



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Mejoramiento de la subrasante de suelo arcilloso con Polietileno de alta densidad (PEAD) en acceso Periurbano, Bolivia - 2022

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

AUTORA:

Edquen Vargas, Jenifer Clotilde
<https://orcid.org/0000-0002-5818-5728>

ASESOR:

Dr. Vargas Chacaltana, Luis Alberto
<https://orcid.org/0000-0002-4136-7189>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura vial
Lima – Perú

2022

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado en primer lugar a Dios, por cuidarme día a día a mis padres Iris y Carlos que están en el cielo que siempre me inculcaron valores de respeto y perseverancia para alcanzar mis metas, a mi amado esposo Michael por tenerme la paciencia y apoyarme en todos mis objetivos.

Agradecimiento

A Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mis padres, en especial a mi asesor Dr. Luis Vargas Chacaltana que con sus exigencias y asesoría impecable logre culminar el presente trabajo de Investigación, a la Universidad Cesar Vallejo y a la Universidad Mayor de San Andres que fueron mis referentes en este trabajo de Investigación.

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos:	iv
Índice de tablas:.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	7
III. METODOLOGÍA	26
3.1 Tipo y diseño de investigación	26
3.2 Variables, Operacionalización.....	27
3.3 Población y muestra y muestreo	29
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	31
3.5 Procedimientos	32
3.6 Método de análisis de datos	37
3.7 Aspectos éticos.....	37
IV. RESULTADOS.....	39
V. DISCUSIÓN.....	91
VI. CONCLUSIONES.....	103
VII. RECOMENDACIONES	106
REFERENCIAS	107
ANEXOS.....	112

Índice de tablas:

Tabla 1: Numero de calicatas para exploración de suelos.	17
Tabla 2: Categorías del suelo según su CBR.....	19
Tabla 3: Clasificación de suelos según tamaño de las partículas.	20
Tabla 4: Índice de grupo y suelo de subrasante.....	22
Tabla 5: Clasificación de suelos según índice de Plasticidad.....	23
Tabla 6: Clasificación general de suelos a nivel subrasante	25
Tabla 7: Via Achocalla - El Alto	42
Tabla 8: Análisis de Agregado grueso C-01	44
Tabla 9: Análisis de Agregado fino C-01	45
Tabla 10: Clasificación Granulométrica C-01	45
Tabla 11: Análisis de Agregado grueso C-02.....	46
Tabla 12: Análisis de Agregado fino C-02	46
Tabla 13: Clasificación Granulométrica C-02	47
Tabla 14: Análisis de Agregado grueso C-03.....	47
Tabla 15: Análisis de Agregado fino C-03	48
Tabla 16: Clasificación Granulométrica C-03	49
Tabla 17: Contenido de Humedad de las calicatas en Estudio	49
Tabla 18: Contenido de Humedad con Adición de PEAD C-01.....	51
Tabla 19: Contenido de Humedad Natural con Adición de PEADC-03	51
Tabla 20: Límites de Consistencia.....	53
Tabla 21: Límites de Consistencia.....	53
Tabla 22: Límites de Consistencia.....	54
Tabla 23: Valores de los límites de Atterberg.....	54
Tabla 24: Valores de la Clasificación SUCS.....	55
Tabla 25: Clasificación SUCS	56
Tabla 26: Calicatas según su clasificación AASHTO	57
Tabla 27: Resultado del tamizado del "PEAD"	57
Tabla 28: Granulometría del PEAD	58
Tabla 29: Clasificación SUCS del" PEAD"	59
Tabla 30: Clasificación AASHTO del" PEAD"	59
Tabla 31: Resultados de la MDS y OCH de las Calicatas	60

Tabla 32: Resultados de MDS y OCH con la dosificación PEAD (C-01).....	63
Tabla 33: Resultados de MDS y OCH con la dosificación PEAD (C-03).....	67
Tabla 34: Valor Índice CBR de las Calicatas.....	71
Tabla 35: Resultados del CBR con la dosificación PEAD (C-01).....	74
Tabla 36: Resultados del CBR con la dosificación PEAD (C-03).....	77
Tabla 37: Influencia de la dosificación en las propiedades físicas y mecánicas del suelo.....	81
Tabla 38: Resultado final del Incremento de CBR con Dosificación PEAD.....	87

Índice de figuras

Figura 1: Átomos de carbón	12
Figura 2: Átomos de policloruro.....	12
Figura 3: Reacción de polimerización	13
Figura 4: Clasificación de los 7 códigos de los plásticos	14
Figura 5: Clasificación por tipo de suelo.....	24
Figura 6: Foto satelital C-01, C-02, C-03.....	30
Figura 7: Mapa Político de Bolivia	39
Figura 8: Mapa del Departamento de La Paz.....	40
Figura 9: Mapa de la provincia de Murillo y Achocalla	41
Figura 10: Resultado del conteo de vehículos.....	43
Figura 11: Ensayo Granulométrico.....	44
Figura 12: Curva Granulométrica C-01	45
Figura 13: Curva Granulométrica C-02	47
Figura 14: Curva Granulométrica C-03	48
Figura 15: Ensayo del contenido de Humedad Natural	49
Figura 16: Curva de contenido de Humedad.....	50
Figura 17: Grafico Contenido de Humedad Natural	50
Figura 18: Contenido de Humedad Natural con Adición de PEAD C-01	51
Figura 19: Contenido de Humedad Natural con Adición de PEADC-03.....	52
Figura 20: Límites de Atterberg	52
Figura 21: Curva de Escurrimiento C-01	53
Figura 22: Curva de Escurrimiento C-03.....	54
Figura 23: Resultados de los límites de Atterberg.....	55
Figura 24: Carta de plasticidad.....	56
Figura 25: Correlación de tipos de suelos	57
Figura 26: Curva granulométrica PEAD	58
Figura 27: Ensayo Proctor.....	60
Figura 28: Curva de Compactación C-01	60
Figura 29: Curva de Compactación C-02	61
Figura 30: Curva de Compactación C-03	62
Figura 31: Óptimo contenido de Humedad del suelo natural.....	62

Figura 32: Máxima densidad seca suelo natural	63
Figura 33: Curva de Compactación al 4%(C-01).....	64
Figura 34: Curva de Compactación al 6%(C-01).....	64
Figura 35: Curva de Compactación al 8% (C-01).....	65
Figura 36: Curva de Compactación al 10% (C-01).....	65
Figura 37: Optimo contenido de Humedad con la Adición de PEAD C-01	66
Figura 38: Máxima Densidad Seca con la Adición de PEAD C-01	66
Figura 39: Curva de Compactación al 4% (C-03).....	67
Figura 40: Curva de Compactación al 6% (C-03).....	68
Figura 41: Curva de Compactación al 8% (C-03).....	68
Figura 42: Curva de Compactación al 10% (C-03).....	69
Figura 43: Optimo contenido de Humedad con la Adición de PEAD C-03	69
Figura 44: Máxima Densidad Seca con la Adición de PEAD C-03.....	70
Figura 45: Ensayo CBR.....	70
Figura 46: Curva CBR (C-01)	71
Figura 47: Peso Unitario seco en relación con el % humedad y CBR (C-01).....	71
Figura 48: Curva CBR (C-02)	72
Figura 49: Peso Unitario seco en relación con el % humedad y CBR. (C-02).....	72
Figura 50: Curva CBR (C-03)	72
Figura 51: Peso Unitario seco en relación con el % humedad y CBR. (C-03).....	73
Figura 52: CBR Del suelo Natural C-01 C-02 y C-03	73
Figura 53: Curvas CBR al 4% (C-01)	74
Figura 54: Peso Unitario seco en relación con el % humedad y CBR (C-01).....	74
Figura 55: Curvas CBR al 6% (C-01)	75
Figura 56: Peso Unitario seco en relación con el % humedad y CBR (C-01).....	75
Figura 57: Curvas CBR al 8% (C-01)	75
Figura 58: Peso Unitario seco en relación con el % humedad y CBR (C-01).....	76
Figura 59: Curvas CBR al 10% (C-01)	76
Figura 60: Peso Unitario seco en relación con el % humedad y CBR (C-01).....	76
Figura 61: CBR con Adición de PEAD C-01	77
Figura 62: Curvas CBR al 4% (C-03)	78
Figura 63: Peso Unitario seco en relación con el % humedad y CBR (C-03).....	78
Figura 64: Curvas CBR al 6% (C-03)	78

Figura 65: Peso Unitario seco en relación con el 6 % humedad y CBR (C-03).....	79
Figura 66: Curvas CBR al 8% (C-03)	79
Figura 67: Peso Unitario seco en relación con el 8% humedad y CBR (C-03).....	79
Figura 68: Curvas CBR al 10% (C-03)	80
Figura 69: Peso Unitario seco en relación con el 10% humedad y CBR (C-03)....	80
Figura 70: CBR con Adición de PEAD C-03.....	80
Figura 71: Dosificación del PEAD	81
Figura 72: Contenido de humedad con Adición de PEAD C-01 -C-03	82
Figura 73: OCH y MDS con la dosificación de PEAD.....	83
Figura 74: OCH y MDS con la dosificación de PEAD.....	84
Figura 75: Curva y resultados CBR con adición de PEAD	85
Figura 76: Curva y resultados CBR con adición de PEAD	86
Figura 77: Test de normalidad.....	87
Figura 78: Correlacion	88
Figura 79: Test de normalidad.....	89
Figura 80: Correlación.....	90

Resumen

El presente trabajo de Investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia de la adición de polietileno de alta densidad PEAD en el mejoramiento de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla, Bolivia adicionándose 4%, 6%, 8%, y 10% con relación al peso del suelo. La metodología que se empleo fue de tipo aplicada diseño cuasi experimental y de enfoque cuantitativo. La población que se considera fue el tramo de 6 km del acceso Periurbano ubicado en el Municipio de Achocalla, las muestras que se tomaron en total fueron tres, de las cuales se tomó dos siendo estas las que se clasificaban como las más complejas, los instrumentos que se utilizaron se basaron de manera fehaciente en las normas estandarizadas, se realizaron ensayos de granulometría por tamizado, contenido Humedad, límites de Atterberg, clasificación SUCS Y AASHTO, Ensayo Proctor y Ensayo CBR.

Para luego obtener los resultados de Laboratorio donde el porcentaje óptimo de adición del PEAD fue de 4% y 6% incrementando el CBR de las muestras naturales en 14.28% y 20.51%

Se resume y concluye que las propiedades físicas y mecánicas del suelo han mejorado con la adición del Polietileno logrando mejorar la capacidad soporte de subrasante, considerando aspectos ambientales y económicos siendo así una posible opción para disminuir costos en los diseños.

Palabras clave: Mejoramiento de la subrasante y PEAD (polietileno de alta densidad)

Abstract

The objective of this research work was to evaluate the influence of the addition of high-density polyethylene HDPE in the improvement of the subgrade in the Achocalla periurban access, Bolivia, by adding 4%, 6%, 8% and 10% in relation to the weight of the soil. The methodology used was of the applied type, quasi-experimental design, and quantitative approach. The population considered was the 6 km section of the peri-urban access located in Achocalla, the samples taken were three in total, of which two were taken, these being the ones classified as the most complex, the instruments used were reliably based on standardized norms, tests were carried out on granulometry by sieving, moisture content, Atterberg limits, SUCS and AASHTO classification, Proctor test and CBR test.

To then obtain the laboratory results where the optimum percentage of HDPE addition was 4% and 6%, increasing the CBR of the natural samples by 14.28% and 20.51%.

It is summarized that the properties and concludes that the physical and mechanical properties of the soil have improved with the addition of polyethylene, thus improving the subgrade, considering environmental and economic aspects and being an option to reduce costs in the designs.

Keywords: Subgrade improvement and HDPE (high density polyethylene).

I. INTRODUCCIÓN

La ingeniería de la construcción, dentro de sus ramas, abarca la construcción y diseño de pavimentos, los cuales se encuentran dentro de la infraestructura vial y son parte fundamental para el desarrollo económico de una sociedad. Los pavimentos se apoyan sobre la subrasante suelo que sirve como fundación de la vía. Los suelos muchas veces no cumplen con las condiciones ideales para ser usado en la estructura interna de un pavimento. esto se debe a la baja capacidad portante del suelo para ello se debe estabilizar el suelo para mejorar las características mecánicas del mismo.

En la zona andina altiplánica se encuentran muchos suelos arcillosos y suelos complicados, que por sus especificaciones geotécnicas no cumple con las condiciones óptimas para la infraestructura vial. Una de las soluciones que se están implementando en estos tiempos es la incorporación de fibras de polietileno, a suelos arcillosos como son PET (tereftalato de polietileno) y PEAD (polietileno de alta densidad) los cuales se encuentran en envases de plástico, botellas bolsas envoltentes tapas de plástico tuberías etc.

Esta técnica está alcanzando cada vez más aceptación debido al impacto ambiental que genera la creciente cantidad de residuos plásticos a nivel mundial.

En Perú también se ha logrado estudiar exitosamente la inclusión de este proceso para mejorar la resistencia del suelo utilizando el polietileno PET aún no se ha realizado un análisis más detallado sobre el efecto en la resistencia en suelos arcillosos integrando el polietileno PEAD; por esa falta de análisis y el potencial que puede dar el PEAD al mejoramiento del suelo en provecho de la subrasante, se requiere un estudio más exhaustivo de la hipótesis.

El objetivo de este trabajo de investigación es incluir las fibras de polietileno de tipo PEAD al suelo arcilloso para mejorar las propiedades mecánicas del suelo. En conclusión, debido a la excesiva generación de plástico en Bolivia y en el mundo, a la vez la demanda excesiva del uso de este material por el Hombre, esta tesis plantea reciclar el polietileno de tipo PEAD convertirlo en fibras trituradas y cortadas e incorporarlo al suelo arcilloso para probar la hipótesis del mejoramiento del suelo.

Este estudio se centrará en el mejoramiento del suelo al nivel de la subrasante.

A **nivel Internacional**; “El polietileno perteneciente al grupo “2” PEAD de alta densidad tardan más de 4 siglos en descomponerse completamente. Los envases de plástico están hechos normalmente de polietileno que viene del petróleo y gas natural, siendo utilizadas a nivel mundial desde el año 1961. Se fabrican al año un aproximado de entre 500 billones a un trillón de bolsas de plástico en el mundo. El gran problema es la lenta descomposición que conlleva al plástico 500 años en desintegrarse, lo cual lo convierte en un producto de desecho que afecta al medio ambiente. El plástico en su mayoría no es reciclable tampoco es biodegradable. Cada objeto de plástico que existe seguirá contaminando. Se crearon 2 normas relacionadas con el control del plástico: la norma ISO 15270:2008 para el uso de los residuos y desperdicio y el ISO 14001:2004 para el cuidado y protección medioambiental.”¹

A **nivel Nacional**; después de la crisis financiera en Bolivia a partir de 1986 se inició un proceso sostenido de construcción de carreteras pavimentadas, que se ha ido acentuándose en el 2006, ese año Bolivia recibió ingresos por las exportaciones de minerales y gas esto se debió al aumento de los precios de dichos productos en el mercado internacional. Esto se tradujo en el incremento de los presupuestos de inversión pública. Una tercera parte de estos presupuestos se destinaron a transportes, principalmente a carreteras.

En los años 1996 – 2005 tenían un promedio de 450 millones de dólares anuales, y subieron a un promedio de 2.445 millones, En el 2015 de 879 millones de dólares, en 2006 y a 4.892 millones en 2015. Se puede decir que no se ha usado de manera eficiente los recursos que tiene el país altiplánico para diseñar y construir carreteras. Empleándose diferentes formas de poder mejorar las características inadecuadas de un suelo que servirá como base y subbase del pavimento.²

A **nivel local**; En la ciudad de La Paz se encuentra la sede de gobierno del Estado Plurinacional de Bolivia cuenta con una población estimada de 790.545 habitantes. Es la sede política, cultural y financiera más importante de Bolivia.

1 (GARCIA, 2015)

2 (Evaluación de la construcción de carreteras, 2016)

La Paz ocupa el tercer lugar como la ciudad más habitada del país altiplánico, detrás de El Alto y Santa Cruz de la Sierra. Dentro de la ciudad de La Paz se encuentra el municipio de Achocalla el cual posee una extensión de 2200 km², su geografía tiene 2 regiones por un lado la planicie altiplánica y la cuenca de valle ubicada al sur, este municipio en su mayoría no cuenta con vías asfaltadas (Dirección de Culturas, Municipio Achocalla) su suelo es generalmente arcilloso limoso como conocido es este tipo de suelo debido a su naturaleza suelen ser menos permeables y retienen la humedad, sumada a su baja capacidad portante la cual conlleva a no cumplir con las exigencias necesarias para poder pavimentar sobre ellos.

Para tratar de dar solución a los problemas que se encuentran en el camino se emplean diversas formas de estabilización la cual mejora las propiedades mecánicas del suelo, soslayando elevados costos del proyecto evitando diseñar los grandes espesores del pavimento. Para las capas superiores del pavimento generalmente en esta zona se emplean materiales derivados de banco de préstamo (solución convencional). Estos materiales granulares habitualmente pueden estar alejados del lugar de ubicación del proyecto, esto puede generar problemas de tipo medioambiental, debido que este proceso implica reemplazar el terreno natural por otro de mejores características. En esta dirección se debe estudiar el lugar de depósito de los suelos inadecuados (buzones) y adicionalmente se debe realizar un análisis ambiental técnico del banco de préstamo. La solución convencional de la estructura de un pavimento en suelos arcillosos es su mayoría es costosa debido a la distancia de transporte de los materiales. La dosificación de Suelo-PEAD puede ser una alternativa para mejorar el suelo de la subrasante en el municipio de Achocalla.

Por ello en esta investigación se ha planteado el siguiente, **Problema general**, ¿de qué manera influye la adición de PEAD en las propiedades físico-mecánicas en la subrasante en el acceso periurbano en Achocalla-Bolivia. **Problemas específicos**, ¿De qué manera puede influir la adición de PEAD en las propiedades físicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla-Bolivia? ¿De qué manera puede influir la adición de PEAD en las propiedades mecánicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla-Bolivia? ¿De qué manera

puede influir la dosificación de PEAD en las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla-Bolivia?

Se tiene como **Justificación teórica**, El consumo de plástico día a día se convierte en un problema medioambiental que viene de la insensatez de las personas y del mal uso del polietileno, a la demanda incontrolada del uso de bolsas de plástico y al consumo diario de productos básicos que son contenidos en envases plásticos se suma el no reciclaje lo que conlleva que los residuos plásticos vayan a parar a las calles, lagos, ríos, mares, paisajes naturales, etc..³ Por otra parte, en el Sur en Bolivia el consumismo, trae consigo el uso de 1,2 millones de bolsas plásticas y recipientes plásticos por día en el país. Se ha implementado una nueva norma que avanza hacia su anuencia, la cual plantea reemplazar y reducir el uso de bolsas y envases plásticos en establecimientos comerciales, lamentablemente no hay concientización alguna de los consumidores para que sus hábitos y costumbres estén también en relación con un futuro ambiental sostenible. Mientras que a nivel mundial se ha implementado medidas contra el uso de bolsas plásticas, para mitigar la contaminación ocasionada por este producto, los habitantes bolivianos cotidianamente conservan una gran demanda de plástico. “Toda persona jurídica, natural pública o privada, que haga actividades de distribución de distribución y comercialización de productos plásticos deberá instaurar acciones orientadas a mitigar la generación de residuos plásticos, dando valor el uso de envases biodegradables o reutilizables”, la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, 2015, del artículo 16. en el párrafo IV. En fecha 7 de mayo del 2019, la Comisión de Medio Ambiente de la Cámara Alta del Senado dispuso aprobar el proyecto de Ley de “Reducción y Reemplazo de Bolsas Plásticas”.⁴ Por ese motivo y debido a la contaminación del plástico y al costo que supone la construcción de una vía en suelo con características inadecuadas, en este trabajo de Investigación se propone reciclar los envases de plástico de tipo PEAD cortarlos llevarlos al laboratorio de suelos someterlas a diferentes porcentajes en conjunto con el suelo para mejorar las

3 (PINEDA, 2021)

4 (Cámara de Senado, 2019)

características del suelo de la subrasante, abaratar costos de diseño en los pavimentos lo cual beneficiara a la población. Con este estudio se creará un aporte para las investigaciones futuras dentro de la rama de mejoramiento de suelos. Se tiene como **Justificación metodológica**: Para lograr los objetivos propuestos, se recurrió al empleo de técnicas de Investigación ordenadas, se emplearon técnicas cuantitativas como recolección de material, el muestreo, ensayos en laboratorio de suelos, destinados a la calidad del proceso de Investigación. Los datos recolectados nos brindarían la información necesaria que colabore en la validación de la hipótesis de esta Investigación, con estas informaciones relevantes se aportara una guía a futuros investigadores.⁵ La **Justificación técnica**; la dosificación del PEAD-suelo aun no es muy habitual en el país boliviano a pesar de que hay información, no se ha realizado aun este tipo de estudio Dentro de los estudios de estabilización y mejoramiento de suelos hay informaciones de estudios recientes hechos con PET (tereftalato de polietileno) que han aportado resistencia al suelo de subrasante. Siendo una opción también poder realizar el estudio con PEAD (polietileno de alta densidad) siguiendo los estándares de las normas de suelos y pavimentos ya establecidas. Se tiene como **Justificación Social**; en el lugar de estudio donde años atrás había pocas viviendas, en la actualidad se ha incrementado los habitantes residentes en este municipio, la junta de vecinos está gestionando las instalaciones de todos los servicios básicos, por lo que es importante mejorar las condiciones de las vías periurbanas para de esa manera mejorar el acceso y calidad de vida de los pobladores. En la **Justificación económica**; la solución habitual para mejorar la estructura del pavimento en un suelo inadecuado es en su mayoría es costosa. En el municipio de Achocalla muchos sectores están urbanizados por lo que no existen canteras cercanas y el suelo es similar. no pudiendo encontrar material optimo, se tiene que recurrir a un banco de préstamo del material alejado incrementando los costos. Para dar solución a los problemas que pueden presentar los suelos difíciles se emplean diferentes alternativas de estabilización y mejoramiento para esto la presente investigación permitirá determinar la similitud de las técnicas de mejoramiento del suelo con la adición del PEAD, siendo este

5 (MENDEZ, 2012 pág. 37)

primero reciclable y fácil de encontrar. Se tiene en la **Justificación ambiental**; en la zona de Achocalla se encuentran residuos y envases de polietileno con facilidad que viene de la cultura de no reciclar y no hay suficientes puntos donde haya contenedores de residuos los cuales contaminan el medio ambiente.

En este proyecto se reciclará el polietileno para hacer el estudio del mejoramiento de suelo. Se tratará de minimizar el impacto negativo a la población del uso del Polietileno.

Como **Objetivo general**: Determinar la influencia de la adición de PEAD en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla-Bolivia. **Objetivos específicos**: Determinar cómo influye la adición de PEAD en las propiedades físicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla-Bolivia. Determinar cómo influye la adición de PEAD en las propiedades mecánicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla-Bolivia. Determinar cómo influye la Dosificación de PEAD en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla-Bolivia.

La **hipótesis general**: La adición de PEAD ideal influyen en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante. en el acceso periurbano Achocalla-Bolivia.

Hipótesis específica: La dosificación de la adición de PEAD ideal influyen en las propiedades físicas de la subrasante. en el acceso periurbano Achocalla-Bolivia. La dosificación de PEAD ideal influyen en las propiedades mecánicas de la subrasante. en el acceso periurbano Achocalla-Bolivia. La dosificación de PEAD ideal influyen en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla-Bolivia.

II. MARCO TEÓRICO

Esta investigación ha tomado en cuenta trabajos de Investigación que han sido investigados años atrás por lo que a nivel Internacional tenemos los siguientes: **Cespedes, Calderon Reyes (2021)** en desarrollo de esta tesis tuvo como objetivo el análisis para el mejoramiento de un suelo arcilloso, que luego fue mezclado con fragmentos de material de Polietileno de Alta Densidad (PEAD), que son tomados de una empresa avícola realizándose una metodología cuantitativa de nivel experimental sus porcentajes establecidos fueron 0%, 5%, 9 %respectivamente, se hacen ensayos de caracterización del suelo y condiciones de humedad junto con esto se determina cual es la humedad óptima de dicho suelo, y por último se realiza los ensayos de corte directo, consolidación, drenado y compresión. Para los porcentajes ya mencionados anteriormente, con estos resultados, se comparan y determina cuál es la dosificación que mejor resultado a da a la resistencia al corte, cohesión. Los ensayos realizados tuvieron como resultados, la carga ultima máxima de cada espécimen y su respectiva deformación unitaria. Al 5% 0,106% q(Kpa), en conclusión, el aumento de las propiedades mecánicas, la resistencia a compresión simple creció con el contenido de material PEAD de forma considerable entre los valores del suelo natural y el suelo alterado a un 5%, pero no mostró un mejor comportamiento en los especímenes con porcentajes mayores, puesto que se obtuvieron deformaciones altas lo que al adicionar más material PEAD pierde cohesión entre sus partículas, lo que disminuye la resistencia a la compresión.

Yanchapanta (2021) esta tesis tuvo como objetivo, analizar la capacidad de soporte del suelo adicionando fibras de PET (polietileno tereflato) PP (polipropileno), PE (polietileno) utilizando la metodología con enfoque cuantitativa de tipo aplicada elaborando ensayos en laboratorio de suelos, se hicieron adiciones de 3, 6, 9, 12y 15% obteniéndose resultados que cuando el porcentaje de la adición de finos crece el valor de CBR aumenta hasta un cierto porcentaje para luego comenzar a descender. Los valores de CBR empiezan a crecer desde del 3% de fibras hasta el 9% con datos de CBR de 11.70% y 16.00% respectivamente, y comienza a bajar a partir del 12% hasta el 15% de fibras con un CBR de 12.80 y de 11.20% respectivamente. En este estudio se concluyó que al adicionar fibras

de (PET), Polipropileno (PP) y (PE) al suelo de subrasante aumenta valor de la capacidad de soporte hasta un 5.60%.

Apaza, Ferdinan (2016) este trabajo de investigación tuvo como objetivo realizar una investigación basada en la estabilización de suelos con fibras plásticas de Tereflato utilizando la metodología aplicada cuantitativa Se ensayaron en laboratorio de Mecánica de suelos cuatro muestras del suelo dosificando el polímero a 0.25%, 0.5%, 1.4% obteniendo como resultados que la máxima densidad seca bajo con la adición del polímero y aumento el CBR cuando se dosifico el suelo con 0.5%de adición del polímero obteniéndose 9.0% de CBR. En conclusión, los beneficios de la adicción de polímeros en el mejoramiento de un suelo cada vez se van resaltando más en los suelos arcillosos El uso de productos mezclados con algún tipo de aditivo a base de polímero puede ser una elección factible para el mejoramiento de suelos, ya que esta unión permitiría que los polímeros mejoren de forma importante el efecto del estabilizante tradicional en el suelo.

En el ámbito nacional tenemos a **Cuipal C, Betty (2018)** En su estudio la investigación tuvo como objetivo examinar la reacción que causaría la incorporación de polímero de tipo sintético en mejora de la subrasante de suelo arcilloso, utilizando el método de investigación cuantitativo-aplicativo. Se obtuvieron tres muestras de suelo que fueron sometidas al laboratorio; el suelo analizado se dividió en dos tramos, según los ensayos laboratorio de suelos el primer tramo se encontraron suelos finos arcillosos de plasticidad mediana, el segundo tramo se encontró limo arcillas de ligera plasticidad en los dos tramos se determinó su un CBR al 95% DMS por debajo del 6%, en concordancia con el MTC, se aconseja dar mejoramiento al suelo.

Se utilizó el polímero sintético, se hicieron ensayos de CBR en porcentajes 3%, 6% y 9% de adición polímero sintético. Los resultados se aumentaron en 0.1% el CBR con el 3% de polímero empezando a descender, se concluyó que puede haber un mínimo ascenso en el incremento de la capacidad de soporte de los suelos con la adición de polímero sintético. El aumento del CBR es variable, con respecto a las características de los suelos y en porcentaje de adición de aditivos, de tal manera la recomendación obtener resultados en base a los laboratorios para poder tener el porcentaje óptimo de la incorporación de polímero para la mejora de los resultados.

Capia M. Cliver (2019) En esta investigación se tuvo como objetivo reciclar polímeros tipo PET y adicionarlos para poder estabilizar el suelo arcilloso en subrasante de la carretera Juliaca – Caminaca. Se utilizó la metodología cuantitativa experimental se sacaron muestras de 3 calicatas con una profundidad aproximada de 1.50m, se hicieron ensayos para la clasificación de las muestras, en estado natural y con la incorporación de 1%, 3% y 5% de polímeros reciclados PET, se hicieron ensayos de CBR. De los resultados, el suelo en estado natural sin ninguna adición tenía un CBR = 5.80% y luego de adicionar el 3% del reciclado PET obtiene un CBR = 9.00%, obteniéndose así el 3% como porcentaje óptimo. En conclusión, la adición del polietileno mejora la capacidad soporte de la subrasante en la adición de 3% de suelo estudiado. Tenemos también a **Leiva, Roly (2016)** en este trabajo de investigación el objetivo se orientó en el efecto de las bolsas de plástico material polietileno en el suelo de subrasante, este estudio adoptó una metodología cuyo enfoque fue cuantitativo y experimental de tipo aplicada donde se determinó la incorporación de 6% y 8% de las bolsas fundidas, para eso se tuvo que realizar ensayos para así poder encontrar una dosificación que incremente el CBR. las bolsas de polietileno se fundieron y como resultado se determinó que las bolsas fundidas pueden mejorar las propiedades físico-mecánicas y se recomendó como el 6% como porcentaje más idóneo con relación al peso del suelo seco, el CBR subió al 7.98%. Se concluyó que la adición de bolsas de plástico incremento la capacidad soporte de la subrasante.

In other languages we have **Jazmin Varghese (2016)** from Department Amal Jyothi College of Engineering, Kanjirapally in their research “soil stabilization using plastic fibers” they have had. The objective of this project is to analyze the reaction of plastic fibers in the improvement of clay soil. 4 additions of plastic fibers were made (0.25%, 0.5%, 1%, 1.5%). Quantitative explanatory method. Clayey soils are characterized by having a lot of counting and swelling, the same that produces cracks in the soil. The plastic fibers were obtained from recycling with an average thickness of 2mm each.

The results were tests carried out on natural samples and samples with 0.25%, 0.5%, 1% and 1.5% substitution of soil with plastic fibers compression tests were performed. The results of the two tests are given below concluding, his project focuses on the review of the behavior of plastic fiber as a soil stabilizing material.

The study tells us that if the plastic fiber is combined and applied correctly, it can be used as a soil improvement. Based on this project the following results were obtained. The replacement of 0.5% of plastic fibers to the expansive clay soil reduced its OMC and increased the maximum dry density.

Ferreira (2017), with this work, I propose to validate the use of a polymeric association, in accordance with the geotechnical behavior of a single resistance problem, aiming at its use as a material for street paving with low volume of traffic. This research was quantitative and applied methodology to us tests of geotechnical characterization, compaction, ISC, (UCS RCS and permeability, executed as pure and with addition of polymeric material in proportions varying between 2% and 6%. Values: The results obtained will reveal that the use of the polymeric association resulted in a reduction in plasticity, an increase in the maximum density, a reduction in the apparent dry weight and the expansion alone. Current specifications, concluding in addition to 6% of the polymeric association, classified as argilo-sand-siltoso with expressive plasticity, promoting significant properties of geotechnical properties alone.

Para este estudio de investigación se tomarán en cuenta los siguientes artículos científicos: **Carbajal (2019)** en este artículo se tuvo como objetivo el aporte de fibras PET en la resistencia del suelo arcilloso, la metodología de investigación tuvo un enfoque cuantitativo aplicativo realizándose ensayos en el laboratorio de suelos, como clasificación de suelo, límites de Atterberg, compactación y CBR. Al realizar el estudio de las propiedades físicas y mecánicas del suelo, dio como resultados un límite líquido menor al 50% y un IP inferior siendo estos valores los mínimos que recomienda la norma. Concluyéndose que la capacidad de soporte del suelo con adición de PET se obtiene un CBR de 19% el cual corresponde a un valor regular para un material, según la norma I.N.V.E-148.

la relación entre la humedad y el peso unitario seco del material compactado, a través el ensayo de compactación se obtiene DMS seca de 1,725g/cm³ y una CHO de 19,7%. Se tiene como Bases teóricas al polímero se encuentra en variedades de materiales naturales como sintéticos gran cantidad de ellos han sido y seguirán siendo de gran utilidad en nuestra vida cotidiana.

Dentro de ellos se pueden incluir las pieles las lanas el algodón, fibras sintéticas basadas en poliésteres los popularmente conocidos como plásticos, los cauchos

etc. La humanidad ha utilizado desde sus orígenes siempre estos productos en distintas formas. El comienzo de la química macromolecular como ciencia comenzó en el año 1920, donde en una reunión anual de la sociedad de físicos y naturalistas alemanes en Düsseldorf en 1926, Hermann Staudinger presentó nuevos avances sobre algunos de estos materiales. Se tomó como base determinados productos, obtenidos por hidrogenación del caucho, de allí dedujo que las elevadas viscosidades que obtenían en disoluciones diluidas se debían al peso molecular de dichas sustancias. No se necesitaron más de 10 años, después de la exposición de Staudinger en Düsseldorf, para que en 1936 la Faraday Society organizara un congreso científico, en torno a polímeros, bajo el título “Phenomena of Polymerization and Polycondensation”.

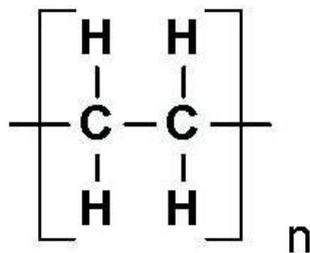
La segunda guerra mundial conllevó, además de incontables eventos llenos de desgracia, un gran avance científico en la investigación de los polímeros, la salida de numerosos científicos hacia América del norte en su mayoría centroeuropeos, por motivo de la guerra fue uno de los factores importantes para la investigación en campo de polímeros, sin duda el descubrimiento más importante durante la guerra fue la obtención del caucho sintético. La vulcanización del caucho natural, producido por una parte de árboles tropicales, era de conocimiento general y también la utilización del material vulcanizado en la fabricación, por ejemplo, de ruedas para vehículos. El caucho natural que procedía de Sudamérica y de Asia, no llegaba a mano de los alemanes debido al aislamiento que sufrían. Este hecho los llevó a la búsqueda de nuevas alternativas siendo la obtención sintética del caucho uno de los principales logros de esa búsqueda, logro que posteriormente se conoció en Estados Unidos, el propio Carothers ya había obtenido años atrás otro tipo de caucho sintético a partir del cloropreno.⁶ “Otros materiales resultaron también interesantes durante estos tiempos de guerra, como el polietileno que contribuyó al desarrollo del radar.”⁷ El polietileno (PE) es el más sencillo de los polímeros desde la vista química en su composición se encuentran los átomos de carbono e hidrógeno. Estos materiales plásticos son de fabricación muy económica y a la vez simple.

6 (AREIZAGA, Javier; et. al., 2002 págs. 14-17)

7 (FERRO, y otros, 2003 pág. 5)

La historia del polietileno comienza a finales del siglo XIX cuando una serie de químicos sintetizaron polietileno por diversas vías, aunque en el estado de conocimiento en que se encontraban, fueron incapaces de asignar su verdadera estructura. Hoy sabemos que Bamberger y Tschirner obtuvieron polietileno de cadenas lineales (que ellos llamaron polimietileno) a partir de una materia prima tan cara como el dióxido de carbono. Entre 1939 y 1943 ICI desarrolló la producción de polietileno a partir de la reacción de polimerización de etileno a altas presiones, que conducía a un material altamente ramificado y lineal dependiendo de su forma o estructura. Las bolsas de plástico se encuentran dentro de la lineal.

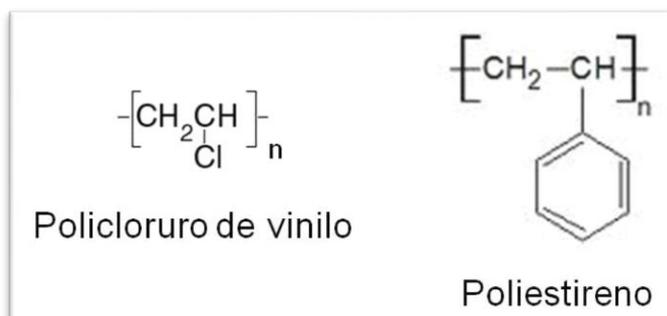
Figura 1: Átomos de carbono



Fuente: Areizaga, Polímeros.

También existen, el policloruro de vinilo o el polipropileno que pertenecen al grupo de polímeros ramificados, ya que hay grupos de otros volúmenes fuera de la cadena principal:

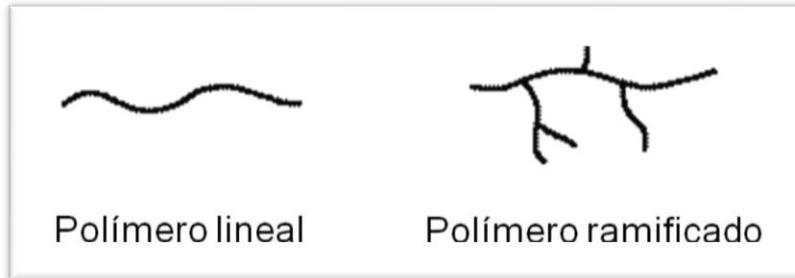
Figura 2: Átomos de policloruro



Fuente: Areizaga, Polímeros.

En pocos casos, los grupos que se encuentran en el exterior de la cadena principal pueden resultar en formas más grandes que los mencionados, formándose una nueva cadena, que ocurre durante la polimerización.

Figura 3: Reacción de polimerización



Fuente: Areizaga, Polímeros.

Figura 4: Clasificación de los 7 códigos de los plásticos

Guía de Reciclaje de Plásticos

 PET	Botellas de bebida Botellas de agua Envases de aceite	
 PEAD	Bolsas de supermercado Implementos de aseo	
 PVC	Tubos y cañerías Cables eléctricos Envases de detergentes	
 PEBD	Mantales, envases de crema y shampoo, bolsas para basura	
 PP	Mamaderas Tapas de botellas Vasos no desechables Contenedores de alimentos	
 PS	Vasos, platos y cubiertos desechables Envases de yogurt Envases de helado Envases de margarina	
 Otros	Teléfonos Artículos médicos Juguetes	

Fuente: blog Verde

El PET o PETE (Polietileno tereftalato) este polietileno se encuentra en botellas de plástico, así como en otras formas, también se pueden reciclar, una vez reciclado, el PET es la materia principal con la cual se fabrican envases plásticos, botellas, generalmente transparentes.⁸

8 (SHERWELL, 2014 pág. 19)

Por otro lado, el PEAD es derivado del petróleo. El etileno es sometido a la polimerización, este procedimiento se realiza con la ayuda de un catalizador, este posibilitará la formación de los polímeros, en el producto final se obtendrá la forma de granos, llamados pellets. El PEAD es utilizado en envases plásticos de detergentes, bolsas de supermercado, y conos de señalización. El Polietileno se le dio el nombre de alta densidad por las propiedades mecánicas y físicas por sus siglas en inglés (HDPE), dentro de las propiedades del PEAD tenemos resistencia térmica, resistencia al impacto y abrasión.

El PEAD O HDPE, (High Density Polyethylene) es un plástico resistente, poco flexible, pero es de fácil fabricación y manejo. Sus usos más frecuentes son los productos de limpieza, bolsas de supermercados envases de leche, zumos o yogurt. El PEAD es un polímero con excelente resistencia, termoplástico, de fácil procesabilidad, flexible, tenaz, es muy ligero, rígido, tiene una densidad aproximada de $0.940-0.970\text{g/cm}^3$. Los envases de plástico son artículos livianos creados a base del PEAD, creados para facilitar el transporte de productos que contiene los diferentes insumos como yogures, champús cremas etc. Envases que ya contienen al producto y sin ningún costo adicional en la mayoría de los países latinos, razón por su fácil distribución, reciclable algunas veces y en su defecto terminan contaminado el medio ambiente.

La palabra suelo se deriva del latín que significa piso de la tierra. El suelo natural está formado a partir de minerales meteorizados, Desde la óptica de ingeniería de carreteras, el suelo, no está consolidado y su composición tiene partículas sólidas con diferentes líquidos y gases que forman su estructura. El suelo es uno de los materiales más estudiados dentro de la ingeniería de construcción, y sirve como base de todas estructuras.

Terzaghi dice: “La mecánica de suelos es la utilización de las leyes que forman parte de mecánica y la hidráulica que hacen frente a los problemas que se presenta dentro de la ingeniería, en suelos no consolidadas de diferentes partículas, que se producen por la disgregación de las rocas de manera mecánica y química en suelos con o sin materia orgánica.” La mecánica de suelos está basada en los comportamientos de los suelos sometidos a cargas en sus propiedades físicas mecánicas, y en los problemas prácticos de la aplicación de conocimiento teórico y empírico. “Suelos con diferentes propiedades pueden ser enumerados

en grupos y subgrupos de acuerdo con su comportamiento, de acuerdo con la visión Ingenieril. La clasificación nos ofrece una información común para manifestar de manera concisa detalles importantes de los suelos de manera general. En la actualidad se utiliza la clasificación: distribución por tamaño de partículas y la plasticidad que presenta el suelo. Los cuales son el sistema de clasificación de suelos (AASHTO) y el Sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS). AASHTO se emplea por los departamentos de caminos estatales en EUA a su vez el sistema unificado es utilizado en su mayoría por los ingenieros geotécnicos".⁹

Las arcillas son, quizás los suelos más difíciles desde la óptica de su uso en la Ingeniería de construcción. El suelo arcilloso es aquel donde la arcilla es predominante con respecto otros granos. La arcilla es una roca sedimentaria, arcilla es un término granulométrico, que contiene partículas de un tamaño de grano menor a 0.005mm. Montejo (2002) afirma: dentro de las obras en ingeniería es importante utilizar materiales de excelente calidad, aunque a veces en muchos casos, no se hace posible alcanzar esta idea a buenos costos, que se encamine de manera pareja en la utilidad de la obra y en un lapso compatible.¹⁰ De esta manera, es entonces obligatorio, emplear materiales de características inferiores a las ideales, pero a su vez mejorarlas a través de determinados procesos, de tal manera que se dé un resultado adecuado para los fines que se requieren, a un costo bajo en comparación con el costo de un material ideal. De esta forma nació la necesidad de estabilizar o mejorar los suelos con difíciles para la implementación de carreteras y diferentes obras de construcción. El suelo estabilizado debe tener la resistencia para soportar las cargas que recibirá que, pueden ser transmitidas por las capas superiores del pavimento, o las cargas directas producidas por el tráfico. El suelo también debe tener la resistencia mínima para soportar las condiciones extremas de clima como son la humedad y las heladas que se preverán según las características meteorológicas.

9 (BRAJA, 2013 pág. 70)

10 (MONTEJO, 1997 pág. 23)

También se tiene los suelos expansivos los cuales aumentan de volumen cuando aumenta el contenido de agua y sucede también que se contraen y disminuyen su volumen si el agua se pierde.

Se ha relacionado la expansión con el límite líquido y el índice de plasticidad con la finalidad de determinar el grado de expansión potencial de ese determinado suelo expansivo.

Es muy importante saber que tránsito pasara por esa vía, determinando el Índice medio diario Actual IMDA que es el valor estimado del tráfico.

Se aplica para pavimentos nuevos reconstrucción y mejoramiento como se aprecia en la Tabla 1.

Tabla 1: Numero de calicatas para exploración de suelos.

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

Fuente: Manual de carreteras suelos y geología 2013 pág. 31

El objetivo principal de un suelo estabilizado es mejorar el suelo a ser trabajado. El mejoramiento y la estabilización de suelos se basa en dar a los suelos, un

aumento en su resistencia mecánica y larga duración. Las formas de estabilización son numerosas, y se realizan desde la incorporación de otro suelo, a la incorporación de diferentes productos estabilizantes. Este será seguido de una fase de compactación.¹¹

Se define pavimento al conjunto de capas de material analizado, debidamente estudiado y seleccionado que reciben de forma directa, las cargas de tránsito y las transfieren dentro de su estructura interna, tenido así un área de rodadura, que debe funcionar de manera eficiente. Los requerimientos para el uso funcional del pavimento son: el trazo horizontal y vertical, el ancho, la resistencia propicia para que no se den las fallas por fisuramiento, deberá también tener una resistencia adecuada a los esfuerzos del tráfico, del agua y medio que lo rodea. La separación en capas que se hace en el pavimento se hace por un indicador económico, se define el espesor de una capa, el mínimo grosor que mitigue las cargas sobre la capa inferior inmediata. La capacidad de resistencia de las capas no dependerá solo del material que lo contiene, sino también resulta del procedimiento de construcción; siendo dos factores importantes que son el su contenido de humedad y la compactación.

La subrasante es el suelo que funciona como base para las capas internas del pavimento. En los años 40, la información del diseño de pavimentos estaba referido a subrasante y sus propiedades. Las cuales son: plasticidad, resistencia al corte y capacidad de soporte. En los años 50, se puso más importancia para investigar más a fondo propiedades de la subrasante y se crearon ensayos para definir a dichos suelos. Es así como el CBR, y el ensayo de compresión simple, fueron sustituidos por ensayos con forma dinámica, como ensayo del módulo resiliente, que visualiza mucho mejor lo que sucede en el interior de un pavimento con respecto a su tensión y deformación.

La base del pavimento es la subrasante parte principal y un factor importante dentro de la fundación, la capacidad de soporte del suelo debe ser estudiada y

11 (MTC, 2013 pág. 107)

analizada en mejora de la subrasante y también analizar la resistencia a la deformación que se dan por los esfuerzos cortantes sometido a las cargas del tráfico es de primordial importancia en el diseño de un pavimento. Los asentamientos y desplazamientos de los pavimentos son producidos generalmente en este estrato. Por lo mismo es muy importante estudiar a la subrasante, las propiedades físicas mecánicas como son: granulometría, contenido de humedad, límites de Atterberg Proctor, CBR.¹² En la Ingeniería Civil la función principal de la subrasante es la encargada de soportar las cargas transmitidas al pavimento.

Tabla 2: Categorías del suelo según su CBR

Categorías	CBR
Subrasante inadecuada	CBR < 3%
Subrasante insuficiente	CBR ≥ 3% a CBR < 6%
Subrasante regular	CBR ≥ 6% a CBR < 10%
Subrasante buena	CBR ≥ 10% a CBR < 20%
Subrasante muy buena	CBR ≥ 20% a CBR < 30%
Subrasante excelente	CBR ≥ 30%

Fuente: (MTC, 2014)

La caracterización granulométrica separar la muestra de suelo y la clasifica por tamaños las partículas que la componen, desde los granos más grandes que podemos tomar con las manos a los más pequeños como son limos y arcillas. En el estudio de suelos dicha clasificación se realiza mediante la norma ASTM D 422.¹³

12 (MTC, 2013 pág. 108)

13 (DIAZ, 2014 pág. 33)

Tabla 3: Clasificación de suelos según tamaño de las partículas.

SUELO	MATERIAL	TAMANO
grava		75mm - 4.75mm
	Arena gruesa	4.75mm -2.00mm
Arena	Arena media	2.00mm - 0.425mm
	Arena fina	0.425mm - 0.075mm
Material Fino	Limo	0.075mm - 0.005mm
	Arcilla	Menor a 0.005mm

Fuente: (MTC, 2014)

La tabla 3, muestra la clasificación de suelos según el tamaño de partículas que van desde a arenas y materiales finos se parecían los diferentes diámetros de las mallas por donde pasan las partículas del suelo para su clasificación.

La curva granulométrica, es una gráfica relevante, ya que nos da información sobre el comportamiento y gradación del suelo.¹⁴

El coeficiente de curvatura es un indicador que nos da un equilibrio relativo que se encuentra en los diversos formas y tamaños de las partículas del suelo, asociado al diámetro efectivo.

$$C_C = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10} \times D_{60})} \dots (1)$$

Los diámetros D_{30} y D_{60} se definen de forma análoga al D_{10} .

El coeficiente de uniformidad es la relación entre el diámetro con un 60% del peso del material y el diámetro por el que pasa el 10% del material, Si el C_u es inferior a 2 la granulometría es bastante uniforme, si C_u es menor a 5 se considera como suelo uniforme si está entre 5 y 20 el suelo es poco uniforme.

$$C_\mu = \frac{D_{60}}{D_{10}} \dots (2)$$

14 (BAÑON, 2000 pág. 7)

$$CU > 4 ; 1 \leq C_c \leq 3$$

se traduce grava bien graduada De no cumplirse se considera grava pobremente graduada

$$Cu > 6 \quad 1 \leq C_c \leq 3$$

3 se traduce arena bien graduada De no cumplirse se considera arena pobremente graduada.

La humedad natural nos permitirá comparar el CHO con el HO a través de ensayos de compactación para obtener el CBR del suelo, Cuando la humedad natural fuera igual o menor a la HO, el técnico obtara la compactación habitual del suelo con la cantidad de agua correspondiente.

Pero si la humedad natural fuera superior a la CHO, en concordancia con la saturación del suelo, se subirá la energía de compactación.¹⁵

El índice de grupo acogido de manera común dentro según AASHTO para la clasificación de los suelos, es orientada por lo general en los límites de Atterberg.
 $IG = [(F-35) (0.2 \pm 0.005 (LL-40)) + 0.01 (F-15) (IP-10)] \dots (3)$

Donde:

F= Porcentaje que pasa por la malla N°200.

LL=Límite plástico.

IP= Índice de plasticidad.

“El índice de grupo tiene un valor positivo y entero, entre el valor de 0- 20 o más. Si este valor es negativo, se considera como 0.

Un IG = 0 se trataría de un suelo de buenas características y un IG igual o mayor que 20 se trata de un suelo no aconsejable en la construcción de carreteras. De forma general, la excelencia del comportamiento de un suelo como material en uso de la subrasante es inversamente proporcional al IG;” el IG es un factor importante y de gran trascendencia para definir el suelo según AASHTO.”¹⁶ Como se aprecia en la Tabla 4.

15 (MTC, 2016 pág. 121)

16 (MTC, 2014 pág. 32)

Tabla 4: Índice de grupo y suelo de subrasante

Índice de grupo	Suelo subrasante
IG >9	Inadecuado
IG esta entre 4 y 9	Insuficiente
IG esta entre 2 y 4	Regular
IG esta entre 1-2	Bueno
IG esta entre 0-1	Muy bueno

Fuente: (MTC, 2014)

La plasticidad de un suelo se puede citar como la característica para crear un cambio de forma sobre la acción de esfuerzos aplicados, sin variaciones volumétricas considerables, además de adoptar la nueva deformación(forma).

El suelo se comporta de manera plástica en un intervalo de contenido de agua que va desde su límite inferior hasta un límite superior, a estos límites se les denomina límite plástico y límite líquido, los cuales son conocidos como límites de consistencia o también conocidos límites de Atterberg.

“Para obtener los límites de Atterberg se emplea la fracción del suelo que pasa por la malla 40 (0.425mm)”¹⁷

“La plasticidad se calcula de la diferencia en porcentaje entre el límite líquido y el plástico. El índice de plasticidad representa la humedad con la cual una porción fina se encuentra en estado plástico”¹⁸

Los límites de Atterberg son; El límite líquido se determina como el contenido de humedad expresado en porcentaje en relación con el peso del suelo seco al horno.

El límite líquido es un ensayo que se define de forma patrón mediante el ensayo de cuchara de Casagrande. Se mide la humedad de un suelo creando un pequeño surco que se cierra una distancia aproximada de 13 mm y se deja caer la cuchara de 25 veces desde una altura de 1 cm.

El límite plástico se determina creando barritas cilíndricas de suelo hasta que se alcance un diámetro de 3mm; si el suelo se empieza a agrietarse o deformarse, se determina que el suelo está en el límite plástico.

Se denomina índice de plasticidad (IP) a la diferencia entre LL y el LP, ensayos.

17 (DIAZ, 2014 pág. 41)

18 (BRAJA, 2013 pág. 76)

Tanto el LL como el LP son dependientes del tipo y la cantidad de arcilla; de esta forma, el IP depende de la cantidad de arcilla que contiene el suelo.

$$IP = LL - LP$$

Donde:

IP= Índice Plástico

LL=Límite Líquido

LP=Límite Plástico

El IP posibilita la caracterización del suelo, un Índice de plasticidad denominado “alto” determina que se trata de suelos muy arcillosos, y un índice igual a cero indica que no hay plasticidad.

Además, un IP baja denota un suelo poco arcilloso.¹⁹ Como se aprecia en la tabla 5.

Tabla 5: Clasificación de suelos según Índice de Plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Características
IP > 20	Alta	suelos muy arcillosos
7 < IP < 20	Media	suelos arcillosos
IP < 7	Baja	suelos pocos arcillosos
IP = 0	No Plástico	suelos exentos de arcilla

Fuente: (MTC, 2014)

“Los suelos se clasifican en grupos y subgrupos partiendo de un comportamiento ingenieril. Los sistemas de clasificación no darán una información común para expresar las características generales de los suelos de una manera sencilla.

actualmente, se usa el sistema de clasificación AASHTO y el sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS el primero es utilizado en caminos estatales y de condados, y el segundo es utilizado por los ingenieros geotécnicos.”²⁰

“La clasificación de los suelos es muy importante ya que permite al profesional a cargo, tener una idea más racional sobre el comportamiento esperado de un suelo como base en la estructura interna del pavimento.”²¹

19 (MTC, 2014 pág. 31)

20 (BRAJA, 2013 pág. 78)

21 (BAÑÓN, 2000 pág. 67)

Para analizar su comportamiento y sus características, se realizarán ensayos de granulometría por tamizado, índice de grupo, plasticidad para hacer una adecuada clasificación de suelos se utilizará el método AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).²²

El SUCS es el sistema unificado de suelos según su textura tamaño y características. Como se aprecia en la Figura 5

Figura 5: Clasificación por tipo de suelo

Tipo de suelo	Prefijo	Sub.Grupo	Sufijo
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobremente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Organico	O	Limite Liquido alto >50	L
Turba	Pt	Limite liquido bajo <50	H

Fuente: ASTM D 2487

El CBR La capacidad de resistencia de un suelo de la subrasante está definida, como la capacidad que puede soportar el suelo al ser sometidos a esfuerzos y cargas, sin producir deformaciones relevantes. En la tabla 6 se aprecia la clasificación para CBR.

22 (BOWLES, 1981 pág. 69)

Tabla 6: Clasificación general de suelos a nivel subrasante

CBR	Usos	Clasificación general	Sistema de clasificación	
			SUCS	AASHTO
CBR < 3%	Subrasante	Inadecuada	OH, CH, MH, OL	A-5, A-6, A-7-6
CBR ≥ 3% A CBR < 6%	Subrasante	Insuficiente	OL, CL, ML, SC, SM, SP	A-4, A-5, A-6, A-7-6, A-7-5
CBR ≥ 6% A CBR < 10%	Subrasante	Regular	CL, ML	A-2-7, A-4
CBR ≥ 10% A CBR < 20%	Subrasante	Buena	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6, A-2-7
CBR ≥ 20% A CBR < 30%	Subrasante	Muy buena	GM, GC, SW, SM, SP, GP	A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-5, A-3
CBR ≥ 30%	Subrasante	Excelente	GW, GM	A-1-a, A-1-b, A-3

Fuente: Elaboración propia

III. METODOLOGÍA

Según Tamayo (2004), "El método científico es el compendio de todos los procedimientos de los cuales se plantearán los problemas científicos poniéndose a prueba la hipótesis y los diferentes instrumentos del trabajo de investigación."²³ Iglesias (1981) señala: "El método es un orden, una vía, conectada de forma directa a lo objetivo de lo que se desea analizar las demostraciones metodológicas traen consigo, una afirmación relativa de las leyes del conocimiento de forma general."²⁴ Según LaTorre (2003), se debe considerar el método como "un proceso guiado por la lógica, emergente de la razón de la inducción."²⁵ Para la exploración en el campo y el desarrollo de los ensayos en laboratorio, se debe recurrir a información de fuentes veraces, como normas, artículos científicos, libros entre otros. La finalidad es brindar a este trabajo de investigación indicadores de alta confiabilidad.

