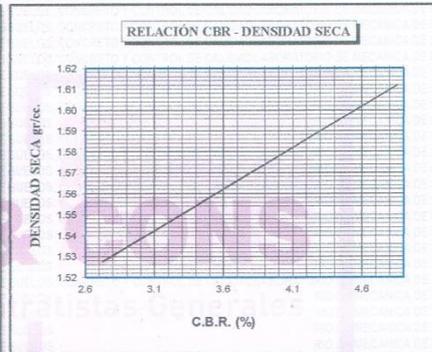
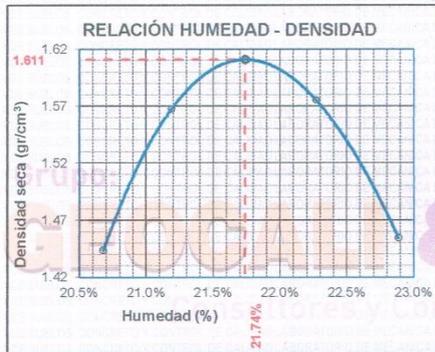
ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE CBR - GRAFICO DE PENETRACIÓN MTC E 132-2000

<b>TESIS</b> *MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022*	<b>METODO DE COMPACTACIÓN ASTM D1557-91</b>	
	<b>SOLICITANTE</b> : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI	MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3.) : 1.61 HUMEDAD OPTIMA (%) : 21.7% CBR AL 100 DE M.D.S. (%) : 4.83 CBR AL 95% DE M.D.S. (%) : 2.80
<b>MUESTRA</b> : C-03 MUESTRA PATRON	CLASIFICACIÓN : ML AASHTO : A-7 <5>	EMBEBIDO : 4 DIAS
<b>UBICACIÓN</b> : CARRETERA JULIACA ESCALLANI		
<b>COORDENADA</b> : 19L 397269.4 8285653.6		
<b>FECHA</b> : Lunes, 14 de Marzo de 2022		



*Andrés Luque Puma*  
 Bach. Ing. Andrés Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

*Wilder Colquehuarcá*  
 Ing. Wilder Colquehuarcá  
 Exp. Geotecnia y Mec. de Suelos  
 CIP. N° 209471

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : \*MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022\*  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**COORDENADA** : 19L 397269.4 8285653.6  
**MUESTRA** : C-03 MUESTRA PATRON  
**FECHA** : Lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	III	II	I
No DE CAPAS	5	5	5
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	12	25	56
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO

	gr.	12613	12320	12707	12456	12654	12456
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	4580	4287	4686	4435	4640	4442
Peso de la Capsula	cm3	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	gr/cm3	1.971	1.845	2.017	1.909	1.997	1.912
Densidad del Suelo Humedo							

Capsula No	No	L	K	J	M	N	B	C	F	G
Suelo Humedo + Capsula	gr.	106.20	106.50	103.44	107.50	108.10	105.00	105.40	108.10	103.71
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	88.20	87.60	89.45	89.90	90.12	90.54	90.23	90.55	89.87
Peso de la Capsula	gr.	18.00	18.90	13.99	17.60	17.98	14.46	15.17	15.55	13.84
Peso del Suelo Seco	gr.	24.85	24.08	24.95	23.45	23.68	24.02	26.02	26.15	26.09
% de Humedad	%	28.32%	29.75%	21.69%	26.49%	27.06%	21.74%	23.63%	24.15%	21.70%
Promedio de Humedad	%	29.04%	21.69%	26.77%	21.74%	23.89%	21.70%			
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3	1.528	1.516	1.591	1.568	1.612	1.571			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%	Dial	Expansión mm	%
08/03/2022	12:00: a.m.		497.0	0.00	0	520.0	0	0	490.0	0	0
09/03/2022	12:00: a.m.	24:00:00	524.2	0.69	0.59	545.6	0.65	0.56	513.7	0.60	0.52
10/03/2022	12:00: a.m.	48:00:00	551.4	1.38	1.19	571.2	1.30	1.12	537.4	1.20	1.04
11/03/2022	12:00: a.m.	72:00:00	578.6	2.07	1.78	596.8	1.95	1.68	561.1	1.81	1.57
12/03/2022	12:00: a.m.	96:00:00	605.8	2.76	2.37	622.4	2.60	2.24	584.8	2.41	2.06

### PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0:00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		10.8	0.5		13.9	0.7		16.2	0.8		16.2	0.8	
1.27	01:00		17.7	0.9		26.5	1.3		34.2	1.7		34.2	1.7	
1.91	01:30		28.5	1.4		46.2	2.3		51.2	2.6		51.2	2.6	
2.54	02:00	70.31	37.9	1.9		60.1	3.0		67.5	3.4		67.5	3.4	
3.81	03:00		62.4	3.2		84.4	4.3		100.1	5.1		100.1	5.1	
5.09	04:00	105.00	88.3	4.5		108.7	5.5		129.8	6.6		129.8	6.6	
6.35	05:00		101.2	5.1		124.5	6.3		144.5	7.3		144.5	7.3	
7.62	06:00		108.5	5.5		136.8	6.9		159.2	8.0		159.2	8.0	
8.84	07:00		112.9	5.7		143.8	7.3		168.2	8.5		168.2	8.5	
10.16	08:00		115.3	5.8		146.3	7.4		171.2	8.7		171.2	8.7	

Bach. Ing. Andres Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320984

Ing. Wilder Colquehuana Liro  
 Exp. Geotecnia y Mecanica de Suelos  
 CIP. N° 209171

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ASTM D-698 D-1557 AASHTO T-99 T-180

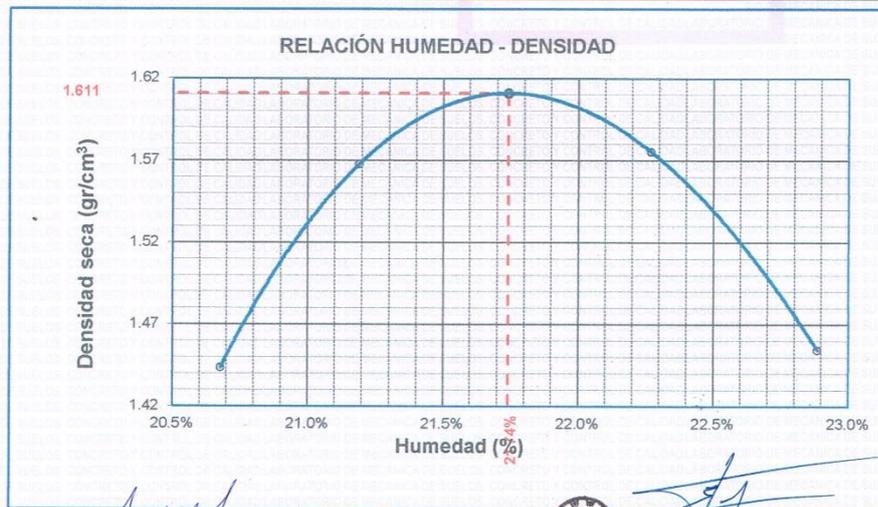
**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**COORDENADA** : 19L 397269.4 8285653.6  
**MUESTRA** : C-03 MUESTRA PATRON  
**FECHA** : lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	:	1	VOLUMEN DEL MOLDE	:	2126 cm <sup>3</sup>
No DE CAPAS	:	5	GOLPES POR CAPA	:	56 golpes

Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	10100	10435	10491	10196
Peso del Molde	gr.	6396	6396	6396	6396
Peso del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	3704	4039	4095	3800
Densidad del Suelo Humedo	gr/cm <sup>3</sup> .	1.742	1.900	1.926	1.787

Capsula No	No	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.	SUP.	INF.
Suelo Humedo + Capsula	gr.	122.61	114.59	119.45	113.60	123.15	110.21	131.20	109.89
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	105.15	98.14	102.22	97.12	104.64	93.80	110.74	92.84
Peso del Agua	gr.	17.46	16.45	17.23	16.48	18.51	16.41	20.46	17.05
Peso de la Capsula	gr.	19.60	19.60	20.20	20.00	20.50	21.00	19.90	19.50
Peso del Suelo Seco	gr.	85.55	78.54	82.02	77.12	84.14	72.80	90.84	73.34
% de Humedad	%	20.41%	20.94%	21.0%	21.37%	22.00%	22.54%	22.52%	23.25%
<b>Promedio de Humedad</b>	%	20.68%		21.19%		22.27%		22.89%	
<b>Densidad del Suelo Seco</b>	%	1.444		1.568		1.575		1.455	

METODO:	ASTM D - 1557 MODIFICADO "A"	MAXIMA DENSIDAD SECA	:	1.61 gr/cm <sup>3</sup>
		HUMEDAD OPTIMA	:	21.7%



*Andrés Luque Puma*  
 Bach. Ing. Andrés Luque Puma  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964