En la parte descriptiva los datos obtenidos del campo y laboratorio, se hizo un análisis gráfico y se hará una interpretación.

3.1 Tipo y diseño de investigación

Investigar quiere decir realizar diferentes acciones o estrategias que tiene como finalidad descubrir algo. Estas acciones van dirigidas a obtener y desarrollar nuevos conocimientos nuevos, a exponer una determinada realidad y obtener maneras de resolver las interrogantes y diferentes situaciones de interés.

El tipo de investigación según su finalidad es aplicada porque recurre a la teoría e informaciones ya existentes que serán aplicadas de manera directa, y así resolverlos de una manera práctica, a razón que se utilice las fibras de PEAD y dosificarlas para el mejoramiento del suelo al nivel subrasante.

Diseño de investigación

Según Palella y Martins (2010) "El diseño tipo experimental es aquel donde el investigador conduce una variable experimental no comprobada en términos de

23 (TAMAYO, 2004 pág. 24)

24 (IGLESIAS, 1976)

25 (LATORRE, y otros, 2003 pág. 19)

condiciones controladas. Su objetivo describe la manera y la causa de cómo sucede o puede suceder un evento.”²⁶

El diseño que se aplicó fue experimental ya que se manipula de manera intencional las variables independientes, para poder evaluar la variable dependiente y su consecuencia, de la familia cuasi experimental ya que se evaluó una sola variable que fue la variable independiente y se analizó su efecto, realizado en el laboratorio de suelos.

Nivel de Investigación

Según Hernández y otros (2014) “Los estudios explicativos precisan indagar las propiedades y características diferentes comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que sea sometido a un análisis.”²⁷

El nivel de investigación de este trabajo es explicativo, ya que se enfoca en la observación directa para describir y poder explicar lo que ocurre, los diferentes contextos causas y determinados acontecimientos.

Enfoque de investigación

Dalle (2005) “La investigación cuantitativa da forma a una realidad objetiva, para lo cual el estudio es un requerimiento importante de la división del que investiga en relación con el objeto de estudio. El trecho frente a aquello que se persigue investigar es tomado como requisito indispensable para alcanzar un conocimiento objetivo real.”²⁸

El enfoque cuantitativo fue empleado en este trabajo de Investigación.

3.2 Variables, Operacionalización

Definición conceptual

Según Tamayo (2003) “La definición conceptual es primordial para el enlace de la teoría al estudio”.²⁹

26 (PALELLA, y otros, 2012 pág. 86)

27 (HERNANDEZ, y otros, 2014 pág. 95)

28 (DALLE, y otros, 2005 pág. 34)

29 (TAMAYO, 2004 pág. 30)

Arias (2006) señala que “Una variable es una cualidad, característica, magnitud o cantidad sujeta experimentar cambios y es en consecuencia objeto de análisis, de la medición y control en una investigación”.³⁰

El PEAD es un polietileno de alta densidad, es un polímero resultado de la polimerización del etileno, es resistente al impacto y a la abrasión.

La subrasante es el terreno natural la cual recibirá las cargas de la estructura del pavimento.

Variable independiente:

PEAD.

Definición Conceptual: El PEAD es un polietileno de alta densidad. es un polímero resultado de la polimerización del etileno es resistente al impacto y la abrasión. (Sherwell 2014).

Variable dependiente:

Subrasante.

Definición Conceptual: la subrasante es la parte principal y un factor importante dentro de la fundación que funciona como base para las capas internas del Pavimento. (MTC 2014).

Definición operacional:

Ñaupas (2014), “La operacionalización de las variables está definida por la separación de elementos que conforman la hipótesis y de manera especial a las variables se define que la operacionalización se concluye cuando se descomponen las variables en dimensiones y estas en indicadores que permitan la medición y la observación. La operacionalización de las variables es trascendental porque a través de ellas se identifican los aspectos que se desea, conocer con el fin de llegar a las conclusiones.” (ÑAUPAS, 2014)³¹

30 (ARIAS, 2013 pág. 59)

31 (ÑAUPAS, 2014 pág. 178)

Para la incorporación del PEAD al suelo arcilloso de la subrasante se requirió conocer las propiedades físicas- mecánicas y determinar su dosificación.

La subrasante debe ser analizada en base a sus características geotécnicas, físicas- mecánicas, de tal forma se determina la clasificación del suelo y su capacidad soporte.

Indicadores:

Arias (2012) “Un indicador es una prueba una señal una medida que permite que sean cuantificadas, tanto las dimensiones como las variables”³²

Para tener un alcance más exacto de las variables se tuvo como indicadores las propiedades físicas y mecánicas del PEAD por otro lado para el suelo el análisis de las propiedades físico-mecánicas como son granulometría, Contenido de humedad, Límites de Atterberg, compactación (Proctor) y resistencia. (CBR).

Escala de medición:

Para Gomez (2012) “valores ordenados y bien distribuidos, la escala de medición es la manera en que una variable va a ser calculada y llevada a medición.”³³

En este estudio de investigación La escala que se utilizó fue la razón y el porcentaje.

3.3 Población y muestra y muestreo

Población:

Según Hernández y otros (2014) “La población se relaciona al universo, a su conjunto de objetos infinitos y finitos de unidades de análisis de objetos e individuos o elementos de los cuales se investiga o hacen estudios.”³⁴

Los 6 kilómetros del acceso periurbano de Achocalla fue la población de estudio donde se encontraron suelos arcillosos y limos al ser suelo arcilloso sus partículas son finas y carecen de fricción, presentándose también inestabilidad volumétrica y baja capacidad de soporte, parámetros que me ayudaron a lograr los objetivos de mi investigación.

32 (ARIAS, 2013 pág. 61)

33 (GOMEZ, 2012 pág. 62)

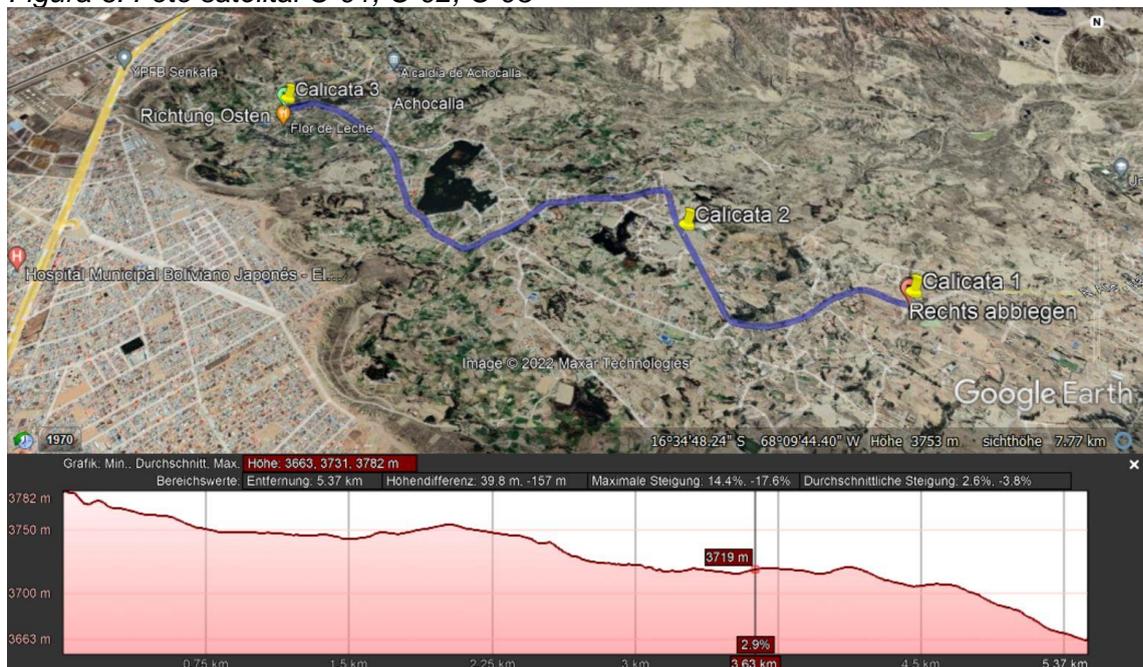
34 (HERNANDEZ, y otros, 2014 pág. 174)

Muestra:

Sobre la muestra Hernández y otros, (2014) afirma “[...] la muestra es un subgrupo dependiente de la población, como un subconjunto de elementos pertenecientes al conjunto definido en sus formas, llamado población.”³⁵

Del tramo de estudio se tomó 3 puntos de investigación por lo que se obtuvieron 3 muestras, C-01, C-02, C-03 extraídas de las calicatas para determinar el tipo de suelo con características inadecuadas para el desarrollo de la investigación. La muestra son las calicatas del acceso periurbano Achocalla.

Figura 6: Foto satelital C-01, C-02, C-03



Fuente: Google Earth Pro

Muestreo:

Para Gomez (2012) “instrumento de gran aporte, donde el investigador a través de él hace una selección correcta de las unidades de esa forma llegar a tener la información requerida sobre la población a ser estudiada”. Se aplicó la observación directa, libros manuales y NTP. El muestreo es no probabilístico”.³⁶

35 (HERNANDEZ, y otros, 2014 pág. 175)

36 (GOMEZ, 2012 pág. 34)

Para un IMDA de 410 vehículos por día que presentaba el acceso Periurbano se inspecciono el número de calicatas bajo las normas del Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimentos con un IMDA de 401-2000 vehículo/día de una calzada de 2 carriles, lo que se traduce en la toma de muestra de 3 calicatas.

Unidad de análisis:

Gomez (2012). "La unidad de análisis analiza y valora la utilidad para los objetivos, la tarea del investigador se acortará cuando se analiza el objeto de estudio".³⁷

La unidad de análisis para este estudio fue el Suelo arcilloso.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según Hernández y otros (2014) "[...] la recolección de datos consiste en elaborar un plan lleno de detalles lógicos y procedimientos que nos guie a conseguir mediante la búsqueda datos con un propósito y fin específico."³⁸

El presente estudio tuvo el recurso de la consulta de análisis y documentos y hechos naturales del lugar del Estudio.

Técnicas de investigación:

Observación directa Hernández y otros (2014) "La observación es un método importante en las diferentes investigaciones, en ellas se concentra el investigador para conseguir los datos e informaciones".³⁹

Instrumentos de recolección de datos:

Según Hernández y otros (2014) define como instrumento aquel que representa a las variables o conceptos que el investigador desea investigar, el instrumento debe aportar a la realidad del estudio de las variables para el investigador.⁴⁰

Esta referida a la información que nos ayudó a plantear de manera adecuada nuestro trabajo, con formatos de ensayos de laboratorio. La hoja de recolección

37 (GOMEZ, 2012 pág. 71)

38 (HERNANDEZ, y otros, 2014 pág. 196)

39 (HERNANDEZ, y otros, 2014 pág. 399)

40 (HERNANDEZ, y otros, 2014 pág. 569)

de datos es el instrumento veraz de la investigación. Los instrumentos que ayudaron a la investigación fueron los ensayos de suelos, equipos de cómputo para su interpretación, cámaras manuales bibliografías, libros y libretas.

Se utilizo las siguientes Normas:

Contenido de humedad (ASTM D 2216) (MTC E 108)

Ensayo granulométrico por tamizado (ASTM D 422) (MTC E 107)

Limite líquido, limite plástico (ASTM D 4318) (MTC E 110 -111)

Índice de plasticidad (ASTM D 4318) (MTC E 111)

Clasificación SUCS (ASTM D 2487)

Ensayo Proctor (MTC E 116- ASTM D 698)

Validez:

Hernández y otros (2014), la confiabilidad es un instrumento de medición, ya que su aplicación repetida, al mismo objeto, produce iguales resultados.⁴¹

Los autores consideran que una prueba debe tener confiabilidad para ser autentica y valida, ya que los resultados muy dispersos tienen significado menos amplio.

Este estudio de investigación fue orientado por los ingenieros de la Universidad Mayor de San Andres UMSA, expertos en el tema de investigación.

Confiabilidad:

Autores como, Johnston y Pennypacken (1980), señalan “la confiabilidad es equivalente a la validez esta se refiere a la medida como real precisa y confiable, se refiere a la realidad o hecho.”⁴²

Los ensayos en laboratorio de suelos serán realizados en el laboratorio de Mecánica de suelos en la Universidad Mayor de San Andres de Bolivia.

3.5 Procedimientos

Según Melinkoff, (1990), "Los procedimientos describen de forma detallada y precisa cada una de las tareas a seguir dentro de un procedimiento investigativo, por el cual se garantiza el decrecimiento de errores."⁴³

41 (HERNANDEZ, y otros, 2014 pág. 200)

42 (JOHNSTON, y otros, 1980 págs. 190-191)

43 (MELINKOFF, 2005 pág. 32)

Gómez, (2012) señala que: "El objetivo importante en el proceso es el de llevar de la mejor manera eficiente una actividad o estudio, considerando los propósitos de dinero esfuerzo y tiempo".⁴⁴

Este estudio de investigación se basa en la teoría donde se describe la importancia de los hechos, de igual manera el porqué de la investigación y se procede a la aplicación de las técnicas de estudio.

La metodología de este análisis se realizó obteniendo la muestra de suelo desde 3 puntos diferentes en la vía de acceso periurbano de Achocalla haciendo una excavación de 3 calicatas (para un IMDA de 419 vehículos diarios, según el manual de suelos y Pavimentos pertenece al grupo de segunda clase con calzada de 2 carriles de aproximadamente 1.50m (ASTM D 420) de profundidad ,recolectando aproximadamente 150kg por muestra, se sometió la muestra natural a laboratorio para poder obtener información de sus características geotécnicas, clasificación de suelos determinando las propiedades físicas y mecánicas como son granulometría por tamizado (ASTM D 422) ,contenido de humedad (ASTM D 2216), límites de Atterberg (ASTM D 4318) Proctor (ASTM D 698) y ensayo de CBR (ASTM D 1883).De estas 3 muestras se analizadas en Laboratorio de suelos se tomó el suelo/suelos con características más inadecuadas con respecto a su capacidad de soporte.

Por otro lado, se reciclo el PEAD (envases de plástico), se lavó seco y se cortó las fibras de polietileno con dimensiones aproximadas de 2.00mm a 9.52mm y se tamizaron para obtener el tamaño con el cual se procedió a trabajar este procedimiento se basó de acuerdo con las normas establecidas de suelos y se tomó en cuenta la referencia y análisis previos experimentales de los resultados encontrados en artículos científicos y diferentes estudios, continuamente se dosifico el PEAD con el suelo a 4%, 6%, 8%, 10% de la muestra del suelo con características más inadecuadas a diferentes porcentajes. Para obtener finalmente los resultados de la adición del polietileno en mejora de la capacidad de soporte del suelo.

44 (GOMEZ, 2012 pág. 20)

Determinación del contenido de humedad. (ASTM D 2216)

Equipos:

Recipientes espátulas, balanza de precisión, espátulas horno.

Procedimiento

Se toma una cantidad de la muestra de material aproximada de 200 gramos que se encuentra embolsado se vacía la cantidad seleccionada y requerida a un recipiente ya pesado, se proceder a pesar la cantidad de suelo, en la balanza de precisión para luego tomar datos. Se colocará la muestra del material dentro del horno para ser secada a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$. Durante 16 a 24 horas aproximadamente, pasado el tiempo se retirará la muestra seca del horno y se dejará enfriar unos 20 a 30 minutos a temperatura ambiente, para luego pesar esa muestra seca y diferenciarla del peso de la muestra natural húmedo y poder por último verificar el contenido de humedad mediante la relación del peso del agua sobre el peso seco de la muestra.

Análisis granulométrico. (ASTM D 422)

Equipos

Mallas o tamices, balanza de precisión, recipientes, brochas.

Procedimiento

Se toma una cantidad adecuada del total del material y se cuartea, escogiendo lados opuestos, después de haber realizado el cuarteo se toma una muestra de suelo en un recipiente previamente pesado en la balanza calibrada se procede a tomar datos de la muestra del suelo (peso) si este pasara la malla 10 Se añade agua el material para que las partículas finas de arcillas se separen de los granos gruesos, se lava el material con la ayuda del tamiz N.200.

Una vez lavada la muestra se seca al horno a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.

Secada la muestra se procede a hacer el tamizado a mano, con los tamices para agregado grueso y agregado fino con las mallas de $2 \frac{1}{2}$ ", 2", $1 \frac{1}{2}$ ", 1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{3}{8}$ ", N.4, N.10, N.20, N.40, N.60, N.140, N.200 y N.400. Se añade la muestra a los tamices previamente ordenados y se procede a pesar las partículas retenidas en cada tamiz, de ninguna forma se debe manipular a las partículas ya retenidas.

Limite líquido. (ASTM D 4318)

Equipos

Espátula, tara de porcelana, capsulas de Casagrande calibrador acanalador, dosificador de plástico, balanza, tamices.

Procedimiento

Para determinar el límite líquido fue necesario tamizar la muestra en la malla N.40 (0.425mm) de la muestra que paso se extrajo 200 gramos, colocándose en el recipiente de porcelana, a continuación, se agregó agua destilada periódicamente, se mezcló con la ayuda de la espátula para obtener una pasta homogénea de color y textura uniforme. Una vez que la pasta este consistente se llevó la muestra a la cuchara de Casagrande(calibrada) que debe tener una altura de 1cm, y la muestra se añade a la cuchara horizontalmente y se extiende para llegar a la forma de la cuchara, una vez homogénea con la ayuda del acanalador se hace una ranura en el medio de 1cm, seguidamente con la manivela se procede a empezar con los golpes hasta que la ranura se cierre que pueden ser aproximadamente ± 25 golpes después esa muestra será llevada al horno.

Limite plástico (ASTM D 4318)

Equipos

Espátula delgada flexible, recipiente, capsulas, balanza de una aproximación de 0.01g, horno, placa de vidrio, calibrador, agua destilada.

Procedimiento

Se selecciono una porción de muestra y se tamizo por la malla N.40, se extrajo aproximadamente de 30 a 50 gramos, se añade agua destilada con la ayuda del dosificador, luego con la ayuda de la espátula se logra una masa consistente, se coloca en el recipiente y con las manos hacemos fricción se tratan de formar rollitos esféricos. Los rollitos deben tener diámetros uniformes de aproximadamente 3.2mm se rodará en el vidrio hasta desmoronarlo y agrietarlo para ver su plasticidad y luego se llevará al horno.

Se define índice de plasticidad de un suelo como la diferencia de su límite líquido y límite plástico.

Ensayo Proctor (ASTM D 698)

Equipos

Molde cilíndrico normado, balanza con sensibilidad de 1 gramo, un pisón, estufa, collar, apisonador.

Procedimiento

Para el ensayo de compactación, se extrajo la muestra de suelo seca puesta al horno 24 horas a una temperatura de 110°C. material que pasa el tamiz $\frac{3}{4}$, después de este procedimiento se ensamblará el molde cilíndrico que sería del grupo C con un molde 6" de diámetro para 56 golpes por cada capa. Se pesó el molde sin material lo cual me sirvió como constante para mi cálculo, a su vez se colocó la muestra de aproximadamente 7kg a 8kg en el recipiente y se adicionó el agua para la homogeneidad de ambos, se logró la consistencia adecuada y se colocó la mezcla en el molde y se hizo una compactación con la ayuda del pisón a 56 golpes ejecutándolo a 3 capas con 5 repeticiones para un molde de 6". Una vez terminado los golpes se retiró el collar y se destornilló el seguro, con la ayuda de la regla metálica se trató de nivelar y eliminar lo sobrante la muestra para luego proceder a pesarla.

Para finalizar se retiró la muestra compactada y se procedió a precisar el contenido de humedad a una pequeña cantidad de la muestra y así repetidamente para obtener la gráfica de compactación y obtener la curva que nos dé el máximo contenido de humedad y la máxima densidad seca.

Este ensayo se repetirá por cada muestra para obtener el contenido de humedad óptima para nuestro ensayo CBR.

Ensayo CBR (California Bearing Ratio)

Equipos

Moldes para CBR metálicos, pisón, disco de metal, medidor de expansión, balanza, tamices, trípode.

Procedimiento

Las muestras fueron secadas previamente a temperatura de 110°C. por 24 horas, luego serán enfriadas a temperatura ambiente, para este ensayo se tomó

16kg, todo el material pasado por la malla 4, con los datos del máximo contenido de humedad y densidad máxima seca obtenido en la compactación, se dispone a poner la muestra en el recipiente añadiéndole el agua correspondiente. Luego se armará los moldes con el collar, el disco espaciador que ira en la base y el papel filtro recortado correspondiente al diámetro del molde el cual cumple la función de separar el disco y la muestra de suelo se lleva la muestra al molde de 3 capas con golpes por capa de 10, 30 y 60, previamente se tomó el peso y el volumen de todos los moldes necesarios para el ensayo, estos datos son importantes para los cálculos finales.

El ensayo CBR nos dará una familia de curvas que nos da como resultado la capacidad de soporte del suelo. Con parámetros de humedad y peso unitario.

Se sumerge el molde en agua y se toma la primera lectura con ayuda del trípode para poder tener los datos de expansión.

3.6 Método de análisis de datos

Según Muñoz (1998), "[...] describen y analizan las operaciones a las que serán sometidos los datos que se obtengan"⁴⁵ el método de investigación en el presente estudio será de tipo aplicada, teniendo como título, "Mejoramiento de la subrasante de suelo arcilloso con Polietileno de alta densidad (PEAD) en acceso Periurbano, Bolivia-2022", con el fin de desarrollar los objetivos ya expresados. Se utilizo hojas Excel, para poder procesar los ensayos de laboratorio como son; granulometría, contenido de humedad, Limites de Atterberg, Proctor modificado y CBR, siguiendo fielmente lo que establece la NTP y el ASTM para obtener las propiedades físicas y mecánicas de las muestras para subrasante.

Para eso se hizo Trabajo de campo se localizó y ubico los puntos para las muestras de suelo, recolección y cortado del polietileno, dosificación del PEAD y así de esta manera llegar a los resultados.

3.7 Aspectos éticos

La presente Investigación redactada, cumple con los estándares del trabajo científico internacional y específico de la Universidad Cesar Vallejo, todas las citaciones e informaciones recopiladas por los distintos autores y fuentes son citados

45 (MUÑOZ, 1998 pág. 163)

de manera veraz y autentica en las referencias según ISO 690, a su vez establece los libros, las páginas de cada artículo la editorial, de la información recopilada.

IV. RESULTADOS

Descripción de La Zona de estudio

Nombre de la Tesis

“Mejoramiento de la subrasante de suelo arcilloso con Polietileno de alta densidad (PEAD) en acceso Periurbano, Bolivia-2022”

Ubicación Política

Achocalla es un Municipio de Bolivia que se encuentra ubicada en la provincia de Pedro Domingo Murillo en el departamento de la Paz con una altura de 3784 msnm.

Mapas

Figura 7: Mapa Político de Bolivia



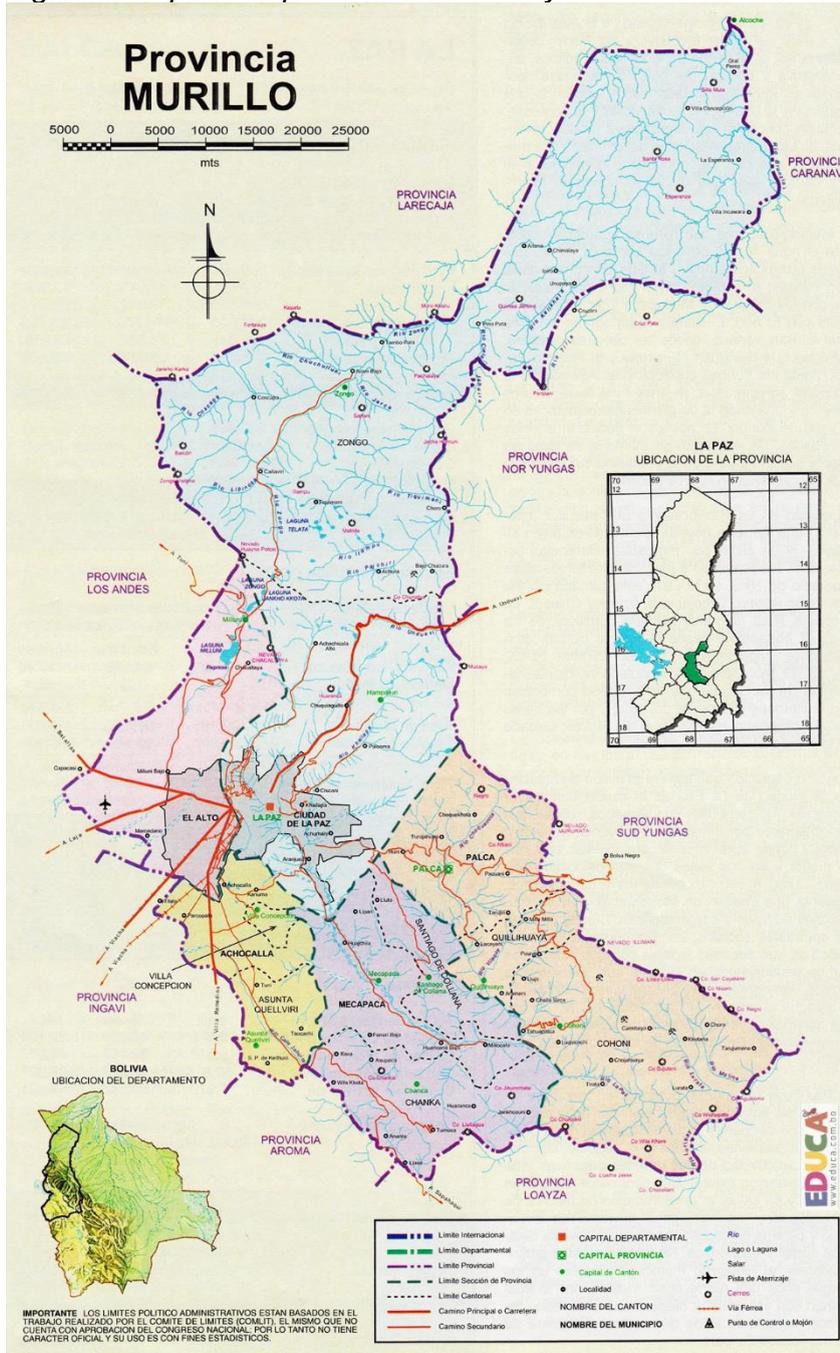
Fuente: Instituto Geográfico Militar de Bolivia

Figura 8: Mapa del Departamento de La Paz



Fuente: Instituto Geográfico Militar de Bolivia

Figura 9: Mapa de la provincia de Murillo y Achocalla



Fuente: Instituto Geográfico Militar de Bolivia

Limites

Ubicación Geográfica

El municipio de Achocalla tiene como coordenadas geográficas: Latitud -16 5707 16° 34' 15" Sur, 68° 10' 5" Oeste y tiene como área 2200km² con una altura de

3784 msnm y una población aproximada de 22.179 habitantes. (Gobierno Departamental de La Paz)

Vías de Acceso

Para poder llegar a la ciudad del Alto vía Achocalla se tienen dos caminos como muestra la tabla 7.

Tabla 7: Vía Achocalla - El Alto

De	A	Vía	Distancia (km)	Estado	Tiempo de viaje
Achocalla	El Alto (Molino Viejo)	Asfaltado	9,00	regular	20 min.
Achocalla	El Alto (Huauhuasi)	Semi- asfaltado	7,2	regular	17 min.

Fuente: Elaboración propia

Clima

El clima en Achocalla es seco y semicálido, en verano es ligeramente caliente y con lluvias, en invierno seco, frío y con muchas precipitaciones, mantiene una temperatura anual de aproximadamente en invierno que va desde junio, julio agosto y septiembre de 2°C y en verano en los meses de diciembre, enero, febrero y marzo de 18°C, el mes de abril es otoño y primavera en octubre y noviembre con una humedad aproximada de 54%.

Índice Medio Diario Anual

Antes de proceder a los objetivos se calculó del Índice medio diario Anual IMDA para el cálculo de vehículos que circulan en la calzada de 2 carriles de Achocalla a la ciudad del Alto y viceversa, siendo 7 días de estudio, como lo estipula el MTC siendo el resultado un IMDA de 419 vehículo/día. Lo que lleva al estudio a realizar mínimo 3 calicatas.

Figura 10: Resultado del conteo de vehículos

Carretera: Acceso Achocalla Tramo Acceso Periurbano		Factor de Correccion estacional				Vehiculos livianos Vehiculos pesados		Fe		0,9394 1,0234		Año de Estudio: 2022 Tipo de Pavimiento: flexible Ubicación: Achocalla Sentido: ambos			
Día		Automovil	Swagon	Camionetas			Micro	Ominibus			Caminon				
				PickUp	Panel	Rural		2 Ejes	3 Ejes	4 Ejes	2 Ejes	3 Ejes	4 Ejes		
Lunes 03/01/2022	Achocalla - El Alto	80	56	30	0	50						22			
	El Alto - Achocalla	75	45	20	0	55						20			
	Total	155	101	50	0	105	0	0	0	0	0	42	0	0	
Martes 04/01/2023	Achocalla - El Alto	86	45	28	0	52						20			
	El Alto - Achocalla	85	38	23	0	57						19			
	Total	171	83	51	0	109	0	0	0	0	0	39	0	0	
Miercoles 05/01/2024	Achocalla - El Alto	90	48	25	0	55						21			
	El Alto - Achocalla	88	45	20	0	55						20			
	Total	178	93	45	0	110	0	0	0	0	0	41	0	0	
Jueves 06/01/2025	Achocalla - El Alto	90	50	20	0	58						18			
	El Alto - Achocalla	86	43	22	0	56						18			
	Total	176	93	42	0	114	0	0	0	0	0	36	0	0	
Viernes 07/01/2026	Achocalla - El Alto	85	59	22	0	60						15			
	El Alto - Achocalla	88	61	17	0	65						18			
	Total	173	120	39	0	125	0	0	0	0	0	33	0	0	
Sabado 08/01/2027	Achocalla - El Alto	80	70	20	0	51						3			
	El Alto - Achocalla	78	65	15	0	54						3			
	Total	158	135	35	0	105	0	0	0	0	0	6	0	0	
Domingo 09/01/2028	Achocalla - El Alto	75	60	15	0	30						0			
	El Alto - Achocalla	75	50	10	0	25						0			
	Total	150	110	25	0	55	0	0	0	0	0	0	0	0	
IMD _s	Achocalla - El Alto	83,71	55,43	22,86	0	50,86	0	0	0	0	0	14,14	0	0	
	El Alto - Achocalla	82,14	49,57	18,14	0	52,43	0	0	0	0	0	14,00	0	0	
	Total	165,86	105,00	41,00	0	103,29	0	0	0	0	0	28,14	0	0	
IMD _a	Achocalla - El Alto	78,64	52,07	21,47	0	47,78	0	0	0	0	0	14,47			
	El Alto - Achocalla	77,17	46,57	17,04	0	49,25	0	0	0	0	0	14,33			
	Total	155,81	98,64	38,52	0	97,03	0	0	0	0	0	28,80	0	0	
Total de vehiculo		156	99	39	0	97	0	0	0	0	0	29	0	0	

IMD_a Total: 419

Fuente: Elaboración propia

Objetivo específico 1: Evaluar cómo influye la adición de PEAD en las propiedades físicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla-Bolivia.

Se procederá a analizar: la granulometría, contenido de humedad límites de Atterberg, clasificación SUCS y AASHTO para las 3 calicatas en estudio seguidamente la influencia de la adición del PEAD a las propiedades físicas.

Caracterización del suelo Natural (0 % PEAD)

Ensayo Granulométrico por Tamizado

Para la clasificación de las muestras de suelo de las calicatas C-01, C-02 y C-03, se procedió a realizar el ensayo granulométrico aplicando el método de tamizado tal como se aprecia en la figura 11.

Figura 11: Ensayo Granulométrico.



Fuente: Elaboración Propia

Calicata C-01

A continuación, se muestran los resultados del ensayo de Granulometría de la C-01 para el agregado grueso y fino.

Tabla 8: Análisis de Agregado grueso C-01

Agregado grueso		
Malla	Abertura (mm)	% Pasa
2 ½ "	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 ½ "	38.10	100.00
1 "	25.40	100.00
¾ "	19.10	97.73
3/8 "	9.52	93.52
N.4	4.76	90.12
N. 10	2.00	86.17

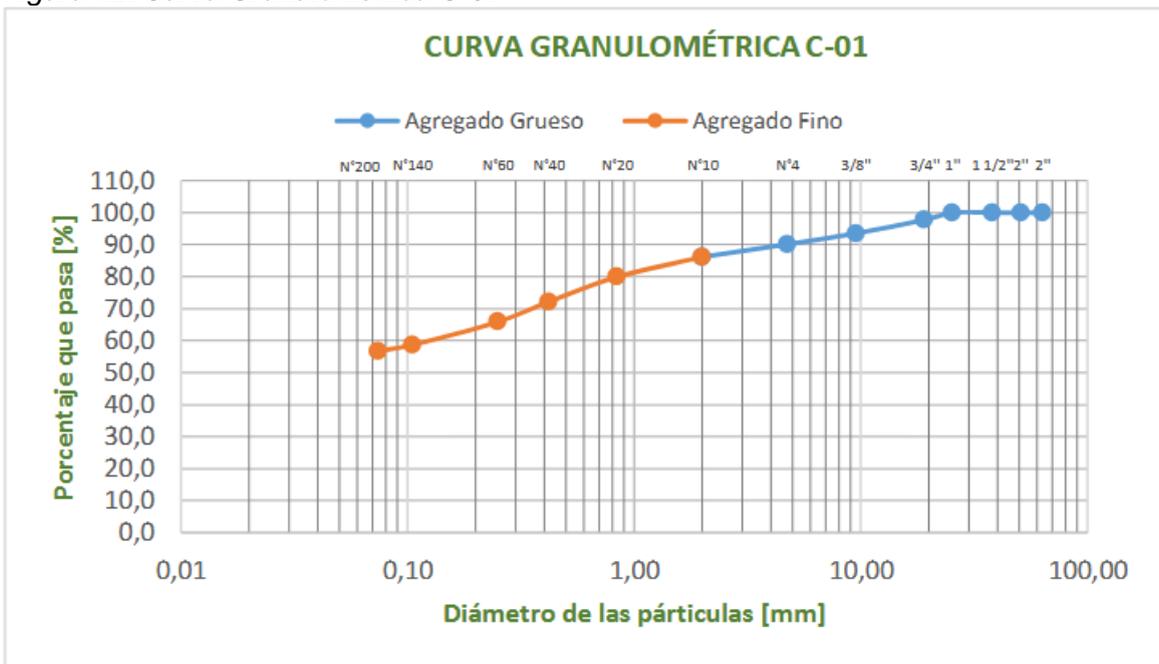
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 9: Análisis de Agregado fino C-01

Agregado fino		
Malla	Abertura (mm)	% Pasa
N.10	2.00	86.17
N. 20	0.84	79.95
N.40	0.42	72.15
N. 60	0.25	65.88
N.140	0.105	58.71
N. 200	0.074	56.71
N. 400	0.037	56.75

Fuente: Elaboración Propia

Figura 12: Curva Granulométrica C-01



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 10: Clasificación Granulométrica C-01

Calicata	% gruesos	% Arenas	% finos
C-01	9.88	33.37	56.75

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: De la tabla 10. Los resultados de los cálculos del tamizado para una muestra total seca de 5911,35 gramos para Agregado grueso y Fino de la Calicata C-01. Se tiene un porcentaje de grava de 9.88%, arena 33.37% y finos un total de 56.75%. Donde los Finos tienen mayor relevancia.

Calicata C-02

Tabla 11: Análisis de Agregado grueso C-02

Agregado grueso		
Malla	Abertura (mm)	% Pasa
2 ½ "	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 ½ "	38.10	100.00
1 "	25.40	100.00
¾ "	19.10	100.00
3/8 "	9.52	100.00
N.4	4.76	99.97
N. 10	2.00	99.85

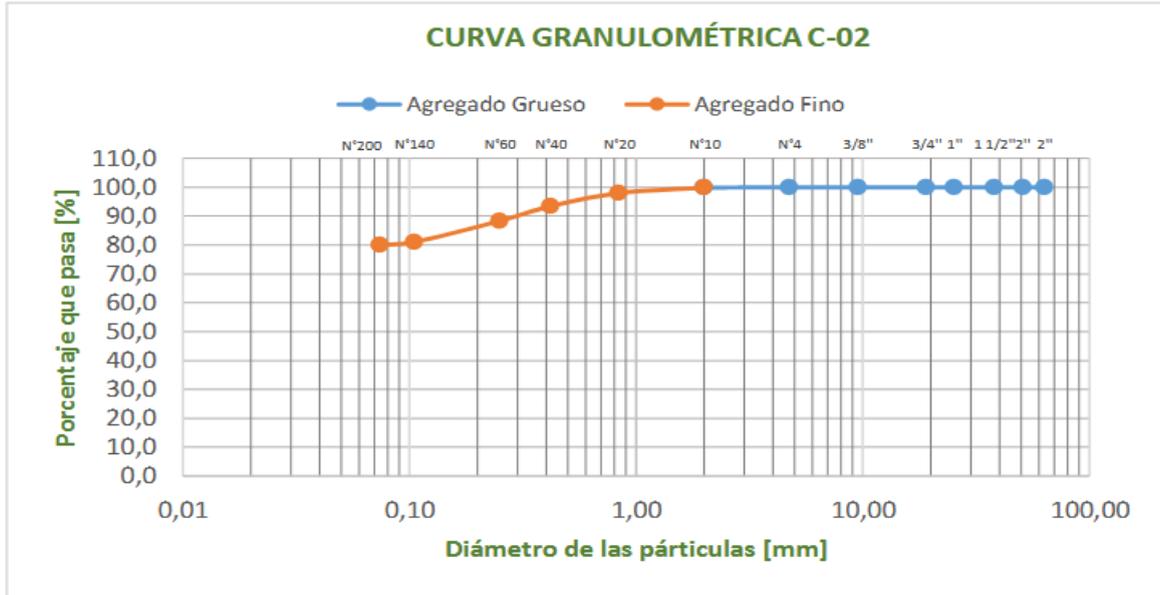
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12: Análisis de Agregado fino C-02

Agregado fino		
Malla	Abertura (mm)	% Pasa
N.10	2.00	99.85
N. 20	0.84	97.99
N.40	0.42	93.48
N. 60	0.25	88.28
N.140	0.105	81.01
N. 200	0.074	80.00
N. 400	0.037	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 13: Curva Granulométrica C-02



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 13: Clasificación Granulométrica C-02

Calicata	% gruesos	% Arenas	% finos
C-02	0.03	19.96	80.00

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: De las tablas 13. Los resultados de los cálculos del tamizado para una muestra total seca de 6198.73 gramos para Agregado grueso y Fino de la Calicata C-02.

Se tiene un porcentaje de grava de 0.03%, arena 19.96% y finos un total de 80.00%. Donde los Finos tienen mayor relevancia.

Calicata C-03

Tabla 14: Análisis de Agregado grueso C-03

Agregado grueso		
Malla	Abertura (mm)	% Pasa
2 ½ "	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 ½ "	38.10	100.00
1 "	25.40	99.23

3/4 "	19.10	98.54
3/8 "	9.52	95.95
N.4	4.76	92.79
N. 10	2.00	88.45

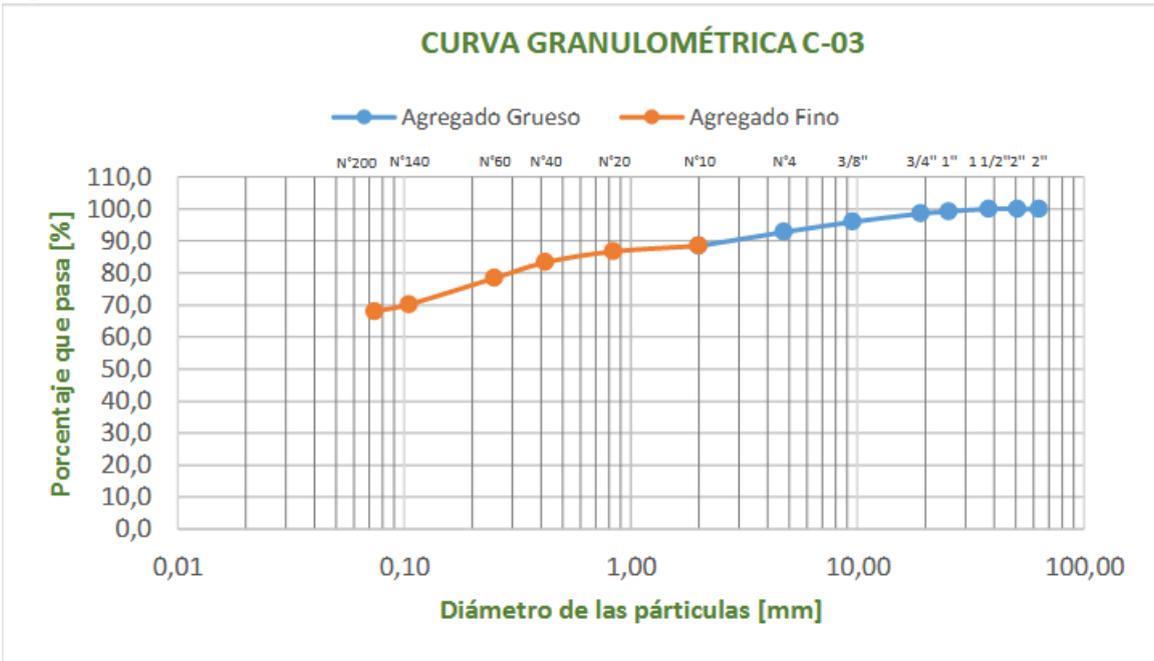
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 15: Análisis de Agregado fino C-03

Agregado fino		
Malla	Abertura (mm)	% Pasa
N.10	2.00	88.45
N. 20	0.84	86.73
N.40	0.42	83.32
N. 60	0.25	78.39
N.140	0.105	70.17
N. 200	0.074	68.03
N. 400	0.037	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 14: Curva Granulométrica C-03



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16: Clasificación Granulométrica C-03

Calicata	% gruesos	% Arenas	% finos
C-03	7.21	24.76	68.03

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: De la tabla 16. Los resultados de los cálculos del tamizado para una muestra total seca de 4059.41 gramos para Agregado grueso y Fino de la Calicata C-03.

Se tiene un porcentaje de grava de 7.21%, arena 24.76% y finos un total de 68.03%. Donde los Finos tienen mayor relevancia.

Contenido de Humedad Natural.

Para el análisis del porcentaje de humedad de la muestra natural se procedió a hacer el Ensayo del contenido de humedad a las 3 muestras de suelos, como se aprecia en la figura 15.

Figura 15: Ensayo del contenido de Humedad Natural



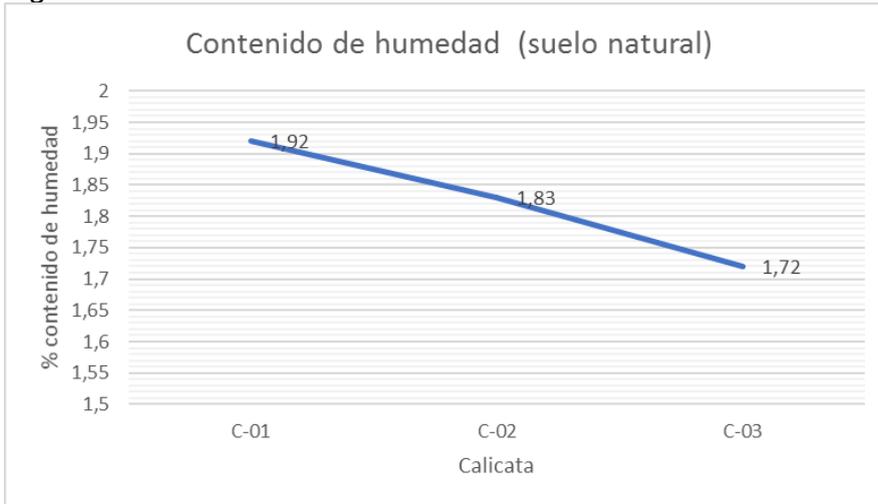
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17: Contenido de Humedad de las calicatas en Estudio

Calicata	Contenido de Humedad (%)
C-01	1.92
C-02	1.83
C-03	1.72

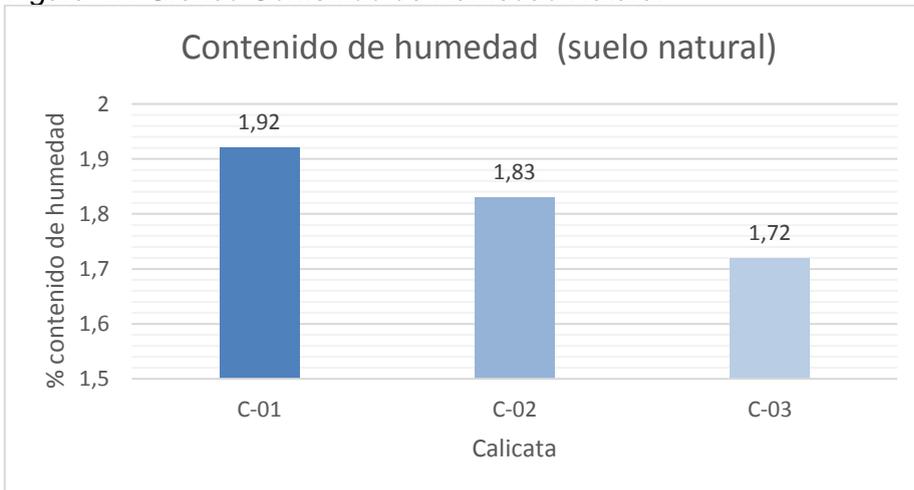
Fuente: Elaboración propia.

Figura 16: Curva de contenido de Humedad



Fuente: Elaboración propia.

Figura 17: Grafico Contenido de Humedad Natural



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: En la tabla 17. se aprecia que el contenido de humedad de la muestra de suelo de la calicata (C-01) es de 1.92 %, en la calicata (C-02) es 1.83%, y por último el de la calicata (C-03) es 1.72%.

Siendo la C-01 con 1.92 la cual contiene el contenido de humedad más alto.

Contenido de Humedad Natural con Adición de PEAD.

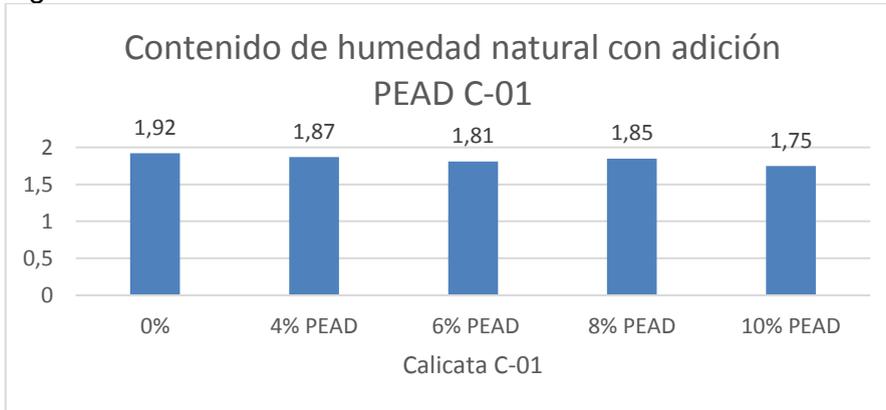
Los contenidos de humedad natural que se mostraran en la siguiente tabla de las 3 calicatas están expresados en porcentaje.

Tabla 18: Contenido de Humedad con Adición de PEAD C-01

Adición PEAD	Contenido de humedad %
0%	1.92
4%	1.87
6%	1.81
8%	1.85
10%	1.75

Fuente: Elaboración Propia

Figura 18: Contenido de Humedad Natural con Adición de PEAD C-01



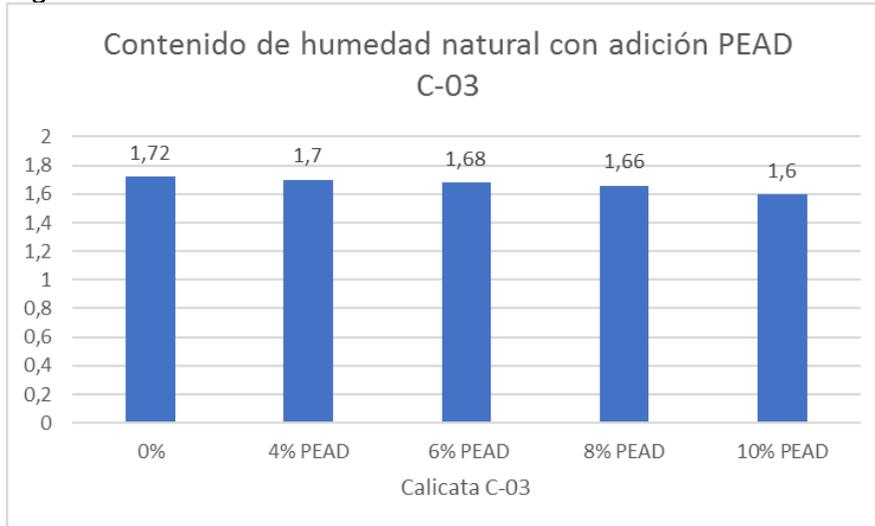
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19: Contenido de Humedad Natural con Adición de PEADC-03

Adición PEAD	Contenido de humedad %
0%	1.72
4%	1.70
6%	1.68
8%	1.66
10%	1.60

Fuente: Elaboración Propia

Figura 19: Contenido de Humedad Natural con Adición de PEADC-03



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: de la Figura 19. Se puede notar que la C-01 comienza a descender en su punto más alto del 10% de adición de PEAD a un 8.85% de la muestra natural de suelo.

Para la C-03 se tiene que el contenido de humedad también desciende en su punto más alto del 10% de adición de PEAD a un 6.98% de la muestra natural del suelo. Se constata que la adición del PEAD reduce el contenido de humedad para estas 2 muestras de suelos.

Límites de Atterberg

Se calculo por medio del laboratorio el valor del límite líquido y limite plástico para su oportuno valor del Índice de Plasticidad para cada muestra de suelo de las 3 calicatas en estudio como lo muestra la figura 20.

Figura 20: Límites de Atterberg



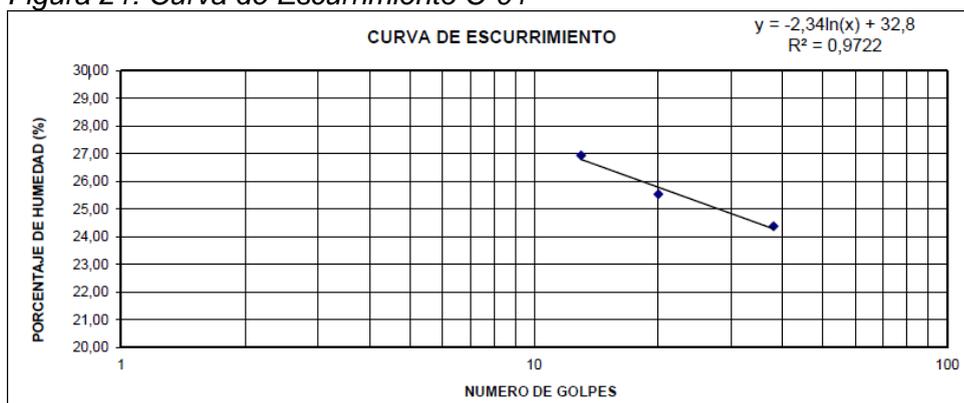
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20: Límites de Consistencia

C-01	
Límite Líquido	25.3
Límite plástico	18.3
Índice de Plasticidad	7.0

Fuente: Elaboración Propia

Figura 21: Curva de Escurrimiento C-01



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En la tabla 20 se aprecia que La calicata C-01 presenta un IP de 7.0

Calicata C-02

Tabla 21: Límites de Consistencia

C-02	
Límite Líquido	28.4
Límite plástico	NP
Índice de Plasticidad	NP

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En la tabla 21 se aprecia que calicata C-02 no presenta Índice de Plasticidad.

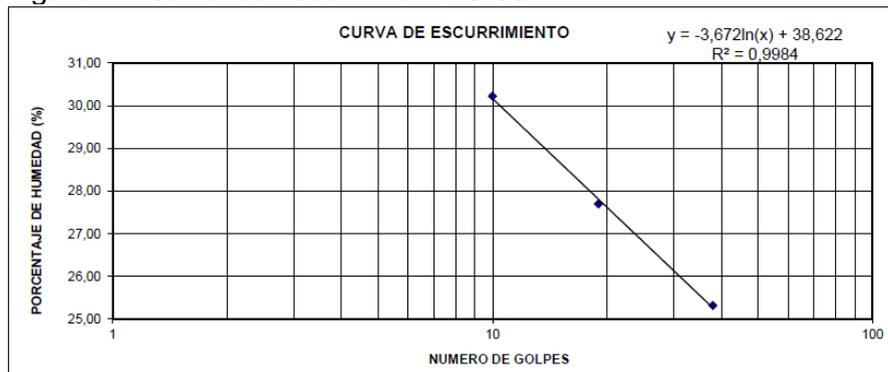
Calicata C-03

Tabla 22: Límites de Consistencia

C-03	
Límite Líquido	26.8
Límite plástico	18.0
Índice de Plasticidad	8.8

Fuente: Elaboración Propia

Figura 22: Curva de Escurrimiento C-03



Fuente: Elaboración Propia.

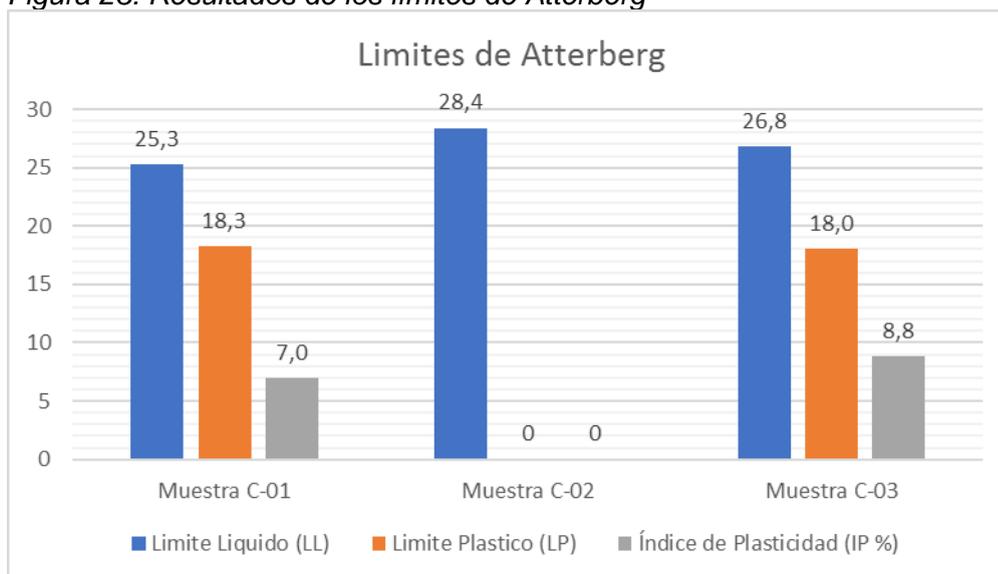
Interpretación: En la tabla 22 se aprecia que la calicata C-03 presenta un IP de 8.8.

Tabla 23: Valores de los límites de Atterberg

Descripción	C-01	C-02	C-03
LL (%)	25.3	28.4	26.8
LP (%)	18.3	NP	18.0
IP (%)	7.0	NP	8.8

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 23: Resultados de los límites de Atterberg



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: En la Figura 23. Se puede apreciar la calicata C-01 obtiene un IP de 7.0 y la calicata C-02 no presenta Índice de Plasticidad, la calicata C-03 presenta un IP de 8.8.

Se aprecia que el mayor Índice de plasticidad lo obtiene la C-03 con 8.8.

Clasificación SUCS

Para la clasificación unificada de suelos se determinó a que grupo pertenecen cada muestra de suelo con la ayuda de la granulometría y de la carta de Plasticidad.

Tabla 24: Valores de la Clasificación SUCS

	C-01	C-02	C-03
Profundidad	1.50	1.50	1.50
Grava (%)	9.88	0.04	7.21
Arena (%)	33.37	19.96	24.76
Finos (%)	56.75	80.00	68.03

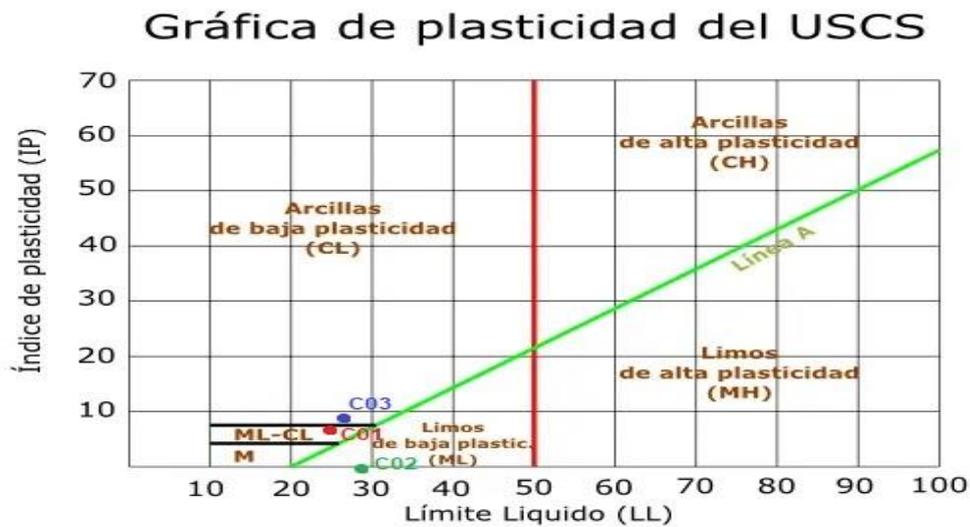
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25: Clasificación SUCS

Calicata	Clasificación SUCS	
C-01	CL-ML	Arcilla limo
C-02	ML	Limo baja Plasticidad
C-03	CL	Arcilla baja Plasticidad

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 24: Carta de plasticidad



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: Se observa en la tabla 25 que las muestras de suelo de las calicatas C-01, C-02, C-03 según la clasificación SUCS son clasificadas como arcillas limosas de baja plasticidad.

Clasificación AASHTO

Para la clasificación americana de carreteras, más del 35% de muestra pasan el tamiz N 200, hay fracciones de suelo arcillas con presencia de Limos. Se considera el suelo en el grupo A-4 para materiales arcillosos limosos.

Figura 25: Correlación de tipos de suelos

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS 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: US Army corps of Engineers

Tabla 26: Calicatas según su clasificación AASHTO

Calicata	Índice de Grupo	Clasificación AASHTO	
C-01	6.17	A-4	Arcilla limo
C-02	8.00	A-4	Limo
C-03	6.61	A-4	Arcilla limo

Fuente: Elaboración Propia

Se observa en la tabla 26. que las muestras de suelo de las calicatas C-01, C-02, C-03 según la clasificación AASHTO son del grupo A-4 para materiales limos arcillosos mayor al 35% que pasa el tamiz N.200.

Granulometría del PEAD.

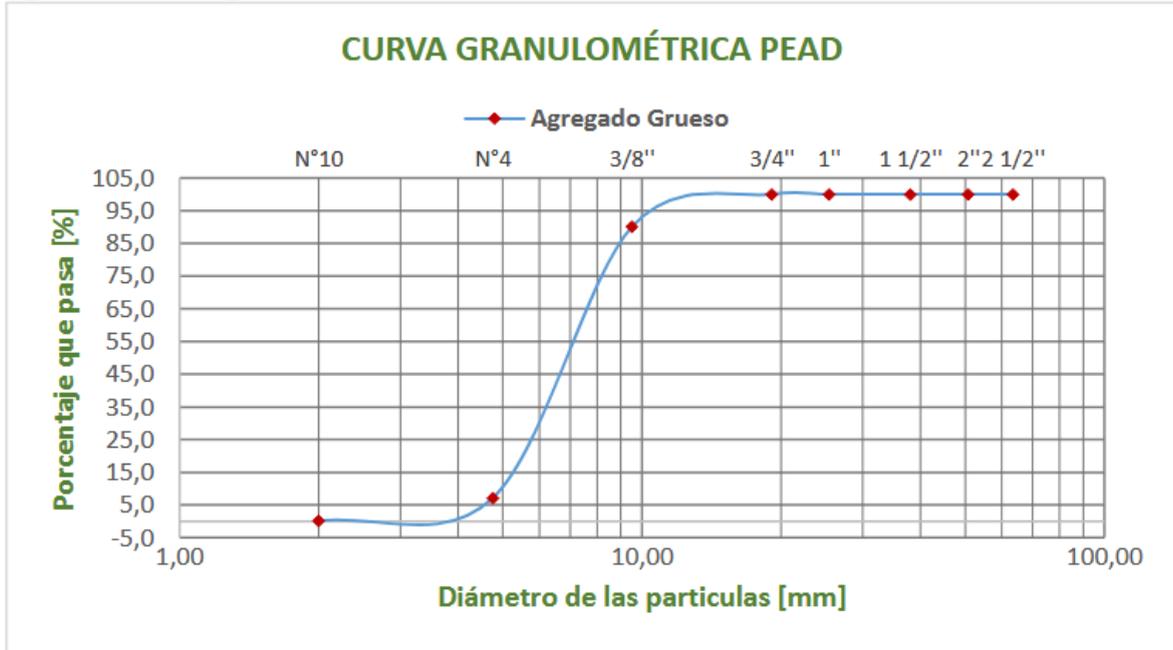
Tabla 27: Resultado del tamizado del "PEAD"

PEAD		
Malla	Abertura (mm)	% Pasa
2 ½ "	63.50	100.00
2"	50.80	100.00
1 ½ "	38.10	100.00
1 "	25.40	100.00
¾ "	19.10	100.00
3/8 "	9.52	90.14

N.4	4.76	7.18
N. 10	2.00	0.18

Fuente: Elaboración Propia

Figura 26: Curva granulométrica PEAD



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 28: Granulometría del PEAD

PEAD	% Gruesos	% Arenas	% Finos
Comportamiento	92.82	7.18	NP

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: Se aprecia en la Tabla 28 que el PEAD según la granulometría el PEAD tendría el tamaño de una grava en su mayoría con 92.82% y tamaño de arena gruesa en 7.18% no existiendo material fino.

Límites de Atterberg con Adición PEAD

Para realizar los límites de Atterberg tenemos que basarnos en lo que dice la norma ASTM 4318 donde nos dice que los límites de consistencia están directamente relacionados con los suelos finos los cuales deben pasar el tamiz N.40 (0.42mm)

En teoría el PEAD según su granulometría queda retenido en el tamiz N.10 (2.00mm), y por ende no cumple con las condiciones de la norma.

Lo que se traduce en la práctica que el polietileno debería ser manipulado para poder pasar la malla N.40 perdiendo así sus propiedades iniciales y también nos podría conducir a un cálculo erróneo de sus límites plásticos.

Clasificación SUCS

Tabla 29: Clasificación SUCS del "PEAD"

Tamiz N.4	Clasificación	PEAD	Cu	Cc.	SUCS
% pasa<50	Gravas	7.18	1.6	1.16	GP

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: En la tabla 29, para la clasificación SUCS el PEAD se analizó la malla N.4 el porcentaje que paso fue menor al 50% con 7.18, lo cual lo clasifica según la granulometría, como el tamaño de una grava por otro lado el PEAD no logra pasar la malla 200. Lo que se traduce para el sistema unificado de suelos como prefijo la letra "G" que corresponde a una grava.

Analizando también la granulometría y el diámetro cuando el porcentaje que pasa es 60% ,10% y 30% se obtuvo mediante una interpolación estos datos para calcular el coeficiente de uniformidad y el coeficiente de curvatura ($C_c > 4 ; 1 \leq C_c \leq 3$) datos importantes que sirvieron para clasificar el sufijo "P" del sistema unificado de suelos. El PEAD según SUCS tendría el tamaño de una grava pobremente graduada "GP".

Tabla 30: Clasificación AASHTO del "PEAD"

PEAD	Índice de Grupo	Clasificación AASHTO	
	0.00	A-1 a	granulares <35%

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: En la Tabla 30, según la norma ASTM D 3282 se tendría que pasar el tamiz N.200, para materiales granulares menores al 35% no hay ningún porcentaje que pase por ese tamiz se considera 0% también el porcentaje de PEAD que

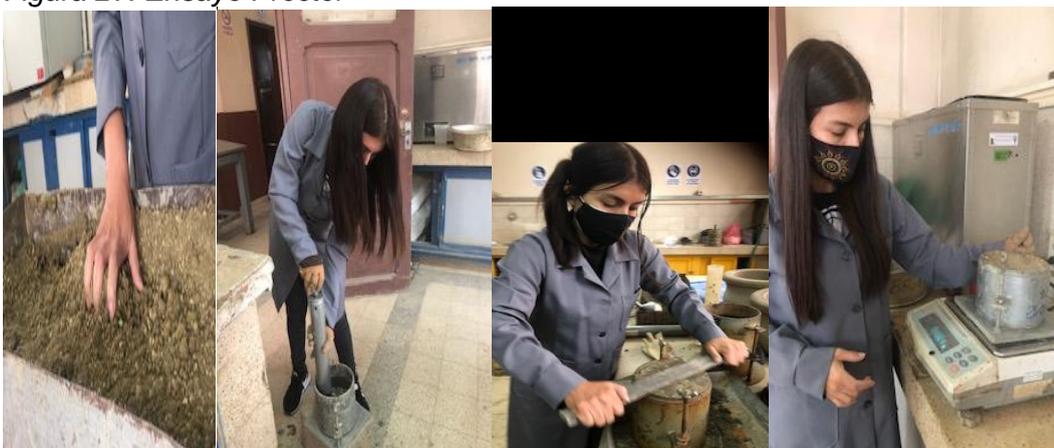
pasa el tamiz. N10 es 0.18% siendo este valor menor al 50% clasificando al PEAD, para materiales granulares menores al 35% con un Índice de grupo de 0%. Clasificando al PEAD en A1-a.

Objetivo específico 2: Evaluar cómo influye la adición de PEAD en las propiedades mecánicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla-Bolivia.

Ensayo Proctor

Para este ensayo se trabajó con el método” C “con un molde de 6 pulgadas de diámetro, a 56 golpes y tres capas y el material que pasa el tamiz $\frac{3}{4}$, donde se analizó el óptimo contenido de Humedad y la máxima densidad seca, para generar las curvas de compactación del suelo natural y las curvas de compactación con la adición del PEAD para las 3 calicatas en estudio. Como se aprecia en la Figura 27.

Figura 27: Ensayo Proctor



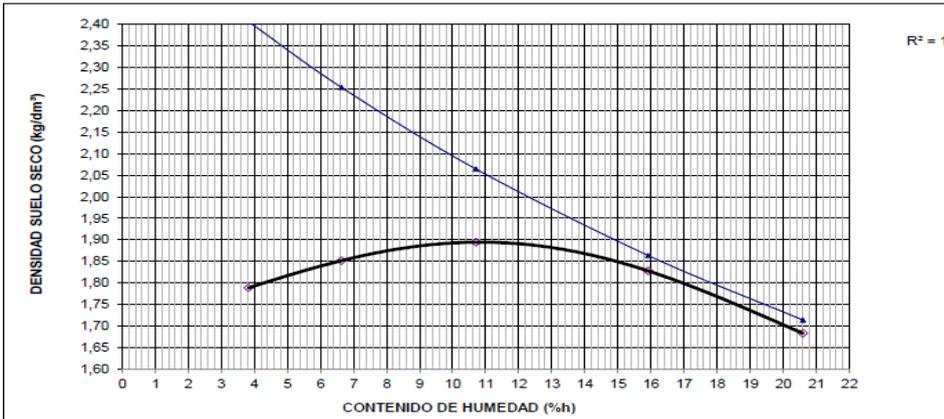
Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31: Resultados de la MDS y OCH de las Calicatas

Calicata	Optimo contenido de Humedad (%)	Máxima densidad seca (Kg/ dm3)
C-01	11.00	1.895
C-02	15.80	1.700
C-03	15.50	1.820

Fuente: Elaboración Propia.

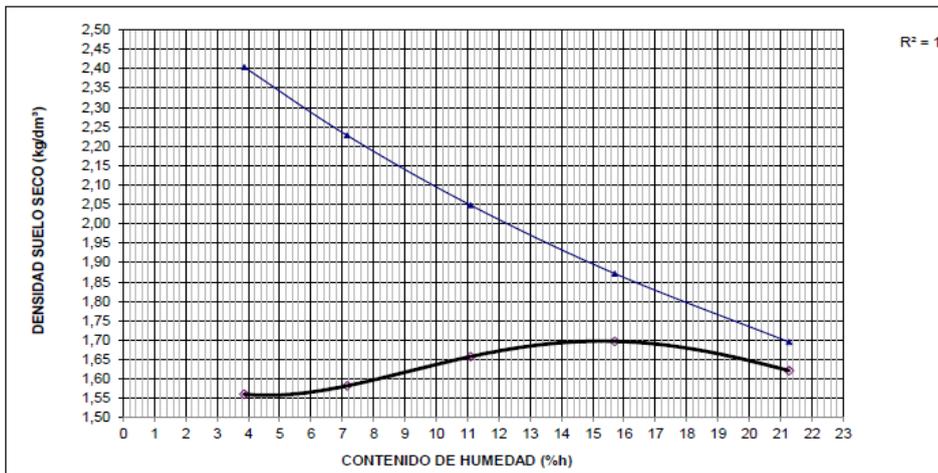
Figura 28: Curva de Compactación C-01



H.óptima 11,00 % **Densidad seca max: (Kg/dm³) 1,895**

Fuente: Elaboración Propia

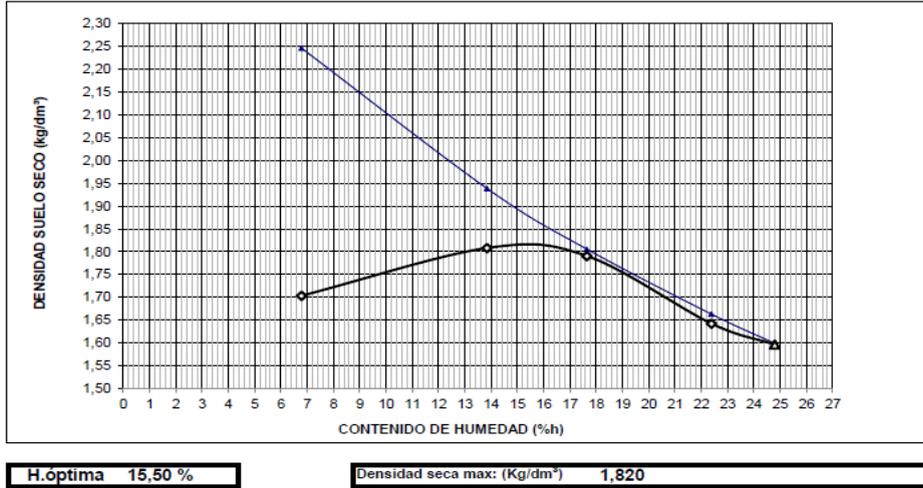
Figura 29: Curva de Compactación C-02



H.óptima 15,80 % **Densidad seca max: (Kg/dm³) 1,700**

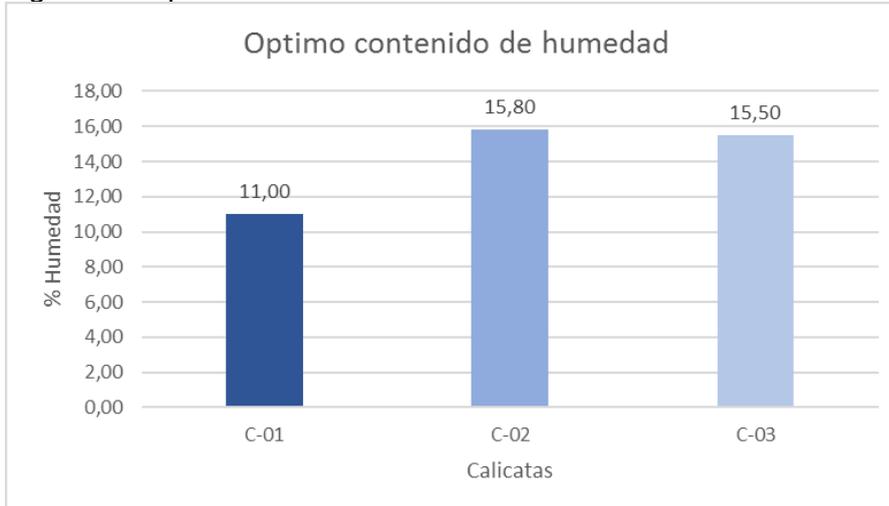
Fuente: Elaboración Propia

Figura 30: Curva de Compactación C-03



Fuente: Elaboración Propia

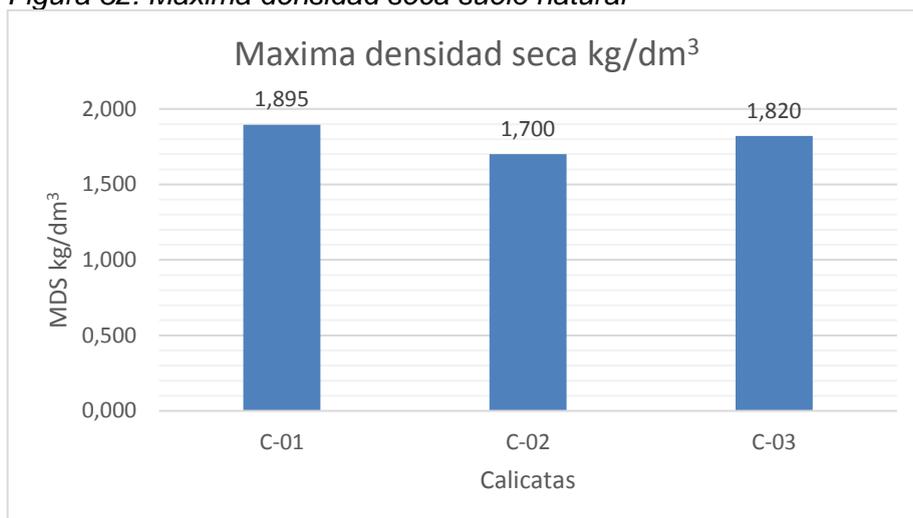
Figura 31: Óptimo contenido de Humedad del suelo natural



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: En la Figura 31 se observa el óptimo contenido de Humedad del suelo natural de las calicatas C-01, C-02, C-03 obteniéndose 11.00%, 15.80% y 15.50% respectivamente.

Figura 32: Máxima densidad seca suelo natural



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: En la Figura 32 se calculó la Máxima Densidad Seca del suelo natural de las calicatas C-01, C-02, C-03 obteniéndose 1.895kg/dm³, 1.700kg/dm³ y 1.820kg/dm³ respectivamente.

Ensayo Proctor con adición de PEAD

C-01

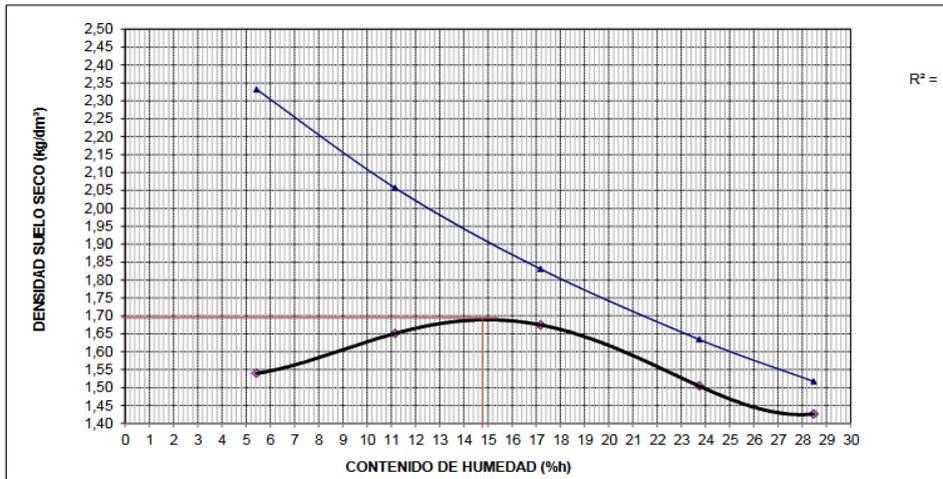
Tabla 32: Resultados de MDS y OCH con la dosificación PEAD (C-01)

Calicata C-01 +% PEAD	Optimo contenido de Humedad (%)	Máxima densidad seca (Kg/ dm3)
0%	11.00	1.895
4%	14.80	1.690
6%	14.00	1.640
8%	14.20	1.590
10%	16.00	1.550

Fuente: Elaboración Propia

Curvas de Compactación al 4%,6%,8%,10% C-01

Figura 33: Curva de Compactación al 4%(C-01)

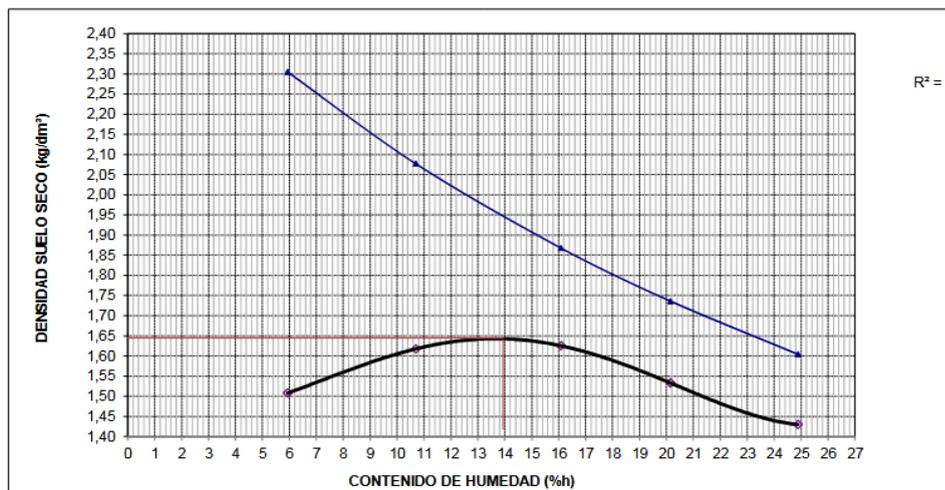


H.óptima 14,80 %

Densidad seca max: (Kg/dm³) 1,690

Fuente: Elaboración Propia

Figura 34: Curva de Compactación al 6%(C-01)

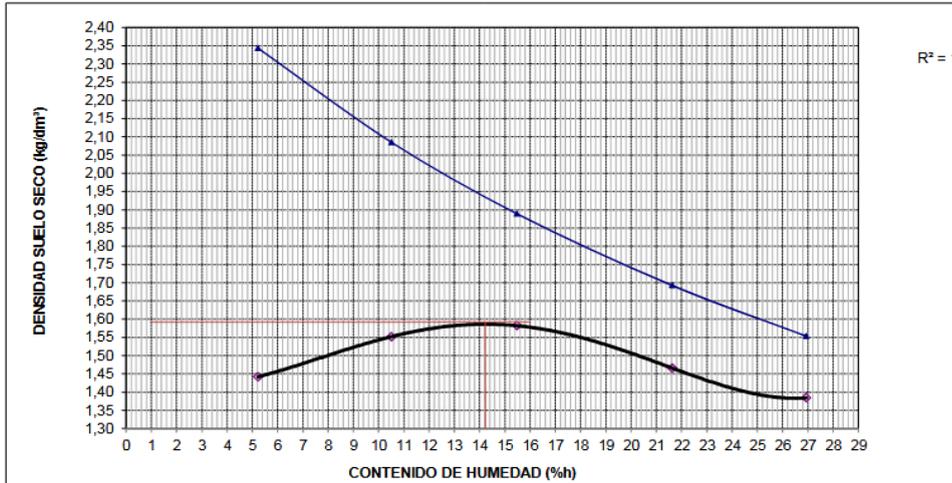


H.óptima 14,00 %

Densidad seca max: (Kg/dm³) 1,640

Fuente: Elaboración Propia

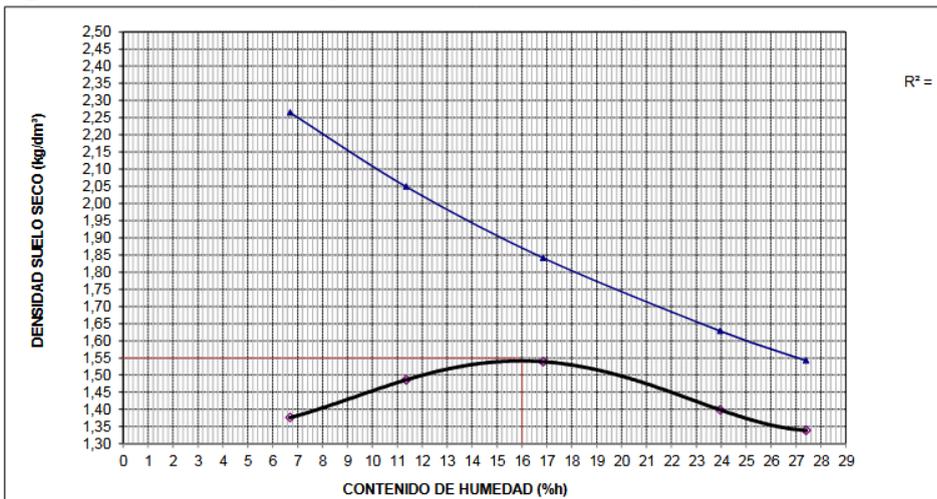
Figura 35: Curva de Compactación al 8% (C-01)



H.óptima 14,20 % Densidad seca max: (Kg/dm³) 1,590

Fuente: Elaboración Propia

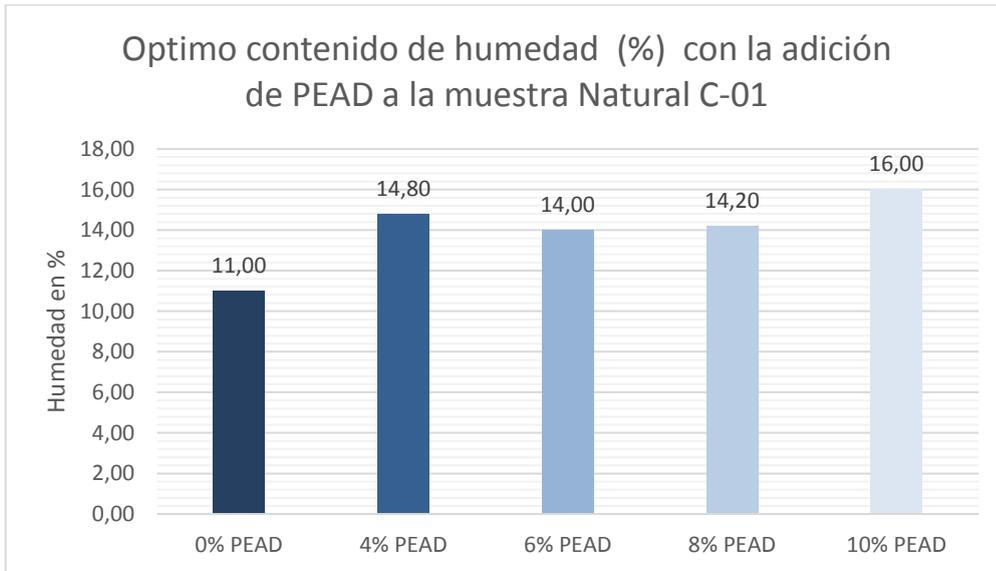
Figura 36: Curva de Compactación al 10% (C-01)



H.óptima 16,00 % Densidad seca max: (Kg/dm³) 1,550

Fuente: Elaboración Propia.

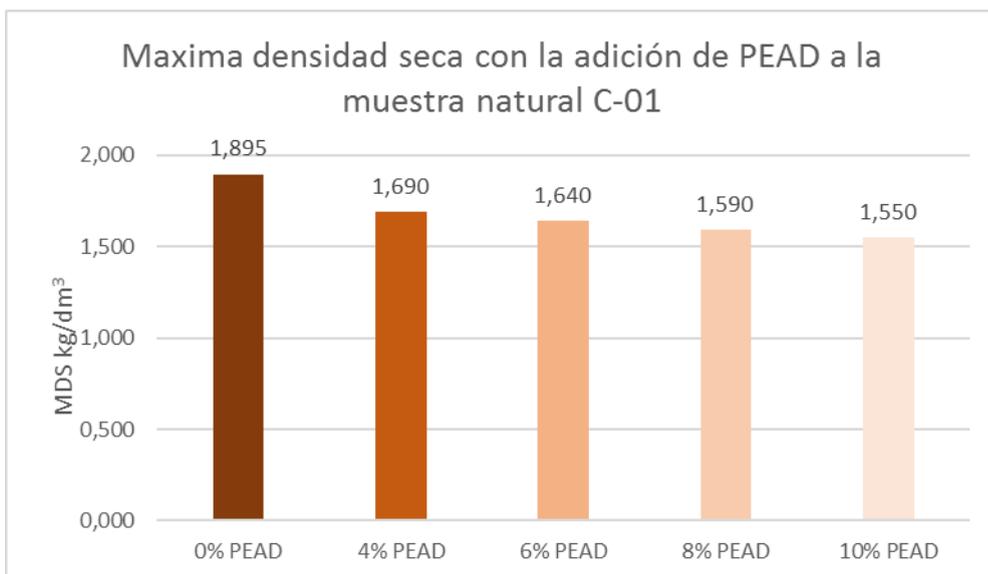
Figura 37: Optimo contenido de Humedad con la Adición de PEAD C-01



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: En la Figura 37 se muestra los resultados del Optimo contenido de Humedad con la Adición del PEAD para las calicatas C-01 para la muestra Natural el OCH fue de 11.00 y al adicionar PEAD al 4%, 6%, 8%, y 10% se obtiene resultados de 14.80%, 14.00%, 14.20%, y 16.00% respectivamente.

Figura 38: Máxima Densidad Seca con la Adición de PEAD C-01



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En la Figura 38 se muestra los resultados de la Máxima Densidad Seca con la Adición del PEAD para las calicatas C-01 para la muestra Natural la MDS fue de 1.895kg/dm³ y al adicionar PEAD al 4%, 6%, 8%, y 10% se obtiene resultados de 1.690kg/dm³, 1.640kg/dm³, 1.590kg/dm³, y 1.550kg/dm³ respectivamente.

C-03

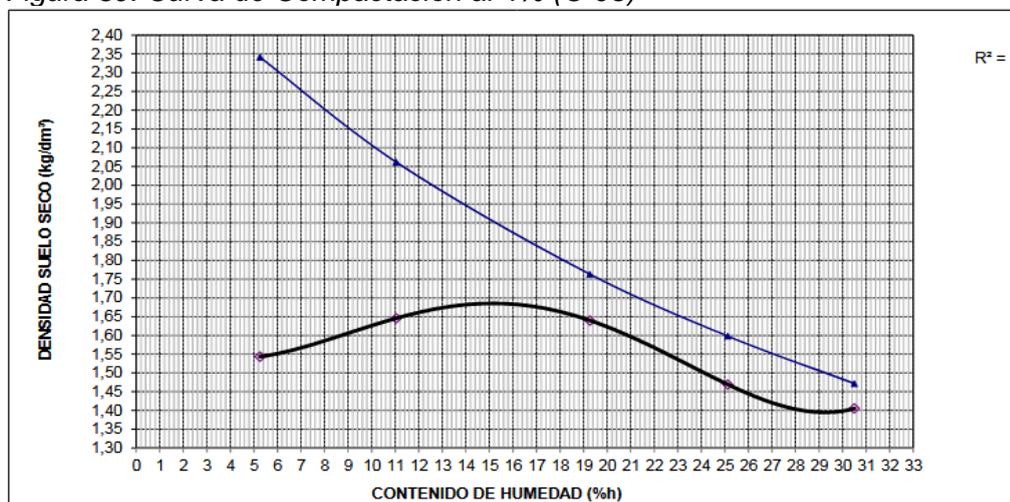
Tabla 33: Resultados de MDS y OCH con la dosificación PEAD (C-03)

Calicata C-03 +% PEAD	Óptimo contenido de Humedad (%)	Máxima densidad seca (kg/dm ³)
0%	15.50	1.820
4%	15.00	1.680
6%	14.60	1.630
8%	14.50	1.620
10%	14.20	1.580

Fuente: Elaboración Propia

Curvas de Compactación al 4%,6%,8%,10% (C-03)

Figura 39: Curva de Compactación al 4% (C-03)

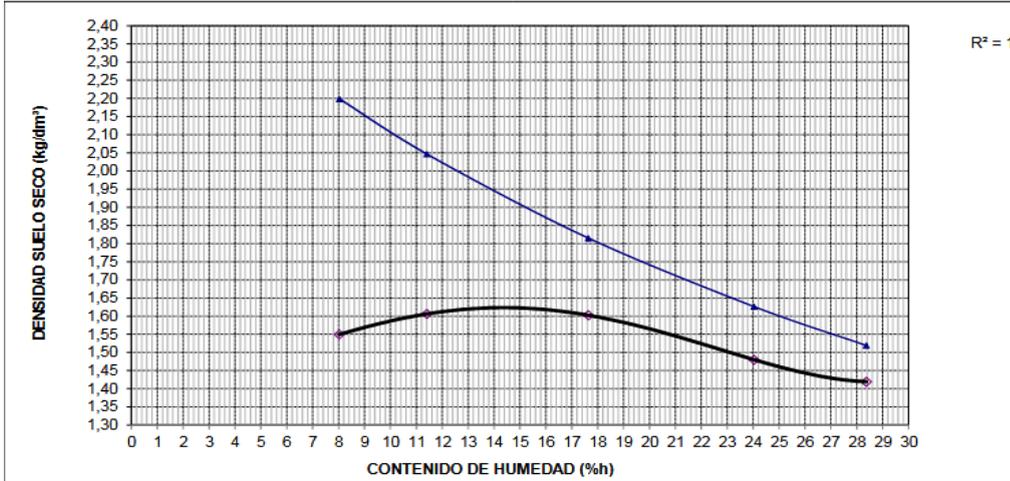


H.óptima 15,00 %

Densidad seca max: (Kg/dm³) 1,680

Fuente: Elaboración Propia

Figura 40: Curva de Compactación al 6% (C-03)

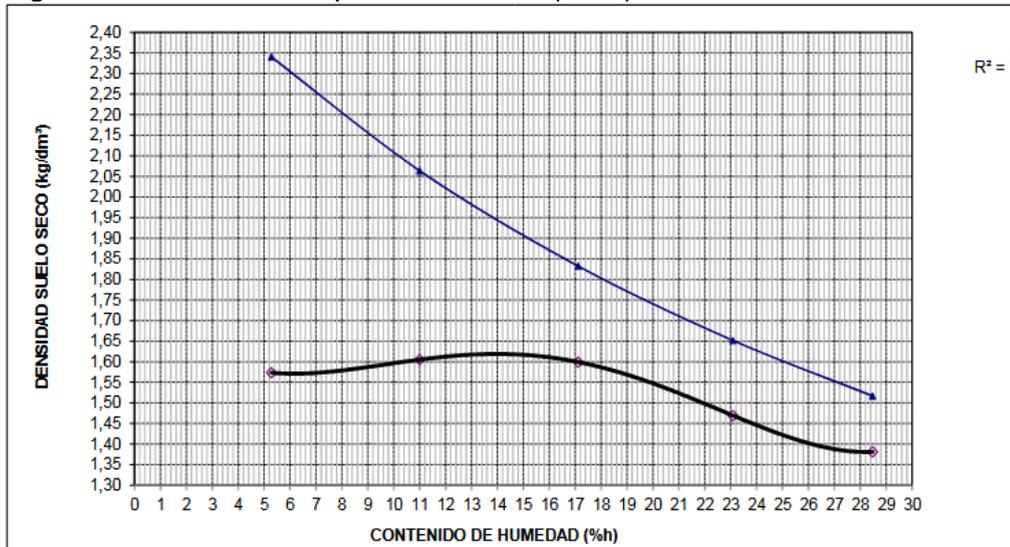


H.óptima 14,60 %

Densidad seca max: (Kg/dm³) 1,630

Fuente: Elaboración Propia

Figura 41: Curva de Compactación al 8% (C-03)

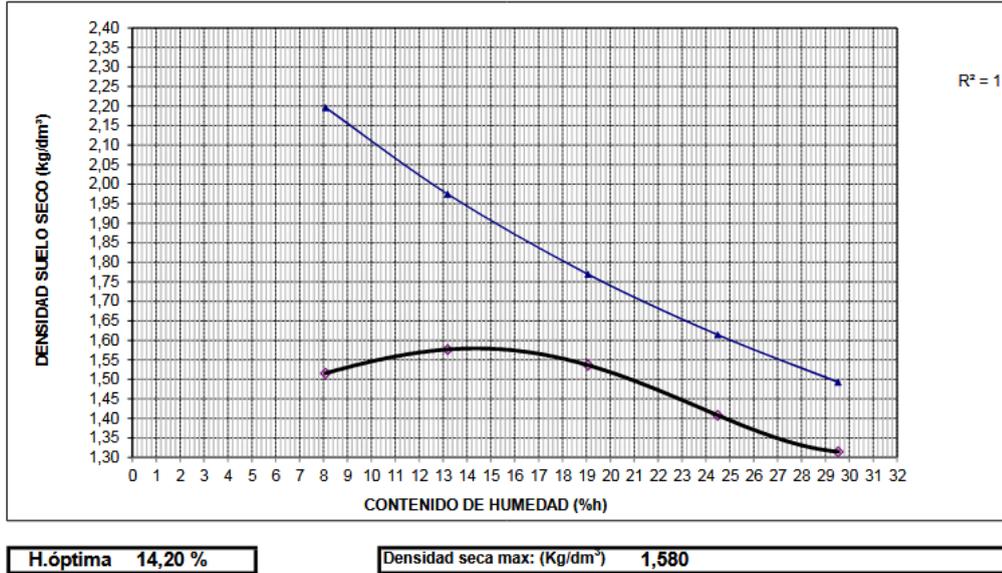


H.óptima 14,50 %

Densidad seca max: (Kg/dm³) 1,620

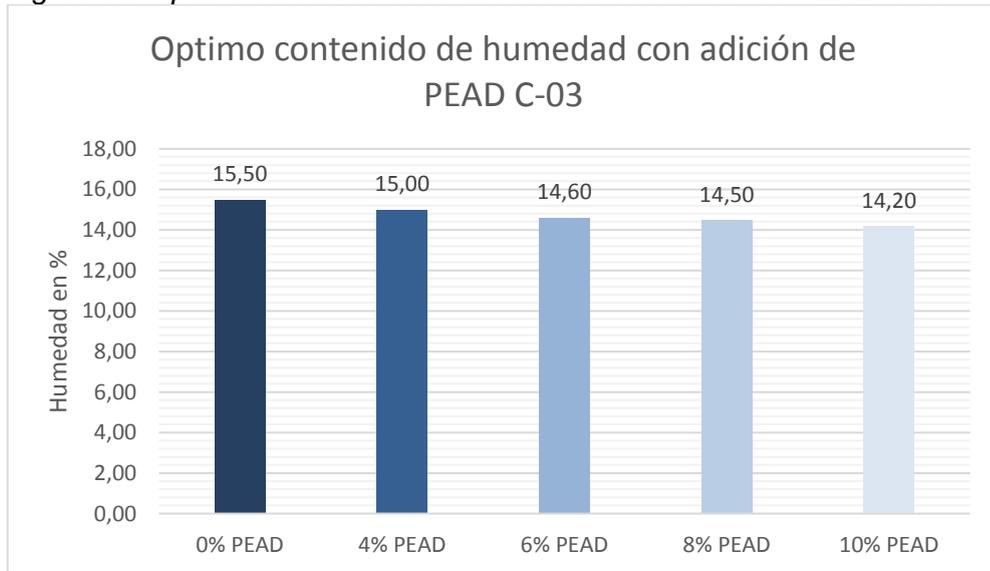
Fuente: Elaboración Propia

Figura 42: Curva de Compactación al 10% (C-03)



Fuente: Elaboración Propia

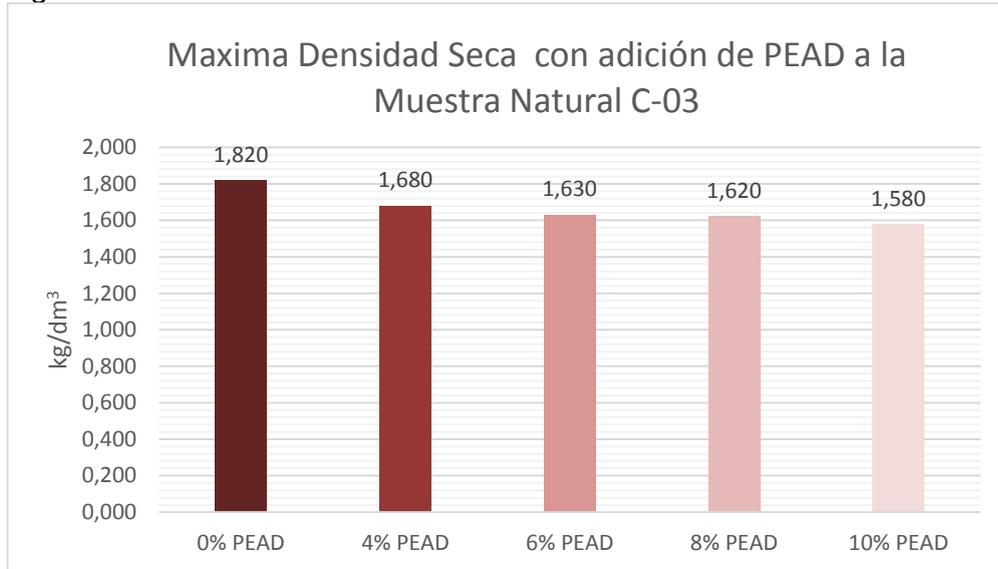
Figura 43: Optimo contenido de Humedad con la Adición de PEAD C-03



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: En la Figura 43 se muestra los resultados del Optimo contenido de Humedad con la Adición del PEAD para las calicatas C-01 para la muestra Natural el OCH fue de 15.50 y al adicionar PEAD al 4%, 6%, 8%, y 10% se obtiene resultados de 15.00%, 14.60%, 14.50%, y 14.20% respectivamente.

Figura 44: Máxima Densidad Seca con la Adición de PEAD C-03



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: En la Figura 44 se muestra los resultados de la Máxima Densidad Seca con la Adición del PEAD para las calicatas C-01 para la muestra Natural la MDS fue de 1.820kg/dm³ y al adicionar PEAD al 4%, 6%, 8%, y 10% se obtiene resultados de 1.680kg/dm³, 1.630kg/dm³, 1.620kg/dm³, y 1.580kg/dm³ respectivamente.

Ensayo CBR

Para este ensayo California Bearing Ratio se trabajó con el suelo natural sin ningún tipo de adición para las 3 calicatas en estudio. Como lo expresa la Figura 45.

Figura 45: Ensayo CBR



Fuente: Elaboración Propia.

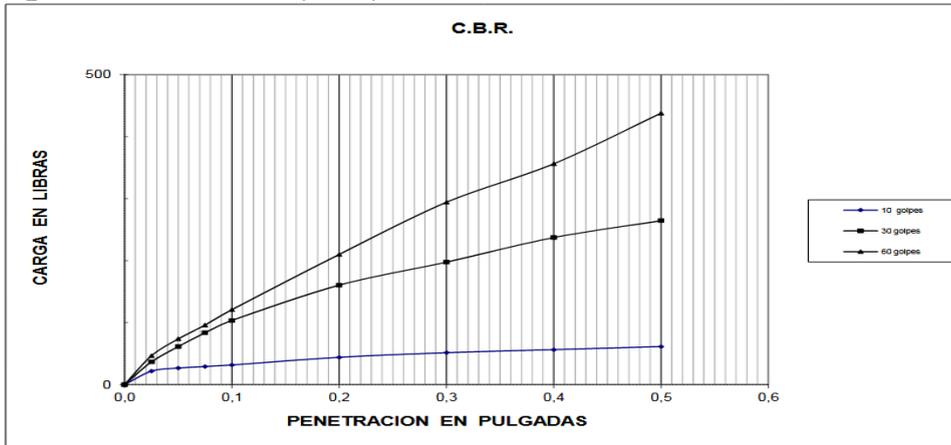
Tabla 34: Valor Índice CBR de las Calicatas

Calicata	CBR 100% (0.1")	CBR 95% (0.1")
C-01	3.9	3.2
C-02	9.3	6.5
C-03	2.8	2.5

Fuente: Elaboración Propia

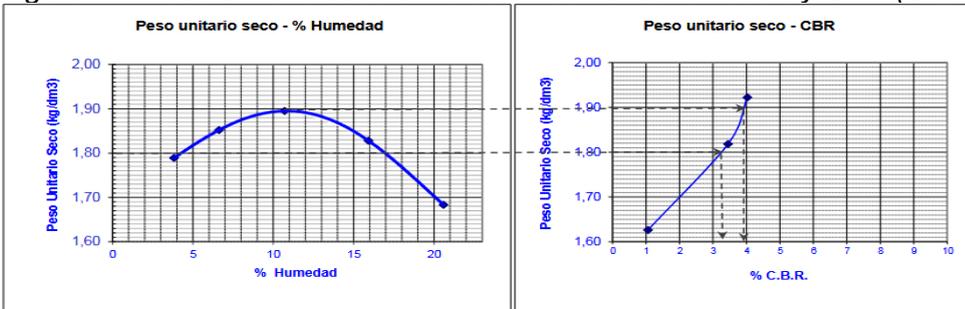
C-01

Figura 46: Curva CBR (C-01)



Fuente: Elaboración Propia

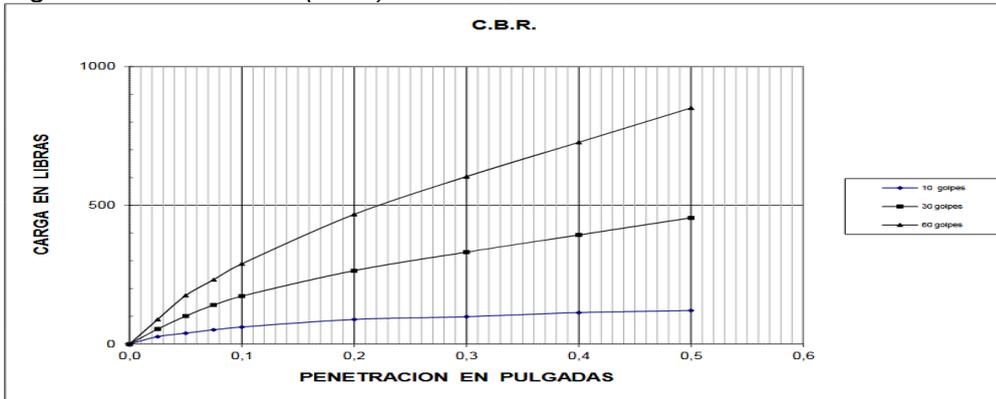
Figura 47: Peso Unitario seco en relación con el % humedad y CBR (C-01)



Fuente: Elaboración Propia

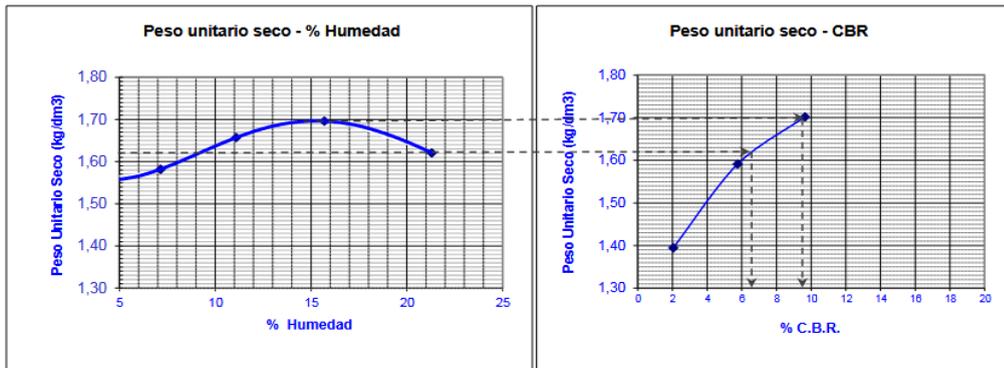
C-02

Figura 48: Curva CBR (C-02)



Fuente: Elaboración Propia

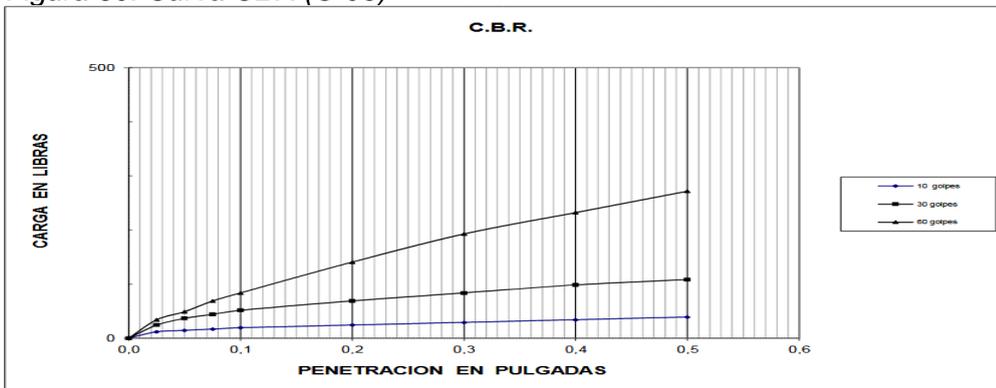
Figura 49: Peso Unitario seco en relación con el % humedad y CBR. (C-02)



Fuente: Elaboración Propia

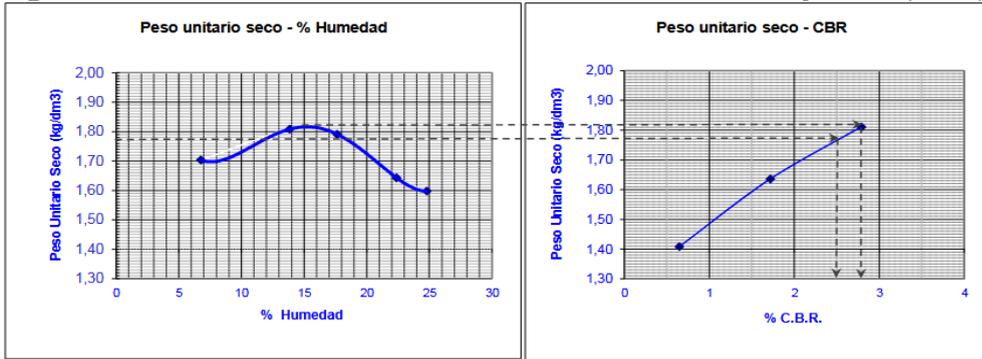
C-03

Figura 50: Curva CBR (C-03)



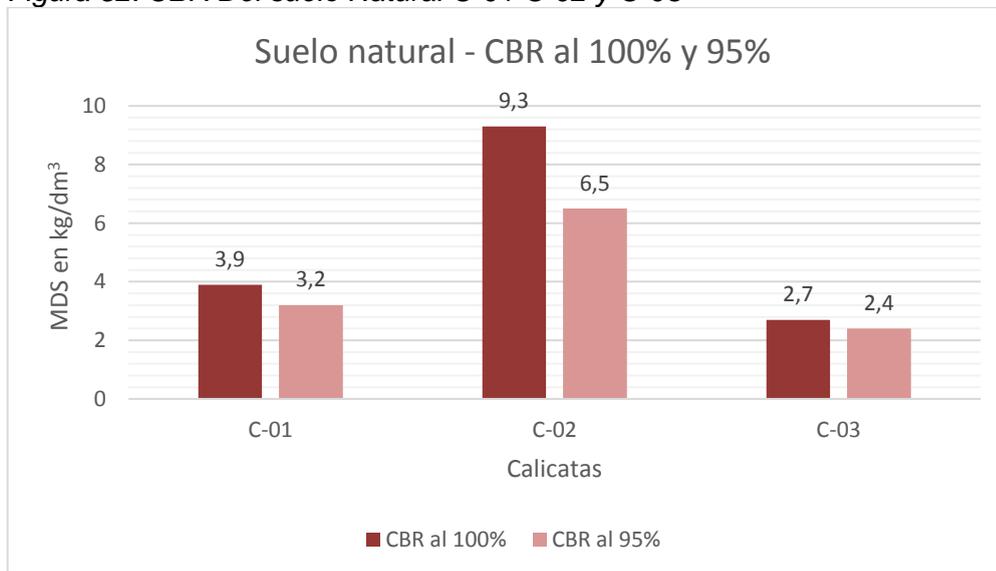
Fuente: Elaboración Propia

Figura 51: Peso Unitario seco en relación con el % humedad y CBR. (C-03)



Fuente: Elaboración Propia

Figura 52: CBR Del suelo Natural C-01 C-02 y C-03



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En la Figura 52 se aprecia las 3 calicatas de suelo natural en la tabla 18 se puede notar que las que tienen menor capacidad de soporte son la C-01 y C-03, suelos inadecuados que serán dosificados con PEAD, la calicata C-02 al no presentar plasticidad y tener un CBR de 9.2% es considerada regular y no formara parte de la dosificación.