*Wildor*  
 Ing. Wildor  
 Exp. Geotécnica  
 CIP. N° 209.111

# LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y CONTROL DE CALIDAD

ESTUDIOS GEOTECNICOS · CONSULTORIA ESPECIALIZADA · MECANICA DE SUELOS · CONCRETO Y MATERIALES



RUC.: 20605082310

## RELACION HUMEDAD - DENSIDAD PROCTOR - CBR

**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE MEDIANTE EL USO DE CENIZA ESTIERCOL BOVINO Y CAL CARRETERA JULIACA ESCALLANI DEL DEPARTAMENTO DE PUNO 2022"  
**SOLICITANTE** : Bach. VALDERRAMA LIMACHI OMAR YOVANI  
**UBICACIÓN** : CARRETERA JULIACA ESCALLANI  
**MUESTRA** : CALICATA 03 - 85% MUESTRA PATRON +05% CAL + 10% CENIZA ESTIERCOL  
**FECHA** : Lunes, 14 de Marzo de 2022

MOLDE No	III		II		I	
	5		5		5	
No DE CAPAS	12		25		56	
CONDICIONES DE LA MUESTRA	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR

	gr.	11834	11614	11882	11688	11962	11798
Peso Suelo Humedo + Molde	gr.	8033	8033	8021	8021	8014	8014
Peso del Molde	gr.	3801	3581	3861	3667	3948	3784
Peso del Suelo Humedo	cm3.	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46	2323.46
Volumen del Suelo	gr/cm3.	1.636	1.541	1.662	1.578	1.699	1.629
Densidad del Suelo Humedo							

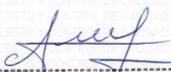
Capsula No	No	I	H	N	B	C	A	R	W	Z
Suelo Humedo + Capsula	gr.	160.14	144.88	178.20	170.99	168.24	159.61	184.66	188.23	156.67
Peso del Suelo Seco + Capsula	gr.	123.50	112.00	144.23	135.00	133.00	129.80	145.00	148.00	127.50
Peso del Agua	gr.	36.64	32.88	33.97	35.99	35.24	29.81	39.66	40.23	29.17
Peso de la Capsula	gr.	20.35	20.50	23.00	30.50	30.54	23.70	26.57	28.54	24.09
Peso del Suelo Seco	gr.	103.15	91.50	121.23	104.50	102.46	108.10	118.43	119.46	103.41
% de Humedad	%	35.52%	35.93%	28.02%	34.44%	34.39%	28.10%	33.49%	33.68%	28.21%
Promedio de Humedad	%	35.73%		28.02%	34.42%		28.10%	33.58%		28.21%
Densidad del Suelo Seco	gr/cm3.	1.205	1.204	1.236	1.232	1.272	1.270			

### EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
				mm	%		mm	%		mm	%
08/03/2022	12:00: a.m.		530.0	0.00	0	522.0	0	0	391.0	0	0
09/03/2022	12:00: a.m.	24:00:00	550.0	0.51	0.44	539.0	0.43	0.37	406.0	0.38	0.33
10/03/2022	12:00: a.m.	48:00:00	570.0	1.02	0.87	556.0	0.86	0.74	421.0	0.76	0.66
11/03/2022	12:00: a.m.	72:00:00	590.0	1.52	1.31	573.0	1.30	1.11	436.0	1.14	0.99
12/03/2022	12:00: a.m.	96:00:00	610.0	2.03	1.74	590.0	1.73	1.49	451.0	1.52	1.32

### PENETRACION

Penetracion mm	Tiempo	Carga Est.	MOLDE No III				MOLDE No II				MOLDE No I			
			Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.	Dial	Kg	Kg/cm2	Correc.
0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00		0.00	0.00	
0.63	00:30		68.1	3.4		79.4	4.0		80.4	4.1		80.4	4.1	
1.27	01:00		151.2	7.6		199.2	10.1		245.1	12.4		245.1	12.4	
1.91	01:30		219.4	11.1		304.7	15.4		366.7	18.5		366.7	18.5	
2.54	02:00	70.31	304.5	15.4		409.9	20.7		521.0	26.3		521.0	26.3	
3.81	03:00		434.6	22.0		530.5	26.8		682.1	34.5		682.1	34.5	
5.09	04:00	105.00	542.1	27.4		621.1	31.4		800.9	40.5		800.9	40.5	
6.35	05:00		638.2	32.3		692.7	35.0		888.7	44.9		888.7	44.9	
7.62	06:00		721.4	36.5		765.2	38.7		952.9	48.2		952.9	48.2	
8.84	07:00		797.2	40.3		822.4	41.6		999.1	50.5		999.1	50.5	
10.16	08:00		857.5	43.3		868.1	43.8		1053.9	53.3		1053.9	53.3	

  
**Bach. Ing. Andres Luque Puma**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO GEOTECNIA  
 SUELOS Y CONTROL DE CALIDAD  
 DNI. 75320964

  
**Ing. Wilder Colquhuanca Curo**  
 Esp. Geotecnia y Mecánica de Suelos  
 C.I.F. N° 209171