Resultados CBR con la adición de PEAD al 4% 6% 8% y 10% a la muestra Natural C-01 y C-03

C-01
ENSAYO CBR (C-01)

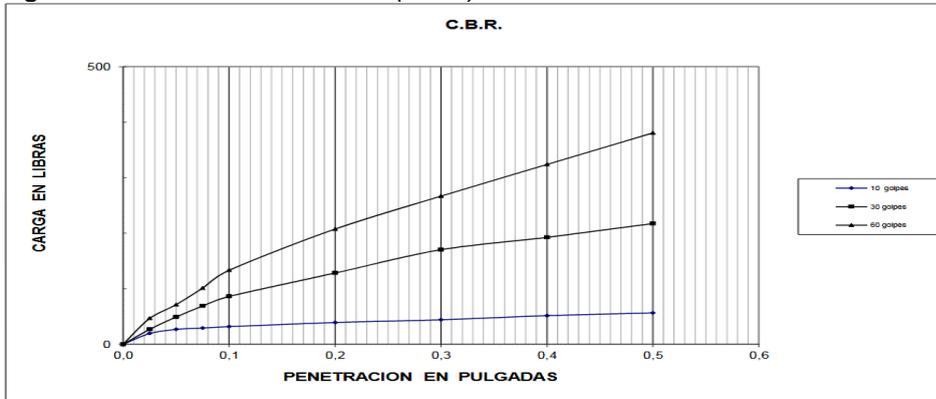
Tabla 35: Resultados del CBR con la dosificación PEAD (C-01)

Calicata C-01 +% PEAD	CBR AL 100% (0.1")	CBR AL 95% (0.1")
0%	3.9	3.2
4%	4.5	3.6
6%	4.7	3.7
8%	3.8	3.0
10%	2.9	2.1

Fuente: Elaboración Propia

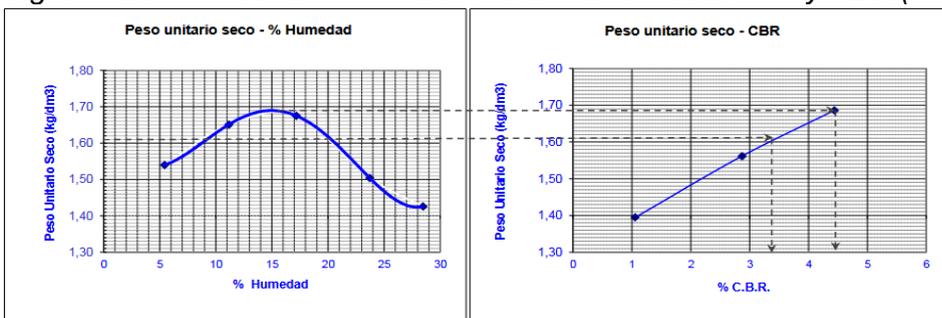
PEAD AL 4%

Figura 53: Curvas CBR al 4% (C-01)



Fuente: Elaboración Propia

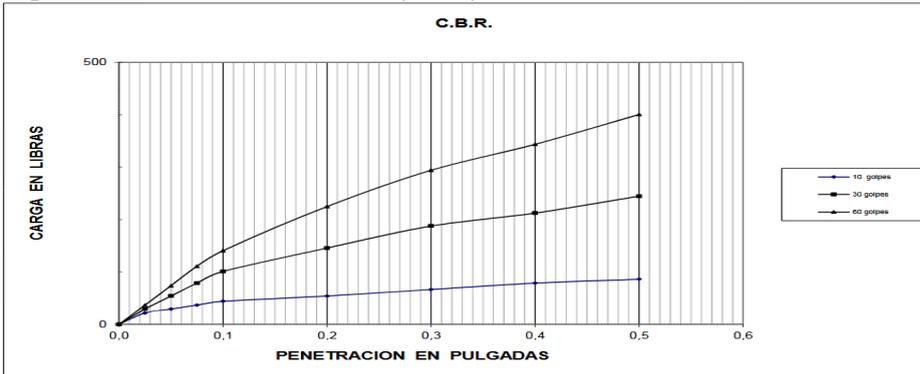
Figura 54: Peso Unitario seco en relación con el % humedad y CBR (C-01)



Fuente: Elaboración Propia

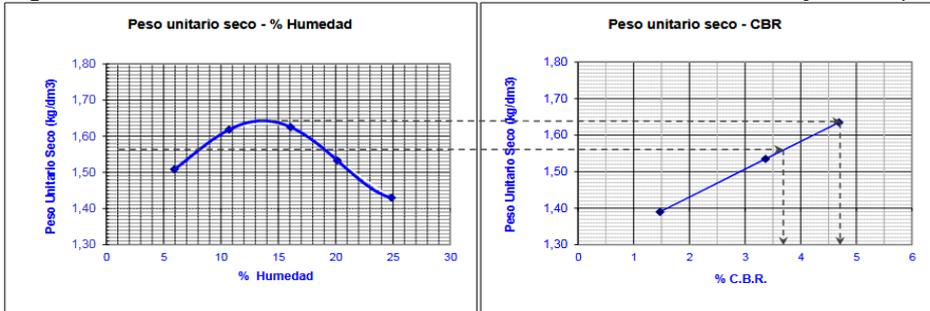
PEAD AL 6%

Figura 55: Curvas CBR al 6% (C-01)



Fuente: Elaboración Propia.

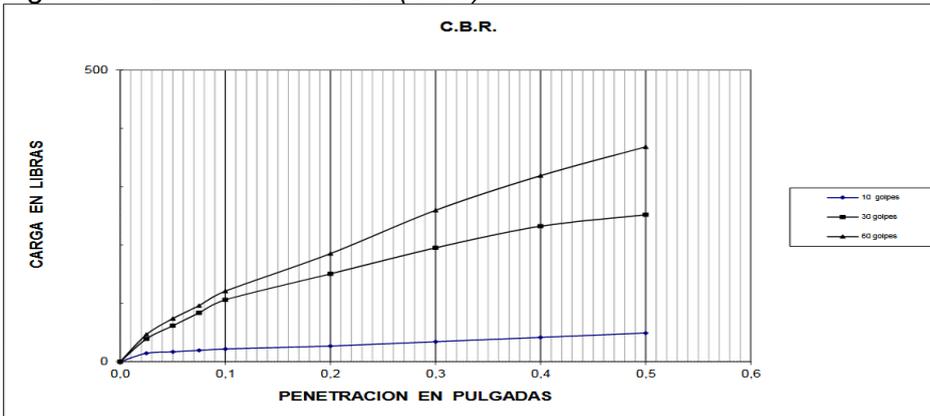
Figura 56: Peso Unitario seco en relación con el % humedad y CBR (C-01)



Fuente: Elaboración Propia.

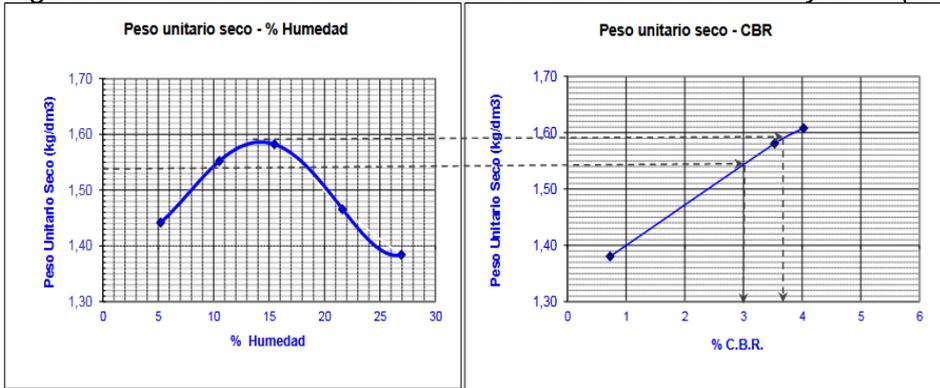
PEAD AL 8%

Figura 57: Curvas CBR al 8% (C-01)



Fuente: Elaboración Propia.

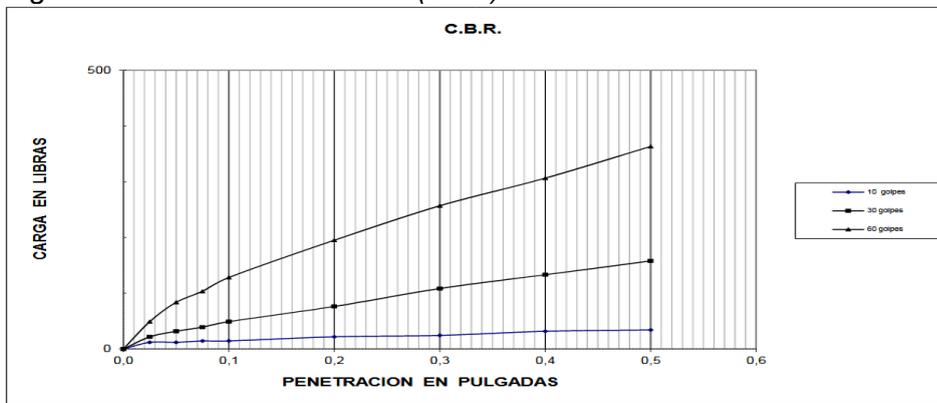
Figura 58: Peso Unitario seco en relación con el % humedad y CBR (C-01)



Fuente: Elaboración Propia

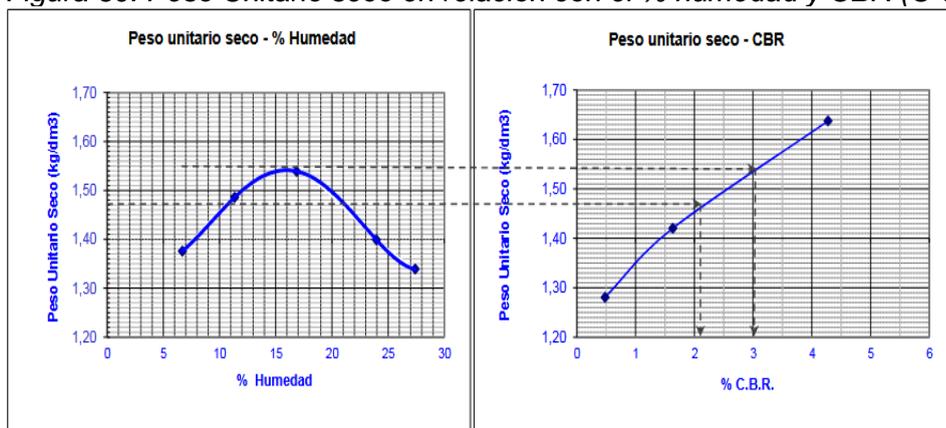
PEAD AL 10%

Figura 59: Curvas CBR al 10% (C-01)



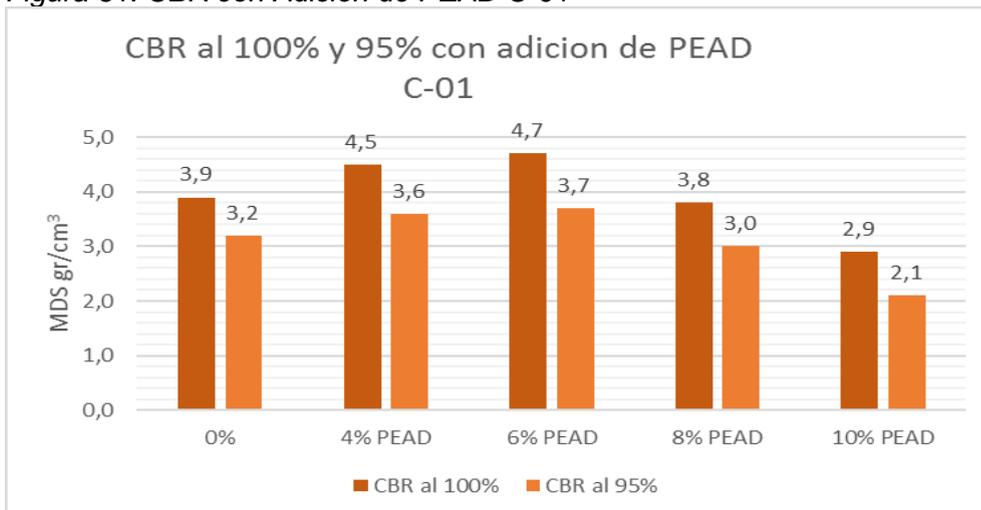
Fuente: Elaboración Propia

Figura 60: Peso Unitario seco en relación con el % humedad y CBR (C-01)



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 61: CBR con Adición de PEAD C-01



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En la Figura 61 se aprecia un CBR al 100% y 95% con 0.1" de penetración se obtienen resultados para la muestra natural de 3.9% y 3.2% respectivamente, adicionando el PEAD al 4% 6% 8% y 10% se obtienen resultados de 4.5%, 3.6%, 4.7%, 3.7%; 3.8%, 3.0% y 2.9%, 2.1% para cada adición en ese orden respectivamente.

C-03

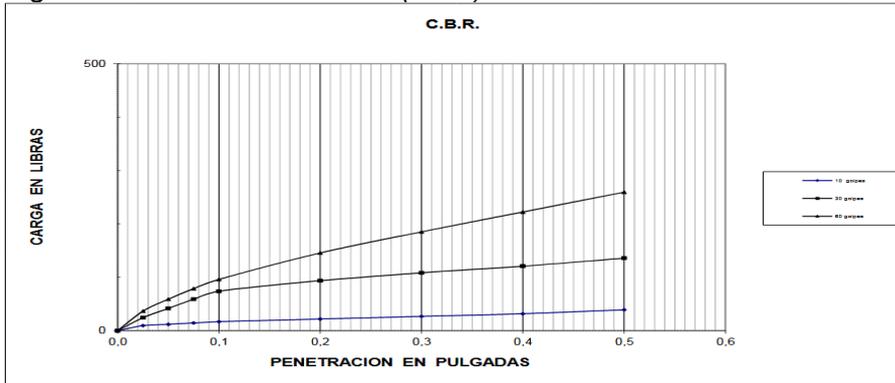
Tabla 36: Resultados del CBR con la dosificación PEAD (C-03)

Calicata C-03 +% PEAD	CBR AL 100% (0.1")	CBR AL 95% (0.1")
0%	2.8	2.5
4%	3.2	2.6
6%	3.1	2.6
8%	2,8	2.3
10%	2.2	1.9

Fuente: Elaboración Propia

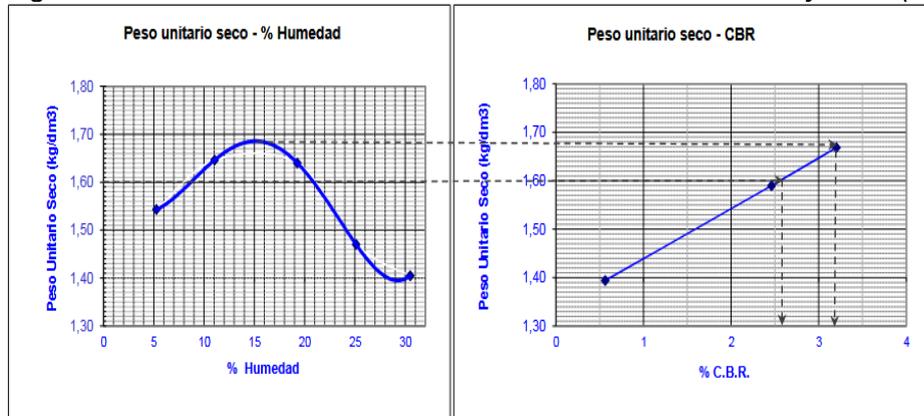
PEAD AL 4%

Figura 62: Curvas CBR al 4% (C-03)



Fuente: Elaboración Propia

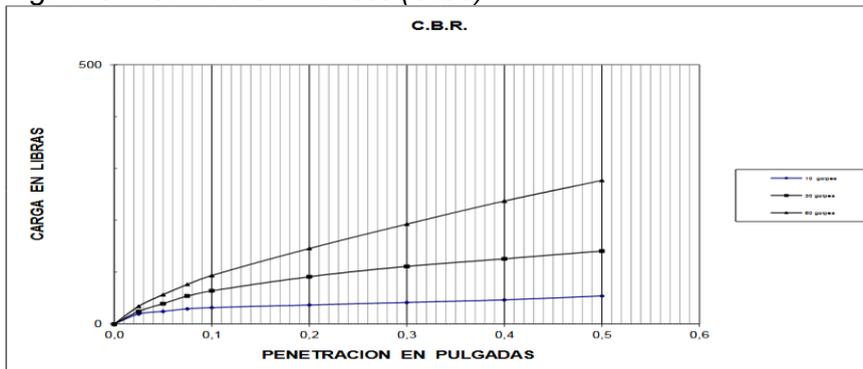
Figura 63: Peso Unitario seco en relación con el % humedad y CBR (C-03)



Fuente: Elaboración Propia

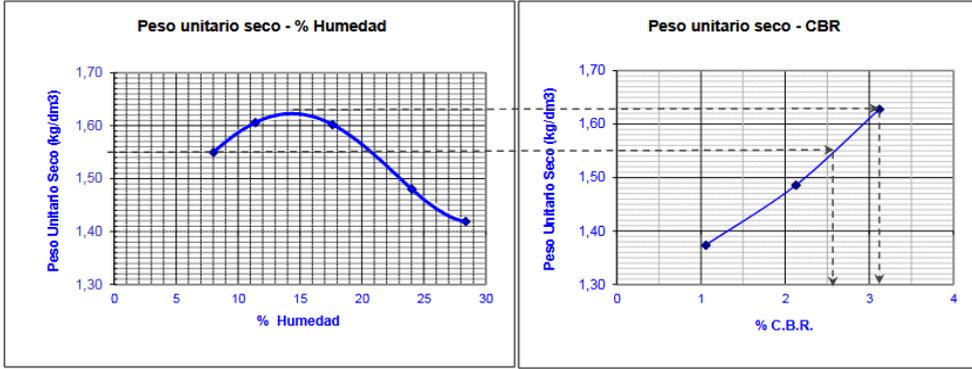
PEAD AL 6%

Figura 64: Curvas CBR al 6% (C-03)



Fuente: Elaboración Propia.

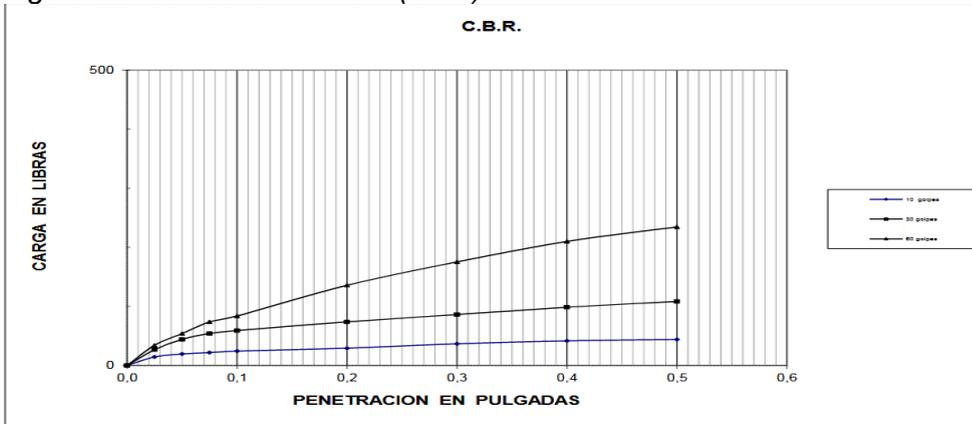
Figura 65: Peso Unitario seco en relación con el 6 % humedad y CBR (C-03)



Fuente: Elaboración Propia

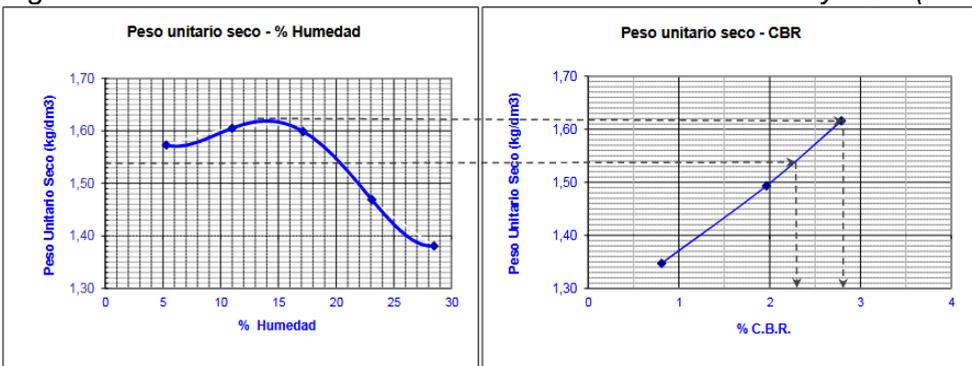
PEAD AL 8%

Figura 66: Curvas CBR al 8% (C-03)



Fuente: Elaboración Propia

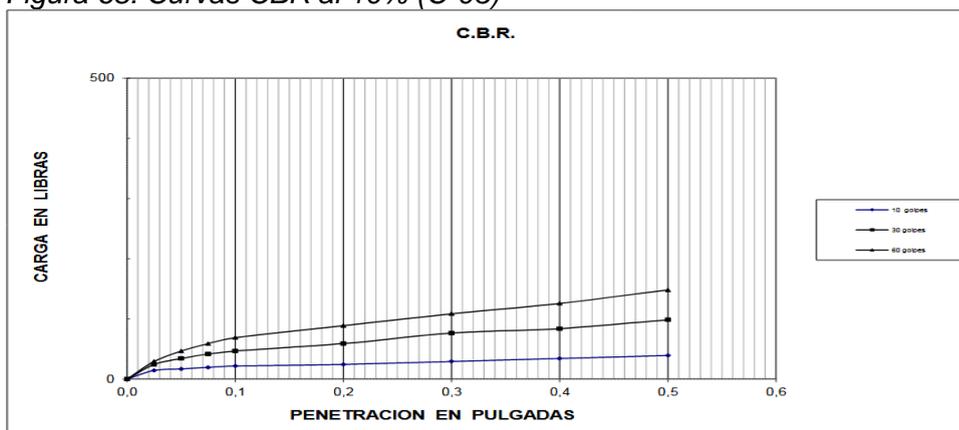
Figura 67: Peso Unitario seco en relación con el 8% humedad y CBR (C-03)



Fuente Elaboración Propia

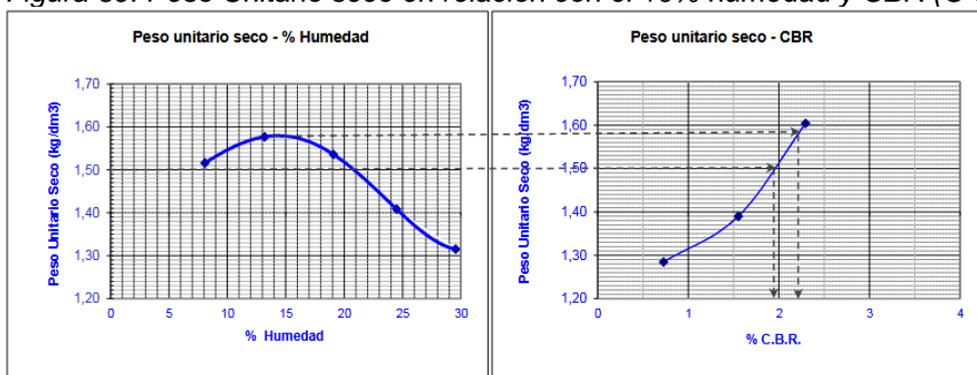
PEAD AL 10%

Figura 68: Curvas CBR al 10% (C-03)



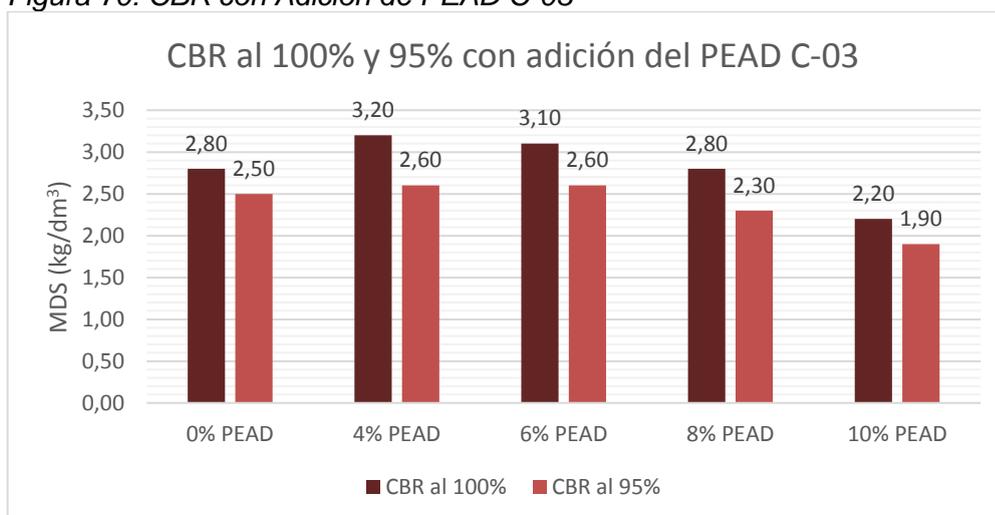
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 69: Peso Unitario seco en relación con el 10% humedad y CBR (C-03)



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 70: CBR con Adición de PEAD C-03



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: En la Figura 70 se aprecia un CBR al 100% y 95% con 0.1” de penetración se obtienen resultados para la muestra natural de 2.80% y 2.50% respectivamente, adicionando el PEAD al 4% 6% 8% y 10% se obtienen resultados de 3.20%, 2.60%; 3.10%,2.60%, 2.80%, 2.30% y 2.20%, 1.90% para cada adición en ese orden respectivamente.

Objetivo específico 3: Evaluar cómo influye la dosificación de la adición de PEAD en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla-Bolivia. En la figura 71 se aprecia el procedimiento para este objetivo.

Figura 71: Dosificación del PEAD



Tabla 37: Influencia de la dosificación en las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

Calicatas	CHN (%)	OCH (%)	MDS (kg/dm ³)	CBR (%)
C-01+0% PEAD	1.92	11.00	1.895	3.9
C-01+4% PEAD	1.87	14.80	1.690	4.5
C-01+6% PEAD	1.81	14.00	1.640	4.7
C-01+8% PEAD	1.85	14.20	1.590	3.8
C-01+10% PEAD	1.75	16.00	1.550	2.9
C-03+0%	1,72	15.50	1.820	2.8

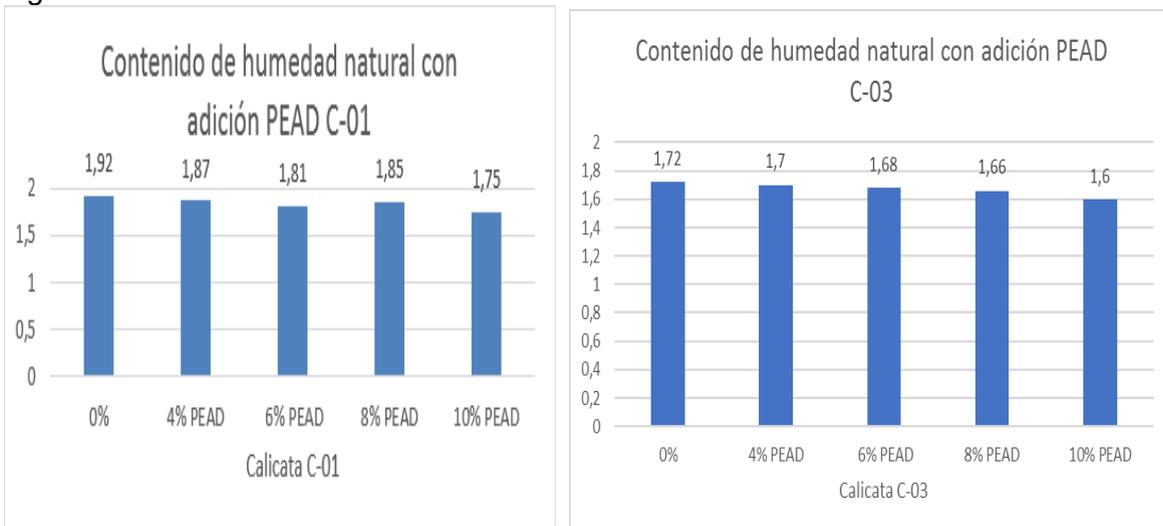
PEAD				
C-03+4%	1.70	15.00	1.680	3.2
PEAD				
C-03+6%	1.68	14.60	1.630	3.1
PEAD				
C-03+8%	1.66	14.50	1.620	2.8
PEAD				
C-03+10%	1.60	14.20	1.580	2.2
PEAD				

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla 37 se puede apreciar los resultados en las propiedades físicas y mecánicas con la adición del PEAD a las muestras de suelo de las calicatas C-01 y C-03.

Para el contenido de Humedad Natural

Figura 72: Contenido de humedad con Adición de PEAD C-01 -C-03



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: En la Figura 72 para el contenido de Humedad Natural se puede notar que la C-01 comienza a descender del 0% de adición de PEAD con 1.92% a 1.75% con 10% de adición de PEAD lo que se traduce en una disminución del contenido del agua de un 8.85% de la muestra natural de suelo.

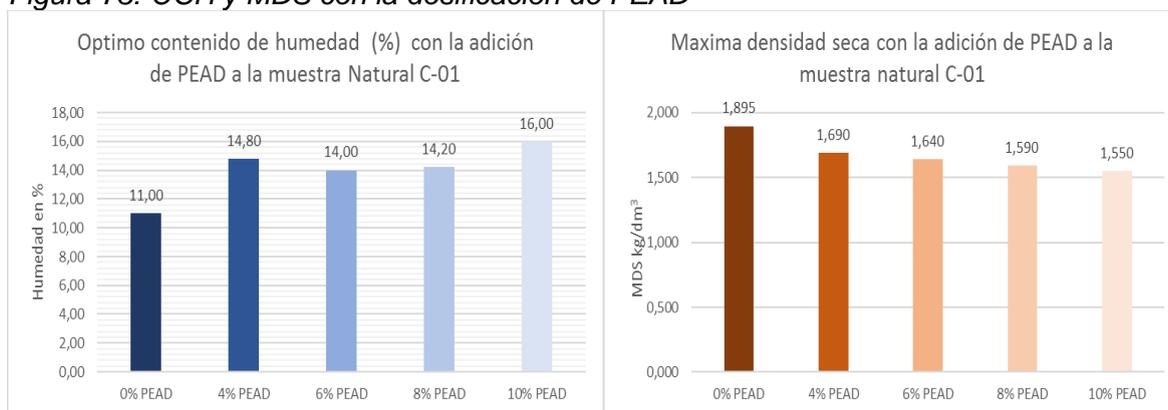
Para la C-03 se tiene que el contenido de humedad también desciende del 0% de adición de PEAD con 1.72% a 1.60% con adición del 10% de PEAD lo que se traduce en una disminución de un 6.98% de la muestra natural del suelo.

Se constata que la adición del PEAD reduce el contenido de humedad para estas 2 muestras de suelos.

Para el Optimo Contenido de Humedad Y Máxima Densidad Seca.

C-01

Figura 73: OCH y MDS con la dosificación de PEAD



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: En la figura 73 se tiene que la C-01 sin adición del PEAD al 0% (suelo natural) se obtiene una máxima densidad seca de 1.895kg/dm³ al ser compactado a su humedad optima de 11.00%.

Para este ensayo se obtuvo una máxima densidad seca de 1.690kg/dm³ en la C-01 con la adición al 4% de PEAD al ser compactado a su humedad optima de 14.80%. Seguidamente de la adición del 6% de PEAD en la C-01 se obtuvo una máxima densidad seca 1.640kg/dm³ al ser compactado a su humedad optima de 14.00 %.

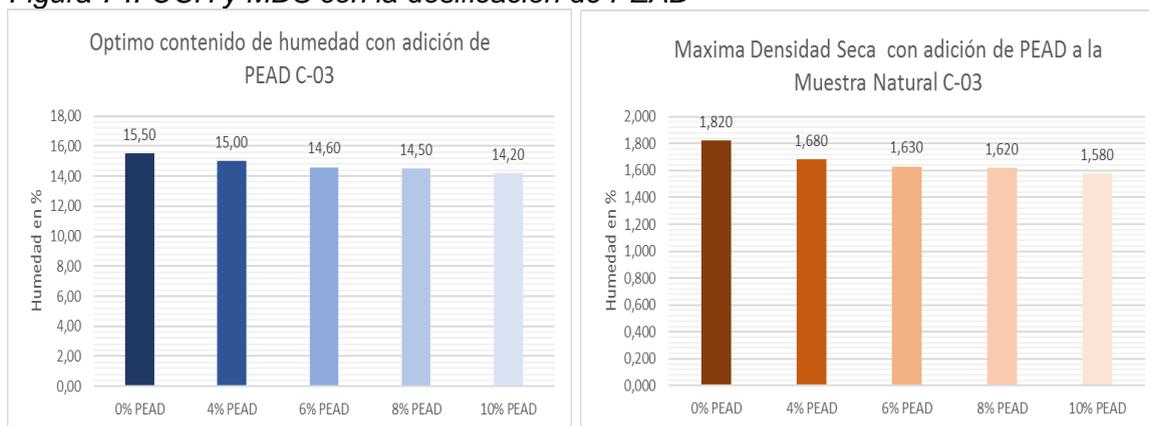
Al adicionar el 8% de PEAD en la C-01 se obtuvo una máxima densidad seca de 1.590kg/dm³ al ser compactado con una humedad optima de 14.20%.

Finalmente, con la adición del 10% de PEAD en la C-01 se obtuvo una máxima densidad seca de 1.550kg/dm³ al ser compactado con una humedad optima de 16.00%.

Obteniéndose la máxima densidad seca al adicionar el PEAD al 4% con 1.690kg/dm³. Comparándola con la muestra natural con una máxima densidad seca de 1.895kg/dm³, se puede notar que existe un descenso de 0.205kg/dm³. Traducido en porcentaje de 10.81% de la muestra natural al 100%.

C-03

Figura 74: OCH y MDS con la dosificación de PEAD



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: Para la Figura 74 se tiene que la C-03 sin adición del PEAD al 0% (suelo natural) se obtiene una máxima densidad seca de 1.820kg/dm³ al ser compactado a su humedad optima de 15.50%.

Con la adición del 4% de PEAD se obtuvo una máxima densidad seca en la C-03 de 1.680kg/dm³ al ser compactado a su humedad optima de 15.00%.

Seguidamente de la adición del 6% de PEAD en la C-03 se obtuvo una máxima densidad seca 1.630kg/dm³ al ser compactado a su humedad optima de 14.60%.

Al adicionar el 8% de PEAD en la C-03 se obtuvo una máxima densidad seca de 1.620kg/dm³ al ser compactado con una humedad optima de 14.50%.

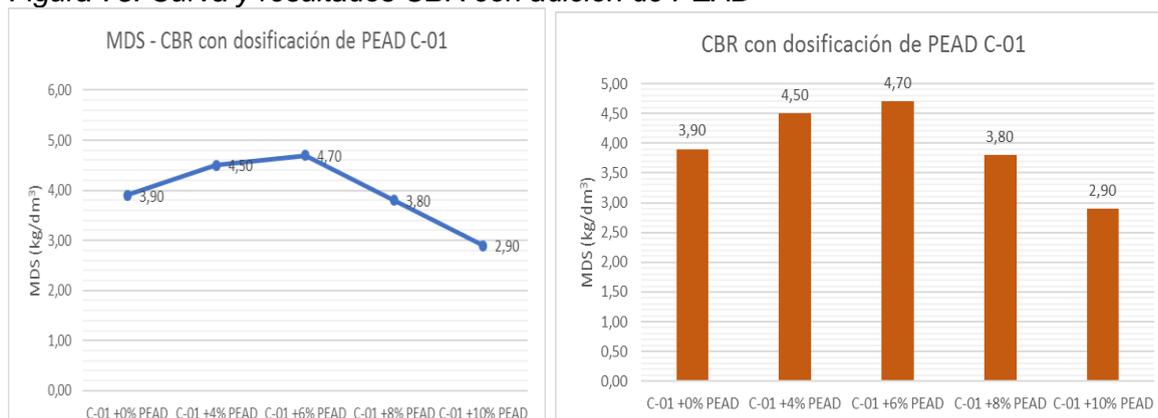
Finalmente, con la adición del 10% de PEAD en la C-03 se obtuvo una máxima densidad seca de 1.580kg/dm³ al ser compactado con una humedad optima de 14.20%.

Obteniéndose la máxima densidad seca al adicionar el PEAD al 4% con $1.680\text{kg}/\text{dm}^3$. Comparándola con la muestra natural con una máxima densidad seca de $1.820\text{kg}/\text{dm}^3$, se puede notar que existe un descenso de $0.14\text{kg}/\text{dm}^3$. Traducido en porcentaje de 7.7% de la muestra natural al 100%.

Para el CBR

C-01

Figura 75: Curva y resultados CBR con adición de PEAD



Fuente: *Elaboración Propia.*

Interpretación:

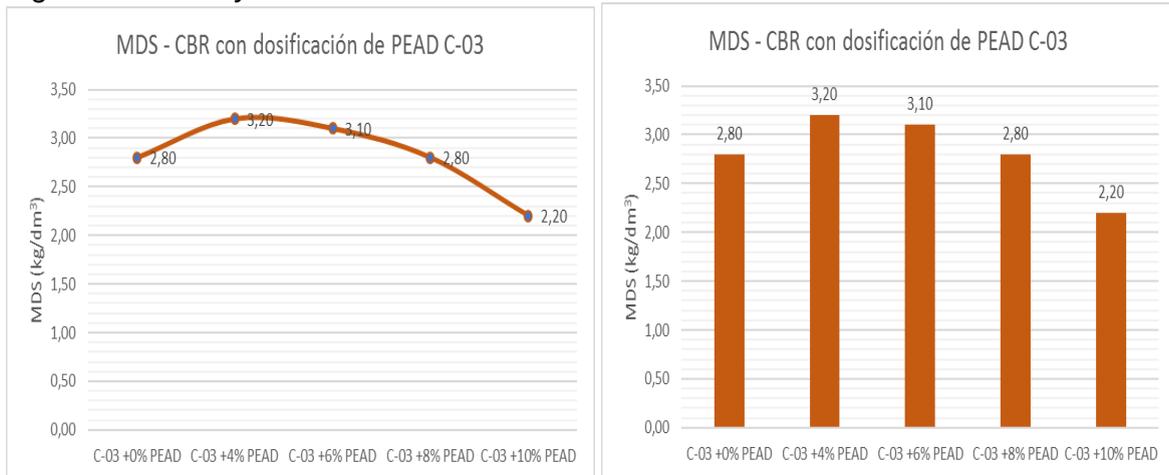
En la Figura 75 se puede notar que a medida que el porcentaje de la adición de PEAD aumenta el valor de CBR incrementa hasta un cierto porcentaje para luego empezar a descender.

Los valores del CBR empiezan a subir a partir de la adición del 4% de PEAD hasta el 6% con resultados de CBR de 4.5% y 4.7% respectivamente, para después descender con la adición del 8% y 9% de PEAD con CBR de 3.8% y 2.9%.

La zona donde se alcanza un máximo valor de CBR de 4.7% y se obtiene el pico más alto es con la adición del PEAD al 6% comparado con la muestra natural que tiene un valor de 3.9% la diferencia es de 0.8% entre ambos, estos resultados se interpretan en un aumento del CBR para la subrasante de un 20.5% de la muestra natural al 100%.

C-03

Figura 76: Curva y resultados CBR con adición de PEAD



Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación: En la Figura 76 se puede notar que a medida que el % de PEAD aumenta el valor de CBR incrementa hasta un cierto porcentaje para luego empezar a descender. Los valores del CBR empiezan a subir a partir de la adición del 4% de PEAD hasta el 6% con resultados de CBR de 3.2% y 3.1% respectivamente, para después descender con la adición del 8% y 10% de PEAD con CBR de 2.8% y 2.2%. La zona donde se alcanza un máximo valor de CBR de 3.2% y se obtiene el pico más alto, es con la adición del PEAD al 4% comparado con la muestra natural que tiene un valor de 2.8% con una diferencia de 0.4% estos resultados se interpretan en un aumento del CBR para la subrasante de un 14.28% de la muestra natural al 100%.

Interpretación Final: Para la dosificación de PEAD a las muestras de las 2 calicatas C-01 y C-03 se puede apreciar que incrementa el CBR en 20.5% (al 6% de adición del PEAD) y 14.28% (al 4% de adición del PEAD) de la muestra patrón como lo podemos apreciar en la tabla 37.

Tabla 38: Resultado final del Incremento de CBR con Dosificación PEAD

Muestra	Dosificación PEAD	CBR natural	CBR modificado	Incremento del CBR	Mejoramiento
C-01	6%	3.9%	4.7%	0.8%	20.5%
C-03	4%	2.8%	3.2%	0.4%	14.28%

Fuente: Elaboración Propia.

Contrastación de la Hipotesis.

Planteamiento del Problema “Descenso del contenido de Humedad”

Prueba de Normalidad

Ho: Hipotesis nula datos de la variable x “Descenso del contenido de Humedad” tiene normalidad.

H1: Hipotesis Alternativa datos de la variable x “Descenso del contenido de humedad” no tienen normalidad.

Nivel de Significancia

$\alpha = 5\% = 0.05$

Prueba Estadística

Sig: 8.64

Figura 77: Test de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistik	df	Signifikanz	Statistik	df	Signifikanz
descenso_del_contenido_de_humedad	,137	10	,200*	,967	10	,864
PEAD	,146	10	,200*	,909	10	,276

Fuente: Elaboración Propia.

Regla de Decisión

Si p-valor < 0.05 se rechaza la hipótesis Nula.

Si p-valor > 0.05 se acepta la hipótesis Nula.

Conclusión

Los datos de la variable tienen normalidad, por eso trabajamos con el coeficiente de relación de Pearson.

Correlación de Pearson

Planteamiento de Normalidad

Ho: Hipotesis nula: "Descenso del contenido de Humedad no está relacionado con la Adición de PEAD".

H1: Hipotesis Alternativa: "Descenso del contenido de Humedad si está relacionado con la Adición de PEAD"

Nivel de Significancia

$\alpha = 5\% = 0.05$

Prueba Estadística C. Pearson

Sig: 1.84

Figura 78: Correlacion

		Korrelationen	
		descenso_del_c ontenido_de_hu medad	PEAD
descenso_del_contenido_de _humedad	Pearson-Korrelation	1	-,457
	Sig. (2-seitig)		,184
	N	10	10
PEAD	Pearson-Korrelation	-,457	1
	Sig. (2-seitig)	,184	
	N	10	10

Fuente: Elaboración Propia.

Regla de Decisión

Si p-valor < 0.05 se rechaza la hipótesis Nula.

Si p-valor > 0.05 se acepta la hipótesis Nula.

Conclusión

Según la correlación de Pearson la significancia es mayor a 0.05 eso quiere decir que acepta la hipótesis nula.

Planteamiento del Problema. “Mejoramiento de la subrasante

Prueba de Normalidad

Ho: Hipótesis nula datos de la variable x “Mejoramiento de la subrasante” tiene normalidad.

H1: Hipótesis Alternativa datos de la variable x “Mejoramiento de la subrasante” no tienen normalidad.

Nivel de Significancia

$\alpha = 5\% = 0.05$

Prueba Estadística

Sig: 2.76

Figura 79: Test de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
M_Subrasante	,146	10	,200	,909	10	,276
PEAD	,193	10	,200	,939	10	,545

Fuente: Elaboración Propia.

Regla de Decisión

Si p-valor < 0.05 se rechaza la hipótesis Nula.

Si p-valor > 0.05 se acepta la hipótesis Nula.

Conclusión

Los datos de la variable tienen normalidad, por eso trabajamos con el coeficiente de relación de Pearson.

Correlación de Pearson

Planteamiento de Normalidad

Ho: Hipotesis nula: “El Mejoramiento de la subrasante no está relacionado con la Adición de PEAD”.

H1: Hipotesis Alternativa: el Mejoramiento de la subrasante si está relacionado con la Adición de PEAD”

Nivel de Significancia

$\alpha = 5\% = 0.05$

Prueba Estadística C. Pearson

Sig: 3.66

Figura 80: Correlación

		M_Subrasante	PEAD
M_Subrasante	Correlación de Pearson	1	-,321
	Sig. (bilateral)		,366
	N	10	10
PEAD	Correlación de Pearson	-,321	1
	Sig. (bilateral)	,366	
	N	10	10

Fuente: Elaboración Propia.

Regla de Decisión

Si p-valor < 0.05 se rechaza la hipótesis Nula.

Si p-valor > 0.05 se acepta la hipótesis Nula.

Conclusión

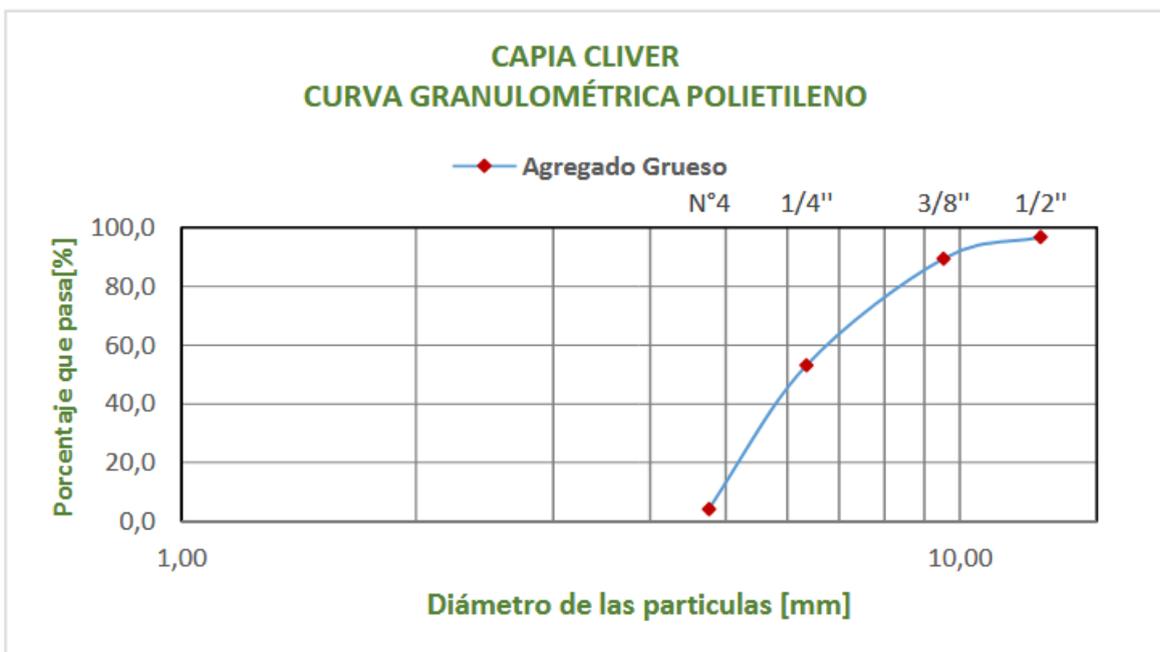
Según la correlación de Pearson la significancia es mayor a 0.05 eso quiere decir que acepta la hipótesis nula.

V. DISCUSIÓN

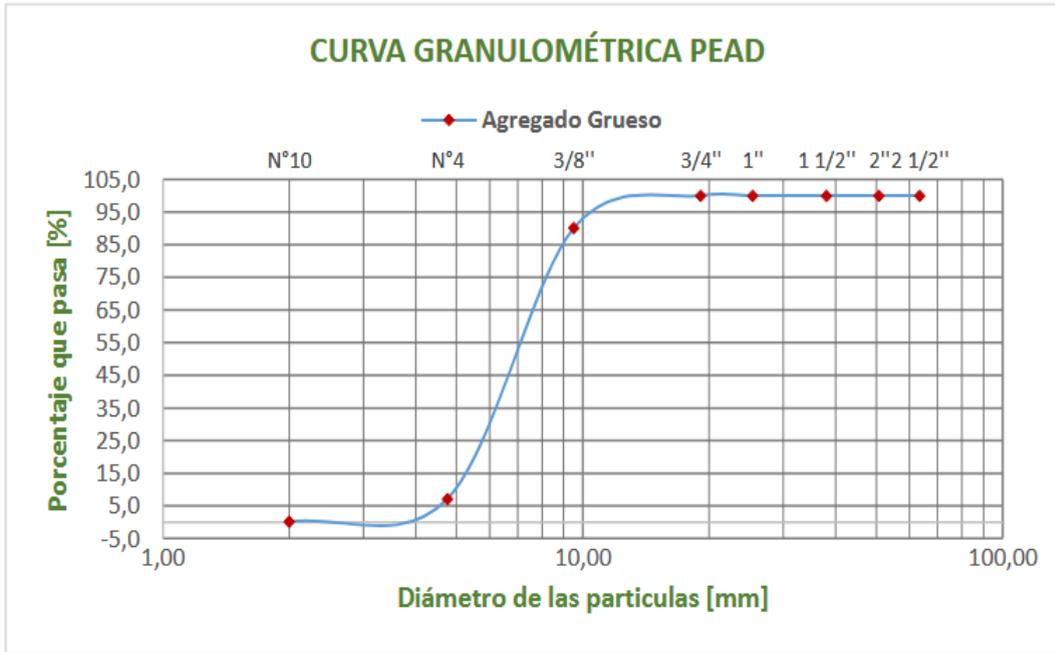
Las discusiones que se presentaran van conectadas a nuestros resultados y objetivos específicos, originando una relación con nuestras referencias y antecedentes.

Objetivo específico 1:” Evaluar cómo influye la adición de PEAD en las propiedades físicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla-Bolivia.”

Para **Capia Cliver** (2018) en la granulometría el Polietileno se retiene desde el tamiz $\frac{1}{2}$ hasta el tamiz N.4 con un tamaño comprendido de 4.76mm y 12.7mm. No se realizó el cálculo de los límites de Atterberg ya que el material no pasaba el tamiz N. 40.



En mi investigación la granulometría del PEAD se retiene desde el tamiz N.3/8 hasta el tamiz N.10, el tamaño comprendido para el Polietileno fue de 2.00mm a 9.52mm. No se realizó el cálculo de los límites de Atterberg ya que el material no pasaba el tamiz N. 40.

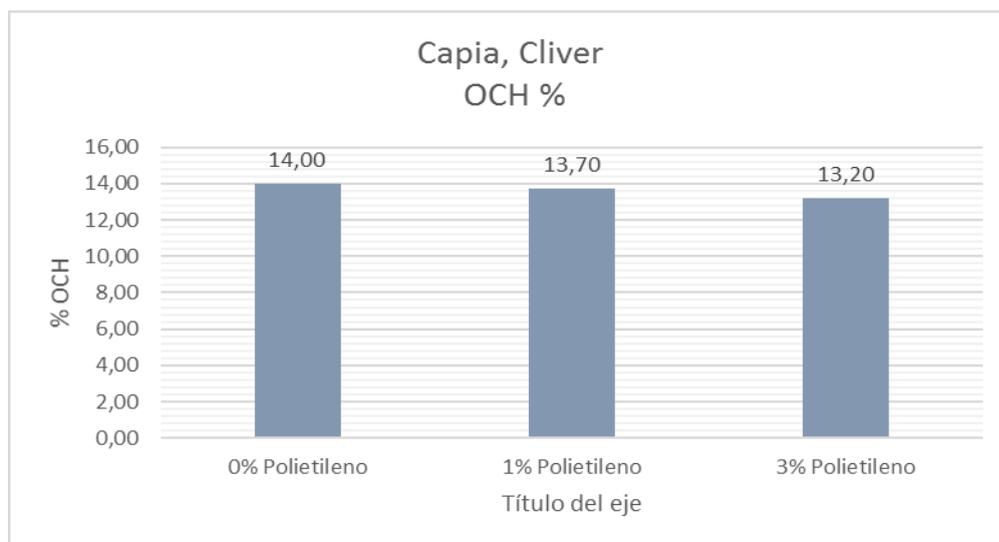


Ambas investigaciones existen una similitud en el tratamiento granulométrico del polietileno con un tamaño del PEAD correspondiente al de agregado grueso. Lo que se cumple con la norma NTP 339128.

Objetivo específico 2: "Evaluar cómo influye de la adición de PEAD en las propiedades mecánicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla-Bolivia."

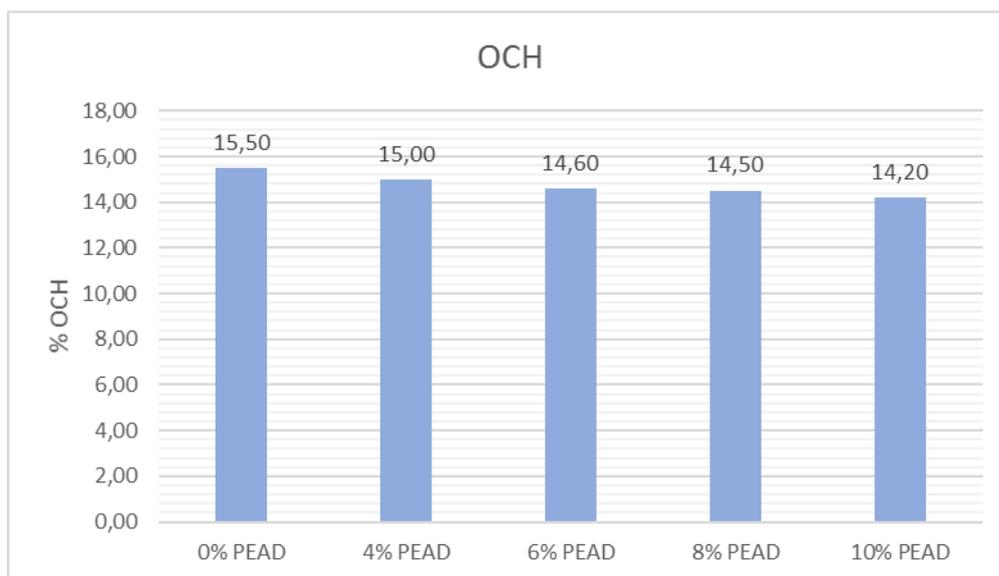
Óptimo Contenido de Humedad.

Para **Capia Cliver (2019)** el OCH en su muestra patrón fue de 14.00% y al adicionar 1%, 3% de polietileno descendió a 13.70%, 13.20% respectivamente.



Para **Capia Cliver** (2019) al adicionar 1% y 3% el OCH disminuye, en un porcentaje de 2.07% y 5.71% de la muestra patrón respectivamente.

En mi Investigación el OCH de la muestra patrón fue de 15.50 y al adicionar 4%, 6%, 8% y 10% de PEAD descendió en 15.00%, 14.60%, 14.50%, y 14.20% respectivamente.

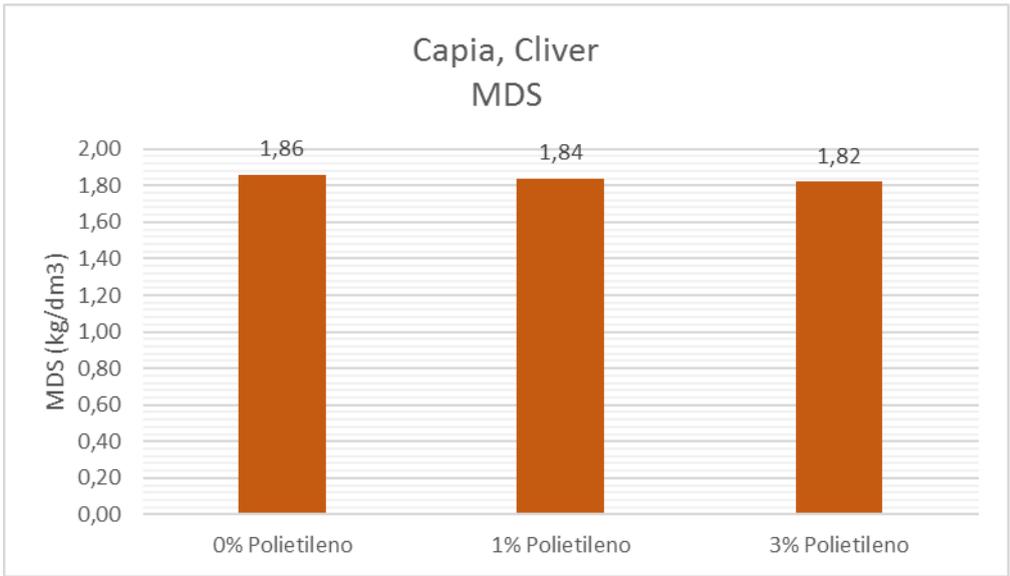


Al adicionar 4%,6%,8% y 10% OCH disminuye, en un porcentaje de 3.22%, 5.80%, 6.45%, y 8.38% de la muestra patrón respectivamente.

Al comparar ambos trabajos de Investigación se aprecia que existe **similitud** en ambos y cumplen con la norma I.N.V.E y ASTM D 698.

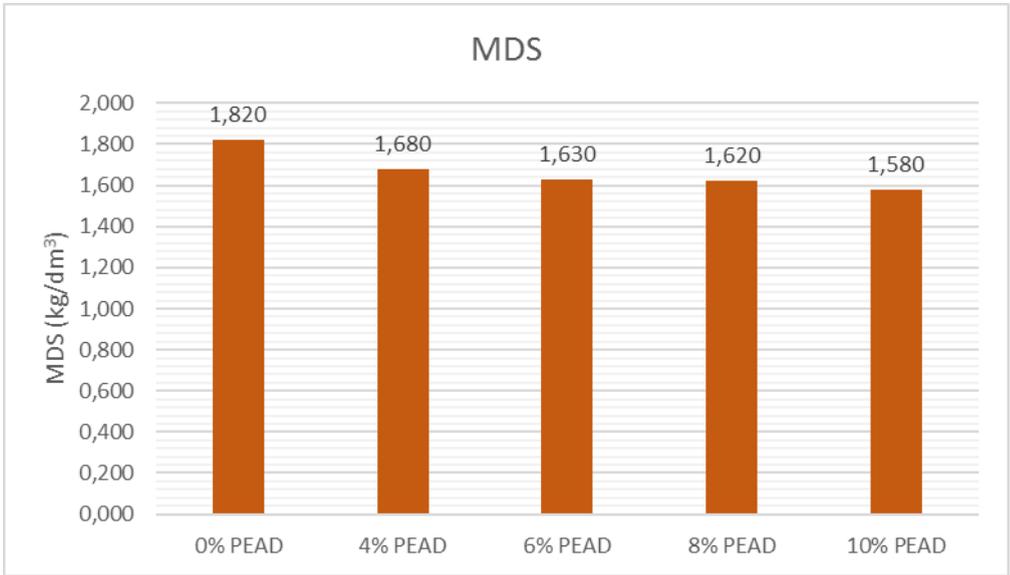
Máxima Densidad Seca.

Para **Capia Cliver** (2019) la MDS en su muestra patrón fue de 1.860kg/dm³ y al adicionar 1% y 3% de polietileno descendió a 1.840kg/dm³, 1.820kg/dm³ respectivamente.



Para **Capia Cliver** (2019) al adicionar 1% y 3% la MDS disminuye, en un porcentaje de 1.08 % y 2.15% de la muestra patrón respectivamente

En mi investigación el MDS de la muestra patrón fue de 1.820kg/dm³ y al adicionar 4%,6%,8% y 10% de PEAD descendió en 1.680 kg/dm³, 1.630 kg/dm³, 1.620 kg/dm³, y 1.580 kg/dm³ respectivamente.

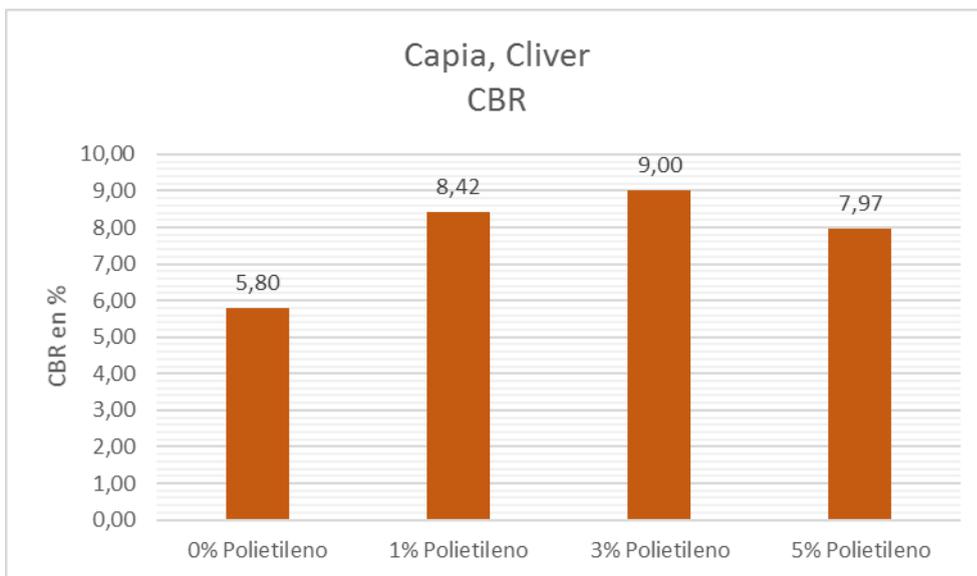


En mi Investigación al adicionar 4%, 6%, 8% y 10% MDS disminuye, en un porcentaje de 7.70%, 10.43%, 11.00%, y 13.18% de la muestra patrón respectivamente.

Al comparar ambos trabajos de investigación se aprecia que existe **similitud** en ambos y cumplen con la norma I.N.V.E y ASTM D 698.

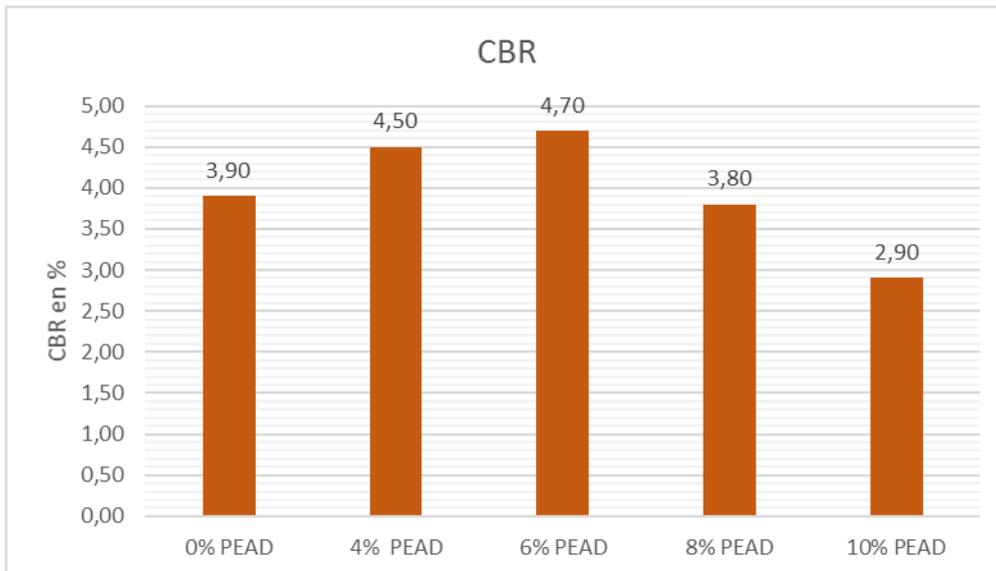
CBR

Para **Capia Cliver** (2019) el CBR en su muestra patrón fue de 5.80% y al adicionar 1% y 3% de polietileno ascendió a 8.42% y a 9.00% para comenzar a descender en la adición del 5% a 7.97%.



Para **Capia Cliver** (2019) al adicionar 1% y 3% el CBR aumenta en un porcentaje de 45% y 55.17% para comenzar a disminuir con la adición del 5% en 37% de la muestra patrón respectivamente.

En mi investigación el CBR de la muestra patrón fue de 3.9 y al adicionar 4%, y 6%, de PEAD ascendió en 4.50%, 4.70%, para luego comenzar a descender con la adición 6% y 8% con valores de 3.80% y 2.9% respectivamente.

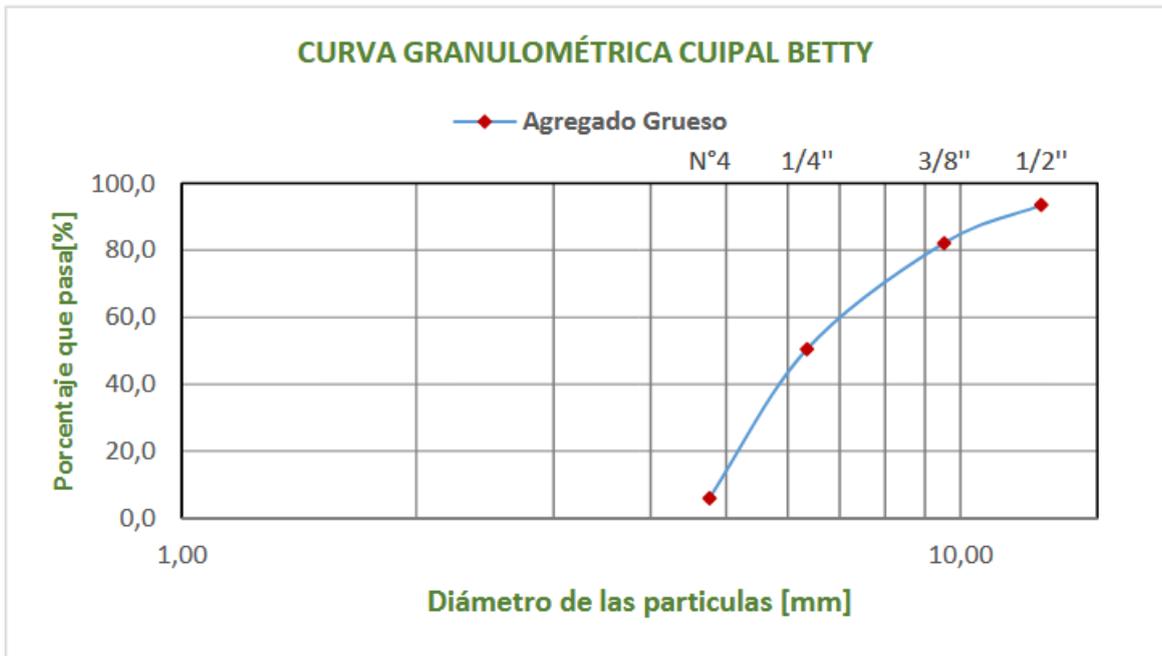


En esta Investigación al adicionar 4%, y 6%, el CBR aumenta, en un porcentaje de 15.38, 20.51 %, para luego comenzar a disminuir con la adición de PEAD del 8% y 10% con valores de 2.56%, y 25% de la muestra patrón respectivamente.

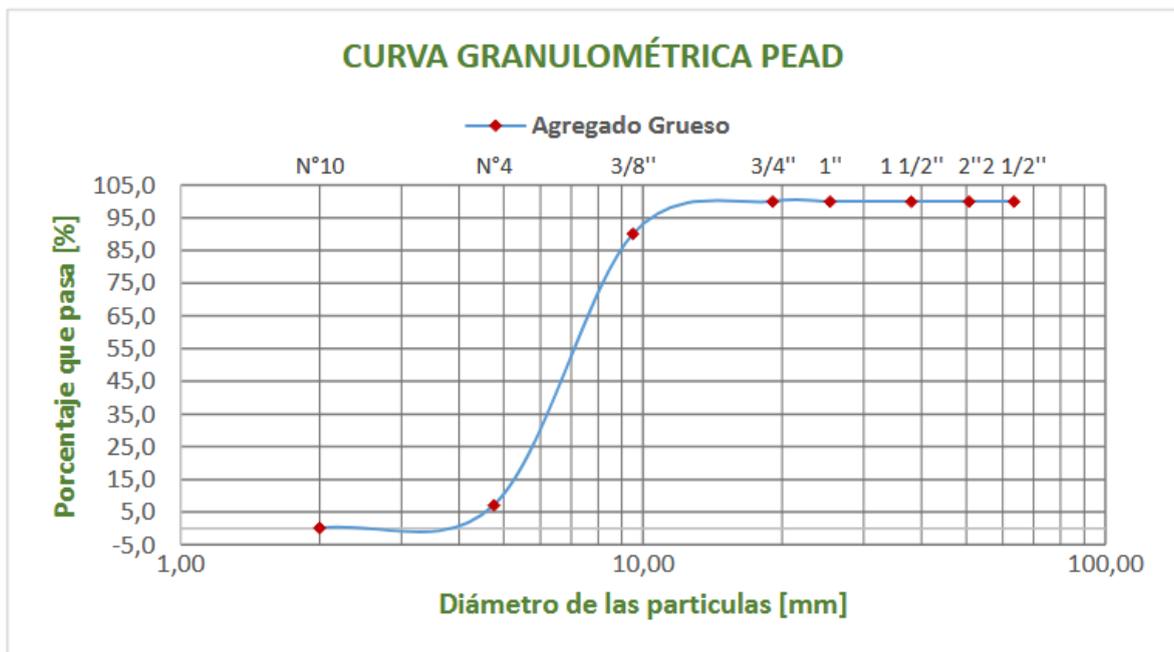
Al comparar ambos trabajos de Investigación se aprecia que existe **similitud** en los y ambos cumplen con la norma I.N.V.E y ASTM D 698.

Objetivo específico 3: "Evaluar cómo influye la dosificación de PEAD en las propiedades físico -mecánicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla-Bolivia."

Para **Cuipal Betty** (2018) en la granulometría el Polietileno se retiene desde el tamiz ½ hasta el tamiz N.4 con un tamaño comprendido de 4.76 mm y 12.7mm. No se realizó el cálculo de los límites de Atterberg ya que el material no pasaba el tamiz N. 40.



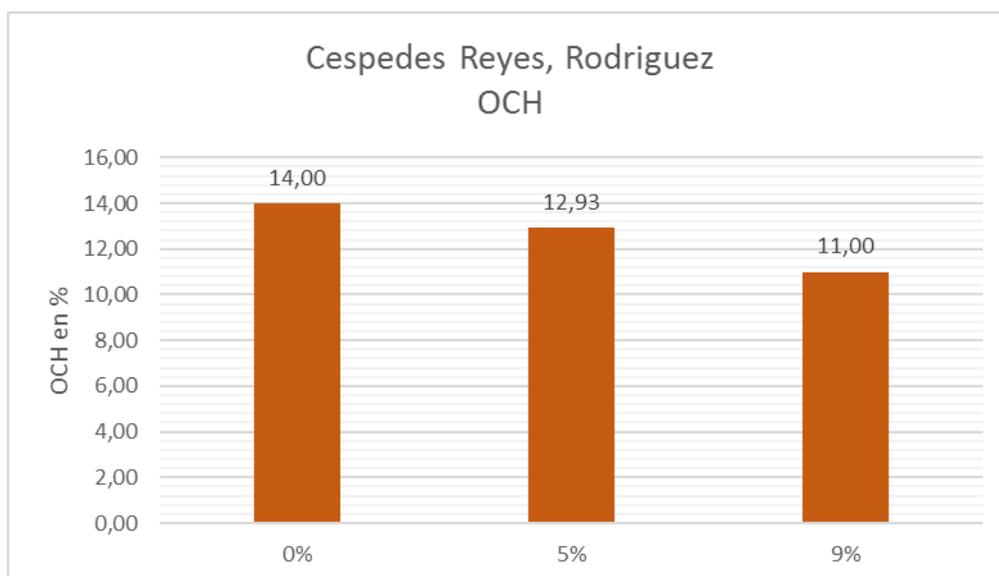
En mi Investigación la granulometría del PEAD se retiene desde el tamiz N.3/8 hasta el tamiz N.10, el tamaño comprendido para el Polietileno fue de 2.00mm a 9.52mm. No se realizó el cálculo de los límites de Atterberg ya que el material no pasaba el tamiz N. 40.



Ambas investigaciones existen una similitud en el tratamiento granulométrico del polietileno con un tamaño del PEAD como el de de agregado grueso. Lo que se cumple con la norma NTP 339128.

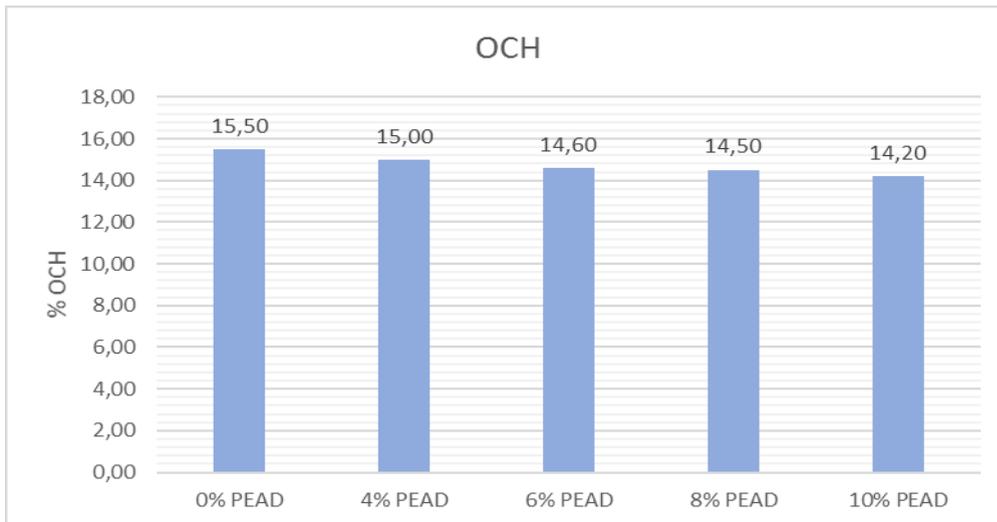
Optimo Contenido de Humedad.

Para **Cespedes, Reyes Rodriguez** (2015) el OCH en su muestra patrón fue de 14.00% y al adicionar 5% y 9% de polietileno descendió a 12.93% y 11.00% respectivamente.



Para **Cespedes, Reyes Rodriguez** (2015) al adicionar 5% y 9% el OCH disminuye, en un porcentaje de 7.64 % y 21.42 % de la muestra patrón respectivamente.

En mi Investigación el OCH de la muestra patrón fue de 15.50 y al adicionar 4%, 6%, 8% y 10% de PEAD descendió en 15.00%, 14.60%, 14.50%, y 14.20% respectivamente.

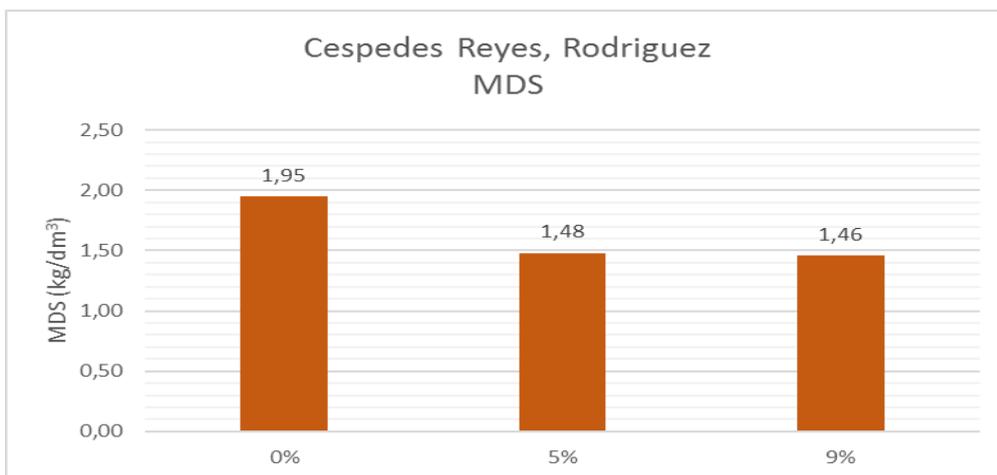


En mi Investigación al adicionar 4%, 6%, 8% y 10% OCH disminuye, en un porcentaje de 3.22%, 5.80%, 6.45% y 8.38% de la muestra patrón respectivamente.

Al comparar ambos trabajos de Investigación se aprecia que existe **similitud** en los y ambos cumplen con la norma I.N.V.E y ASTM D 698.

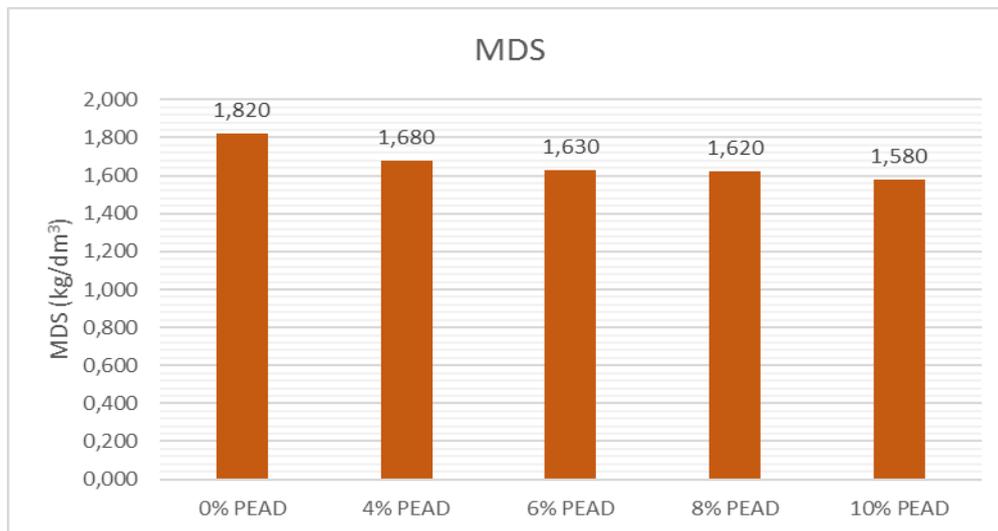
Máxima Densidad Seca.

Para **Céspedes, Reyes Rodríguez** (2015) la MDS en su muestra patrón fue de 1.950kg/dm³ y al adicionar 5% 9% de polietileno descendió a 1.480kg/dm³ y 1.460kg/dm³ respectivamente.



Para **Céspedes, Reyes Rodríguez** (2015) al adicionar 5% y 9% la MDS disminuye, en un porcentaje de 24.10% y 25.12 % de la muestra patrón respectivamente

En mi investigación el MDS de la muestra patrón fue de 1.820kg/dm³ y al adicionar 4%, 6%, 8% y 10% de PEAD descendió en 1.680kg/dm³, 1.630kg/dm³, 1.620kg/dm³, y 1.580kg/dm³ respectivamente.

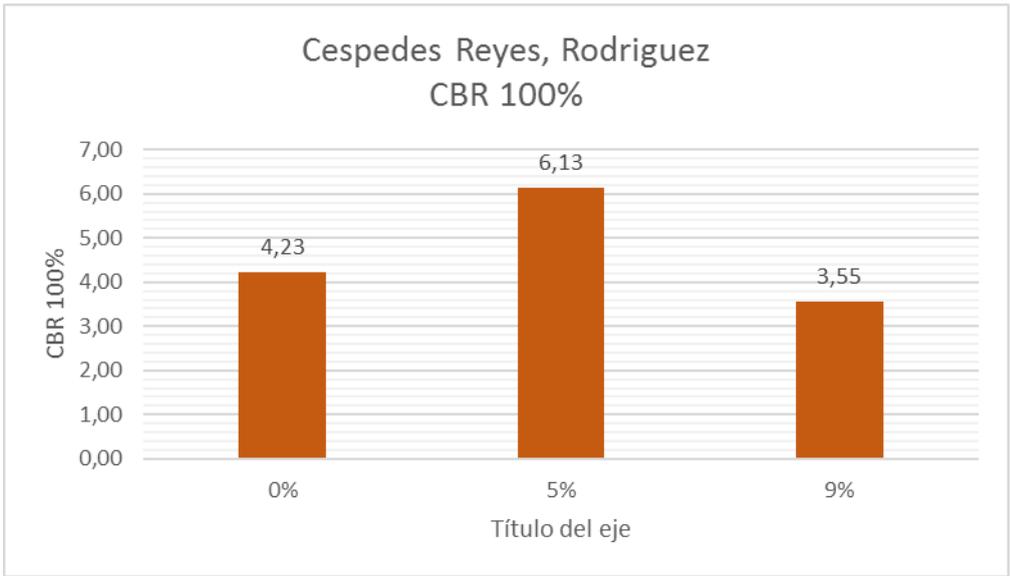


En esta Investigación al adicionar 4%, 6%, 8% y 10% MDS disminuye, en un porcentaje de 7.70%, 10.43%, 11.00%, y 13.18% de la muestra patrón respectivamente.

Al comparar ambos trabajos de Investigación se aprecia que existe **similitud** en ambos y cumplen con la norma I.N.V.E y ASTM D 698.

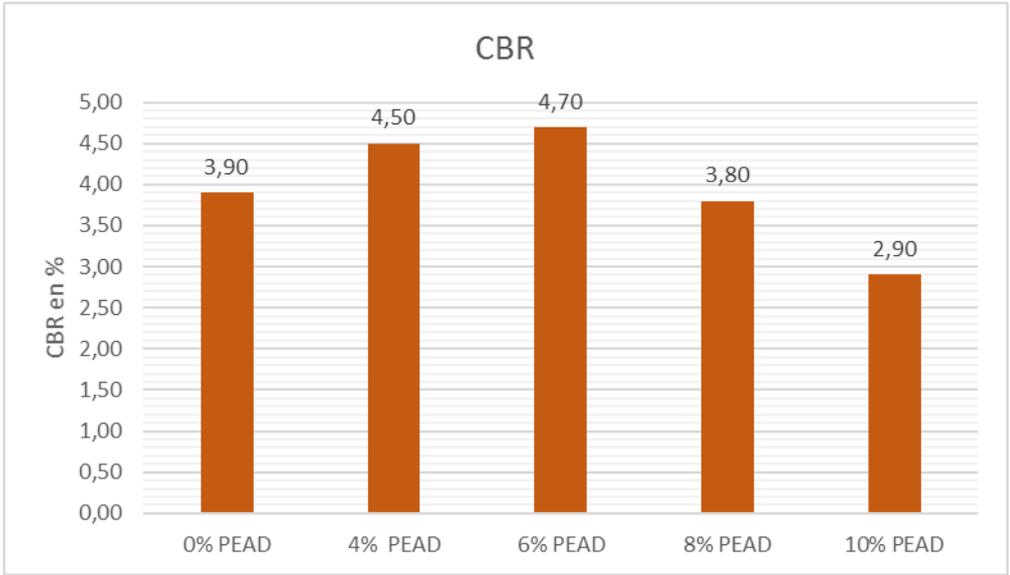
CBR

Para **Céspedes, Reyes Rodriguez** (2015) el CBR en su muestra patrón fue de 4.23% y al adicionar 5% de polietileno ascendió a 6.13% para luego comenzar a descender con la adición del 9% con 3.55%.



Para **Cespedes, Reyes Rodríguez (2015)** al adicionar 5% el CBR aumenta en un porcentaje de 45% para comenzar a disminuir con la adición del 9% a 16.07% de la muestra patrón respectivamente.

En esta investigación el CBR de la muestra patrón fue de 3.9% y al adicionar 4%, y 6%, de PEAD ascendió en 4.50%, 4.70%, para luego comenzar a descender con la adición 6% y 8% con valores de 3.80% y 2.9% respectivamente.



En esta Investigación al adicionar 4%, y 6%, el CBR aumenta, en un porcentaje de 15.38% y 20.51 %, para luego comenzar a disminuir al 8% y 10% con valores de 2.56% y 25.64% de la muestra patrón respectivamente.

Al comparar ambos trabajos de Investigación se aprecia que existe **similitud** ya que el polietileno aumenta el CBR hasta cierto porcentaje para luego comenzar a descender en ambos cumplen con la norma I.N.V.E y ASTM D 698.

VI. CONCLUSIONES

De las propiedades físicas con la adición de PEAD para el mejoramiento de la subrasante.

Cuando se adiciona el PEAD a la muestra de suelos de la C-01 con las dosificaciones de “4% 6% 8% y 10% el contenido de humedad natural disminuye con respecto a la muestra patrón (1.92%) en porcentajes de 2.60%, 5.72%, 3.64%, 8.85%.

Lo mismo sucede con la muestra de la C-03 con la adición del “4% 6% 8% y 10% el contenido de humedad natural también disminuye con respecto a la muestra patrón (1.72%) en porcentajes de 1.16%, 2.32%, 3.48%, 6.97%.

Según la Norma NTP 339127 el contenido de humedad natural de un suelo es de suma importancia saber cuánta agua contiene este mismo para sus posteriores ensayos, se puede apreciar que al agregar polietileno desciende el contenido de Humedad, para estas 2 muestras de suelo.

Para la granulometría del PEAD se aprecia que el polietileno tiene un comportamiento de agregado grueso con peso retenido que va desde la malla 3/8 malla 4 y la malla N.10 con tamaño de partículas comprendidos entre 2.00mm y 9.52mm, cumpliendo con la NTP 339128.

De las propiedades Mecánicas con adición de PEAD para el mejoramiento de la Subrasante

Al adicionar el PEAD con las dosificaciones de “4%, 6%, 8% y 10% el óptimo contenido de humedad realizado a través del ensayo de compactación ascendió de su muestra patrón C-01 (11.00%) a 14.80% 14.00%, 14.20%, 16.00%, respectivamente, lo que se traduce en una variación en su porcentaje de 34.54%, 27.3%, 29.0% y 45.5% de la muestra patrón.

Para la calicata C-03 (15.50%) se comportó de manera diferente con las dosificaciones de “4%, 6%, 8% y 10% el óptimo contenido de humedad descendió en 15.00%, 14.60%, 14.50% y 14.20%. respectivamente, lo que se traduce en una variación en su porcentaje de 3.22%, 5.80%, 6.45% y 8.38% de la muestra patrón. El contenido de humedad cumple con el manual de suelos y Pavimentos NTP 339.141.

Al adicionar el PEAD con las dosificaciones de “4%, 6%, 8% y 10% la Máxima Densidad Seca la C-01 (1.895 kg/dm³) descendió con 1.690kg/dm³, 1.640 kg/dm³, 1,590

kg/dm³ y 1.550 kg/dm³ respectivamente, lo que se traduce en una variación en su porcentaje de 10.81%, 13.45%, 16.10% y 18.20% de la muestra patrón.

Al adicionar las dosificaciones de “4%, 6%, 8% y 10% la Máxima Densidad Seca de la calicata C-03 (1.820 kg/dm³) descendió con 1.680kg/dm³, 1.630kg/dm³, 1,620kg/dm³ y 1.580kg/dm³ respectivamente, lo que se traduce en una variación en su porcentaje de 7.70%, 10.43%, 10.98% y 13.18% de la muestra patrón.

La máxima densidad seca cumple con el manual de suelos y Pavimentos NTP 339.141. En esta Investigación la MDS disminuye, que es lo contrario según el Manual de suelos y Pavimentos a mayor densidad mayor resistencia disminuyendo los espacios vacíos.

Al adicionar el PEAD con las dosificaciones de 4% y 6% el CBR de la calicata C-01 (3.9%) ascendió con 4.5%, 4.7%, y con la adición de 8% y 10% descendió con valores de 3.8 % y 2.9% respectivamente, lo que se traduce en una variación en su porcentaje, con un ascenso de 15.38% y 20.51% y una caída de 2.56% y 25.64% de la muestra patrón.

Para la C-03 con un CBR (2.8%) al adicionar el PEAD con las dosificaciones de 4% y 6% ascendido, pero también se obtuvo valores de 3.2%, 3.1 %, respectivamente y con la adición de 8% y 10% descendió con valores de 2.8% y 2.2% respectivamente, lo que se traduce en una variación en su porcentaje, con un ascenso de 14.28% y 10.71% y una caída de 0% y 21.42% de la muestra patrón.

Si bien es cierto la adición del Polietileno sube el CBR en las 2 muestras de suelo según la NTP 339.45 y el Manual de Pavimentos se clasifica una subrasante pobre inadecuada, este se debe que el suelo que se estudio es un suelo con alto porcentaje de Arcillas.

De las dosificaciones con el PEAD y su relación con las Propiedades físico- Mecánicas.

Al adicionar 4% de PEAD para la C-01(muestra Patrón) se redujo la humedad natural en un 2.60%, para el Optimo contenido de Humedad del Ensayo Proctor aumento un 34.54%, para la Máxima Densidad Seca disminuyo en un10.81% por último el CBR incremento en 15.38%.

Al adicionar 6% de PEAD para la C-01(muestra Patrón) se redujo la humedad natural en un 5.72%, para el Optimo contenido de Humedad del Ensayo Proctor aumento un 27.3%, para la Máxima Densidad Seca disminuyo en un 13.45% por último el CBR incremento en 20.51%.

Al adicionar 8% de PEAD para la C-01(muestra Patrón) se redujo la humedad natural en un 3.64%, para el Optimo contenido de Humedad del Ensayo Proctor aumento un 29.0%, para la Máxima Densidad Seca disminuyo en un 16.10% por último el CBR bajo en 2.56%.

Al adicionar 10% de PEAD para la C-01(muestra Patrón) se redujo la humedad natural en un 8.85%, para el Optimo contenido de Humedad del Ensayo Proctor aumento un 45.5%, para la Máxima Densidad Seca disminuyo en un 18.20% por último el CBR bajo en 25.64%.

Al adicionar 4% de PEAD para la C-03 (muestra Patrón) se redujo la humedad natural en un 1.16%, para el Optimo contenido de Humedad del Ensayo Proctor disminuyo un 3.22%, para la Máxima Densidad Seca disminuyo en un 7.70% por último el CBR incremento en 14.28%.

Al adicionar 6% de PEAD para la C-03 (muestra Patrón) se redujo la humedad natural en un 2.32%, para el Optimo contenido de Humedad del Ensayo Proctor disminuyo un 5.80%, para la Máxima Densidad Seca disminuyo en un 10.43% por último el CBR incremento en 10.71%.

Al adicionar 8% de PEAD para la C-03 (muestra Patrón) se redujo la humedad natural en un 3.48%, para el Optimo contenido de Humedad del Ensayo Proctor disminuyo un 6.45%, para la Máxima Densidad Seca disminuyo en un 10.98% por último el CBR disminuyo en 0.00%.

Al adicionar 10% de PEAD para la C-03 (muestra Patrón) se redujo la humedad natural en un 6.97%, para el Optimo contenido de Humedad del Ensayo Proctor disminuyo un 8.38%, para la Máxima Densidad Seca disminuyo en un 13.18% por último el CBR disminuyo en 21.42%.

De las dosificaciones el porcentaje optimo donde el CBR aumenta es el 4% y 6%.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que usar como aditivo para el mejoramiento para la subrasante partículas de PEAD de granulometría variada, con textura rugosa y dosificaciones de 4% y 6%. Con un tamaño de partícula variada de 9.52mm-2.00mm.
2. Se recomienda realizar ensayos de dosificación entre 3%, 3.5%, 4%, 4.5%, 5% 5.5%, 6%. para tener mayor precisión de porcentaje óptimo de Adición de PEAD.
3. Se recomienda que después de reciclar el polietileno se lave y seque para evitar partículas que alteren los resultados en la dosificación.
4. Se recomienda analizar los suelos arcillosos con comportamientos complejos con ensayos de Difracción de rayos x para obtener los comportamientos específicos de las arcillas y poder relacionarlos con la expansión.
5. Se recomienda embolsar las muestras de suelo extraídas en un lugar seguro a los cambios climáticos, y realizar el ensayo de contenido de humedad de forma inmediata.
6. Se recomienda que al realizar los ensayos los equipos deben estar debidamente calibrados y las lecturas deben ser precisas para evitar error en los resultados.
7. Se recomienda tener conocimiento de las normas, del Manual de suelos y Pavimentos para desarrollar e interpretar nuestros resultados y nuestra Investigación tenga confiabilidad y veracidad.
8. Se recomienda realizar más Estudios acerca del comportamiento del polietileno en relación con el mejoramiento del suelo.
9. Se recomienda hacer los estudios con más muestras de suelos para tener una mejor correlación entre la adición del polietileno y el mejoramiento de la subrasante.

REFERENCIAS

- AREIZAGA, Javier; et. al. 2002.** *Polímeros*. Madrid : Sintesis, 2002. ISBN: 8497560264.
- ARIAS, Fidias. 2013.** *El proyecto de investigación 6. ed.* Caracas : Cengage Learning, 2013. ISBN: 9800785299.
- BAÑON, Luis. 2000.** *Manual de carreteras, construcción y mantenimiento 2ed.* Ciudad de México : Enrique Ortiz e Hijos, 2000. ISBN: 8460701239.
- BOWLES, Joseph. 1981.** *Manual de laboratorio de suelos 1ed.* Ciudad de México : Mac Graw-Hill, 1981. ISBN: 007006752.
- BRAJA, Das. 2013.** *Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica 4ed.* Ciudad de México : Cengage Learning, 2013. ISBN: 9786075193731.
- CALLISTER, William. 2007.** *Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales 2ed.* Utah : Reverté, 2007. ISBN: 978842917215.
- Cámara de Senado. 2019.** Cámara de Senado. [En línea] Prensa Senado, 05 de 08 de 2019. [Citado el: 22 de 01 de 2022.] <https://web.senado.gob.bo/prensa/noticias/proyecto-de-ley-de-reducci%C3%B3n-y-reemplazo-de-bolsas-pl%C3%A1sticas-avanza-hacia-su>. ISBN: s/n.
- DALLE, Pablo, y otros. 2005.** *Manual metodolgia: Construcción del marco teórico, formulación de los objetivos y elección de la metodologá.* Buenos Aires : CLACSO, 2005. ISBN: 9871183321.
- DIAZ, Luis. 2014.** *Granulometría de suelos.* Ciudad de México : Universidad Nacional Autonoma de México, 2014. ISBN: s/n.
- Effects of plastic waste materials on geotechnical properties of clayey soil.*
- HASSAN, Hussein, RASUL, Jabar y SAMIN, Maleaha. 2021.** s/n, s/n : Transportation Infrastructure Geotechnology, 2021, Vol. 8. ISSN: s/n.

Evaluación de la construcción de carreteras. **ESPINOSA, Oscar. 2016.** s/n, La Paz : Instituto de Transporte y Vías de Comunicación, 2016, Vol. Memorias 2016. ISBN: s/n.

FERRO, Aylin y TOLEDO, Assen. 2003. *Envase de polietileno: Impacto y métodos para su reciclado.* Habana : Editorial Universitario, 2003. ISBN: s/n.

GARCIA, Salvador. 2015. El Financiero. [En línea] 21 de 07 de 2015. [Citado el: 22 de 01 de 2022.] <https://www.elfinanciero.com.mx/opinion/salvador-garcia-linan/contaminacion-por-el-plastico/>. ISBN: s/n.

Geotechnical characterization of plastic waste materials in pavement subgrade applications. **ABUKHETTALA, Mukhtar y FALL, Mamdou. 2021.** 100472, s/n : Transportation Geotechnics, 2021, Vol. 27. ISSN: 22143912.

GOMEZ, Sergio. 2012. *Metodología de la investigación* . Ciudad de México : Red Trece Milenio, 2012. ISBN: 9786077331490.

HERNANDEZ, Roberto, BAPTISTA, Pilar y FERNANDEZ, Carlos. 2014. *Metodología de la investigación 6. ed.* Ciudad de México : Mac Graw-Hill, 2014. ISBN: 9781456223960.

HOSSAIN, Sahadat, KHAN, Sadid y KIBIRIA, Golam. 2017. *Sustainable slope stabilization using recycled plastic pins.* Arlington : CRC Press, 2017. ISBN: 9780367573584.

IGLESIAS, Severo. 1976. *Principios del método científico.* Austin : Verum Factum Editors, 1976. ISBN: s/n.

JOHNSTON, James y PENNYPACKER, Henry. 1980. *Strategies and tactics of behavioral research.* New York : Routledge, 1980. ISBN: 9780805858822.

JUAREZ, Eulalio y RODRÍGUEZ, Rico. 2005. *Mecánica de suelos: Tomo.* Ciudad de México : Limusa, 2005. ISBN: 9681800699.

LADDHA, Ankid. 2018. *Soil stabilization of fine sand with waste plastic strip.* USA : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. ISBN: 9783659746857.

LATORRE, Antonio, DEL RINCON, Igea y ARNAL, Justo. 2003. *Bases metodológicas de la investigación educativa.* Barcelona : Ediciones Experiencia S.L., 2003. ISBN: 8493288381.

MEDINA, Jacques y GORETTI DA MOTTA, Laura Maria. 2015. *Mecánica de pavimentos.* Rio de Janeiro : Inter ciencia, 2015. ISBN: 8571933669.

MELINKOFF, Ramon. 2005. *Los procesos administrativos.* Ciudad de México : Panapo, 2005. ISBN: 9802302821.

MENDEZ, Carlos. 2012. *Metodología: Diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencia empresariales.* Ciudad de México : Limusa, 2012. ISBN: 9789681871772.

MONTEJO, Alfonso. 1997. *Ingeniería de pavimento.* Bogotá : Stella Valbuena de Fierro, 1997. ISBN: 9589603629.

MTC. 2013. *Manual de Carreteras: Especificaciones técnicas generales para construcción.* Lima : s/n, 2013. ISBN: s/n.

—. **2014.** *Manual de carreteras: Suelo geología, geotecnia y pavimentos.* Lima : Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2014. ISBN: s/n.

—. **2016.** *Manual de ensayo de materiales.* Lima : Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2016. ISBN: s/n.

MUÑOZ, Carlos. 1998. *Como elaborar y asesorar una investigación dev tesis.* Ciudad de México : Prentice Hall, 1998. ISBN: 8571933669.

ÑAUPAS, Humberto. 2014. *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de tesis.* Bogotá : Universidad Transversal, 2014. ISBN: 9789587621884.

ORTIZ, Maria. 2019. Bolivia plastificada: cada día se usan 11,2 millones de bolsas. *Pagina Siete.* s/n, 2019, Vol. 27.05.2019, s/n.

PALELLA, Santa y MARTINS, Filiberto. 2012. *Metodología de la investigación cuantitativa*. Caracas : Universidad Pedagógica experimental libertador, 2012. ISBN: 9802734454.

PHONSA, Rahul. 2019. *Stabilization of clayey soil by using stone dust and plastic bottles strips in subgrades*. Chandigarh : publicada independientemente, 2019. ISBN: 9781082330155.

PINEDA, José. 2021. Temas Ambientales. [En línea] 12 de 04 de 2021. [Citado el: 22 de 01 de 2022.] <https://www.temasambientales.com/2018/02/conservacion-ambiental.html>. ISBN: s/n.

SANCHEZ, Hector, REYES, Carlos y MEJIA, Katia. 2018. *Manual de términos de investigación científica, tecnologica y humanistica*. Lima : Universidad Ricardo Palma, 2018. ISBN: 9786124735141.

SHERWELL, Guillermo. 2014. *Estudio del uso de polietileno tereftalato como material de refuerzo de estructuras terreas conformado por suelo fino*. Ciudad de México : Universidad Autónoma de México, 2014. ISBN: s/n.

Soil Stabilization Using Waste Plastic Materials. **KASSA, Belay, y otros. 2020.** s/n, s.l. : Open Journal of Civil Engineering, 2020, Vol. 10. ISSN: s/n.

Stabilization of soil with waste plastic bottles. **GANGWAR, Preeti y TIWARI, Sachin. 2021.** 13, s/n : Materials Today: Proceedings, 2021, Vol. 47. ISSN: 22147853.

TAMAYO, Mario. 2004. *El proceso de la investigación científica 2ed*. Ciudad de Méxcio : Limusa, 2004. ISBN: 968158727.

NTP 339128 -ASTM D 421 Granulometría por tamizado

NTP 339127 - ASTM D 2216 Contenido de humedad

NTP 339129 - ASTM D 4318 Limites de consistencia

ASTM 2487- Clasificación SUCS

ASTM 3282 - Clasificación AASHTO

ASTM D 698 Ensayo Proctor

ASTM D 1883 CBR

ANEXOS

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: “Mejoramiento de la subrasante de suelo arcilloso con Polietileno de alta densidad (PEAD) en acceso Periurbano, distrito Achocalla, Bolivia 2022”

AUTOR: Jenifer Edquen Vargas

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema general:	Objetivo general:	Hipótesis general:	INDEPENDIENTE	Incorporación del PEAD a la subrasante	Dosificación	0% PEAD	Referencias Especificaciones técnicas. Ensayos de laboratorio.
¿De qué manera influye la adición de PEAD en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla, Bolivia-2022?	¿Determinar la influencia de la adición de PEAD en las propiedades físicas mecánicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla, Bolivia-2022?	¿La adición de PEAD ideal influye en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla, Bolivia-2022?				4% PEAD	
Problemas específicos:	Objetivos específicos:	Hipótesis específicas:				6% PEAD	
¿Cómo influye la adición de PEAD en las propiedades físicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla, Bolivia-2022?	¿Determinar la Influencia la adición de PEAD en las propiedades físicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla, Bolivia-2022?	¿La adición de PEAD ideal influye en las propiedades físicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla, Bolivia-2022?				8% PEAD	
						10% PEAD	
¿Cómo influye la adición de PEAD en las propiedades mecánicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla, Bolivia-2022?	¿Determinar la Influencia de adición de PEAD en las propiedades mecánicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla, Bolivia-2022?	¿La adición de PEAD ideal influye en las propiedades mecánicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla, Bolivia-2022?	DEPENDIENTE	Mejoramiento del suelo a nivel de subrasante	Propiedades físicas	Granulometría (%)	ASTM D 422-MTC E 107
						Contenido de Humedad (%)	ASTM D 2216 -MTC E 108
						Clasificación SUCS - ASSHTO	ASTM D 2487 ASTM D 3282
						Limites de Atterberg LL-LP-IP (%)	ASTM D 4318-MTC E 110
¿Cómo influye la dosificación de PEAD en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla, Bolivia-2022?	¿Determinar la Influencia de la dosificación de PEAD en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla, Bolivia-2022?	¿La dosificación optima de PEAD influye en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante en el acceso periurbano Achocalla, Bolivia-2022?				Propiedades mecánicas	Compactación (MDS kg/dm ³ y OCH %)
			Resistencia CBR %	ASTM D 1883 MTC E 132			

ANEXO 2: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TITULO: “Mejoramiento de la subrasante de suelo arcilloso con Polietileno de alta densidad (PEAD) en acceso Periurbano, Achocalla, Bolivia -2022”.

AUTOR: Jenifer Edquen Vargas

VARIABLE DE LA INVESTIGACIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
Variable Independiente PEAD	El PEAD es un Polietileno de Alta Densidad, es un polímero resultado de la polimerización del etileno. es resistente al impacto y abrasión. (Sherwell 2014) La Subrasante es la parte principal y un factor importante dentro de la Fundación que funciona como base para las capas internas del pavimento. (MTC,2013)	Para la incorporación del PEAD a la subrasante se requiere conocer las propiedades químicas, físicas y mecánicas del PEAD y determinar su dosificación. Para el estudio de la subrasante se hará ensayos de laboratorio para su clasificación. Geotécnica, tamaño de partículas y resistencia.	Propiedades químicas del PEAD	Resistencia a los ácidos Resistencia a los disolventes orgánicos Resistencia al ozono	Razón	Tipo de Investigación: Aplicada Nivel de Investigación: Explicativo Diseño de Investigación: Experimental Población: 8Km de acceso Periurbano Muestreo: No probabilístico Técnica: Observación directa Instrumento de Investigación: Observación Ensayos de laboratorio de suelos Fichas de recopilación
			Dosificación del PEAD	0% 4% 6% 8% 10%	%	
			Propiedades físicas	Granulometría (%)	Razón	
				Contenido de Humedad (%)		
				Clasificación SUCS -ASSHTO		
			Propiedades mecánicas del suelo	Limites de Atterberg LL-LP-IP (%)		
Compactación MDS (gr/cm3) y OCH (%)	Razón					
Resistencia CBR (%)						

ANEXO 3: ANALISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS

Prueba de Normalidad

Ho: Hipotesis nula datos de la variable x “Mejoramiento de la subrasante” tiene normalidad.

H1: Hipotesis Alternativa datos de la variable x “Mejoramiento de la subrasante” no tienen normalidad.

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
M_Subrasante	,146	10	,200	,909	10	,276
PEAD	,193	10	,200	,939	10	,545

El Mejoramiento de la Subrasante tiene Normalidad.

Correlación

Ho: Hipotesis nula: “El Mejoramiento de la subrasante no está relacionado con la Adición de PEAD”.

H1: Hipotesis Alternativa: el Mejoramiento de la subrasante si está relacionado con la Adición de PEAD”

Correlación Pearson

		M_Subrasante	PEAD
M_Subrasante	Correlación de Pearson	1	-,321
	Sig. (bilateral)		,366
	N	10	10
PEAD	Correlación de Pearson	-,321	1
	Sig. (bilateral)	,366	
	N	10	10

Según la correlación de Pearson la significancia es mayor a 0.05 eso quiere decir que acepta la hipótesis nula.

Si bien en la práctica la adición del PEAD mejora la capacidad soporte del suelo de subrasante, y tiene normalidad, en la estadística no existe una correlación.

ANEXO 4: ENSAYOS



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



La Paz, 1 de septiembre de 2020

INF.LAB.SUE. N° 20/2021

Señora:

Jenifer Edquen Vargas

Presente.-

De mi consideración:

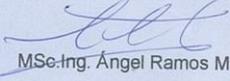
Adjunto a la presente, los resultados de los ensayos de Granulometría por tamizado, Límites de Atterberg e Hidrometría, realizados con una muestra de suelo entregada por su personal al IEM-UMSA.

Sin otro particular, saludo a ustedes atentamente.


MSc. Ing. Victor Bermejo Franco

Jefe Área de Suelos y Geotécnica

VoBo


MSc. Ing. Ángel Ramos Maita

DIRECTOR

IEM – UMSA



Vbf

Adj, Lo indicado

Página 1 de 7



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Fundado en 1946

La Paz - Bolivia

Cliente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS.:	20/2021
Proyecto:	Proyecto Académico	Operador:	Tec. Rene Ramos
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani -Calle C	Calculista:	Ing.MSc. V. Bermejo F.
Muestra:	M-1	Fecha de recepción y pago:	30/8/2021
Pozo:	1	Entrega de muestra:	24/8/2021
Profundidad:	S/I (m)	Fecha de ensayo:	24 y 25/08/21
Director de obra:	S/I	Fecha de entrega:	1/9/2021
Supervisor:	S/I		

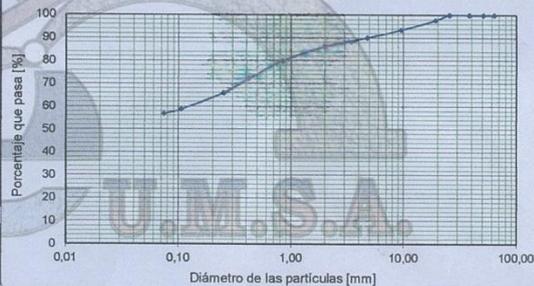
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

	Humedad		PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
	Natural	Higroscopica		
Tara No.	35	138	Peso total de la muestra húmeda (g)	5919,00
Tara + muestra húmeda (g)	835,21	170,65	Peso muestra retenida tamiz No. 10	817,58
Tara + muestra seca (g)	810,32	170,50	Peso muestra que pasa tamiz No.10	5101,42
Peso del agua (g)	24,89	0,15	Peso del agua (g)	7,65
Peso de la tara (g)	219,82	70,65	Peso muestra seca pesa tamiz No.10	5093,77
Peso de la muestra seca(g)	590,50	99,85	Peso de la muestra total seca (g)	5911,35
Contenido de humedad (%)	4,22	0,15		

ANALISIS DEL AGREGADO GRUESO

Tamiz	Abertura mm	Peso Retenido (g)	% Parcial		ACUMULADO	
			% Retenido	% Rp	% Retenido	% Pasa
2 1/2"	63,50		0,00	0,00	100,00	
2"	50,80		0,00	0,00	100,00	
1 1/2"	38,10		0,00	0,00	100,00	
1"	25,40		0,00	0,00	100,00	
3/4"	19,10	134,48	2,27	2,27	97,73	
3/8"	9,52	248,35	4,20	6,48	93,52	
No. 4	4,76	201,32	3,41	9,88	90,12	
No. 10	2,00	233,43	3,95	13,83	86,17	
Total		817,58				

CURVA GRANULOMÉTRICA



ANALISIS MECANICO DEL MORTERO

Peso muestra húmeda (g)	100,00
Peso muestra seca (g)	99,85

ANALISIS DEL AGREGADO FINO

Tamiz	Abertura mm	Peso Retenido (g)	% Parcial		ACUMULADO		%Pasa del Total
			% Retenido	% Rt	% Retenido	% Pasa	
No. 10	2,00		0,00	0,00	100,00	86,17	
No. 20	0,84	7,21	7,22	7,22	92,78	79,95	
No. 40	0,42	9,04	9,05	16,27	83,73	72,15	
No. 60	0,25	7,26	7,27	23,55	76,45	65,88	
No. 140	0,105	8,31	8,32	31,87	68,13	58,71	
No. 200	0,074	2,27	2,27	34,14	65,86	56,75	
No. 400	0,037						
Total		34,09					

CARACTERÍSTICAS DE LA GRANULOMETRÍA

D ₁₀ =	C _u =
D ₃₀ =	C _c =
D ₆₀ =	

$$G = 100 - 90.12 \quad F =$$

GRAVA	(%)	9,88
ARENA	(%)	33,37
FINO	(%)	56,75
TOTAL	(%)	100,00

OBSERVACIONES:



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS.:	20/2021
Proyecto:	Proyecto Académico	Operador:	Tec. Rene Ramos
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani -Calle C	Calculista:	Ing.MSc. V. Bernejo F.
Muestra:	M-1	Fecha de recepción y pago:	30/8/2021
Pozo No.	1	Entrega de muestra:	24/8/2021
Profundidad:	S/I	Fecha de ensayo:	24 y 25/08/21
Director de obra:	S/I	Fecha de entrega:	1/9/2021
Supervisor:	S/I		

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)				
Cápsula N°		79	81	73
N° de golpes		38	20	13
Suelo húmedo + cápsula	(Wh)	49,72	52,36	47,70
Suelo seco + cápsula	(Ws)	42,44	44,30	40,12
Peso de agua	Pa=(Wh-Ws)	7,28	8,06	7,58
Peso de cápsula	(Wc)	12,59	12,75	11,99
Peso suelo seco	Ps=(Ws-Wc)	29,85	31,55	28,13
Porcentaje de humedad	%h=Pa*100/Ps	24,39	25,55	26,95



LIMITE PLÁSTICO (L.P)				
Cápsula N°		12	13	
Suelo húmedo + cápsula	(Wh)	36,03	33,93	
Suelo seco + cápsula	(Ws)	32,37	30,65	
Peso de agua	Pa=(Wh-Ws)	3,66	3,28	
Peso de cápsula	(Wc)	12,40	12,64	
Peso suelo seco	Ps=(Ws-Wc)	19,97	18,01	
Porcentaje de humedad	%h=Pa*100/Ps	18,33	18,21	
				18,3

RESULTADOS	
LL =	25,3
LP =	18,3
IP =	7,0

OBSERVACIONES:

Página 4 de 7



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente: Jenifer Edquen Vargas
 Proyecto: Proyecto Académico
 Procedencia: Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani -Calle C
 Supervisor: S/I
 Muestra: M - 1

INF.LAB.SUE.: '22/2021
 Operador: Tec. Rene Ramos Q.
 Calculista: Ing.MSc. V.Bermejo F.
 Entrega de muestra: 7/9/2021
 Fecha de ensayo: 8/9/2021
 Fecha de Pago: 24/9/2021
 Fecha de entrega: 28/9/2021

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

AASHTO T 99 D

Nº de capas	3	3	3	3	3
Nº de golpes por capa	56	56	56	56	56
Suelo húmedo + molde (kg)	10,452	10,702	10,963	11,009	10,820
Peso del molde (kg)	6,504	6,504	6,504	6,504	6,504
Peso del suelo húmedo (Ph)(kg)	3,948	4,198	4,459	4,505	4,316
Volumen de la muestra (Vm) (dm ³)	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126
Densidad suelo húmedo (Dh)	1,857	1,975	2,097	2,119	2,030
Nº de cápsula	124	64	108	75	67
Peso del suelo húmedo + cápsula	519,01	486,30	465,48	652,59	710,51
Peso del suelo seco + cápsula	502,27	461,60	426,86	574,13	603,18
Peso del agua (Pa)	16,74	24,70	38,62	78,46	107,33
Peso de la cápsula	64,03	89,14	66,00	81,30	82,09
Peso del suelo seco (Ps)	438,24	372,46	360,86	492,83	521,09
Contenido de humedad (%h)	3,82	6,63	10,70	15,92	20,60
Densidad suelo seco (Ds)	1,789	1,852	1,895	1,828	1,683
Saturación	2,406	2,254	2,064	1,864	1,714
Penetración	Lectura en (kg)				
	Nº de aguja				
	Área aguja (cm ²)				
	Penetración (kg/cm ²)				



H.óptima 11,00 %

Densidad seca max: (Kg/dm³) 1,895

OBSERVACIONES.- La muestra fue entregada al IEM por el solicitante
 Retenido Tamiz 3/4"= 172,2g



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Jenifer Edquen Vargas	INF. LAB. SUELOS No:	22/2021
Proyecto:	Proyecto Académico	Laboratorista:	Tec. R. Ramos Q.
Director de obra:	S/I	Calculista:	Ing. Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra:	7/9/2021
Muestra:	M-1	Fecha de ensayo:	13/9/2021
		Fecha de Pago:	24/9/2021
		Fecha de entrega:	28/9/2021

EXT : 0.001 pulg. **EXPANSION h = 5"**

FECHA	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			EXPANSION		EXPANSION		EXPANSION				
			LECTURA EXTENS.	1"x 10 ³ %	LECTURA EXTENS.	1"x 10 ³ %	LECTURA EXTENS.	1"x 10 ³ %			
13/9/2021	10:00	0	45		47		7				
14/9/2021	10:00	1	115		137		84				
15/9/2021	10:00	2	129		140		94				
16/9/2021	10:00	3	129		141		101				
17/9/2021	10:00	4	131	1,72	141	1,88	101			1,88	



C.B.R.

PENETRACION pulgadas	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %
0,000	0			0			0		
0,025	22			37			47		
0,050	27			61			74		
0,075	29			84			96		
0,100	32	1,1		104	3,5		121	4,0	
0,200	44	1,0		160	3,6		210	4,7	
0,300	52			198			294		
0,400	56			237			356		
0,500	61			264			438		



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Jenifer Edquen Vargas					
Proyecto:	Proyecto Académico				INF.LAB.SUELOS No. 22/2021	
Director de obra:	S/I				Laboratorista : Téc. R. Ramos Q.	
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani -Calle C				Calculista : Ing.Msc. Victor Bermejo F.	
Muestra:	M-1				Entrega de muestra: 7/9/2021	
					Fecha de ensayo: 13/9/2021	
					Fecha de Pago: 24/9/2021	
					Fecha de entrega: 28/9/2021	

ENSAYO: RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA

MUESTRA	HUM. OPT.	DEN. SECA MAX.	CBR 100 % T 99 D (0.1")
M-1	11,00%	1,895 Kg/dm ³	3,9%
			CBR 95 % T 99 D (0.1")
			3,3%

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Molde N°	1		2		3	
N° de capas :	3		3		3	
N° de golpes por capa	10		30		60	
Condición de la muestra :	antes de mojar	después de mojar	antes de mojar	después de mojar	antes de mojar	después de mojar
Peso muestra húm.+ Molde (Kg)	12,129	12,549	12,515	12,781	12,476	12,660
Peso del Molde (Kg)	7,968	7,968	7,833	7,833	7,517	7,517
Peso muestra húmeda	4,161	4,581	4,682	4,948	4,959	5,143
Volumen de la muestra (dm ³)	2,305	2,305	2,314	2,314	2,324	2,324
Peso Unitario muestra húmeda	1,805	1,987	2,023	2,138	2,134	2,213
Muestra de humedad del :	Fondo	Superf.	2° Superficie	Fondo	Superf.	2° Superficie
Lata N°	75	138	101	108	64	129
Peso muestra húmeda + Lata	434,02	403,22	422,96	401,82	385,06	437,33
Peso muestra seca + Lata	398,30	370,95	360,46	367,83	354,98	380,20
Peso del agua	35,72	32,27	62,50	33,99	30,08	57,13
Peso de la Lata	81,31	70,68	68,59	66,00	89,14	67,30
Peso de muestra seca	316,99	300,27	291,87	301,83	265,84	312,90
Contenido de humedad %	11,27	10,75	21,41	11,26	11,32	18,26
Promedio del Cont. de humedad	11,01			11,29		
Peso Unitario de la muestra seca	1,626			1,818		
				1,922		

Observaciones.- La muestra de ensayo fue entregada al I.E.M. por el solicitante



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente: Jenifer Edquen Vargas Proyecto: Proyecto Académico Procedencia: Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani -Calle C Director de obra: S/I Supervisor: S/I		INF.LAB.SUELOS: 20/2021 Operador: Tec. R. Ramos Q. Calculista: Ing. MSc. Bermejo Fecha de recepción y pago: 30/8/2021 Entrega de muestra: 24/8/2021 Fecha de ensayo: 24 y 25/08/21 Fecha de entrega: 1/9/2021															
CLASIFICACIÓN DE SUELOS																	
Pozo	Prof. (m)	Humedad natural (%)	GRANULOMETRÍA (% PASA)							LÍMITES	CLASIFICACIÓN UNIFICADA	DESCRIPCIÓN	CLASIFICACIÓN FAJATO	DESCRIPCIÓN			
			2/12	1/12	3/4	No. 4	No. 10	No. 20	No. 40						No. 60	No. 140	No. 200
1	S/I	4,22	100,00	97,73	90,12	86,17	79,95	72,15	65,88	58,71	58,75	18,3	7,0	CL-ML	ARCILLA LIMO-ARENOSA	A-(4)	

CBE: 31. Suso Robles Rg. G.

La Paz, 1 de septiembre de 2021

OBSERVACIONES:
 Las muestras fueron entregadas al IEM por el solicitante

MSc. Ing. Víctor Bermejo F. Vo.Bo.
 JEFE AREA DE SUELOS

 MSc. Ing. Angel Ramiro Milla DIRECTOR

Página 2 de 7





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



La Paz, 21 de diciembre de 2021

INF. LAB. SUELOS No 32/2021

Señora
Jenifer Edquen Vargas

Presente.

Ref.: Ensayos solicitados

De mi consideración:

Adjunto a la presente, los resultados de dos ensayos de Clasificación Unificada de Suelos y dos ensayos de CBR, que incluyen las pruebas de compactación, realizados con dos muestras de material entregadas al laboratorio de Suelos del IEM-UMSA por la solicitante.

Sin otro particular saludo a usted atentamente,

MSc. Ing. Victor Bermejo Franco
Jefe Área de Suelos y Geotécnica

VoBo

MSc. Ing. Angel Ramos Maita
DIRECTOR
IEM - UMSA

Vbf
Adj. Lo indicado
Cc. Archivo



1 de 14



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES

"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



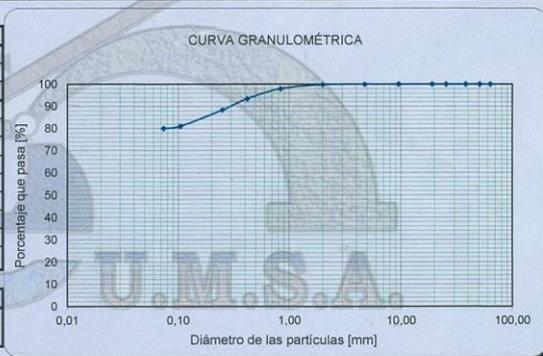
Cliente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS.:	32/2021
Proyecto:	Proyecto Academico	Operador:	Tec. Rene Ramos
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanizacion Mullacani -Calle C	Calculista:	Ing.MSc. V. Bernejo F.
Muestra:	M-1	Entrega de muestra:	9/12/2021
	(2)	Fecha de ensayo:	9 y 10/12/2021
Profundidad:	S/I	Fecha de Pago:	13/12/2021
Director de obra:	S/I	Fecha de entrega:	20/12/2021
Supervisor:	S/I		

GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

	Humedad		PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
	Natural	Higroscopica		
Tara No.	35	105	Peso total de la muestra húmeda (g)	6213,00
Tara + muestra húmeda (g)	1293,61	168,28	Peso muestra retenida tamiz No. 10	9,46
Tara + muestra seca (g)	1212,58	168,05	Peso muestra que pasa tamiz No. 10	6203,54
Peso del agua (g)	81,03	0,23	Peso del agua (g)	14,27
Peso de la tara (g)	219,80	68,28	Peso muestra seca pasa tamiz No.10	6189,27
Peso de la muestra seca(g)	992,78	99,77	Peso de la muestra total seca (g)	6198,73
Contenido de humedad (%)	8,16	0,23		

ANALISIS DEL AGREGADO GRUESO

Tamiz	Abertura mm	Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido % Rp	ACUMULADO % Retenido % Rt	% Pasa % Pt
2 1/2"	63,50		0,00	0,00	100,00
2"	50,80		0,00	0,00	100,00
1 1/2"	38,10		0,00	0,00	100,00
1"	25,40		0,00	0,00	100,00
3/4"	19,10		0,00	0,00	100,00
3/8"	9,52		0,00	0,00	100,00
No. 4	4,76	2,15	0,03	0,03	99,97
No. 10	2,00	7,31	0,12	0,15	99,85
Total		9,46			



ANALISIS MECANICO DEL MORTERO

Peso muestra húmeda (g)	100,00
Peso muestra seca (g)	99,77

ANALISIS DEL AGREGADO FINO

Tamiz	Abertura mm	Peso Retenido (g)	% Parcial Retenido % Rt	ACUMULADO % Retenido % Rt	% Pasa
No. 10	2,00		0,00	0,00	100,00
No. 20	0,84	1,86	1,86	1,86	98,14
No. 40	0,42	4,50	4,51	6,37	93,63
No. 60	0,25	5,20	5,21	11,59	88,41
No. 140	0,105	7,26	7,28	18,86	81,14
No. 200	0,074	1,01	1,01	19,88	80,12
No. 400	0,037				
Total		19,83			

CARACTERISTICAS DE LA GRANULOMETRÍA

D ₁₀ =	C _u =
D ₃₀ =	C _c =
D ₆₀ =	
GRAVA (%)	0,03
ARENA (%)	19,96
FINO (%)	80,00
TOTAL (%)	100,00

OBSERVACIONES:



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES

"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS.:	32/2021
Proyecto:	Proyecto Academico		
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanizacion Mullacani -Calle C	Operador:	Tec. Rene Ramos
Muestra:	M-1	Calculista:	Ing.MSc. V. Bermejo F.
Profundidad:	S/I (m) (2)	Entrega de muestra:	9/12/2021
Director de obra:	S/I	Fecha de ensayo:	9 y 10/12/2021
Supervisor:	S/I	Fecha de Pago:	13/12/2021
		Fecha de entrega:	20/12/2021

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)

Cápsula N°		119	81
N° de golpes		15	8
Suelo húmedo + cápsula (Wh)		51,19	51,88
Suelo seco + cápsula (Ws)		42,02	42,24
Peso de agua Pa=(Wh-Ws)		9,17	9,64
Peso de cápsula (Wc)		11,70	12,74
Peso suelo seco Ps=(Ws-Wc)		30,32	29,50
Porcentaje de humedad %h=Pa*100/Ps		30,24	32,68

CURVA DE ESCURRIMIENTO



LIMITE PLÁSTICO (L.P.)

Cápsula N°	140	112	RESULTADOS	
Suelo húmedo + cápsula (Wh)			LL =	28,4
Suelo seco + cápsula (Ws)			LP =	NP
Peso de agua Pa=(Wh-Ws)	0,00	0,00	IP =	NP
Peso de cápsula (Wc)	11,93	12,10		
Peso suelo seco Ps=(Ws-Wc)				
Porcentaje de humedad %h=Pa*100/Ps	NP	NP		

OBSERVACIONES:

El Limite Líquido se determino de acuerdo a los Estudios de la Federal Highway Administration.



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES

"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente: Jenifer Edquen Vargas
 Proyecto: Proyecto Académico
 Procedencia: Municipio de Aochocalla - Urbanización Mullacani -Calle C
 Supervisor: S/I
 Muestra: M-1 (17)

INF.LAB.SUE.: 32/2021
 Operador: Tec. Rene Ramos Q.
 Calculista: Ing.MSc. V.Bermejo F.
 Entrega de muestra: 9/12/2021
 Fecha de ensayo: 10/12/2021
 Fecha de Pago: 13/12/2021
 Fecha de entrega: 20/12/2021

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

AASHTO T 99 D

	3	3	3	3	3
Nº de capas	3	3	3	3	3
Nº de golpes por capa	56	56	56	56	56
Suelo húmedo + molde (kg)	9,949	10,107	10,418	10,677	10,683
Peso del molde (kg)	6,504	6,504	6,504	6,504	6,504
Peso del suelo húmedo (Ph)(kg)	3,445	3,603	3,914	4,173	4,179
Volumen de la muestra (Vm) (dm ³)	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126
Densidad suelo húmedo (Dh)	1,620	1,695	1,841	1,963	1,966
Nº de cápsula	80	116	112	128	23
Peso del suelo húmedo + cápsula	472,75	500,88	552,27	481,98	527,45
Peso del suelo seco + cápsula	458,27	471,84	505,03	425,44	446,61
Peso del agua (Pa)	14,48	29,04	47,24	56,54	80,84
Peso de la cápsula	83,06	65,55	79,37	65,27	66,48
Peso del suelo seco (Ps)	375,21	406,29	425,66	360,17	380,13
Contenido de humedad (%h)	3,86	7,15	11,10	15,70	21,27
Densidad suelo seco (Ds)	1,560	1,582	1,657	1,697	1,621
Saturación	2,404	2,228	2,048	1,871	1,695
Penetración	Lectura en (kg)				
	Nº de aguja				
	Area aguja (cm ²)				
	Penetración (kg/cm ²)				



H.óptima 15,80 %

Densidad seca max: (Kg/dm³) 1,700

OBSERVACIONES.- La muestra fue entregada al IEM por el solicitante



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente: Jenifer Edquen Vargas Proyecto: Proyecto Academico Director de obra: S/I Procedencia: Municipio de Achocalla - Urbanizacion Mullacani -Calle C Muestra: M-1		INF.LAB.SUELOS No. 32/2021 Laboratorista: Tec. R. Ramos Q. Calculista: Ing.Msc. Victor Bernejo F. Fecha de recepción: 13/12/2021 Fecha de ensayo: 16/12/2021 Fecha de entrega: 21/12/2021									
EXT : 0.001pulg. EXPANSION h = 5"											
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECTURA EXTENS	EXPANSION 1"x 10 ³	%	LECTURA EXTENS	EXPANSION 1"x 10 ³	%	LECTURA EXTENS	EXPANSION 1"x 10 ³	%
16/12/2021	12:00	0	105			45			125		
17/12/2021	12:00	1	134			81			159		
18/12/2021	12:00	2	135			85			160		
19/12/2021	12:00	3	138			88			161		
20/12/2021	12:00	4	142	0,74		90	0,90		163	0,76	
C.B.R.											
PENETRACION pulgadas	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3				
	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %		
0,000	0			0			0				
0,025	27			54			89				
0,050	39			101			175				
0,075	52			141			232				
0,100	61	2,0		173	5,8		289	9,6			
0,200	89	2,0		264	5,9		467	10,4			
0,300	99			331			603				
0,400	113			393			727				
0,500	121			455			851				





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

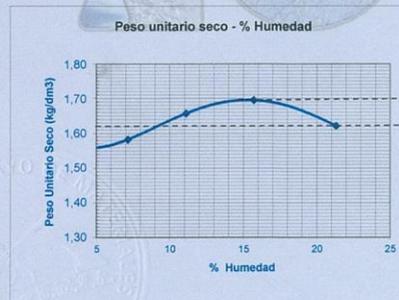
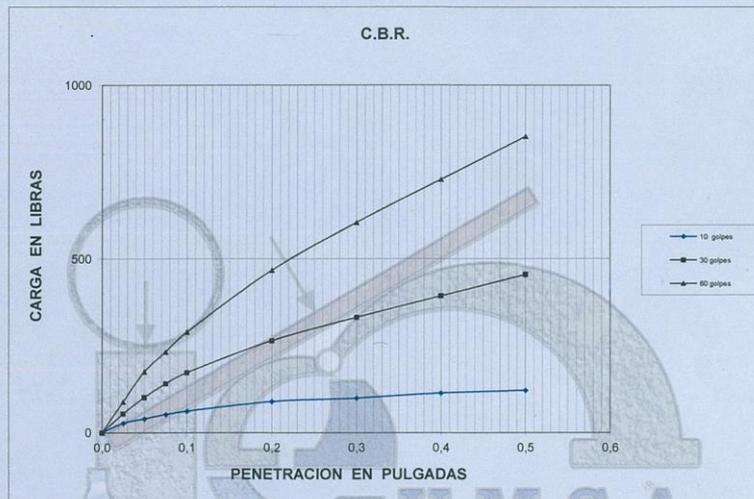
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES

"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente: Jenifer Edquen Vargas
Proyecto: Proyecto Academico
Director de obra: S/I
Procedencia: Municipio de Achocalla - Urbanizacion Mullacani -Calle C
Muestra: M-1 (2)

INF.LAB.SUELOS No. 32/2021
Laboratorista : Tec. R. Ramos Q.
Calculista : Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Fecha de recepción: 13/12/2021
Fecha de ensayo: 16/12/2021
Fecha de entrega: 21/12/2021





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No. 32/2021
Proyecto:	Proyecto Academico	Laboratorista : Téc. R. Ramos Q.
Director de obra:	S/I	Calculista : Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanizacion Mullaacani -Calle C	Fecha de recepción: 13/12/2021
Muestra:	M-1	Fecha de ensayo: 16/12/2021
		Fecha de entrega: 21/12/2021

ENSAYO: RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA

MUESTRA	HUM. OPT.	DEN. SECA MAX.	CBR 100 % T 99 D (0.1")
M-1	15,80%	1,700 Kg/dm3	9,3%
			CBR 95 % T 99 D (0.1")
			6,5%

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

	1		2		3	
	antes de mojar	después de mojar	antes de mojar	después de mojar	antes de mojar	después de mojar
Molde N°	1		2		3	
N° de capas :	3		3		3	
N° de golpes por capa	10		30		60	
Peso muestra húm.+ Molde (Kg)	10,504	10,927	11,425	11,672	11,950	11,981
Peso del Molde (Kg)	6,741	6,741	7,104	7,104	7,300	7,300
Peso muestra húmeda	3,763	4,186	4,321	4,568	4,650	4,681
Volumen de la muestra (dm³)	2,325	2,325	2,345	2,345	2,360	2,360
Peso Unitario muestra húmeda	1,618	1,800	1,843	1,948	1,970	1,983
Muestra de humedad del :	Fondo	Superf.	2° Superficie	Fondo	Superf.	2° Superficie
Lata N°	118	11	14	19	113	133
Peso muestra húmeda + Lata	390,66	405,32	449,01	382,23	354,90	404,78
Peso muestra seca + Lata	345,49	358,76	367,48	339,68	315,75	331,75
Peso del agua	45,17	46,56	81,53	42,55	39,15	73,03
Peso de la Lata	63,26	70,00	67,75	69,21	69,28	69,29
Peso de muestra seca	282,23	288,76	299,73	270,47	246,47	262,46
Contenido de humedad %	16,00	16,12	27,20	15,73	15,88	27,83
Promedio del Cont. de humedad	16,06		15,81		15,77	
Peso Unitario de la muestra seca	1,394		1,591		1,702	

Observaciones. - La muestra de ensayo fue entregada al I.E.M. por el solicitante



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente: Jenifer Edqueñ Vergas Proyecto: Proyecto Académico Procedencia: Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacant -Calle C Solicitante: S/I Supervisor: S/I		INFLAB.SUELOS.: 32/2021 Operador: Tte. R. Ramos Q. Calculista: Ing. H.S.C. Bermelo Fecha de muestra: 8/1/2021 Fecha de ensayo: 9/1/2021 Fecha de Pago: 13/12/2021 Fecha de entrega: 20/12/2021															
		CLASIFICACIÓN DE SUELOS															
Muestra	Altura (m)	Humed. ad. natural (%)	GRANULOMETRÍA (% PASA)										LÍMITES	CLASIFICACIÓN UNIFICADA	DESCRIPCIÓN		
			2 1/2	1 1/2	3/4	No. 4	No. 10	No. 20	No. 40	No. 60	No. 140	No. 200				LL	LP
1	S/I	8.16	100.00	100.00	100.00	99.97	99.85	97.99	93.48	88.28	81.01	80.00	28.4	NP	NP	ML	LIMO ARENOSO

La Paz, 20 de diciembre de 2021

OBSERVACIONES:
 La ubicación de la toma de muestras y sus profundidades fueron definidas por el personal del IEM.





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



La Paz, 09 de febrero de 2022

INF. LAB. SUELOS No 01/2022

Señora
Jenifer Edquen Vargas

Presente.-

Ref.: Ensayos solicitados

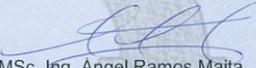
De mi consideración:

Adjunto a la presente, los resultados de dos ensayos de Clasificación Unificada de Suelos y dos ensayos de CBR, que incluyen las pruebas de compactación; realizados con dos muestras de material entregadas al laboratorio de Suelos del IEM-UMSA por la solicitante.

Sin otro particular saludo a usted atentamente,


MSc. Ing. Victor Bermejo Franco
Jefe Area de Suelos y Geotecnia

Vo.Bo


MSc. Ing. Angel Ramos Maita
DIRECTOR
IEM - UMSA

Vbf
Adj. Lo indicado
Cc. Archivo



1 de 14



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS.:	01/2022
Proyecto:	Proyecto Academico	Operador:	Tec. Rene Ramos
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urb. Mullacani -Calle C	Calculista:	Ing.MSc. V. Bermejo F.
Muestra:	M 3	Fecha de recepción:	31/1/2022
Pozo:	S/I	Fecha de ensayo:	31/1/2022
Profundidad:	S/I (m)	Fecha de pago:	28/1/2022
Solicitante:	Jenifer Edquen Vargas	Fecha de entrega:	9/2/2022

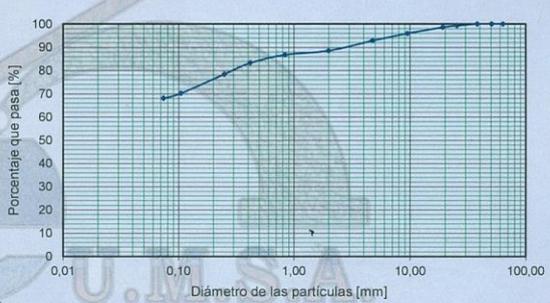
GRANULOMETRIA POR TAMIZADO

	Humedad		PESO SECO DE LA MUESTRA TOTAL	
	Natural	Higroscopica		
Tara No.	10	8	Peso total de la muestra húmeda (g)	4076,00
Tara + muestra húmeda (g)	798,40	160,48	Peso muestra retenida tamiz No. 10	468,89
Tara + muestra seca (g)	737,17	160,02	Peso muestra que pasa tamiz No.10	3607,11
Peso del agua (g)	61,23	0,46	Peso del agua (g)	16,59
Peso de la tara (g)	153,93	60,48	Peso muestra seca pasa tamiz No.10	3590,52
Peso de la muestra seca(g)	583,24	99,54	Peso de la muestra total seca (g)	4059,41
Contenido de humedad (%)	10,50	0,46		

ANALISIS DEL AGREGADO GRUESO

Tamiz	Abertura mm	Peso Retenido (g)	% Parcial		ACUMULADO	
			% Rp	% Rt	% Pasa	% Pt
2 1/2"	63,50		0,00	0,00	100,00	
2"	50,80		0,00	0,00	100,00	
1 1/2"	38,10		0,00	0,00	100,00	
1"	25,40	31,38	0,77	0,77	99,23	
3/4"	19,10	27,97	0,69	1,46	98,54	
3/8"	9,52	105,22	2,59	4,05	95,95	
No. 4	4,76	128,18	3,16	7,21	92,79	
No.10	2,00	176,14	4,34	11,55	88,45	
Total		468,89				

CURVA GRANULOMÉTRICA



ANALISIS MECANICO DEL MORTERO

Peso muestra húmeda (g)	100,00
Peso muestra seca (g)	99,54

ANALISIS DEL AGREGADO FINO

Tamiz	Abertura mm	Peso Retenido (g)	% Parcial		ACUMULADO		%Pasa del Total
			% Rt	% Rt	% Retenido	% Pasa	
No. 10	2,00		0,00	0,00	0,00	100,00	88,45
No. 20	0,84	1,94	1,95	1,95	1,95	98,05	86,73
No. 40	0,42	3,83	3,85	5,80	5,80	94,20	83,32
No. 60	0,25	5,55	5,58	11,37	11,37	88,63	78,39
No. 140	0,105	9,25	9,29	20,67	20,67	79,33	70,17
No. 200	0,074	2,41	2,42	23,09	23,09	76,91	68,03
No. 400	0,037						
Total		22,98					

CARACTERISTICAS DE LA GRANULOMETRÍA

D ₁₀ =	C _u =
D ₃₀ =	C _c =
D ₆₀ =	

GRAVA	(%)	7,21
ARENA	(%)	24,76
FINO	(%)	68,03
TOTAL	(%)	100,00

OBSERVACIONES:





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"

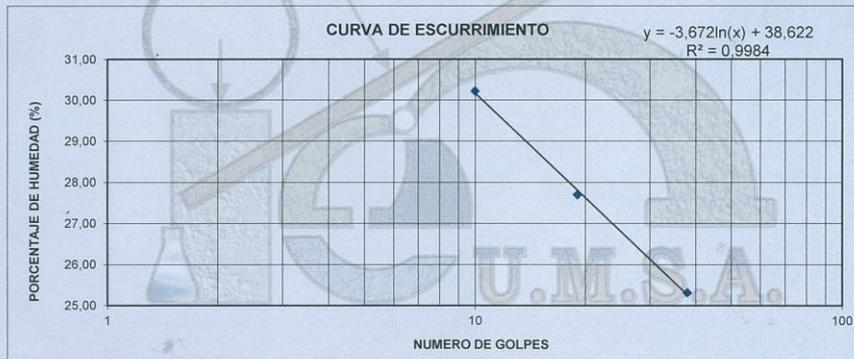


Ciente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS.:	01/2022
Proyecto:	Proyecto Academico	Operador:	Tec. Rene Ramos
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urb. Mullacani -Calle C	Calculista:	Ing.MSc. V. Bermejo F.
Muestra:	M#3	Fecha de recepción:	31/1/2022
Pozo No.:	S/I	Fecha de ensayo:	31/1/2022
Profundidad:	S/I (m)	Fecha de pago:	28/1/2022
Solicitante:	Jenifer Edquen Vargas	Fecha de entrega:	9/2/2022

LIMITES DE ATTERBERG

LIMITE LIQUIDO (L.L.)

Cápsula N°		52	101	120	
N° de golpes		38	19	10	
Suelo húmedo + cápsula	(Wh)	49.35	48.59	48.65	
Suelo seco + cápsula	(Ws)	41.99	40.66	40.45	
Peso de agua	Pa=(Wh-Ws)	7.36	7.93	8.20	
Peso de cápsula	(Wc)	12.92	12.03	13.32	
Peso suelo seco	Ps=(Ws-Wc)	29.07	28.63	27.13	
Porcentaje de humedad	%h=Pa*100/Ps	25.32	27.70	30.22	



LIMITE PLÁSTICO (L.P)

Cápsula N°		114	183	RESULTADOS	
Suelo húmedo + cápsula	(Wh)	35.90	22.59	LL =	26,8
Suelo seco + cápsula	(Ws)	32.29	20.25	LP =	18,0
Peso de agua	Pa=(Wh-Ws)	3.61	2.34	IP =	8,8
Peso de cápsula	(Wc)	11.91	7.45		
Peso suelo seco	Ps=(Ws-Wc)	20.38	12.80		
Porcentaje de humedad	%h=Pa*100/Ps	17.71	18.28		
					18,0

OBSERVACIONES:





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"

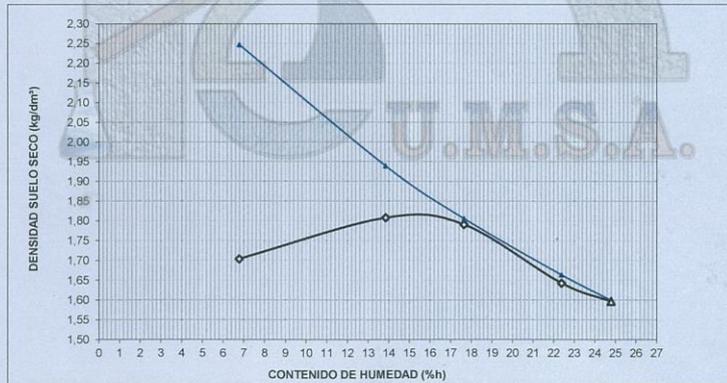


Cliente: Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUE.: 01/2022
Proyecto: Proyecto Académico	Operador: Tec. Rene Ramos Q.
Procedencia: Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani -Calle C	Calculista: Ing.MSc. V.Bermejo F.
Supervisor: S/I	Recepción de muestra: 31/1/2022
Muestra: MA 3	Fecha de ensayo: 31/1/2022
	Fecha de Pago: 28/1/2022
	Fecha de entrega: 9/2/2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

AASHTO T 99 D

Nº de capas	3	3	3	3	3
Nº de golpes por capa	56	56	56	56	56
Suelo húmedo + molde (kg)	9,609	10,118	10,221	10,016	9,978
Peso del molde (kg)	5,742	5,742	5,742	5,742	5,742
Peso del suelo húmedo (Ph)(kg)	3,867	4,376	4,479	4,274	4,236
Volumen de la muestra (Vm) (dm³)	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126
Densidad suelo húmedo (Dh)	1,819	2,058	2,107	2,010	1,992
Nº de cápsula	128	16	C1	111	19
Peso del suelo húmedo + cápsula	489,11	607,81	551,40	644,06	599,99
Peso del suelo seco + cápsula	462,20	542,32	478,97	539,07	494,54
Peso del agua (Pa)	26,91	65,49	72,43	104,99	105,45
Peso de la cápsula	65,28	69,13	68,39	70,00	69,22
Peso del suelo seco (Ps)	396,92	473,19	410,58	469,07	425,32
Contenido de humedad (%h)	6,78	13,84	17,64	22,38	24,79
Densidad suelo seco (Ds)	1,703	1,808	1,791	1,643	1,597
Saturación	2,246	1,939	1,806	1,663	1,599
Penetración	Lectura en (kg)				
	Nº de aguja				
	Area aguja (cm²)				
	Penetración (kg/cm²)				



H.óptima 15,50 % **Densidad seca max: (Kg/dm³) 1,820**

OBSERVACIONES.- La muestra fue entregada al IEM por la solicitante





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.	01/2022
Proyecto:	Proyecto Academico	Laboratorista :	Tec. R. Ramos Q.
Director de obra:	S/I	Calculista :	Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanizacion Mullacani -Calle C	Fecha de recepción:	31/1/2022
Muestra:	M # 3	Fecha de ensayo:	1/2/2022
		Fecha de pago:	28/1/2022
		Fecha de entrega:	9/2/2022

EXT : 0.001pulg. **EXPANSION h = 5"**

FECHA	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			EXPANSION		LECTURA EXTENS.	EXPANSION		LECTURA EXTENS.	EXPANSION		LECTURA EXTENS.
			1"x 10 ³	%		1"x 10 ³	%		1"x 10 ³	%	
1/2/2022	12:00	0	53		6		10				
2/2/2022	12:00	1	135		151		120				
3/2/2022	12:00	2	135		153		132				
4/2/2022	12:00	3	135		154		132				
5/2/2022	12:00	4	135	1,64	154	2,96	136	2,52			

C.B.R.

PENETRACION pulgadas	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %
0,000	0			0			0		
0,025	12			24			34		
0,050	14			37			49		
0,075	17			44			69		
0,100	19	0,6		52	1,7		84	2,8	
0,200	24	0,5		69	1,5		141	3,1	
0,300	29			84			193		
0,400	34			99			247		
0,500	39			108			272		



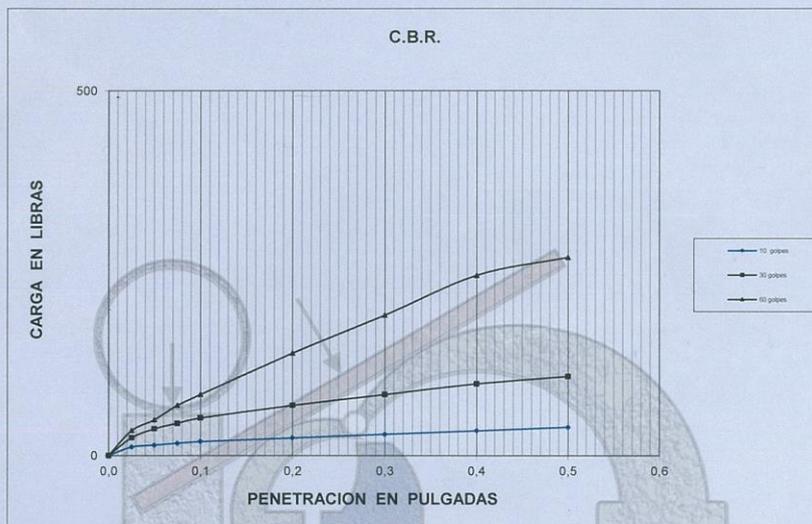


UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente: Jenifer Edquen Vargas
Proyecto: Proyecto Academico
Director de obra: S/I
Procedencia: Municipio de Achocalla - Urbanizacion Mullacani -Calle C
Muestra: M/3

INF.LAB.SUELOS No. 01/2022
Laboralista : Tec. R. Ramos Q.
Calculista : Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Fecha de recepción: 31/1/2022
Fecha de ensayo: 1/2/2022
Fecha de pago: 28/1/2022
Fecha de entrega: 9/2/2022





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Jenifer Edquen Vargas	INF. LAB. SUELOS No.	01/2022
Proyecto:	Proyecto Academico	Operador:	Tec. Rene Ramos Q.
Director de obra:	S/I	Calculista :	Ing. Msc. Víctor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Fecha de recepción:	31/1/2022
Muestra:	M #3	Fecha de ensayo:	1/2/2022
		Fecha de pago:	28/1/2022
		Fecha de entrega:	9/2/2022

ENSAYO: RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA

MUESTRA	HUM. OPT.	DEN. SECA MAX.	CBR 100 % T 99 D (0.1")
M 4	15,50%	1,820 Kg/dm3	2,75%
			CBR 95 % T 99 D (0.1")
			2,40%

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Molde N°	1		2		3	
	antes de mojarse		después de mojarse		antes de mojarse	
N° de capas :	3		3		3	
N° de golpes por capa	10		30		60	
Condición de la muestra :	antes de mojarse		después de mojarse		antes de mojarse	
Peso muestra húm.+ Molde (Kg)	10,928	11,388	11,707	12,032	11,996	12,161
Peso del Molde (Kg)	7,039	7,039	7,391	7,391	7,264	7,264
Peso muestra húmeda	3,889	4,349	4,316	4,641	4,732	4,897
Volumen de la muestra (dm³)	2,340	2,340	2,302	2,302	2,342	2,342
Peso Unitario muestra húmeda	1,662	1,859	1,875	2,016	2,020	2,091
Muestra de humedad del :	Fondo	Superf.	2° Superficie	Fondo	Superf.	2° Superficie
Lata N°	118	133	16	135	102	114
Peso muestra húmeda + Lata	297,70	215,80	541,06	347,70	348,70	531,45
Peso muestra seca + Lata	266,44	196,84	445,22	311,40	310,19	445,53
Peso del agua	31,26	18,96	95,84	36,30	38,51	85,92
Peso de la Lata	63,26	69,31	69,15	68,53	67,47	66,14
Peso de muestra seca	203,18	127,53	376,07	242,87	242,72	379,39
Contenido de humedad %	15,39	14,87	25,48	14,95	15,87	22,65
Promedio del Cont. de humedad	15,13		15,41		12,03	
Peso Unitario de la muestra seca	1,444		1,625		1,804	

Observaciones.- La muestra de ensayo fue entregada al I.E.M. por la solicitante





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



INFLAB.SUELOS.:
 01/2022
Operador: Tec. R. Ramos Q.
Calculista: Ing.MSc. Bermejo
Fecha de recepción: 31/1/2022
Fecha de ensayo: 28/1/2022
Fecha de pago: 9/2/2022
Fecha de entrega:

Cliente: Jenifer Edquen Vargas
Proyecto: Proyecto Académico
Procedencia: Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C
Director de obra: S/I
Solicitante: S/I

CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS

Pozo	Prof (m)	Humedad natural (%)	GRANULOMETRÍA (% PASA)							LÍMITES		CLASIFICACIÓN UNIFICADA		DESCRIPCIÓN				
			2 1/2	1 1/2	3/4	No. 4	No. 10	No. 20	No. 40	No. 60	No. 140	No. 200	LL		LP	IP	SI	GLA
Nº 3	S/I (m)	10.50	100.00	100.00	98.54	92.79	88.45	86.73	83.32	78.39	70.17	68.03	26.8	18.0	8.8		CL	ARCILLA LIGERA ARENOSA

La Paz, 08 de Febrero de 2020

OBSERVACIONES: Las muestras fueron entregadas por la solicitante

Ing.MSc. Víctor Bermejo F.
 JEFE AREA DE SUELOS

Ing.MSc. Angel Ramos Malta
 DIRECTOR

Página 6 de 14



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



La Paz, 04 de marzo de 2022

INF. LAB. SUELOS No 03/2022

Señora
Jenifer Edquen Vargas

Presente.-

Ref.: Ensayos solicitados

De mi consideración:

Adjunto a la presente, los resultados de diez ensayos de Contenido de Humedad; realizados con diez muestras de material entregadas al laboratorio de Suelos del IEM-UMSA por la solicitante.

Sin otro particular saludo a usted atentamente.

MSc.Ing. Víctor Bermejo Franco
Jefe Área de Suelos y Geotécnia

VoBo

MSc. Ing. Angel Rames Maita
DIRECTOR
IEM - UMSA

Vbf
Adj. Lo indicado
Cc. Archivo



1 de 5



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



INF.LAB.SUELOS No. 3/2022
Laboratorista: Téc. R. Ramos Q.
Calculista : Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Entrega de muestra: 02/03/2022
Fecha de ensayo: 03/02/2022
Fecha de Pago: 02/03/2022
Fecha de entrega: 04/03/2022

Jenifer Edquen Vargas
Proyecto Académico
S/I
Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C
M 1
Indicada

Cliente:
Proyecto:
Director de obra:
Procedencia:
Muestra:
Dosificación

CONTENIDO DE HUMEDAD		0%
Lata N°	80	
Peso muestra húmeda + Lata	192.66	
Peso muestra seca + Lata	190.78	
Peso del agua	1.88	
Peso de la Lata	92.66	
Peso de muestra seca	98.12	
Contenido de humedad	%	1.92

CONTENIDO DE HUMEDAD		4%
Lata N°	138	
Peso muestra húmeda + Lata	174.62	
Peso muestra seca + Lata	172.71	
Peso del agua	1.91	
Peso de la Lata	70.62	
Peso de muestra seca	102.09	
Contenido de humedad	%	1.87

CONTENIDO DE HUMEDAD		6%
Lata N°	119	
Peso muestra húmeda + Lata	175.68	
Peso muestra seca + Lata	173.80	
Peso del agua	1.88	
Peso de la Lata	69.68	
Peso de muestra seca	104.12	
Contenido de humedad	%	1.81

OBSERVACIONES.- La muestra fue entregada al IEM por la solicitante Página 2 de 5





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



3/2022
Téc. R. Ramos Q.
Ing. Misc. Victor Bermejo F.
02/03/2022
03/02/2022
02/03/2022
04/03/2022

INF. LAB. SUELOS No.
Laboratorista:
Calculista :
Entrega de muestra:
Fecha de ensayo:
Fecha de Pago:
Fecha de entrega:

Jenifer Edquen Vargas
Proyecto Académico
S/I
Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C
M 1
Indicada

Cliente:
Proyecto:
Director de obra:
Procedencia:
Muestra:
Dosificación

CONTENIDO DE HUMEDAD		8%
Lata N°		125
Peso muestra húmeda + Lata		178,38
Peso muestra seca + Lata		176,42
Peso del agua		1,96
Peso de la Lata		70,38
Peso de muestra seca		106,04
Contenido de humedad	%	1,85

CONTENIDO DE HUMEDAD		10%
Lata N°		105
Peso muestra húmeda + Lata		178,26
Peso muestra seca + Lata		176,37
Peso del agua		1,89
Peso de la Lata		68,26
Peso de muestra seca		108,11
Contenido de humedad	%	1,75

OBSERVACIONES:- La muestra fue entregada al IEM por la solicitante





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



INF.LAB.SUELOS No. 3/2022
 Laboratorista: Téc. R. Ramos Q.
 Calculista : Ing. Msc. Victor Bermejo F.
 Entrega de muestra: 02/03/2022
 Fecha de ensayo: 03/02/2022
 Fecha de Pago: 02/03/2022
 Fecha de entrega: 04/03/2022

Cliente: Jenifer Edquen Vargas
 Proyecto: Proyecto Académico
 Director de obra: S/I
 Procedencia: Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C
 Muestra: M 4
 Dosificación: Indicada

CONTENIDO DE HUMEDAD		0%
Lata N°		80
Peso muestra húmeda + Lata		183.06
Peso muestra seca + Lata		181.37
Peso del agua		1.69
Peso de la Lata		83.06
Peso de muestra seca		98.31
Contenido de humedad	%	1,72

CONTENIDO DE HUMEDAD		4%
Lata N°		24
Peso muestra húmeda + Lata		173.01
Peso muestra seca + Lata		171.27
Peso del agua		1.74
Peso de la Lata		69.01
Peso de muestra seca		102.26
Contenido de humedad	%	1,70

CONTENIDO DE HUMEDAD		6%
Lata N°		18
Peso muestra húmeda + Lata		177.52
Peso muestra seca + Lata		175.77
Peso del agua		1.75
Peso de la Lata		71.52
Peso de muestra seca		104.25
Contenido de humedad	%	1,68



OBSERVACIONES.- La muestra fue entregada al IEM por la solicitante



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



INF. LAB. SUELOS No. 3/2022
Laboratorista: Téc. R. Ramos Q.
Calculista : Ing. Msc. Victor Bermejo F.
Entrega de muestra: 02/03/2022
Fecha de ensayo: 03/02/2022
Fecha de Pago: 02/03/2022
Fecha de entrega: 04/03/2022

Ciente: Jenifer Edoquen Vargas
Proyecto: Proyecto Académico
Director de obra: S/I
Procedencia: Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C
Muestra: M 4
Dosificación: Indicada

CONTENIDO DE HUMEDAD 8%	
Lata N°	65
Peso muestra húmeda + Lata	187,82
Peso muestra seca + Lata	186,06
Peso del agua	1,76
Peso de la Lata	79,82
Peso de muestra seca	106,24
Contenido de humedad %	1,66

CONTENIDO DE HUMEDAD 10%	
Lata N°	135
Peso muestra húmeda + Lata	176,50
Peso muestra seca + Lata	176,77
Peso del agua	1,73
Peso de la Lata	68,50
Peso de muestra seca	108,27
Contenido de humedad %	1,60



OBSERVACIONES.- La muestra fue entregada al IEM por la solicitante



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



La Paz, 04 de marzo de 2022

INF. LAB. SUELOS No 02/2022

Señora
Jenifer Edquen Vargas

Presente.-

Ref.: Ensayos solicitados

De mi consideración:

Adjunto a la presente, los resultados de ocho ensayos de CBR, que incluyen las pruebas de compactación; realizados con ocho muestras de material entregadas al laboratorio de Suelos del IEM-UMSA por la solicitante.

Sin otro particular saludo a usted atentamente,


MSc. Ing. Victor Bermejo Franco
Jefe Área de Suelos y Geotécnia

VoBo


MSc. Ing. Angel Ramos Maita
DIRECTOR
IEM - UMSA

Vbf
Adj. Lo Indicado
Cc. Archivo



1 de 33



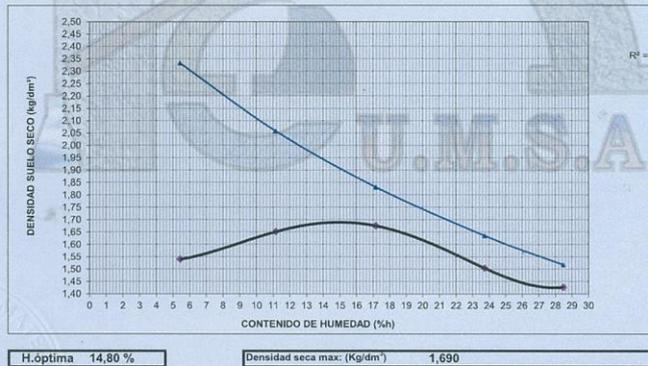
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Janifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.	2/2022
Proyecto:	Proyecto Académico	Laboratorista:	Téc. R. Ramos Q.
Director de obra:	S/I	Calculista:	Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra:	14/02/2022
Muestra:	M 1	Fecha de ensayo:	15/02/2022
Dosificación:	4,0%	Fecha de Pago:	10/02/2022
		Fecha de entrega:	04/03/2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Nº de capas	3	3	3	3	3
Nº de golpes por capa	56	56	56	56	56
Suelo húmedo + molde (kg)	9,955	10,405	10,676	10,461	10,400
Peso del molde (kg)	6,504	6,504	6,504	6,504	6,504
Peso del suelo húmedo (Ph)(kg)	3,451	3,901	4,172	3,957	3,896
Volumen de la muestra (Vm) (dm³)	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126
Densidad suelo húmedo (Dh)	1,623	1,835	1,962	1,861	1,833
Nº de cápsula	124	20	123	111	19
Peso del suelo húmedo + cápsula	432,70	457,33	431,02	650,61	801,78
Peso del suelo seco + cápsula	413,70	418,56	377,86	539,23	639,42
Peso del agua (Pa)	19,00	38,77	53,16	111,38	162,36
Peso de la cápsula	64,03	71,06	68,38	69,96	69,21
Peso del suelo seco (Ps)	349,67	347,50	309,48	469,27	570,21
Contenido de humedad (%h)	5,43	11,16	17,18	23,73	28,47
Densidad suelo seco (Ds)	1,540	1,651	1,675	1,504	1,426
Saturación	2,332	2,057	1,830	1,634	1,517
Penetración	Lectura en (kg) Nº de aguja Área aguja (cm²) Penetración (kg/cm²)				



H.optima 14,80 % **Densidad seca max. (Kg/dm³) 1,690**

OBSERVACIONES.- La muestra fue entregada al IEM por la solicitante





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.	2/2022
Proyecto:	Proyecto Académico	Laboratorista:	Téc. R. Ramos O.
Director de obra:	S/I	Calculista :	Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra:	14/02/2022
Muestra:	M 1	Fecha de ensayo:	15/02/2022
Dosificación	4,0%	Fecha de Pago:	10/02/2022
		Fecha de entrega:	04/03/2022

ENSAYO: RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA

MUESTRA	HUM. OPT.	DEN. SECA MAX.	CBR 100 % T 99 D (0.1")
M 1	14,80%	1,690 Kg/dm ³	4,5%
			CBR 95 % T 99 D (0.1")
			3,6%

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Molde N°	1		2		3	
N° de capas :	3		3		3	
N° de golpes por capa	10		30		60	
Condición de la muestra :	antes de mojar	después de mojar	antes de mojar	después de mojar	antes de mojar	después de mojar
Peso muestra húm.+ Molde (Kg)	10,358	10,795	10,792	11,086	11,122	11,277
Peso del Molde (Kg)	6,687	6,687	6,663	6,663	6,660	6,660
Peso muestra húmeda	3,671	4,108	4,129	4,423	4,462	4,617
Volumen de la muestra (dm ³)	2,305	2,305	2,305	2,305	2,305	2,305
Peso Unitario muestra húmeda	1,593	1,782	1,791	1,919	1,936	2,003
Muestra de humedad del :	Fondo	Superf.	2° Superficie	Fondo	Superf.	2° Superficie
Lata N°	120	31	C 3	C-3	C-4	14
	42	26	21			
Peso muestra húmeda + Lata	279,25	207,66	541,82	200,50	218,62	397,26
Peso muestra seca + Lata	251,74	189,99	452,78	183,04	199,63	342,92
Peso del agua	27,51	17,67	89,04	17,46	18,99	54,34
Peso de la Lata	59,68	63,84	66,24	69,41	64,26	69,80
Peso de muestra seca	192,06	126,15	386,54	113,63	135,37	273,12
Contenido de humedad %	14,32	14,01	23,04	15,37	14,03	19,90
Promedio del Cont. de humedad	14,17					14,82
Peso Unitario de la muestra seca	1,395					1,686

Observaciones.- La muestra de ensayo fue entregada al I.E.M. por la solicitante





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.	2/2022
Proyecto:	Proyecto Académico	Laboratorista:	Téc. R. Ramos Q.
Director de obra:	S/I	Calculista:	Ing.Msc. Víctor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra:	14/02/2022
Muestra:	M 1	Fecha de ensayo:	15/02/2022
Dosificación	4,0%	Fecha de Pago:	10/02/2022
		Fecha de entrega:	04/03/2022

EXT: 0.001 pulg.		EXPANSION h = 5"									
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECTURA EXTENS.	EXPANSION 1"x 10 ³	%	LECTURA EXTENS.	EXPANSION 1"x 10 ³	%	LECTURA EXTENS.	EXPANSION 1"x 10 ³	%
15/02/2022	10:00	0	20			99			64		
16/02/2022	10:00	1	71			176			83		
17/02/2022	10:00	2	83			185			132		
18/02/2022	10:00	3	83			185			135		
21/02/2022	10:00	4	83	1,26	185		1,72	135		1,42	

PENETRACION pulgadas	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %
0,000	0			0			0		
0,025	19			27			47		
0,050	27			49			76		
0,075	29			71			104		
0,100	32	1,1		91	3,0		133	4,4	
0,200	39	0,9		128	2,9		207	4,6	
0,300	44			170			267		
0,400	52			193			324		
0,500	56			217			381		

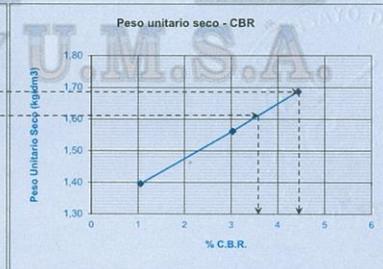
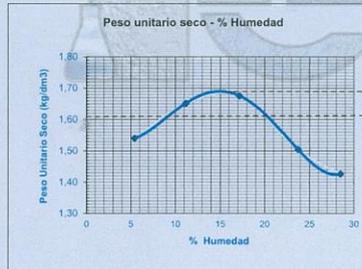
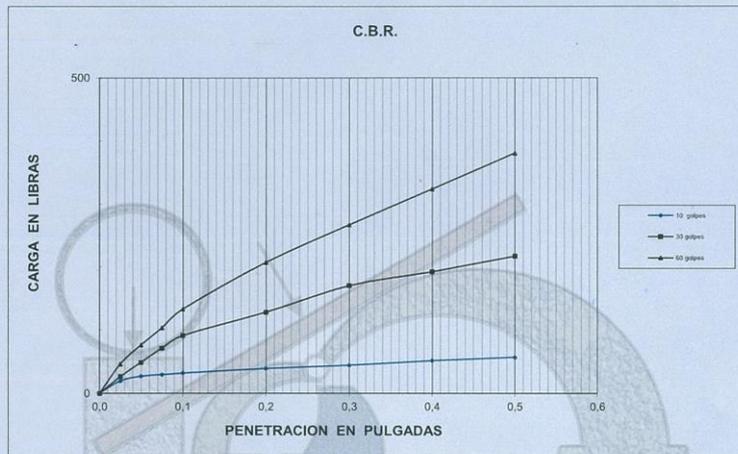




UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente: Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.: 2/2022
Proyecto: Proyecto Académico	Laboratorista: Téc. R. Ramos Q.
Director de obra: S/I	Calculista: Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia: Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra: 14/02/2022
Muestra: M 1	Fecha de ensayo: 15/02/2022
Dosificación: 4.0%	Fecha de Pago: 10/02/2022
	Fecha de entrega: 04/03/2022





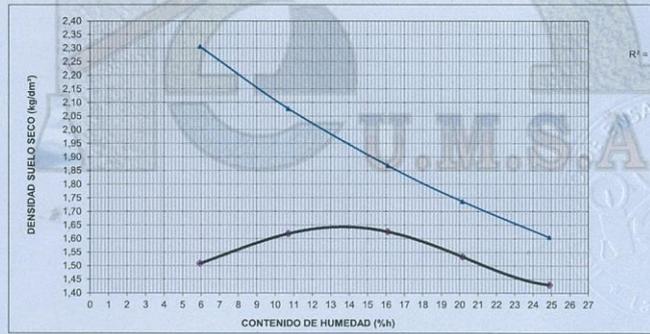
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.	2/2022
Proyecto:	Proyecto Académico	Laboratorista:	Téc. R. Ramos Q.
Director de obra:	S/I	Calculista :	Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra:	14/02/2022
Muestra:	M 1	Fecha de ensayo:	15/02/2022
Dosificación	6,0%	Fecha de Pago:	10/02/2022
		Fecha de entrega:	04/03/2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Nº de capas	3	3	3	3	3
Nº de golpes por capa	56	56	56	56	56
Suelo húmedo + molde (kg)	9,898	10,309	10,513	10,418	10,298
Peso del molde (kg)	6,502	6,502	6,502	6,502	6,502
Peso del suelo húmedo (Ph)(kg)	3,396	3,807	4,011	3,916	3,796
Volumen de la muestra (Vm) (dm³)	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126
Densidad suelo húmedo (Dh)	1,597	1,791	1,887	1,842	1,786
Nº de cápsula	26	1	102	118	21
Peso del suelo húmedo + cápsula	380,97	539,10	501,37	455,16	587,49
Peso del suelo seco + cápsula	363,64	494,17	441,24	389,43	484,24
Peso del agua (Pa)	17,33	44,93	60,13	65,73	103,25
Peso de la cápsula	71,74	74,19	67,45	63,26	69,24
Peso del suelo seco (Ps)	291,90	419,98	373,79	326,17	415,00
Contenido de humedad (%h)	5,94	10,70	16,09	20,15	24,88
Densidad suelo seco (Ds)	1,508	1,618	1,625	1,533	1,430
Saturación	2,305	2,077	1,868	1,736	1,604
Penetración	Lectura en (kg) Nº de aguja Área aguja (cm²) Penetración (kg/cm²)				



OBSERVACIONES.- La muestra fue entregada al IEM por la solicitante





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.	2/2022
Proyecto:	Proyecto Académico	Laboratorista:	Téc. R. Ramos Q.
Director de obra:	SI/	Calculista:	Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra:	14/02/2022
Muestra:	M 1	Fecha de ensayo:	15/02/2022
Dosificación:	6,0%	Fecha de Pago:	10/02/2022
		Fecha de entrega:	04/03/2022

ENSAYO: RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA

MUESTRA	HUM. OPT.	DEN. SECA MAX.	CBR 100 % T 99 D (0.1")
M 1	14,00%	1,640 Kg/dm ³	4,7%
			CBR 95 % T 99 D (0.1")
			3,7%

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Molde N°	1		2		3	
N° de capas:	3		3		3	
N° de golpes por capa	10		30		60	
Condición de la muestra:	antes de mojar	después de mojar	antes de mojar	después de mojar	antes de mojar	después de mojar
Peso muestra húm.+ Molde (Kg)	10,749	11,050	11,396	11,851	11,534	11,723
Peso del Molde (Kg)	7,039	7,039	7,361	7,361	7,164	7,164
Peso muestra húmeda	3,710	4,011	4,035	4,490	4,370	4,559
Volumen de la muestra (dm ³)	2,340	2,340	2,302	2,302	2,340	2,340
Peso Unitario muestra húmeda	1,585	1,714	1,753	1,950	1,868	1,948
Muestra de humedad del:	Fondo	Superf.	2° Superficie	Fondo	Superf.	2° Superficie
Lata N°	113	47	198	108	125	116
Peso muestra húmeda + Lata	302,34	265,22	402,48	267,22	323,73	389,14
Peso muestra seca + Lata	272,45	241,66	336,49	241,87	292,69	334,11
Peso del agua	29,89	23,56	65,99	25,35	31,04	55,03
Peso de la Lata	70,40	65,50	70,62	65,98	70,38	60,52
Peso de muestra seca	202,05	176,16	265,87	175,89	222,31	273,59
Contenido de humedad %	14,79	13,37	24,82	14,41	13,96	20,11
Promedio del Cont. de humedad	14,08			14,19		
Peso Unitario de la muestra seca	1,390			1,535		

Observaciones.- La muestra de ensayo fue entregada al I.E.M. por el solicitante





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.	2/2022
Proyecto:	Proyecto Académico	Laboratorista:	Téc. R. Ramos Q.
Director de obra:	SIJ	Calculista:	Ing.Msc. Víctor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra:	14/02/2022
Muestra:	M 1	Fecha de ensayo:	15/02/2022
Dosificación:	6,0%	Fecha de Pago:	10/02/2022
		Fecha de entrega:	04/03/2022

EXPANSION h = 5"											
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO EN DÍAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECTURA EXTENS.	EXPANSION		LECTURA EXTENS.	EXPANSION		LECTURA EXTENS.	EXPANSION	
				1"x 10 ³	%		1"x 10 ³	%		1"x 10 ³	%
15/02/2022	10:00	0	29			77			26		
16/02/2022	10:00	1	95			152			97		
17/02/2022	10:00	2	98			158			108		
18/02/2022	10:00	3	98			160			115		
21/02/2022	10:00	4	98	1,38	161		1,68		118		1,84

C.B.R.									
PENETRACION pulgadas	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %
0,000	0			0			0		
0,025	22			29			37		
0,050	29			54			74		
0,075	37			79			111		
0,100	44	1,5		101	3,4		141	4,7	
0,200	54	1,2		146	3,2		225	5,0	
0,300	66			188			294		
0,400	79			212			344		
0,500	86			245			401		

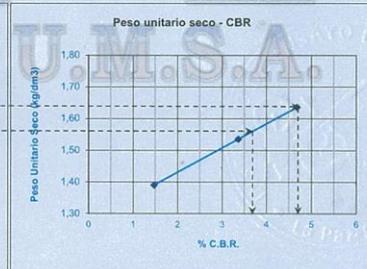
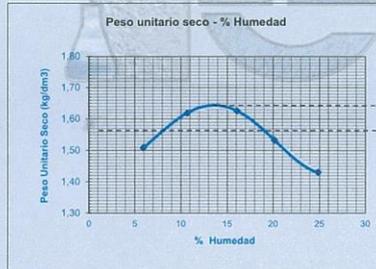
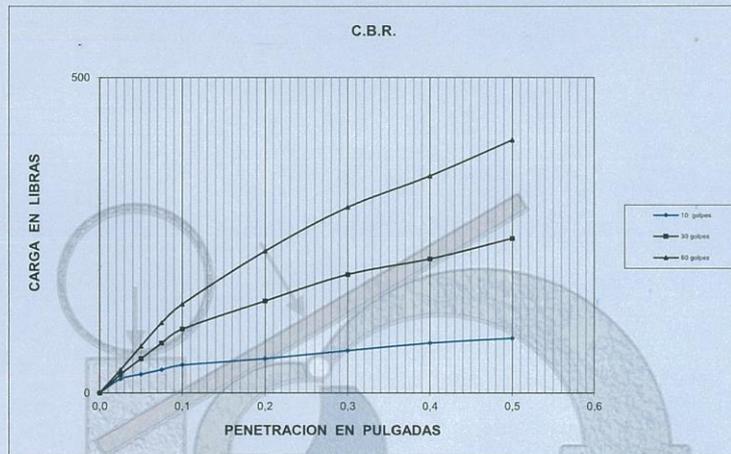




UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente: Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.: 2/2022
Proyecto: Proyecto Académico	Laboratorista: Téc. R. Ramos Q.
Director de obra: S/	Calculista: Ing. Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia: Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra: 14/02/2022
Muestra: M 1	Fecha de ensayo: 15/02/2022
Dosificación: 6,0%	Fecha de Pago: 10/02/2022
	Fecha de entrega: 04/03/2022





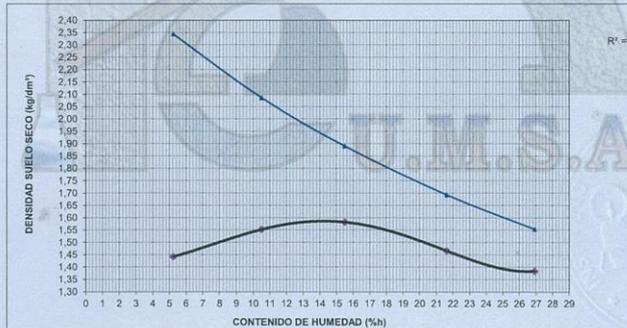
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.	2/2022
Proyecto:	Proyecto Académico	Laboratorista:	Téc. R. Ramos Q.
Director de obra:	S/I	Calculista :	Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra:	14/02/2022
Muestra:	M 1	Fecha de ensayo:	15/02/2022
Dosificación	8,0%	Fecha de Pago:	10/02/2022
		Fecha de entrega:	04/03/2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Nº de capas	3	3	3	3	3
Nº de golpes por capa	56	56	56	56	56
Suelo húmedo + molde (kg)	9,068	9,475	9,742	9,628	9,560
Peso del molde (kg)	5,840	6,502	6,502	6,502	6,502
Peso del suelo húmedo (Ph)(kg)	3,228	2,973	3,240	3,126	3,058
Volumen de la muestra (Vm) (dm³)	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126
Densidad suelo húmedo (Dh)	1,518	1,398	1,524	1,470	1,438
Nº de cápsula	80	119	64	15	C-10
Peso del suelo húmedo + cápsula	486,78	470,03	534,00	550,35	545,24
Peso del suelo seco + cápsula	466,74	431,97	474,37	464,80	444,77
Peso del agua (Pa)	20,04	38,06	59,63	85,55	100,47
Peso de la cápsula	83,07	69,67	89,14	69,15	71,70
Peso del suelo seco (Ps)	383,67	362,30	385,23	395,65	373,07
Contenido de humedad (%h)	5,22	10,51	15,48	21,62	26,93
Densidad suelo seco (Ds)	1,442	1,552	1,582	1,466	1,384
Saturación	2,343	2,085	1,889	1,693	1,553
Penetración	Lectura en (kg)				
	Nº de aguja				
	Area aguja (cm²)				
	Penetración (kg/cm²)				



H.óptima 14,20 % Densidad seca max: (Kg/dm³) 1,590

OBSERVACIONES.- La muestra fue entregada al IEM por la solicitante





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Ciente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.	2/2022
Proyecto:	Proyecto Académico	Laboratorista:	Téc. R. Ramos O.
Director de obra:	S/I	Calculista :	Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra:	14/02/2022
Muestra:	M 1	Fecha de ensayo:	15/02/2022
Dosificación	8,0%	Fecha de Pago:	10/02/2022
		Fecha de entrega:	04/03/2022

ENSAYO: RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA

MUESTRA	HUM. OPT.	DEN. SECA MAX.	CBR 100 % T 99 D (0.1")
M 1	14,20%	1,590 Kg/dm ³	3,8%
			CBR 95 % T 99 D (0.1")
			3,0%

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Molde N°	4			5			6					
N° de capas :	3			3			3					
N° de golpes por capa	10			30			60					
Condición de la muestra :	antes de mojar		después de mojar		antes de mojar		después de mojar		antes de mojar		después de mojar	
Peso muestra húm.+ Molde (Kg)	10,473	10,795	12,165	12,266	12,247	12,302	12,247	12,302	12,247	12,302	12,302	12,302
Peso del Molde (Kg)	6,851	6,851	7,995	7,995	7,999	7,999	7,999	7,999	7,999	7,999	7,999	7,999
Peso muestra húmeda	3,622	3,944	4,170	4,271	4,248	4,303	4,248	4,303	4,248	4,303	4,303	4,303
Volumen de la muestra (dm ³)	2,305	2,305	2,305	2,305	2,305	2,305	2,305	2,305	2,305	2,305	2,305	2,305
Peso Unitario muestra húmeda	1,571	1,711	1,809	1,853	1,843	1,867	1,843	1,867	1,843	1,867	1,867	1,867
Muestra de humedad del :	Fondo	Superf.	2° Superficie	Fondo	Superf.	2° Superficie	Fondo	Superf.	2° Superficie	Fondo	Superf.	2° Superficie
Lata N°	50	33	102	18	30	123	43	37	136	43	37	136
Peso muestra húmeda + Lata	304,17	329,36	457,16	292,56	340,74	416,04	324,78	335,33	413,38	324,78	335,33	413,38
Peso muestra seca + Lata	274,55	297,10	377,12	264,86	307,78	354,68	291,33	300,12	360,02	291,33	300,12	360,02
Peso del agua	29,62	32,26	80,04	27,70	32,96	61,36	33,45	35,21	53,36	33,45	35,21	53,36
Peso de la Lata	66,78	56,47	67,44	73,25	79,37	68,39	57,39	63,98	82,14	57,39	63,98	82,14
Peso de muestra seca	207,77	240,63	309,68	191,61	228,41	286,29	233,94	236,14	277,88	233,94	236,14	277,88
Contenido de humedad %	14,26	13,41	25,85	14,46	14,43	21,43	14,30	14,91	19,20	14,30	14,91	19,20
Promedio del Cont. de humedad	13,83			14,44			14,60			14,60		
Peso Unitario de la muestra seca	1,380			1,581			1,608			1,608		

Observaciones - La muestra de ensayo fue entregada al I.E.M. por el solicitante





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Ciente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.	2/2022
Proyecto:	Proyecto Académico	Laboratorista:	Téc. R. Ramos Q.
Director de obra:	S/I	Calculista:	Ing.Msc. Víctor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra:	14/02/2022
Muestra:	M 1	Fecha de ensayo:	15/02/2022
Dosificación	8,0%	Fecha de Pago:	10/02/2022
		Fecha de entrega:	04/03/2022

EXT : 0.001pulg.		EXPANSION h = 5"									
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECTURA EXTENS.	EXPANSION 1"x 10 ³	%	LECTURA EXTENS.	EXPANSION 1"x 10 ³	%	LECTURA EXTENS.	EXPANSION 1"x 10 ³	%
15/02/2022	10:00	0	130			234			175		
16/02/2022	10:00	1	149			262			201		
17/02/2022	10:00	2	151			262			203		
18/02/2022	10:00	3	151			262			205		
21/02/2022	10:00	4	151	0,42		264	0,60		206	0,62	

C.B.R.

PENETRACION pulgadas	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %
0,000	0			0			0		
0,025	14			39			47		
0,050	17			61			74		
0,075	19			84			96		
0,100	22	0,7		106	3,5		121	4,0	
0,200	27	0,6		151	3,3		185	4,1	
0,300	34			195			259		
0,400	42			232			319		
0,500	49			252			368		

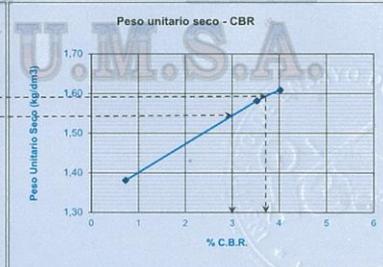
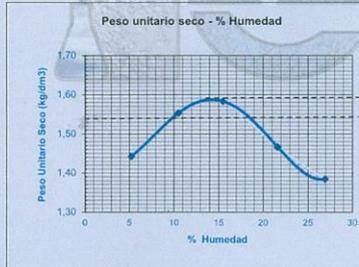
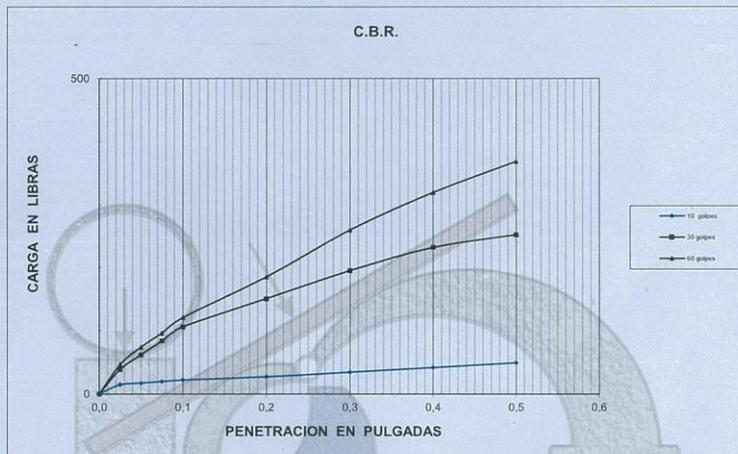




UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.	2/2022
Proyecto:	Proyecto Académico	Laboratorista:	Téc. R. Ramos Q.
Director de obra:	SI	Calculista:	Ing. Msc. Víctor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra:	14/02/2022
Muestra:	M 1	Fecha de ensayo:	15/02/2022
Dosificación:	8,0%	Fecha de Pago:	10/02/2022
		Fecha de entrega:	04/03/2022





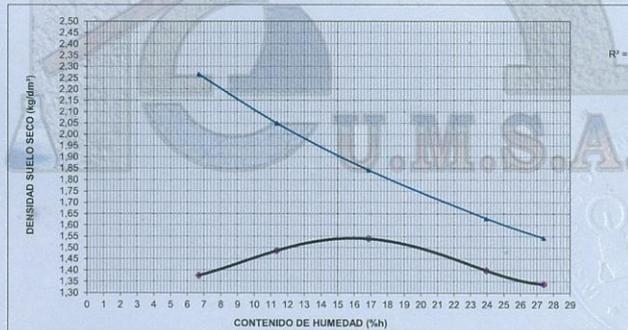
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Ciente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.	2/2022
Proyecto:	Proyecto Académico	Laboratorista:	Téc. R. Ramos Q.
Director de obra:	SI	Calculista :	Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra:	14/02/2022
Muestra:	M 1	Fecha de ensayo:	15/02/2022
Dosificación	10,0%	Fecha de Pago:	10/02/2022
		Fecha de entrega:	04/03/2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Nº de capas	3	3	3	3	3
Nº de golpes por capa	56	56	56	56	56
Suelo húmedo + molde (kg)	9,623	10,020	10,325	10,188	10,128
Peso del molde (kg)	6,502	6,502	6,502	6,502	6,502
Peso del suelo húmedo (Ph)(kg)	3,121	3,518	3,823	3,686	3,626
Volumen de la muestra (Vm) (dm³)	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126
Densidad suelo húmedo (Dh)	1,468	1,655	1,798	1,734	1,706
Nº de cápsula	C-10	120	82	116	138
Peso del suelo húmedo + cápsula	443,68	441,63	485,46	631,64	547,56
Peso del suelo seco + cápsula	420,35	402,68	426,51	522,21	444,97
Peso del agua (Pa)	23,33	38,95	58,95	109,43	102,59
Peso de la cápsula	71,72	59,69	76,60	65,55	70,64
Peso del suelo seco (Ps)	348,63	342,99	349,91	456,66	374,33
Contenido de humedad (%h)	6,69	11,36	16,85	23,96	27,41
Densidad suelo seco (Ds)	1,376	1,486	1,539	1,399	1,339
Saturación	2,265	2,049	1,842	1,628	1,542
Penetración	Lectura en (kg)				
	Nº de aguja				
	Area aguja (cm²)				
	Penetración (kg/cm²)				



H.óptima **16,00 %** Densidad seca max. (Kg/dm³) **1,550**

OBSERVACIONES.- La muestra fue entregada al IEM por la solicitante





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.	2/2022
Proyecto:	Proyecto Académico	Laboratorista:	Téc. R. Ramos Q.
Director de obra:	SI	Calculista:	Ing.Msc. Víctor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra:	14/02/2022
Muestra:	M 1	Fecha de ensayo:	15/02/2022
Dosificación:	10,0%	Fecha de Pago:	10/02/2022
		Fecha de entrega:	04/03/2022

ENSAYO: RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA

MUESTRA	HUM. OPT.	DEN. SECA MAX.	CBR 100 % T 99 D (0.1")
M 1	16,00%	1,550 Kg/dm ³	2,9%
			CBR 95 % T 99 D (0.1")
			2,1%

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Molde N°	1		2		3	
N° de capas :	3		3		3	
N° de golpes por capa	10		30		60	
Condición de la muestra :	antes de mojar	después de mojar	antes de mojar	después de mojar	antes de mojar	después de mojar
Peso muestra húm.+ Molde (Kg)	10,507	10,921	11,176	11,423	11,129	11,395
Peso del Molde (Kg)	7,039	7,039	7,361	7,361	6,660	6,660
Peso muestra húmeda	3,468	3,882	3,815	4,062	4,469	4,735
Volumen de la muestra (dm ³)	2,340	2,340	2,305	2,305	2,342	2,342
Peso Unitario muestra húmeda	1,482	1,659	1,655	1,762	1,908	2,022
Muestra de humedad del :	Fondo	Superf.	2° Superficie	Fondo	Superf.	2° Superficie
Lata N°	44	5k	108	49	12	138
Peso muestra húmeda + Lata	297,36	316,58	486,59	253,59	306,61	419,20
Peso muestra seca + Lata	262,54	284,59	400,94	223,71	274,51	349,64
Peso del agua	34,82	31,99	85,65	29,88	32,10	69,56
Peso de la Lata	57,42	62,66	65,99	58,04	60,38	70,67
Peso de muestra seca	205,12	221,93	334,95	165,67	214,13	278,97
Contenido de humedad %	16,98	14,41	25,57	18,04	14,99	24,93
Promedio del Cont. de humedad	15,69			16,55		
Peso Unitario de la muestra seca	1,281		1,421		1,637	

Observaciones.- La muestra de ensayo fue entregada al I.E.M. por el solicitante





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.	2/2022
Proyecto:	Proyecto Académico	Laboratorista:	Téc. R. Ramos Q.
Director de obra:	S/I	Calculista:	Ing.Msc. Víctor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra:	14/02/2022
Muestra:	M 1	Fecha de ensayo:	15/02/2022
Dosificación	10,0%	Fecha de Pago:	10/02/2022
		Fecha de entrega:	04/03/2022

EXT : 0.001pulg.											
EXPANSION h = 5"											
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECTURA EXTENS.	EXPANSION 1"x 10 ³	%	LECTURA EXTENS.	EXPANSION 1"x 10 ³	%	LECTURA EXTENS.	EXPANSION 1"x 10 ³	%
15/02/2022	10:00	0	132			48			130		
16/02/2022	10:00	1	155			98			174		
17/02/2022	10:00	2	157			98			179		
18/02/2022	10:00	3	157			99			179		
21/02/2022	10:00	4	157	0,50	100		1,04		179		0,98

C.B.R.									
PENETRACION pulgadas	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %
0,000	0			0			0		
0,025	12			22			49		
0,050	12			32			84		
0,075	14			39			104		
0,100	14	0,5		49	1,6		128	4,3	
0,200	22	0,5		76	1,7		195	4,3	
0,300	24			108			257		
0,400	32			133			306		
0,500	34			158			363		

Página 16 de 33

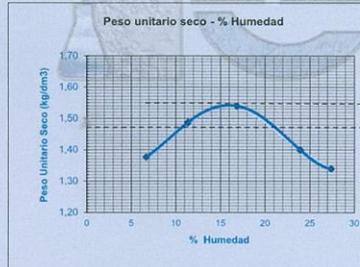
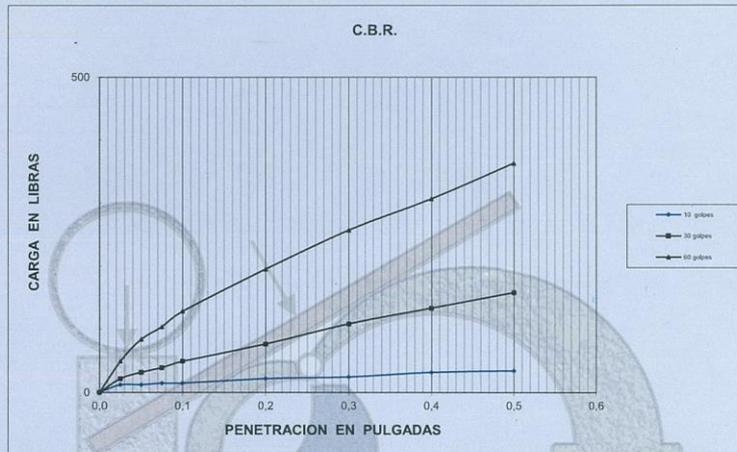




UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Ciente: Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.: 2/2022
Proyecto: Proyecto Académico	Laboratorista: Téc. R. Ramos Q.
Director de obra: S/I	Calculista: Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia: Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra: 14/02/2022
Muestra: M 1	Fecha de ensayo: 15/02/2022
Dosificación: 10,0%	Fecha de Pago: 10/02/2022
	Fecha de entrega: 04/03/2022





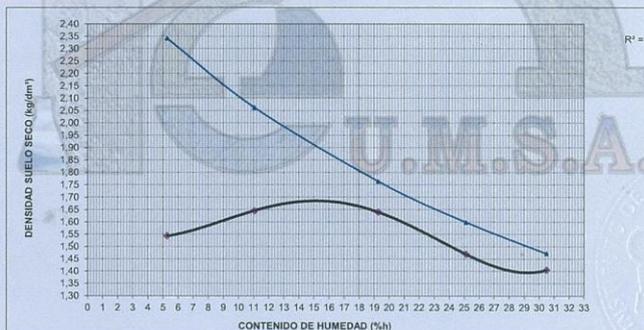
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Ciente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.	2/2022
Proyecto:	Proyecto Académico	Laboratorista:	Téc. R. Ramos Q.
Director de obra:	S/I	Calculista:	Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra:	14/02/2022
Muestra:	M 4	Fecha de ensayo:	15/02/2022
Dosificación:	4,0%	Fecha de Pago:	10/02/2022
		Fecha de entrega:	04/03/2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Nº de capas	3	3	3	3	3
Nº de golpes por capa	56	56	56	56	56
Suelo húmedo + molde (kg)	9,294	9,725	9,998	9,749	9,739
Peso del molde (kg)	5,840	5,840	5,840	5,840	5,840
Peso del suelo húmedo (Ph)(kg)	3,454	3,885	4,158	3,909	3,899
Volumen de la muestra (Vm) (dm³)	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126
Densidad suelo húmedo (Dh)	1,625	1,827	1,956	1,839	1,834
Nº de cápsula	23	10h	125	47	113
Peso del suelo húmedo + cápsula	545,18	583,79	557,80	628,51	729,34
Peso del suelo seco + cápsula	521,26	532,66	479,05	515,49	575,34
Peso del agua (Pa)	23,92	51,13	78,75	113,02	154,00
Peso de la cápsula	66,44	69,65	70,42	65,54	70,43
Peso del suelo seco (Ps)	454,82	463,01	408,63	449,95	504,91
Contenido de humedad (%h)	5,26	11,04	19,27	25,12	30,50
Densidad suelo seco (Ds)	1,543	1,646	1,640	1,470	1,405
Saturación	2,341	2,062	1,763	1,598	1,472
Penetración	Lectura en (kg)				
	Nº de aguja				
	Área aguja (cm²)				
	Penetración (kg/cm²)				



H.óptima 15,00 % **Densidad seca max: (Kg/dm³) 1,680**

OBSERVACIONES.- La muestra fue entregada al IEM por la solicitante





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Genifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.	2/2022
Proyecto:	Proyecto Académico	Laboratorista:	Téc. R. Ramos O.
Director de obra:	S/I	Calculista :	Ing.Msc. Víctor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra:	14/02/2022
Muestra:	M 4	Fecha de ensayo:	15/02/2022
Dosificación	4,0%	Fecha de Pago:	10/02/2022
		Fecha de entrega:	04/03/2022

ENSAYO: RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA				
MUESTRA	HUM. OPT.	DEN. SECA MAX.	CBR 100 % T 99 D (0.1")	
M 4	15,00%	1,680 Kg/dm3	3,2%	
			CBR 95 % T 99 D (0.1")	
			2,6%	

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO						
Molde N°	1		2		3	
N° de capas :	3		3		3	
N° de golpes por capa	10		30		60	
Condición de la muestra de	antes de mojar	después de mojar	antes de mojar	después de mojar	antes de mojar	después de mojar
Peso muestra húm.+ Molde (Kg)	10,453	10,795	11,396	11,732	11,843	11,894
Peso del Molde (Kg)	6,741	6,741	7,104	7,104	7,302	7,302
Peso muestra húmeda	3,712	4,054	4,292	4,628	4,541	4,592
Volumen de la muestra (dm³)	2,325	2,325	2,345	2,345	2,360	2,360
Peso Unitario muestra húmeda	1,597	1,744	1,830	1,974	1,924	1,946
Muestra de humedad del :	Fondo	Superf.	2° Superficie	Fondo	Superf.	2° Superficie
Lata N°	15	48	17	20	33	67
Peso muestra húmeda + Lata	411,72	450,61	497,28	426,42	463,72	443,37
Peso muestra seca + Lata	367,42	401,78	397,48	378,83	410,53	363,17
Peso del agua	44,30	48,83	99,80	47,59	53,19	80,20
Peso de la Lata	63,25	64,00	69,86	59,99	63,08	82,07
Peso de muestra seca	304,17	337,78	327,62	318,84	347,45	281,10
Contenido de humedad %	14,56	14,46	30,46	14,93	15,31	28,53
Promedio del Cont. de humedad	14,51			15,12		
Peso Unitario de la muestra seca	1,394			1,668		

Observaciones.- La muestra de ensayo fue entregada al I.E.M. por el solicitante





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.	2/2022
Proyecto:	Proyecto Académico	Laboratorista:	Téc. R. Ramos O.
Director de obra:	SI	Calculista:	Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra:	14/02/2022
Muestra:	M 4	Fecha de ensayo:	15/02/2022
Dosificación:	4,0%	Fecha de Pago:	10/02/2022
		Fecha de entrega:	04/03/2022

EXT : 0.001pulg.		EXPANSION h = 5"									
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECTURA EXTENS.	EXPANSION 1"x 10" %		LECTURA EXTENS.	EXPANSION 1"x 10" %		LECTURA EXTENS.	EXPANSION 1"x 10" %	
15/02/2022	10:00	0	85			78			55		
16/02/2022	10:00	1	151			216			128		
17/02/2022	10:00	2	151			228			145		
18/02/2022	10:00	3	151			228			156		
21/02/2022	10:00	4	151		1,32	228		3,00	157		2,04

C.B.R.

PENETRACION pulgadas	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %
0,000	0			0			0		
0,025	9			24			37		
0,050	12			42			59		
0,075	14			59			79		
0,100	17	0,6		74	2,5		96	3,2	
0,200	22	0,5		94	2,1		146	3,2	
0,300	27			108			185		
0,400	32			121			222		
0,500	39			136			259		

Página 20 de 33

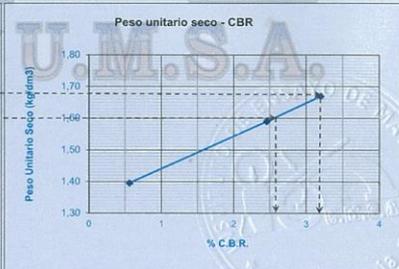
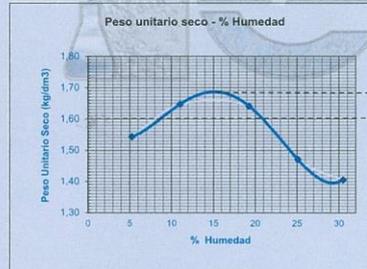
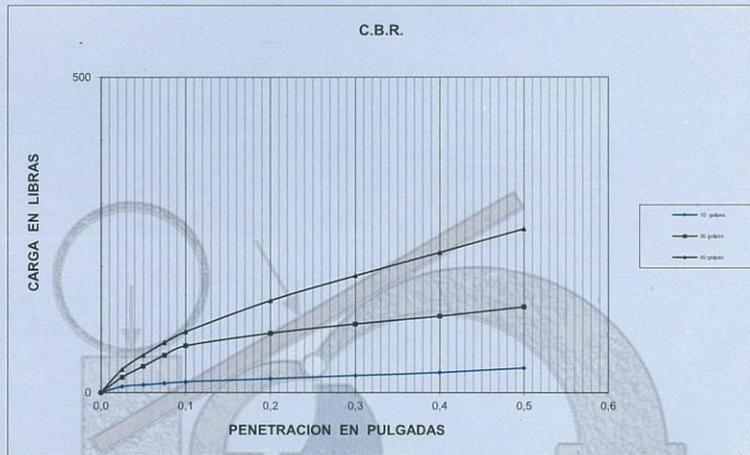




UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente: Jenifer Edquen Vargas	INF-LAB.SUELOS No.: 2/2022
Proyecto: Proyecto Académico	Laboratorista: Tec. R. Ramos Q.
Director de obra: S/I	Calculista: Ing. Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia: Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra: 14/02/2022
Muestra: M 4	Fecha de ensayo: 15/02/2022
Dosificación: 4,0%	Fecha de Pago: 10/02/2022
	Fecha de entrega: 04/03/2022





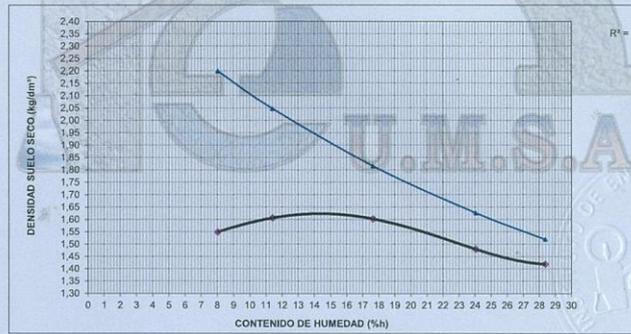
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente: Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No. 2/2022
Proyecto: Proyecto Académico	Laboratorista: Téc. R. Ramos Q.
Director de obra: S/I	Calculista: Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia: Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra: 14/02/2022
Muestra: M 4	Fecha de ensayo: 15/02/2022
Dosificación: 6,0%	Fecha de Pago: 10/02/2022
	Fecha de entrega: 04/03/2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Nº de capas	3	3	3	3	3
Nº de golpes por capa	56	56	56	56	56
Suelo húmedo + molde (kg)	10,061	10,306	10,510	10,405	10,376
Peso del molde (kg)	6,502	6,502	6,502	6,502	6,502
Peso del suelo húmedo (Ph)(kg)	3,559	3,804	4,008	3,903	3,874
Volumen de la muestra (Vm) (dm ³)	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126
Densidad suelo húmedo (Dh)	1,674	1,789	1,885	1,836	1,822
Nº de cápsula	64	123	111	105	124
Peso del suelo húmedo + cápsula	564,02	470,89	521,61	596,01	514,50
Peso del suelo seco + cápsula	528,71	429,68	453,88	493,74	414,94
Peso del agua (Pa)	35,31	41,21	67,73	102,27	99,56
Peso de la cápsula	89,14	68,39	70,00	68,32	64,07
Peso del suelo seco (Ps)	439,57	361,29	383,88	425,42	350,87
Contenido de humedad (%h)	8,03	11,41	17,64	24,04	28,38
Densidad suelo seco (Ds)	1,550	1,606	1,602	1,480	1,419
Saturación	2,198	2,047	1,815	1,626	1,519
Penetración	Lectura en (kg)				
	Nº de aguja				
	Area aguja (cm ²)				
	Penetración (kg/cm ²)				



H.óptima 14,60 % Densidad seca max: (Kg/dm³) 1,630

OBSERVACIONES- La muestra fue entregada al IEM por la solicitante





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.	2/2022
Proyecto:	Proyecto Académico	Laboratorista:	Téc. R. Ramos O.
Director de obra:	S/I	Calculista:	Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra:	14/02/2022
Muestra:	M 4	Fecha de ensayo:	15/02/2022
Dosificación:	6,0%	Fecha de Pago:	10/02/2022
		Fecha de entrega:	04/03/2022

ENSAYO: RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA

MUESTRA	HUM. OPT.	DEN. SECA MAX.	CBR 100 % T 99 D (0.1")
M 4	14,60%	1,630 Kg/dm ³	3,1%
			CBR 95 % T 99 D (0.1")
			2,6%

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Molde N°	1		2		3				
N° de capas :	3		3		3				
N° de golpes por capa	10		30		60				
Condición de la muestra :	antes de mojarse	después de mojarse	antes de mojarse	después de mojarse	antes de mojarse	después de mojarse			
Peso muestra húm.+ Molde (Kg)	10,388	10,989	11,094	11,476	11,576	11,797			
Peso del Molde (Kg)	6,741	6,741	7,104	7,104	7,264	7,264			
Peso muestra húmeda	3,647	4,248	3,990	4,372	4,312	4,533			
Volumen de la muestra (dm ³)	2,325	2,325	2,345	2,345	2,340	2,340			
Peso Unitario muestra húmeda	1,569	1,827	1,702	1,864	1,843	1,937			
Muestra de humedad del :	Fondo	Superf.	2° Superficie	Fondo	Superf.	2° Superficie	Fondo	Superf.	2° Superficie
Lata N°	128	24	133	81	80	C 3	136	15	105
Peso muestra húmeda + Lata	304,29	338,32	535,03	339,02	359,46	416,50	365,71	338,90	335,04
Peso muestra seca + Lata	274,27	305,18	433,15	306,96	323,56	344,44	331,12	302,65	291,07
Peso del agua	30,02	33,14	101,88	32,06	35,90	72,06	34,59	36,25	43,97
Peso de la Lata	65,25	69,00	69,60	80,22	83,02	66,22	82,10	66,43	68,28
Peso de muestra seca	209,02	236,18	363,55	226,74	240,54	278,22	249,02	236,22	222,79
Contenido de humedad %	14,36	14,03	28,02	14,14	14,92	25,90	13,89	15,35	19,74
Promedio del Cont. de humedad	14,20			14,53			14,62		
Peso Unitario de la muestra seca	1,374		1,486		1,628				

Observaciones.- La muestra de ensayo fue entregada al I.E.M. por la solicitante





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente: Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No. 2/2022
Proyecto: Proyecto Académico	Laboratorista: Téc. R. Ramos Q.
Director de obra: SI	Calculista: Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia: Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra: 14/02/2022
Muestra: M 4	Fecha de ensayo: 15/02/2022
Dosificación: 6,0%	Fecha de Pago: 10/02/2022
	Fecha de entrega: 04/03/2022

EXPANSION h = 5"											
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECTURA EXTENS.	EXPANSION 1"x 10 ³	%	LECTURA EXTENS.	EXPANSION 1"x 10 ³	%	LECTURA EXTENS.	EXPANSION 1"x 10 ³	%
15/02/2022	10:00	0	78			125			102		
16/02/2022	10:00	1	227			278			319		
17/02/2022	10:00	2	227			282			320		
18/02/2022	10:00	3	233			282			322		
21/02/2022	10:00	4	236	3,16		282	3,14		323	4,42	

C.B.R.

PENETRACION pulgadas	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %
0,000	0			0			0		
0,025	19			24			34		
0,050	24			39			56		
0,075	29			54			76		
0,100	32	1,1		64	2,1		94	3,1	
0,200	37	0,8		91	2,0		146	3,2	
0,300	42			111			193		
0,400	47			126			237		
0,500	54			141			277		

Página 24 de 33



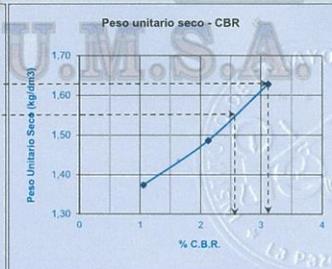
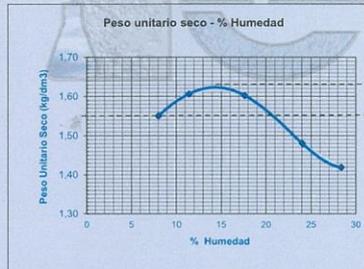
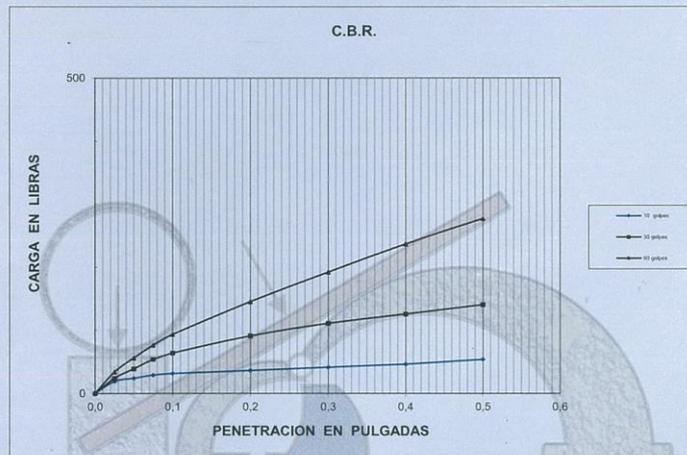
Direcciones: Av. Muñoz Reyes * Calle N° 30 Campus Universitario - Cota Cota Telf/Fax: (591)(2)2-772111
 Av. Villazón N° 1995 * Telf/Fax: (591)(2)2-444086 - E-mail: iem@umsa.bo - www.iem.umsa.bo
 La Paz - Bolivia



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente: Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No. 2/2022
Proyecto: Proyecto Académico	Laboratorista: Téc. R. Ramos Q.
Director de obra: S/I	Calculista: Ing. Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia: Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra: 14/02/2022
Muestra: M 4	Fecha de ensayo: 15/02/2022
Dosificación: 6,0%	Fecha de Pago: 10/02/2022
	Fecha de entrega: 04/03/2022





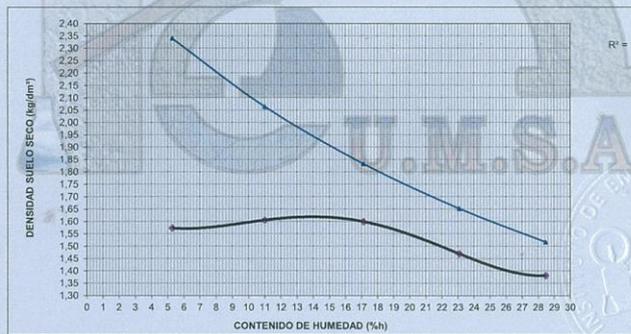
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.	2/2022
Proyecto:	Proyecto Académico	Laboratorista:	Téc. R. Ramos Q.
Director de obra:	S/I	Calculista:	Ing. Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra:	14/02/2022
Muestra:	M 4	Fecha de ensayo:	15/02/2022
Dosificación:	8,0%	Fecha de Pago:	10/02/2022
		Fecha de entrega:	04/03/2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Nº de capas	3	3	3	3	3
Nº de golpes por capa	56	56	56	56	56
Suelo húmedo + molde (kg)	10,026	10,292	10,486	10,349	10,276
Peso del molde (kg)	6,504	6,504	6,504	6,504	6,504
Peso del suelo húmedo (Ph)(kg)	3,522	3,788	3,982	3,845	3,772
Volumen de la muestra (Vm) (dm³)	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126
Densidad suelo húmedo (Dh)	1,657	1,782	1,873	1,809	1,774
Nº de cápsula	8	26	1	105	118
Peso del suelo húmedo + cápsula	369,68	362,36	639,10	600,89	758,80
Peso del suelo seco + cápsula	354,16	333,55	555,91	500,99	604,65
Peso del agua (Pa)	15,52	28,81	83,19	99,90	154,15
Peso de la cápsula	60,49	71,75	70,00	68,28	63,25
Peso del suelo seco (Ps)	293,67	261,80	485,91	432,71	541,40
Contenido de humedad (%h)	5,28	11,00	17,12	23,09	28,47
Densidad suelo seco (Ds)	1,573	1,605	1,599	1,469	1,381
Saturación	2,340	2,064	1,832	1,652	1,517
Penetración	Lectura en (kg)				
	Nº de aguja				
	Área aguja (cm²)				
	Penetración (kg/cm²)				



H.optima 14,50 % **Densidad seca max: (Kg/dm³) 1,620**

OBSERVACIONES.- La muestra fue entregada al IEM por la solicitante





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Ciente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.	2/2022
Proyecto:	Proyecto Académico	Laboratorista:	Téc. R. Ramos Q.
Director de obra:	S/I	Calculista:	Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani -Calle C	Entrega de muestra:	14/02/2022
Muestra:	M 4	Fecha de ensayo:	15/02/2022
Dosificación:	8,0%	Fecha de Pago:	10/02/2022
		Fecha de entrega:	04/03/2022

ENSAYO: RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA

MUESTRA	HUM. OPT.	DEN. SECA MAX.	CBR 100 % T 99 D (0.1")
M 4	14,50%	1,620 Kg/dm ³	2,8%
			CBR 95 % T 99 D (0.1")
			2,3%

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO

Molde N°	7			8			9					
	antes de mojar			después de mojar			antes de mojar			después de mojar		
N° de capas :	3			3			3			3		
N° de golpes por capa	10			30			60			60		
Condición de la muestra :	antes de mojar			después de mojar			antes de mojar			después de mojar		
Peso muestra húm.+ Molde (Kg)	11,516	12,016	11,785	12,136	11,693	12,202						
Peso del Molde (Kg)	7,966	7,966	7,833	7,833	7,515	7,515						
Peso muestra húmeda	3,550	4,050	3,952	4,303	4,178	4,687						
Volumen de la muestra (dm ³)	2,305	2,305	2,314	2,314	2,314	2,314						
Peso Unitario muestra húmeda	1,540	1,757	1,708	1,860	1,806	2,025						
Muestra de humedad del :	Fondo	Superf.	2° Superficie	Fondo	Superf.	2° Superficie	Fondo	Superf.	2° Superficie	Fondo	Superf.	2° Superficie
Lata N°	23	47	131	10h	C-10	16	133	15	114			
Peso muestra húmeda + Lata	419,66	375,62	570,35	254,76	280,21	576,71	395,66	356,94	477,24			
Peso muestra seca + Lata	375,25	336,89	448,10	231,64	253,87	467,84	353,98	320,46	397,89			
Peso del agua	44,41	38,73	122,25	23,12	26,34	108,87	41,68	36,48	79,35			
Peso de la Lata	66,42	65,49	68,88	69,64	71,68	69,14	69,25	69,10	66,10			
Peso de muestra seca	308,83	271,40	379,22	162,00	182,19	398,70	284,73	251,36	331,79			
Contenido de humedad %	14,38	14,27	32,24	14,27	14,46	27,31	14,64	14,51	23,92			
Promedio del Cont. de humedad	14,33			14,36			14,58					
Peso Unitario de la muestra seca	1,347			1,493			1,616					

Observaciones.- La muestra de ensayo fue entregada al I.E.M. por el solicitante





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Ciente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.	2/2022
Proyecto:	Proyecto Académico	Laboratorista:	Téc. R. Ramos Q.
Director de obra:	S/I	Calculista:	Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra:	14/02/2022
Muestra:	M 4	Fecha de ensayo:	15/02/2022
Dosificación	8,0%	Fecha de Pago:	10/02/2022
		Fecha de entrega:	04/03/2022

EXT : 0.001pulg.		EXPANSION h = 5"									
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECTURA EXTENS.	EXPANSION		LECTURA EXTENS.	EXPANSION		LECTURA EXTENS.	EXPANSION	
				1"x 10 ¹	%		1"x 10 ¹	%		1"x 10 ¹	%
15/02/2022	10:00	0	61			70			126		
16/02/2022	10:00	1	131			227			238		
17/02/2022	10:00	2	140			231			240		
18/02/2022	10:00	3	140			231			240		
21/02/2022	10:00	4	140	1,58	231		3,22		241		2,30

C.B.R.									
PENETRACION pulgadas	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %
0,000	0			0			0		
0,025	14			27			34		
0,050	19			44			54		
0,075	22			54			74		
0,100	24	0,8		59	2,0		84	2,8	
0,200	29	0,7		74	1,6		136	3,0	
0,300	37			86			175		
0,400	42			99			210		
0,500	44			108			235		

Página 28 de 33

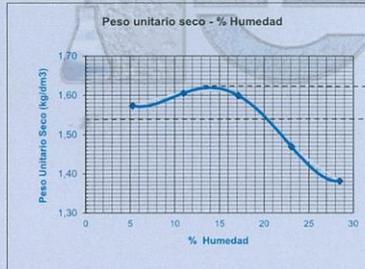
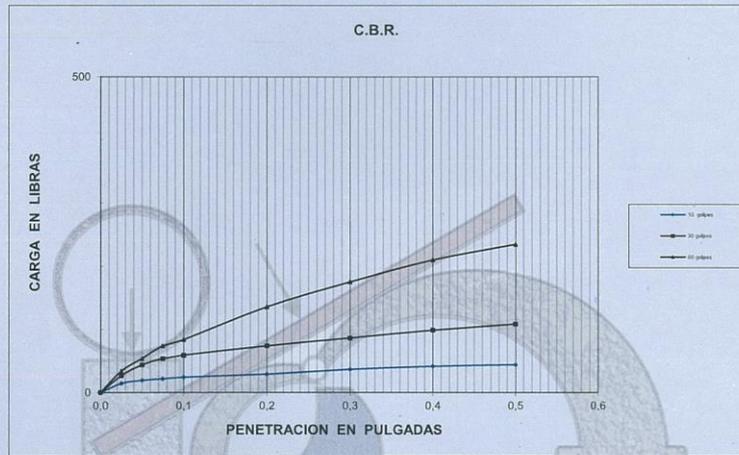




UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente: Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.: 2/2022
Proyecto: Proyecto Académico	Laboratorista: Téc. R. Ramos Q.
Director de obra: S/I	Calculista: Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia: Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra: 14/02/2022
Muestra: M 4	Fecha de ensayo: 15/02/2022
Dosificación: 8,0%	Fecha de Pago: 10/02/2022
	Fecha de entrega: 04/03/2022



Página 29 de 33





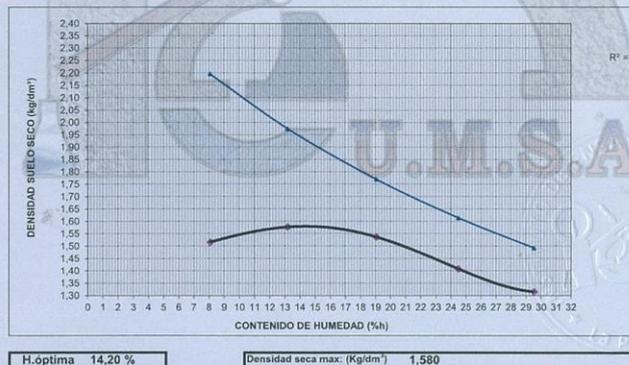
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.	2/2022
Proyecto:	Proyecto Académico	Laboratorista:	Téc. R. Ramos Q.
Director de obra:	S/I	Calculista :	Ing.Msc. Victor Bermejo F.
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra:	14/02/2022
Muestra:	M 4	Fecha de ensayo:	15/02/2022
Dosificación	10,0%	Fecha de Pago:	10/02/2022
		Fecha de entrega:	04/03/2022

ENSAYO DE COMPACTACIÓN

Nº de capas	3	3	3	3	3
Nº de golpes por capa	56	56	56	56	56
Suelo húmedo + molde (kg)	9,985	10,296	10,391	10,229	10,123
Peso del molde (kg)	6,502	6,502	6,502	6,502	6,502
Peso del suelo húmedo (Ph)(kg)	3,483	3,794	3,889	3,727	3,621
Volumen de la muestra (Vm)(dm³)	2,126	2,126	2,126	2,126	2,126
Densidad suelo húmedo (Dh)	1,638	1,785	1,829	1,753	1,703
Nº de cápsula	20	19	133	119	C3
Peso del suelo húmedo + cápsula	516,60	545,02	475,34	518,49	615,47
Peso del suelo seco + cápsula	483,28	489,57	410,31	430,18	490,23
Peso del agua (Pa)	33,32	55,45	65,03	88,31	125,24
Peso de la cápsula	71,08	69,21	69,26	69,66	66,20
Peso del suelo seco (Ps)	412,20	420,36	341,05	360,52	424,03
Contenido de humedad (%h)	8,08	13,19	19,07	24,50	29,54
Densidad suelo seco (Ds)	1,516	1,577	1,536	1,408	1,315
Saturación	2,196	1,975	1,769	1,614	1,493
Penetración Lectura en (kg)					
Nº de aguja					
Area aguja (cm²)					
Penetración (kg/cm²)					



OBSERVACIONES- La muestra fue entregada al IEM por la solicitante





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente:	Jenifer Edquen Vargas		INF.LAB.SUELOS No.	2/2022	
Proyecto:	Proyecto Académico		Laboratorista:	Téc. R. Ramos Q.	
Director de obra:	S/I		Calculista:	Ing.Msc. Victor Bermejo F.	
Procedencia:	Municipio de Achocalla - Urbanizacion Mullacani -Calle C		Entrega de muestra:	14/02/2022	
Muestra:	M 4		Fecha de ensayo:	15/02/2022	
Dosificación	10,0%		Fecha de Pago:	10/02/2022	
			Fecha de entrega:	04/03/2022	

ENSAYO: RELACIÓN SOPORTE DE CALIFORNIA					
MUESTRA	HUM. OPT.	DEN. SECA MAX.	CBR 100 % T 99 D (0.1")		
M 4	14,20%	1,580 Kg/dm ³	2,2%		
			CBR 95 % T 99 D (0.1")		
			1,9%		

CONTENIDO DE HUMEDAD Y PESO UNITARIO						
Molde N°	10		11		12	
N° de capas :	3		3		3	
N° de golpes por capa	10		30		60	
Condición de la muestra :	antes de mojar	después de mojar	antes de mojar	después de mojar	antes de mojar	después de mojar
Peso muestra húm.+ Molde (Kg)	11,458	11,951	11,685	12,208	11,770	11,957
Peso del Molde (Kg)	7,959	7,959	7,866	7,866	7,730	7,730
Peso muestra húmeda	3,499	3,992	3,819	4,342	4,040	4,227
Volumen de la muestra (dm ³)	2,385	2,385	2,385	2,385	2,314	2,314
Peso Unitario muestra húmeda	1,467	1,674	1,601	1,821	1,746	1,827
Muestra de humedad del :	Fondo	Superf.	2° Superficie	Fondo	Superf.	2° Superficie
Lata N°	26	64	82	128	118	75
Peso muestra húmeda + Lata	404,90	400,00	580,61	464,54	416,61	501,87
Peso muestra seca + Lata	362,17	362,58	470,52	414,75	371,93	416,15
Peso del agua	42,73	37,42	110,09	49,79	44,68	85,72
Peso de la Lata	71,72	89,11	76,72	69,24	63,23	81,36
Peso de muestra seca	290,45	273,47	393,80	345,51	308,70	334,79
Contenido de humedad %	14,71	13,68	27,96	14,41	14,47	25,60
Promedio del Cont. de humedad	14,20			14,44		
Peso Unitario de la muestra seca	1,285		1,399		1,614	

Observaciones.- La muestra de ensayo fue entregada al I.E.M. por el solicitante





UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente: Jenifer Edquen Vargas	INF LAB. SUELOS No. 2/2022
Proyecto: Proyecto Académico	Laboratorista: Téc. R. Ramos Q.
Director de obra: S/I	Calculista: Ing. Msc. Víctor Bermejo F.
Procedencia: Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra: 14/02/2022
Muestra: M 4	Fecha de ensayo: 15/02/2022
Dosificación: 10,0%	Fecha de Pago: 10/02/2022
	Fecha de entrega: 04/03/2022

EXT : 0.001 pulg.		EXPANSION h = 5"									
FECHA	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO EN DIAS	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
			LECTURA EXTENS.	EXPANSION 1"x 10" %		LECTURA EXTENS.	EXPANSION 1"x 10" %		LECTURA EXTENS.	EXPANSION 1"x 10" %	
15/02/2022	10:00	0	55			129			152		
16/02/2022	10:00	1	114			244			225		
17/02/2022	10:00	2	109			244			240		
18/02/2022	10:00	3	115			246			240		
21/02/2022	10:00	4	115	1,20	246		2,34		242		1,80

C.B.R.

PENETRACION pulgadas	MOLDE N° 1			MOLDE N° 2			MOLDE N° 3		
	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %	CARGA libras	CBR %	CBR CORREGIDO %
0.000	0			0			0		
0.025	14			24			29		
0.050	17			34			47		
0.075	19			42			59		
0.100	22	0.7		47	1.6		69	2.3	
0.200	24	0.5		59	1.3		89	2.0	
0.300	29			76			108		
0.400	34			84			126		
0.500	39			99			148		

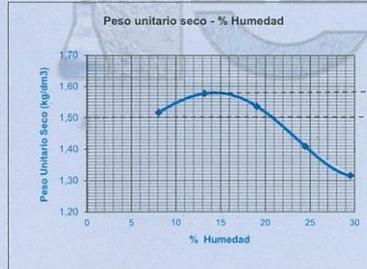
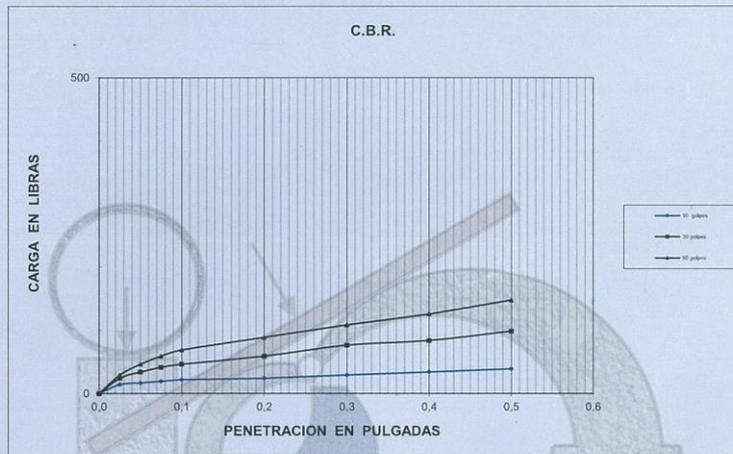




UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



Cliente: Jenifer Edquen Vargas	INF.LAB.SUELOS No.: 2/2022
Proyecto: Proyecto Académico	Laboratorista: Téc. R. Ramos Q.
Director de obra: S/I	Calculista: Ing. Msc. Víctor Bermejo F.
Procedencia: Municipio de Achocalla - Urbanización Mullacani - Calle C	Entrega de muestra: 14/02/2022
Muestra: M 4	Fecha de ensayo: 15/02/2022
Dosificación: 10,0%	Fecha de Pago: 10/02/2022
	Fecha de entrega: 04/03/2022



ANEXO 5: CONFIABILIDAD



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
"ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



La Paz, 20 de diciembre de 2021

I.E.M. DIR. N° 378/2021

Señora
Ing. Jenifer Edquen
Presente. -

Ref.: Copia de Certificados de Calibración

De mi mayor consideración

En respuesta a su solicitud, me permito adjuntar los certificados de calibración de los equipos del Área de Suelos de nuestro Instituto, que se utilizaron para realizar los ensayos que solicitó

Asimismo, comunicamos que debido a las restricciones causadas por la pandemia, no se realizó la calibración de equipos la gestión pasada, mismo que fue programado para la gestión 2022.

Sin otro particular, agradeciendo su atención, me es grato saludarla.

Atentamente,



M.Sc. Ing. Angel Ramos Maita
DIRECTOR
INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES

ARM/jc
Adj. Lo mencionado
C.c./Archivo



Instituto Boliviano de Metrología

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CC - LZ - 030 - 2015

Laboratorio : Fuerza

Teléfono: (591-2) 2372046 Int. 115

Solicitante: INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES - UMSA

Dirección: Av. Villazón Nº 1995
La Paz - Bolivia

Instrumento: Máquina de ensayo universal
Alcance máximo =900 kN d =2 kN

Fabricante: ELE

Número de serie: IND. 24903062/6 MAQ. 1891-1-10104

Código IBMETRO: No indica

Lugar de calibración: Av. Villazón Nº 1995

Fecha de calibración: 2015-02-24

Fecha de emisión: 2015-02-27

Número de páginas del certificado: 3

Recibido
[Signature]

Calibrado por:

Revisado por:

[Signature]
Ing. Carlos Copa Cuzco
Responsable Laboratorio de Fuerza



[Signature]
Ing. Abelardo Reveros Rivera
Director Metrología Industrial y Científica

Número de factura:



Cotización: IBMETRO-DMIC-COT-1662/14

ADVERTENCIA: El presente certificado autoriza el uso del instrumento para fines propios del solicitante. No constituye autorización legal de uso para la certificación metrológica a terceros y no puede ser reproducido sin la autorización escrita del IBMETRO, salvo que la reproducción sea total. El presente documento se emite de acuerdo a la Ley Nacional de Metrología (DL15380 de 1978-03-28).

La Paz, Avenida Camacho Nº1488, Edif. Anexo (planta baja) Teléfono/Fax +591 2 2372046 / 2310037 / 2147945

Especificaciones del objeto a calibrar:	Indicación	: Analógico
	Alcance máximo	: 900 kN
	División de escala	: 2 kN
Instrumentos auxiliares usados:	MGCPlus	: 5 mV/V
	No de serie	: D801075218
	Nº de certificado	: DKD-K-00101
	Resolución	: 0,000001 mV/V
Condiciones ambientales:	Temperatura	: 20,6 ± 2 °C
	Humedad relativa	: 43 ± 5 %
Patrones de Medición y Trazabilidad:	Instrumento	: Transductor de Fuerza
	Marca de trasductor	: HBM
	Alcance máximo	: 1000 kN
	No de serie	: 822010917
	Modelo	: C18
	Nº de certificado	: DIMCI 2304/2009
	Trazabilidad	: DEUTSCHER KALIBRIERDIENST (DKD - Alemania)
Procedimiento utilizado:	Ensayo en	: Compresión
	Ciclos de calibración	: 3
	Procedimiento	: Procedimiento PE-LZ-01según ISO 7500 - 1 v 2004

Resultados de Medición:

Tabla No1

Fuerza en el calibrando	Valor promedio del patrón	Desviación del mensurando	Error relativo de:			Incertidumbre expandida (U)
			resolución (r)	exactitud (q)	repetibilidad (b)	
kN	kN	kN	%	%	%	kN
200	195,12	4,88	1,00	2,50	0,98	1,63
400	392,76	7,24	0,50	1,84	0,48	1,68
600	592,67	7,33	0,33	1,24	0,19	1,39
800	792,13	7,87	0,25	0,99	0,55	2,83
900	892,75	7,25	0,22	0,81	0,28	2,01

CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYOS

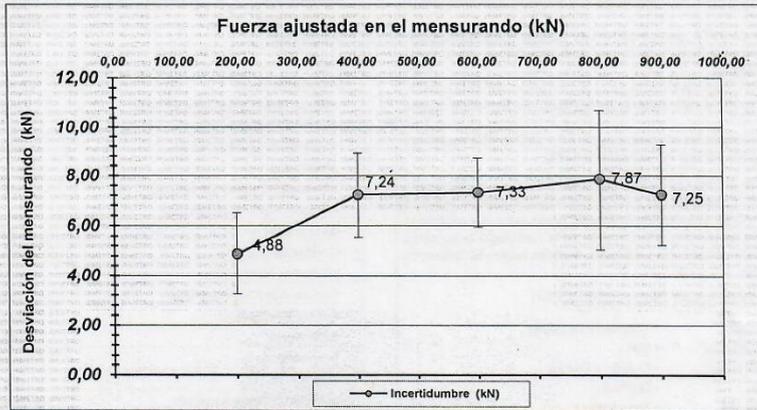
Errores relativos (%) máximos hallados:

Escala:	900 kN	De cero:	0,24 %
Exactitud:	2,50 %	Resolución:	1,00 %
Repetibilidad:	0,98 %	Accesorios:	No Aplica
Reversibilidad:	No aplica		

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

Escala: 900 kN – Compresión CLASE: 2 Desde el 20 % del alcance máximo

ADVERTENCIA: El presente certificado autoriza el uso del instrumento para fines propios del solicitante. No constituye autorización legal de uso para la certificación metrológica a terceros y no puede ser reproducido sin la autorización escrita del IBMETRO, salvo que la reproducción sea total. El presente documento se emite de acuerdo a la Ley Nacional de Metrología (DL15380 de 1978-03-28).

Grafico de la Incertidumbre:**Incertidumbre de medición**

La incertidumbre declarada fue estimada con un factor de cobertura de $k=2$ con un Nivel de Confianza aproximado del 95 %, de acuerdo a la "Guía BIPM/ISO GUM para la expresión de la incertidumbre en las mediciones".

Observaciones:

Se recomienda la recalibración del instrumento en un plazo no mayor a 12 meses. El usuario es responsable de mandar a recalibrar el instrumento de medición dentro de intervalos de tiempo apropiados.

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza por los posibles cambios que puedan derivarse del uso inadecuado o por efectos de transporte del instrumento.

Fin del certificado de calibración

ADVERTENCIA: El presente certificado autoriza el uso del instrumento para fines propios del solicitante. No constituye autorización legal de uso para la certificación metroológica a terceros y no puede ser reproducido sin la autorización escrita del IBMETRO, salvo que la reproducción sea total. El presente documento se emite de acuerdo a la Ley Nacional de Metrología



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CC-LB-309-2015

Laboratorio : Masa y Balanzas **Teléfono:** (591-2) 2372046 Int. : 116/122

Solicitante: INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES - UMSA

Dirección: Av. Villazón Nº 1995 Calle Zapata
La Paz - Bolivia

Instrumento: Balanza Digital
Qmax = 31000 g ; d = 0,1 g
Qmin = 50 g ; e = 1 g

Fabricante: AND

Modelo: GF-30K

Número de serie: 15005819

Identificación Interna: 303723-PB0Z01-400B001-006/RPT

Lugar de calibración: Laboratorio Suelos

Fecha de calibración: 2015-05-04

Fecha de emisión: 2015-07-02

Número de páginas del informe:

[Handwritten signature]
30/7/2015

Elaborado por:

[Handwritten signature]

Ing. Erwin A. Choque Conde
RESPONSABLE LABORATORIO DE MASA Y
BALANZAS

Factura Nº 120464



Autorizado por:

[Handwritten signature]
Ing. E. Boris Escalante Vargas
SUPERVISOR UNIDAD DE MECÁNICA Y
FÍSICA

Cotización: DMIC-COT-2015-437

ADVERTENCIA: El presente certificado autoriza el uso del instrumento para fines propios del solicitante. No constituye autorización legal de uso para la certificación metrológica a terceros y no puede ser reproducido sin la autorización escrita del IBMETRO, salvo que la reproducción sea total. El presente documento se emite de acuerdo a la Ley Nacional de Metrología (DL15380 de 1978-03-28).

Nº 0001305

LA PAZ
Avenida Camacho Nº 1488
Telf./Fax:(+591 2) 2372046 2310037 2147945

COCHABAMBA
Calle Tumusla Nº 510 esq. México
Telf./Fax:(+591 4) 4520856

TARIJA
Calle Ingavi Nº 156
Edif. Coronado P2 of. 204

SANTA CRUZ
Avenida Alemana, Calle Ascención Nº 3630
Telf./Fax:(+591 3) 3410922 3438081 3145172

Patrones de medición y trazabilidad	Pesas Patrón Clase F1 con trazabilidad a Pesas Patrón Clase E1 con Certificado de calibración N° 1273236/MET LATU-Uruguay 2013-16
Condiciones Ambientales	No reportadas
Procedimiento Empleado	PE-LM-05 "Procedimiento de Calibración de Instrumentos de Pesaje no Automáticos", elaborado en base a la Norma Técnica Boliviana NB 23001 Hoja de Registro: LP-175/2015

Resultados de medición**EXCENTRICIDAD**

CARGA	ERROR MÁXIMO ENCONTRADO	ERROR MÁXIMO PERMISIBLE NB 23001
10000 g	0,3 g	± 2,0 g

REPETIBILIDAD

CARGA	REPETIBILIDAD (Desviación Estándar)	ERROR ENCONTRADO	ERROR MÁXIMO PERMISIBLE NB 23001
5 g	0,00 g	0,0 g	± 1,0 g
10000 g	0,00 g	0,0 g	± 2,0 g
30000 g	0,13 g	0,3 g	± 3,0 g

LINEALIDAD

CARGA	ERROR ENCONTRADO	ERROR MÁXIMO PERMISIBLE NB 23001	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA
500 g	0,1 g	± 1,0 g	± 0,08 g
1000 g	0,1 g	± 1,0 g	± 0,08 g
2000 g	0,1 g	± 1,0 g	± 0,09 g
5000 g	0,5 g	± 1,0 g	± 0,11 g
10000 g	0,4 g	± 2,0 g	± 0,17 g
12000 g	0,3 g	± 2,0 g	± 0,33 g
13000 g	0,4 g	± 2,0 g	± 0,34 g
15000 g	0,4 g	± 2,0 g	± 0,35 g
20000 g	-0,7 g	± 2,0 g	± 0,41 g
30000 g	-0,9 g	± 3,0 g	± 0,52 g

Incertidumbre:

La incertidumbre declarada fue estimada con un factor de cobertura de $k=2$ con un Nivel de Confianza aproximado del 95 %, de acuerdo a la "Guía BIPM/ISO GUM para la expresión de la incertidumbre en las mediciones"

Se recomienda la recalibración del instrumento en un plazo no mayor a 6 meses. El usuario es responsable de mandar a recalibrar el instrumento de medición dentro de intervalos de tiempo apropiados.

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza por los posibles cambios que puedan derivarse del uso inadecuado o por efectos de transporte del instrumento.

Observaciones: Ninguna.



Fin del Certificado de Calibración

ADVERTENCIA: El presente certificado autoriza el uso del instrumento para fines propios del solicitante. No constituye autorización legal de uso para la certificación metrológica a terceros y no puede ser reproducido sin la autorización escrita del IBMETRO, salvo que la reproducción sea total. El presente documento se emite de acuerdo a la Ley Nacional de Metrología (DL15380 de 1978-03-28).

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CC-LB-308-2015

Laboratorio : Masa y Balanzas **Teléfono:** (591-2) 2372046 Int. : 116/122

Solicitante: INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES - UMSA

Dirección: Av. Villazón Nº 1995 Calle Zapata
La Paz - Bolivia

Instrumento: Balanza Digital
Qmax = 10100 g ; d = 0,01 g
Qmin = 10 g ; e = 0,1 g

Fabricante: AND

Modelo: GX-10K

Número de serie: 14904791

Identificación Interna: 303723-PB0Z01-400B001-007/RPT

Lugar de calibración: Laboratorio Suelos

Fecha de calibración: 2015-05-04

Fecha de emisión: 2015-07-02

Número de páginas del informe:

[Handwritten signature]
2017/2015

Elaborado por:

Autorizado por:



[Handwritten signature]
Ing. Erwin A. Choque Conde
**RESPONSABLE LABORATORIO DE MASA Y
BALANZAS**

[Handwritten signature]
Ing. E. Botis Escalante Vargas
**SUPERVISOR UNIDAD DE MECÁNICA Y
FÍSICA**

Factura Nº 120464

Cotización: DMIC-COT-2015-555



ADVERTENCIA: El presente certificado autoriza el uso del instrumento para fines propios del solicitante. No constituye autorización legal de uso para la certificación metroológica a terceros y no puede ser reproducido sin la autorización escrita del IBMETRO, salvo que la reproducción sea total. El presente documento se emite de acuerdo a la Ley Nacional de Metrología (DL15380 de 1978-03-28).

Nº 0001306

Patrones de medición y trazabilidad	Pesas Patrón Clase F1 con trazabilidad a Pesas Patrón Clase E1 con Certificado de calibración N° 1273236/MET LATU-Uruguay 2013-16
Condiciones Ambientales	No reportadas
Procedimiento Empleado	PE-LM-05 "Procedimiento de Calibración de Instrumentos de Pesaje no Automáticos", elaborado en base a la Norma Técnica Boliviana NB 23001 Hoja de Registro: LP-174/2015

Resultados de medición**EXCENTRICIDAD**

CARGA	ERROR MÁXIMO ENCONTRADO	ERROR MÁXIMO PERMISIBLE NB 23001
3000 g	0,02 g	± 0,10 g

REPETIBILIDAD

CARGA	REPETIBILIDAD (Desviación Estándar)	ERROR ENCONTRADO	ERROR MÁXIMO PERMISIBLE NB 23001
1 g	0,000 g	0,00 g	± 0,10 g
5000 g	0,005 g	0,01 g	± 0,10 g
10000 g	0,005 g	0,01 g	± 0,20 g

LINEALIDAD

CARGA	ERROR ENCONTRADO	ERROR MÁXIMO PERMISIBLE NB 23001	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA
1 g	0,00 g	± 0,10 g	± 0,008 g
5 g	0,00 g	± 0,10 g	± 0,013 g
10 g	0,00 g	± 0,10 g	± 0,013 g
20 g	0,00 g	± 0,10 g	± 0,013 g
50 g	0,00 g	± 0,10 g	± 0,013 g
100 g	0,00 g	± 0,10 g	± 0,013 g
500 g	0,00 g	± 0,10 g	± 0,013 g
2000 g	0,01 g	± 0,10 g	± 0,017 g
3000 g	0,01 g	± 0,10 g	± 0,022 g
5000 g	0,02 g	± 0,10 g	± 0,033 g
10000 g	-0,03 g	± 0,20 g	± 0,056 g

Incertidumbre:

La incertidumbre declarada fue estimada con un factor de cobertura de $k=2$ con un Nivel de Confianza aproximado del 95 %, de acuerdo a la "Guía BIPM/ISO GUM para la expresión de la incertidumbre en las mediciones"

Se recomienda la recalibración del instrumento en un plazo no mayor a 6 meses. El usuario es responsable de mandar a recalibrar el instrumento de medición dentro de intervalos de tiempo apropiados.

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza por los posibles cambios que puedan derivarse del uso inadecuado o por efectos de transporte del instrumento.

Observaciones: Ninguna.



Fin del Certificado de Calibración

ADVERTENCIA: El presente certificado autoriza el uso del instrumento para fines propios del solicitante. No constituye autorización legal de uso para la certificación metrológica a terceros y no puede ser reproducido sin la autorización escrita del IBMETRO, salvo que la reproducción sea total. El presente documento se emite de acuerdo a la Ley Nacional de Metrología (DL15380 de 1978-03-28).



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CASA MÁTRIZ
Av. Villazón Nro.1995 Edif. Monoblock
Central telf.:2612061
SUCURSAL 15
Av. Mariscal Santa Cruz Nro.1175 (Obelisco)
Telf.:(591-2)2205000 Fax: Int.1020
La Paz - Bolivia

FACTURA

NIT 1020071028
FACTURA No. 000296
AUTORIZACION No. 445401100049632

ORIGINAL
SERVICIOS Y/O ACTIVIDADES SUJETAS AL IVA
NIT/CI: 40735934

Lugar y Fecha: 01 de septiembre de 2021
Señor(es): JENIFER EDQUEN VARGAS

CANT.	DESCRIPCIÓN	P/UNID.	TOTAL
1	LAB-SUE: ENSAYO HIDROMETRÍA	115.00	115.00
1	LAB-SUE: ENSAYO GRANULOMETRIA	100.00	100.00
1	LAB-SUE: ENSAYO LIMITES	50.00	50.00



SON: DOSCIENTOS SESENTA Y CINCO 00/100 BOLIVIANOS

265.00

CÓDIGO DE CONTROL: 2E-59-50-71

FECHA LÍMITE DE EMISIÓN: 05/02/2022



"ESTA FACTURA CONTRIBUYE AL DESARROLLO DEL PAÍS. EL USO ILÍCITO DE ÉSTA SERÁ SANCIONADO DE ACUERDO A LEY"

Ley N° 453: "Los contratos de adhesión deben redactarse en términos claros, comprensibles, legibles y deben informar todas las facilidades y limitaciones."



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CASA MATRIZ
Av. Villazón Nro.1995 Edif. Monoblock
Central telef.:2612061
SUCURSAL 15
Av. Mariscal Santa Cruz Nro.1175 (Obelisco)
Telf.:(591-2)2205000 Fax: Int.1020
La Paz - Bolivia

NIT 1020071028
FACTURA No. 000389
AUTORIZACION No. 445401100049632

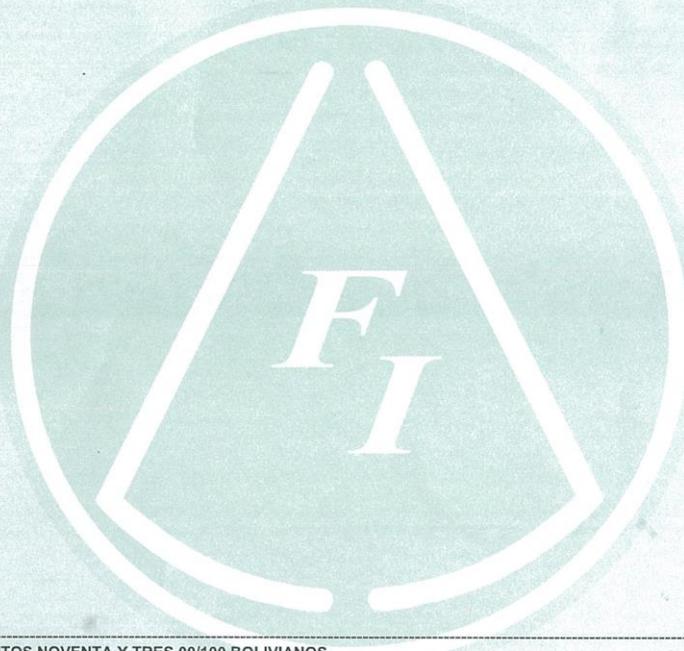
FACTURA

ORIGINAL
SERVICIOS Y/O ACTIVIDADES SUJETAS AL IVA

NIT/CI: 40735934

Lugar y Fecha: 24 de septiembre de 2021
Señor(es): JENIFER EDQUEN VARGAS

CANT.	DESCRIPCIÓN	P/UNID.	TOTAL
1	LAB-SUE: ENSAYO C.B.R. (TRES MOLDES) INCLY.COMPACTACIÓN	493.00	493.00



SON: CUATROCIENTOS NOVENTA Y TRES 00/100 BOLIVIANOS

493.00

CÓDIGO DE CONTROL: 00-68-47-73-03

FECHA LÍMITE DE EMISIÓN: 05/02/2022



"ESTA FACTURA CONTRIBUYE AL DESARROLLO DEL PAÍS. EL USO ILÍCITO DE ÉSTA SERÁ SANCIONADO DE ACUERDO A LEY"

Ley N° 453: "Los contratos de adhesión deben redactarse en términos claros, comprensibles, legibles y deben informar todas las facilidades y limitaciones."



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CASA MATRIZ
Av. Villazón Nro.1995 Edif. Monoblock
Central telef.:2612061
SUCURSAL 15
Av. Mariscal Santa Cruz Nro.1175 (Obelisco)
Telf.:(591-2)2205000 Fax: Int.1020
La Paz - Bolivia

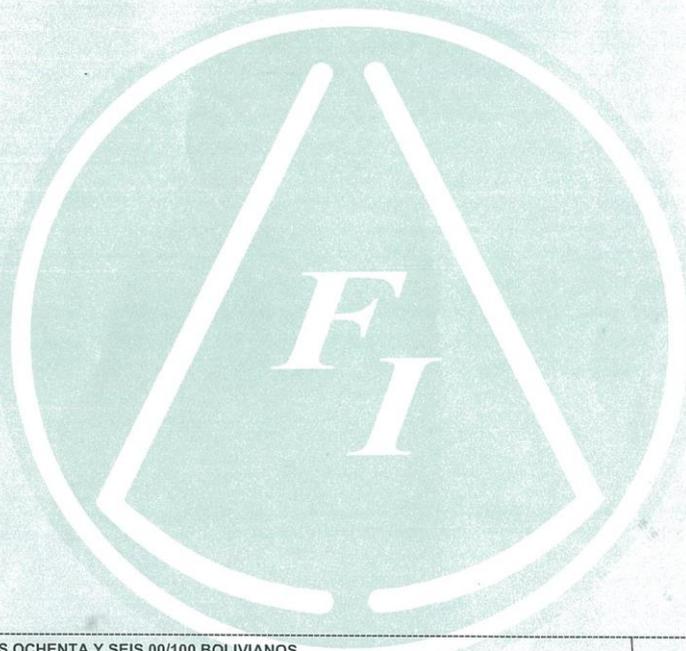
FACTURA

NIT 1020071028
FACTURA No. 000412
AUTORIZACION No. 445401100049632

ORIGINAL
SERVICIOS Y/O ACTIVIDADES SUJETAS AL IVA
NIT/CI: 40735934

Lugar y Fecha: 04 de octubre de 2021
Señor(es): JENIFER EDQUEN VARGAS

CANT.	DESCRIPCIÓN	P/UNID.	TOTAL
2	LAB-SUE: ENSAYO C.B.R. (TRES MOLDES) INCLY.COMPACTACIÓN	493.00	986.00



SON: NOVECIENTOS OCHENTA Y SEIS 00/100 BOLIVIANOS

986.00

CÓDIGO DE CONTROL: BE-18-25-29-6C

FECHA LÍMITE DE EMISIÓN: 05/02/2022



"ESTA FACTURA CONTRIBUYE AL DESARROLLO DEL PAÍS. EL USO ILÍCITO DE ÉSTA SERÁ SANCIONADO DE ACUERDO A LEY"
Ley N° 453: "Los contratos de adhesión deben redactarse en términos claros, comprensibles, legibles y deben informar todas las facilidades y limitaciones."



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CASA MATRIZ
Av. Villazón Nro.1995 Edif. Monoblock
Central telf.:2612061
SUCURSAL 15
Av. Mariscal Santa Cruz Nro.1175 (Obelisco)
Telf.:(591-2)2205000 Fax: Int.1020
La Paz - Bolivia

NIT 1020071028
FACTURA No. 000910
AUTORIZACION No. 445401100049632

FACTURA

ORIGINAL

SERVICIOS Y/O ACTIVIDADES SUJETAS AL IVA

NIT/CI: 40735934

Lugar y Fecha: 13 de diciembre de 2021
Señor(es): JENIFER EDQUEN VARGAS

CANT.	DESCRIPCIÓN	P/UNID.	TOTAL
2	LAB-SUE: ENSAYO CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELO	149.00	298.00
2	LAB-SUE: ENSAYO C.B.R. (TRES MOLDES) INCLY.COMPACTACIÓN	493.00	986.00



SON: UN MIL DOSCIENTOS OCHENTA Y CUATRO 00/100 BOLIVIANOS

1284.00

CÓDIGO DE CONTROL: 9A-1B-E7-FC-97

FECHA LÍMITE DE EMISIÓN: 05/02/2022



"ESTA FACTURA CONTRIBUYE AL DESARROLLO DEL PAÍS. EL USO ILÍCITO DE ÉSTA SERÁ SANCIONADO DE ACUERDO A LEY"
Ley N° 453: "Los contratos de adhesión deben redactarse en términos claros, comprensibles, legibles y deben informar todas las facilidades y limitaciones."



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
 FACULTAD DE INGENIERIA
 INGENIERIA CIVIL
 INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
 "ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



SOLICITUD DE SERVICIO

Nº 017.102

Cliente: JENIFER EDQUEN VARGAS	Fecha: 28/01/22
Dirección de Cliente: 31 Achumani 107	Teléf/Fax: 75821681
Factura a nombre de:	NIT / C.I.:
Proyecto: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	
Director de Obra:	Supervisor:

CANTIDAD	DESCRIPCION	GOSTO Bs	
		Unitario	Total
2	Suelos Clasificación Unificada de Suelo.	149	298
2	CBR (Tros moldes) Incluye Compactación.	493	986
		TOTAL Bs	284

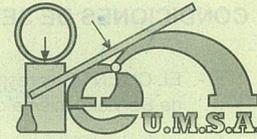
Solicitado por: JENIFER EDQUEN VARGAS	Firma:
---------------------------------------	--------

INFORMACION SOBRE MUESTRAS Y/O PROBETAS DE ENSAYO	OBSERVACIONES
URGENTE.	* Muestras entregadas en laboratorio

Fecha:	Hora:	ANTENDER SOLICITUD AREA:					
		Hormigones	Materiales	Suelos	Asfaltos	Estructuras	Química
Nº de Informe:	Fecha de Informe:	Factura Nº					



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
 FACULTAD DE INGENIERIA
 INGENIERIA CIVIL
 INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
 "ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



SOLICITUD DE SERVICIO

Nº 017.115

Cliente: <i>Jenjen Edgwen Vargas</i>	Fecha: <i>10/02/22</i>
Dirección de Cliente: <i>31 de Achumani 107</i>	Teléf/Fax: <i>75821681</i>
Factura a nombre de:	NIT / C.I.:

Proyecto:
Proyecto Acueducto

Director de Obra: _____ Supervisor: _____

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO Bs	
		Unitario	Total
<i>8</i>	<i>Suelos Ensayo de C.B.R</i>	<i>374</i>	<i>374.-</i>
			
TOTAL Bs		<i>374.-</i>	

Solicitado por: _____ Firma: *2.992.-*

INFORMACION SOBRE MUESTRAS Y/O PROBETAS DE ENSAYO	OBSERVACIONES
	<i>* Muestras entregadas en laboratorio</i>

Fecha: _____ Hora: _____

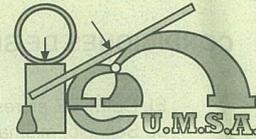
ANTENDER SOLICITUD AREA:

Hormigones	Materiales	Suelos	Asfaltos	Estructuras	Química

Nº de Informe: _____ Fecha de Informe: _____ Factura Nº _____



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
 FACULTAD DE INGENIERIA
 INGENIERIA CIVIL
 INSTITUTO DE ENSAYO DE MATERIALES
 "ING. HUGO MANSILLA ROMERO"



SOLICITUD DE SERVICIO

Nº 017138

Cliente: <i>Jennifer Edgquen Vargas</i>	Fecha: <i>21-03-2022</i>
Dirección de Cliente: <i>31 de Achumani</i>	Teléf/Fax: <i>75821681</i>
Factura a nombre de: <i>Jenifer Edgquen Vargas</i>	NIT / C.I.:
Proyecto: <i>Proyecto Académico</i>	
Director de Obra:	Supervisor:

CANTIDAD	DESCRIPCION	COSTO Bs	
		Unitario	Total
	<i>Suelos</i>		
<i>8</i>	<i>Compactación.</i>	<i>119</i>	<i>952</i>
<i>10</i>	<i>Contenido de Humedad.</i>	<i>44</i>	<i>440</i>
		TOTAL Bs	<i>1392</i>

Solicitado por:	Firma:
-----------------	--------

INFORMACION SOBRE MUESTRAS Y/O PROBETAS DE ENSAYO	OBSERVACIONES
	<i>* Complemento a la solicitud de servicio No 17115.</i>



Fecha:	Hora:	ANTENDER SOLICITUD AREA:					
		Hormigones	Materiales	Suelos	Asfaltos	Estructuras	Química
Nº de Informe:	Fecha de Informe:	Factura Nº					

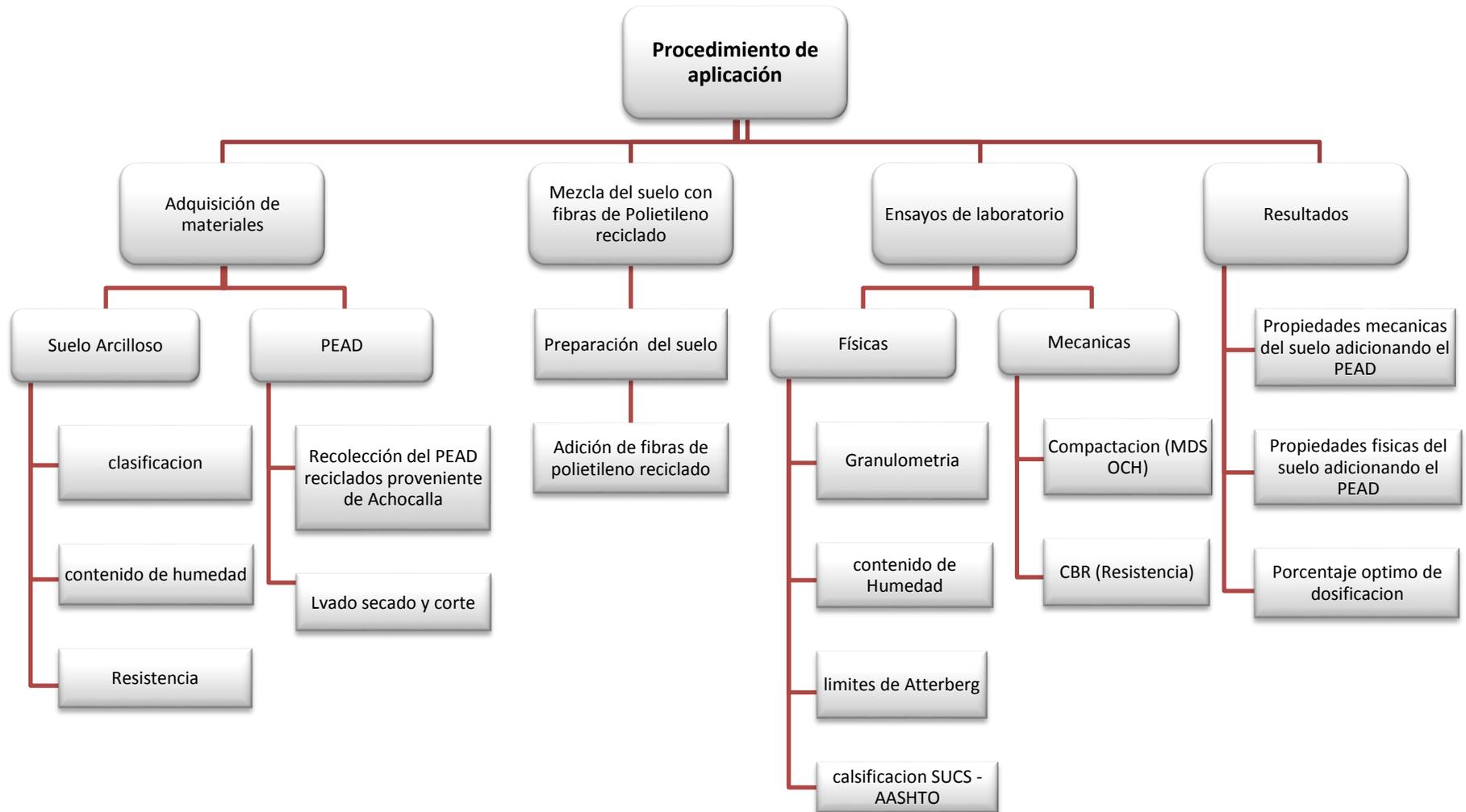
ANEXO 6: DOSIFICACIÓN Y RESULTADOS DE ANTECEDENTES

Mejoramiento de la subrasante de suelo arcilloso con Polietileno de alta densidad (PEAD) en acceso Periurbano, Achocalla-Bolivia.

Autor: Jenifer Edquen Vargas

Autor	Título	Año	Producto	Porcentajes (%) PEAD	Indice de Plasticidad (IP = %)	Óptima Contenido de Humedad (OCH = %)	Máxima Densidad Seca (MDS = gr/cm ³)	California Bearing Ratio (CBR= %)
Celi Yachanpanta, Kevin	Estabilización de suelos granulares de subrasante y finos de Tereftalo (PET), Prolipopileno (PP) Y POLIETILENO (PE)*	2021		0	1,97	17,83	1,56	10,40
			Botellas	3	0,00	14,55	1,52	11,70
			Tapas	6	0,00	13,33	1,52	15,60
			trituradas	9	0,00	12,66	1,50	16,00
				12	0,00	11,64	1,57	12,80
				15	0,00	10,78	1,56	11,20
Cespedes Calderon, Susan; Reyes Rodriguez, Daniel	Estudio de un suelo arcilloso antes y despues de la adiccion de huacales de transporte fracturados(PEAD)	2015	Huacales	0%	18,33	14,00	1,95	4,23
			triturados	5%	0,00	12,93	1,48	6,13
				9%	0,00	11,00	1,46	3,55
Capia Mamani, Cliver	Estabilización de suelos arcillosos mediante uso de polimeros reciclados PET a nivel de subrasante	2019		0%	10,55	14,00	1,86	5,80
			Botellas	1%	0,00	13,71	1,84	8,42
			trituradas	3%	0,00	13,20	1,82	9,00
				5%	0,00	14,35	1,77	7,97
Cuipal Chavez, Betty	Estabilización de suelos arcillosos con polimero sintetico-Chachapoyas	2018		0%	22,00	20,05	1,62	4,00
			Botellas	3%	0,00	19,10	1,61	4,10
			trituradas	6%	0,00	0,00	1,59	3,00
				9%	0,00	0,00	1,57	3,00
Apaza, Ferdinard	Estabilización de suelos con fibra de tereftalo de Polietileno.	2016		0%	22,92	16,40	2,00	4,80
			fibras	0,25%	0,00	16,72	2,00	6,20
			plasticas	0,5%	0,00	6,44	2,00	10,30
				1,4%	0,00	6,44	1,70	9,00
Leiva Gonzales, Roly	Utilización de bolsas de plastico para el mejoramiento del suelo al nivel de subrasante	2016	Bolsas	0%	11,29	12,00	1,91	4,51
			plastico	6%	0,00	11,16	1,82	7,98
			fundidas	8%	0,00	11,10	2,00	7,35

ANEXO 7: PROCEDIMIENTOS



Ficha de Recolección de Datos

Tratamiento del Producto

TITULO: “Mejoramiento de la subrasante de suelo arcilloso con Polietileno de alta densidad (PEAD) en acceso Periurbano, Bolivia-2022.”

ELABORADO: Edquen Vargas, Jenifer Clotilde.

UBICACIÓN: Departamento de Murillo, Achocalla, Bolivia

UBICACIÓN: Achocalla -El Alto-La Paz.

FECHA: 15/02/2022-04/03/2022

FECHA	HORA	DESCRIPCIÓN
15/12/2021	8:30 a. m.	Reciclado del polietileno PEAD en los alrededores de Achocalla
17/12/2021	11:00 a. m.	Reciclado de Polietileno PEAD en la ciudad del Alto específicamente en la Ceja.
20/12/2022	10:30 a. m.	Reciclado de Polietileno PEAD en La Paz zona centro de la ciudad
10/01/2022	3:00 p. m.	Contacto con recicladores para recolectar más polietileno.
15/01/2022	10.30 p.m.	Entrega de Polietileno PEAD reciclado.
16/01/2022	8:30 a. m.	Lavado de Polietileno PEAD reciclado, secado manualmente.
20/01/2022	9:00 a.m.	1 día Cortado y laminado del del polietileno PEAD manualmente.
21/01/2022	6:00 p.m.	2 día Corte de Polietileno PEAD aproximadamente 4 horas.
22/01/2022	6:00 p.m.	3 día corte del polietileno PEAD aproximadamente 5 horas
23/01/2022	6:00 p.m.	4 día corte del polietileno PEAD aproximadamente 5 horas
23/01/2022	6:00 p.m.	5 día corte del polietileno. PEAD aproximadamente 5 horas
24/01/2022	7:00 a.m.	Embolsado del polietileno PEAD
14/02/2022	8:00 a.m.	Transporte del Polietileno PEAD al Laboratorio de suelos UMSA
14/02/2022	8:00 a.m.	Dosificación del Polietileno PEAD para el ensayo de Compactación
14/02/2022	10:00 a.m.	Ensayo de Compactación con la Adición del Polietileno PEAD.
15/02/2022	8:30 a.m.	Dosificación del Polietileno PEAD para el Ensayo CBR
15/02/2022	10:40 a.m.	Ensayo de CBR con la adición de polietileno PEAD.
02/02/2022	9:30 a.m.	Dosificación del Polietileno PEAD para el Ensayo de contenido de Humedad Natural.
02/03/2022		Ensayo de contenido de Humedad con la Adición del Polietileno PEAD
03/03/2022	11.00 a.m.	Resultados posteriores a las dosificaciones.
04/03/2022	11:30 a.m.	Informe de Laboratorio
OBSERVACION: cabe mencionar que, para recolectar el Polietileno, se tiene que usar guantes y ropa adecuada por que usualmente se encuentra junto a otros residuos contaminantes. Limpiarlo bien, y secarlo manualmente, no manipularlo mucho porque puede alterar sus propiedades. En el laboratorio dosificar bien el producto, calcular bien sus pesos con respecto al peso seco del suelo.		

Ficha Técnica del PEAD



Especificación		Aditivo: PEAD	
Polietileno de alta densidad			
Propiedades físicas			
	Unidad	Valor	
Densidad	Gr/cm3	0.941-0.965	
Contracción	%	1.5-3.0	
Resistencia a la tensión a la cede	N/mm2	18-35	
Propiedades mecánicas			
	Unidad	Valor	
Coefficiente de Fricción		0.29	
Dureza		D60-73	
Módulo de Tracción	Gpa	0.5-1.2	
Relación de Poisson		0.46	
Resistencia a la Tracción	Mpa	15-40	
Resistencia al Impacto Izod	Jm-1	20-210	
Generalidades			
<p>El PEAD es un polímero termoplástico formado por múltiples unidades de etileno. También es conocido por sus siglas en inglés (HDPE, o High Density Polyethylene) y en español (PEAD, o polietileno de alta densidad).</p>			

ANEXO 8: ANÁLISIS DE COSTOS

Recursos Humanos

Descripción	Und.	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Asesor técnico	Glb	1	1500	1500
Asesor metodológico	Glb	1	1000	1000
TOTAL, S/				2500

Material a emplear

Descripción	Und.	Cantidad	Costo unitario	Costo total
PEAD	Glb	1	500	500
TOTAL, S/				500

Presupuesto de servicios

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Parcial
Servicios de laboratorio					4.380,00
1	Contenido de humedad	Und.	13	100	1300
2	Granulometría	Und.	5	50	250
3	Límites de Atterberg	Und.	3	50	150
5	Ensayo Proctor	Und.	3	60	180
6	ensayo proctor PEAD	Und.	8	100	800
7	ensayo CBR	Und.	13	100	1300
8	Gastos imprevistos	Glb	1	400	400

Presupuesto de gastos operativos

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Parcial
Equipamiento de oficina					510
1	Papel bond A4	Mill	1	10	10
3	Impresora	Und.	1	300	200
4	Internet	Mes	6	100	300
Movilidad y viáticos					1450
1	Alquiler de camioneta	Dia	10	80	900
2	Combustible	Glb	20	17,5	350
5	Gastos imprevistos	Glb	1	200	200

Presupuesto total

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo	Parcial
1	Recursos humanos	glb	1	2.500,00	2500
2	Material a enviar	glb	1	500,00	500
3	Servicios de laboratorio	glb	1	4.380,00	4380
4	Equipamiento de oficina	glb	1	510	510
5	Movilidad y viáticos	glb	1	1.450,00	1450
Presupuesto total S/.					9.340,00

Entidad financiadora	Monto	Porcentaje
Jenifer Edquen	9.340,00	100%

ANEXO 9: TURNITIN



² **FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

“Mejoramiento de la subrasante de suelo arcilloso con Polietileno de alta densidad (PEAD) en acceso Periurbano, Bolivia-2022”

⁵ **TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) CIVIL**

AUTOR:

Edquen Vargas, Jenifer

¹ <https://orcid.org/0000-0002-5818-57528>

ASESOR:



Resumen de coincidencias ✕

19 %

< >

Se están viendo fuentes estándar

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	5 % >
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4 % >
3	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	2 % >
4	1library.co Fuente de Internet	1 % >

ANEXO 10: NORMATIVA

ITEM	DESCRIPCION	AÑO
1	MANUAL DE CARRETERAS: SUELOS GEOLOGIA GEOTECNIA Y PAVIMENTOS	2014
2	NORMA TECNICA E.050. SUELOS Y CIMENTACIONES	2014
3	ABC ADMINISTRADORA BOLIVIANA DE CARRETERAS	2016
4	MANUAL PRACTICO DE MECANICA DE SUELOS	2012
5	MANUAL DE MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES	2014
6	NORMA E.010 PAVIMENTOS URBANOS	
7	MANUAL DE SUELOS Y MATERIALES ENSAYOS SUELOS Y MATERIALES	2012



PERÚ Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Viceministerio de Transportes

Dirección General de Caminos y Ferrocarriles




“MANUAL DE CARRETERAS”
SUELOS, GEOLOGIA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS
SECCIÓN SUELOS Y PAVIMENTOS
R.D. N° 10-2014-MTC/14




VERSION ABRIL DE 2014





PERÚ

Ministerio
de Vivienda, Construcción
y Saneamiento

NORMA TÉCNICA E.050
SUELOS Y CIMENTACIONES



NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 339.129
1999

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales -INDECOPI
Calle De La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima, Perú

SUELOS. Método de ensayo para determinar el límite
líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos

SOILS. Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils

1999-12-15
1ª Edición

R.0077-99/INDECOPI-CRT. Publicada el 2000-01-26

I.C.S.: 93.020

Descriptor: símbolos, unidades, terminologías, definiciones

Precio basado en 27 páginas

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

NORMA TÉCNICA
PERUANA

NTP 339.135
1999

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales - INDECOPI
Calle De la Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima-Perú

**SUELOS. Método para la clasificación de suelos para uso
en vías de transporte**

Soils. Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixtures for Highway Construction Purposes

1999-04-29
1ª Edición

R.0024-99/INDECOPI-CRT. Publicada el 99-05-14

Precio basado en 15 páginas

I.C.S.: 93.020

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: clasificación AASHTO

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 339.134
1999**

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI
Calle De La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima-Perú

SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS)

Soils. Standard Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System, SUCS)

**1999-04-29
1ª Edición**

R.0024-99/INDECOPI-CRT. Publicada el 99-05-14

Precio basado en 28 páginas

I.C.S: 93.020

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptor: clasificación SUCS

PARA USO EXCLUSIVO DE CONSTRUCCIONES E COMERCIO CAMARGO CORREA S.A. SUCURSAL PERÚ

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 339.127
1998**

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI
Calle De La Prosa 138. San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima-Perú

SUELOS. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo

Standard Test Method for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock

**1998-11-25
1ª Edición**

R.0062-98/INDECOPI-CRT.Pública da el 98-12-12

Precio basado en 10 páginas

L.C.S.:93.020

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Suelo, método de ensayo, contenido de humedad, humedad

NORMA TÉCNICA PERUANA REFERENCIADA EN RGLAMENTO OBLIGATORIO
SOLICITADO POR EL SEÑOR JHUNIOR EDERTH VILLAVERDE DUEÑAS CON DNI 42834703
SÓLO PARA USO EXCLUSIVO DEL SOLICITANTE PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL.

NORMA TÉCNICA **NTP 339.128**
PERUANA **1999 (revisada el 2014)**

Comisión de Normalización y de Fiscalización de Barreras Comerciales no Arancelarias - INDECOPI
Calle de La Prosa 104, San Borja (Lima 41) Apartado 145 Lima, Perú

SUELOS. Método de ensayo para el análisis granulométrico

SOILS. Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils

2014-06-26
1ª Edición

R.0056-2014/CNB-INDECOPI. Publicada el 2014-07-11 Precio basado en 23 páginas
I.C.S.: 93.020 **ESTA NORMA ES RECOMENDABLE**
Descriptor: análisis granulométrico, granulometría

© INDECOPI 2014

NORMA TÉCNICA PERUANA REFERENCIADA EN RGLAMENTO OBLIGATORIO
SOLICITADO POR EL SEÑOR JHUNIOR EDERTH VILLAVERDE DUEÑAS CON DNI 42834703
SÓLO PARA USO EXCLUSIVO DEL SOLICITANTE PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL.

**NORMA TÉCNICA
PERUANA**

**NTP 339.145
1999**

Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales-INDECOPI
Calle De La Prosa 138, San Borja (Lima 41) Apartado 145

Lima-Perú

SUELOS. Método de ensayo de CBR (Relación de Soporte de California) de suelos compactados en el laboratorio

SOILS. Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils

**1999-12-29
1ª Edición**

R.0086-99/INDECOPI-CRT. Publicada el 2000-01-26

Precio basado en 18 páginas

I.C.S: 93.020

ESTA NORMA ES RECOMENDABLE

Descriptores: Descriptores: Relación de Soporte de California, Subrasante, Sub-base, Base, Resistencia del suelo, Diseño de Pavimento, Ensayos de aceptación, capacidad de soporte, evaluación de materiales, Valor Relativo de Soporte, Curva

PARA USO EXCLUSIVO DE CONSTR JONES E COMERCIO GAMARGO CORREA S.A. SUCURSAL PERU

ANEXO 11: MAPAS Y PLANOS

TITULO: “Mejoramiento de la subrasante de suelo arcilloso con Polietileno de alta densidad (PEAD) en acceso Periurbano, Achocalla-Bolivia 2021”

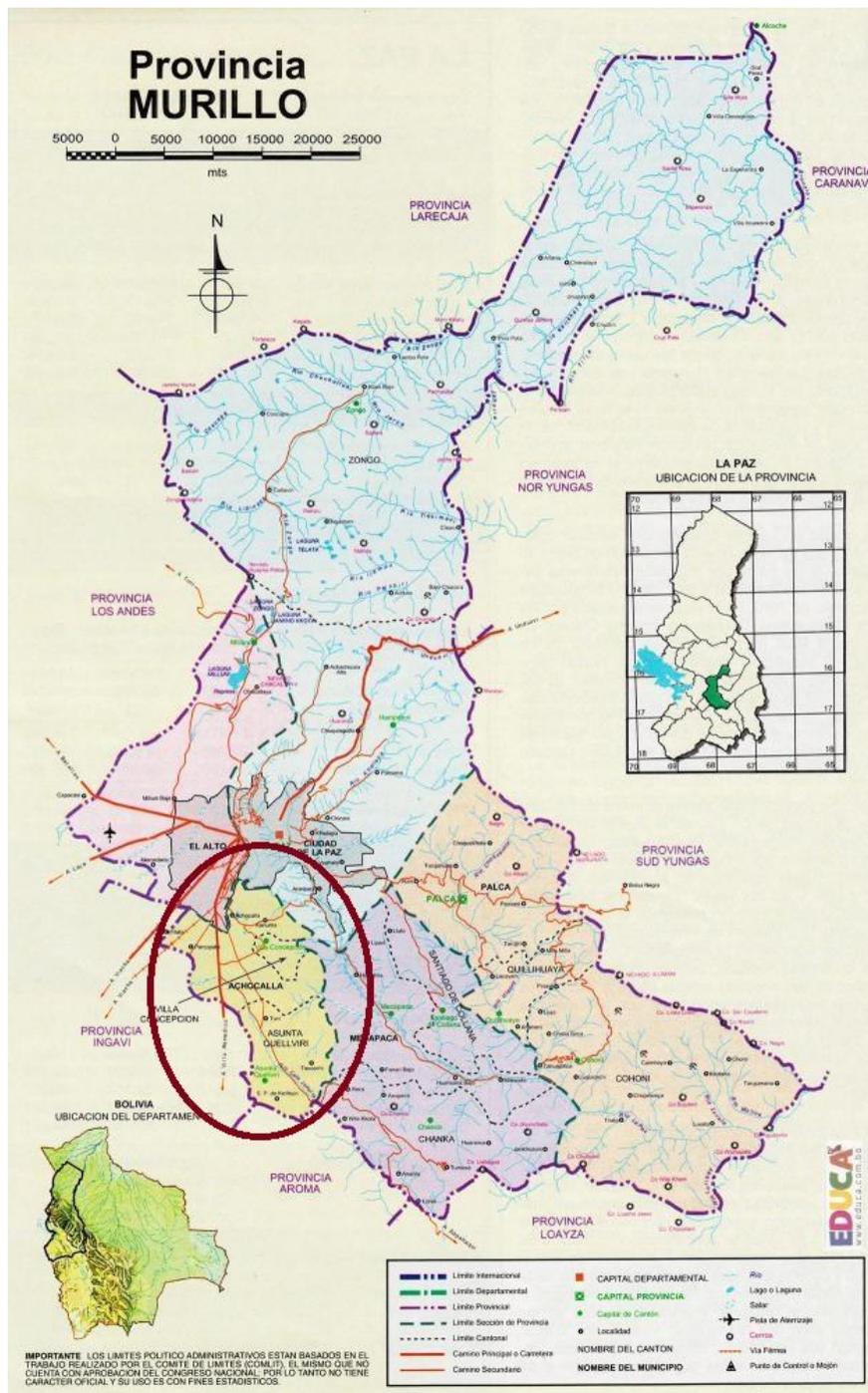
AUTOR: Jenifer Edquen Vargas

A.11.1. Ubicación Política

DEPARTAMENTO: La Paz

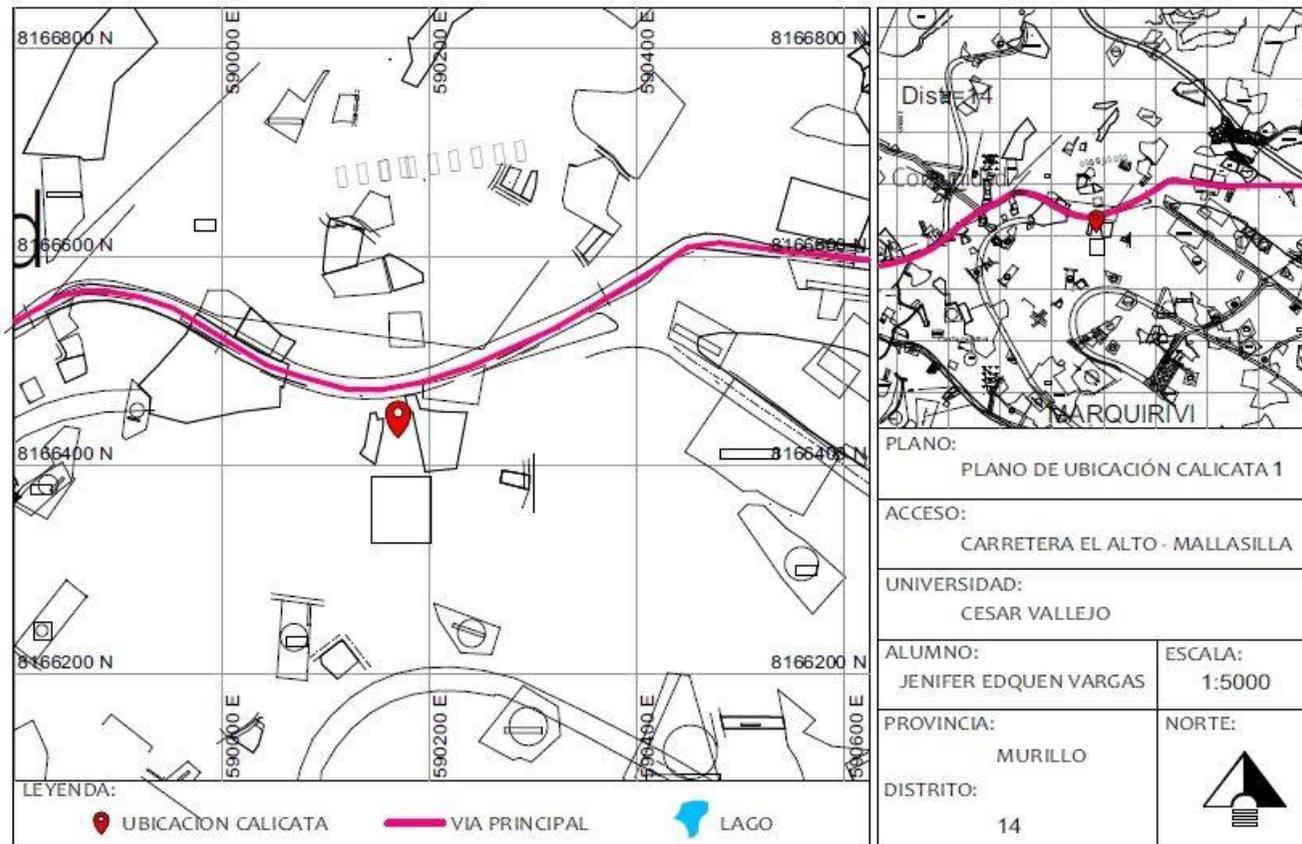
PROVINCIA : Murillo

MUNICIPIO : Achocalla

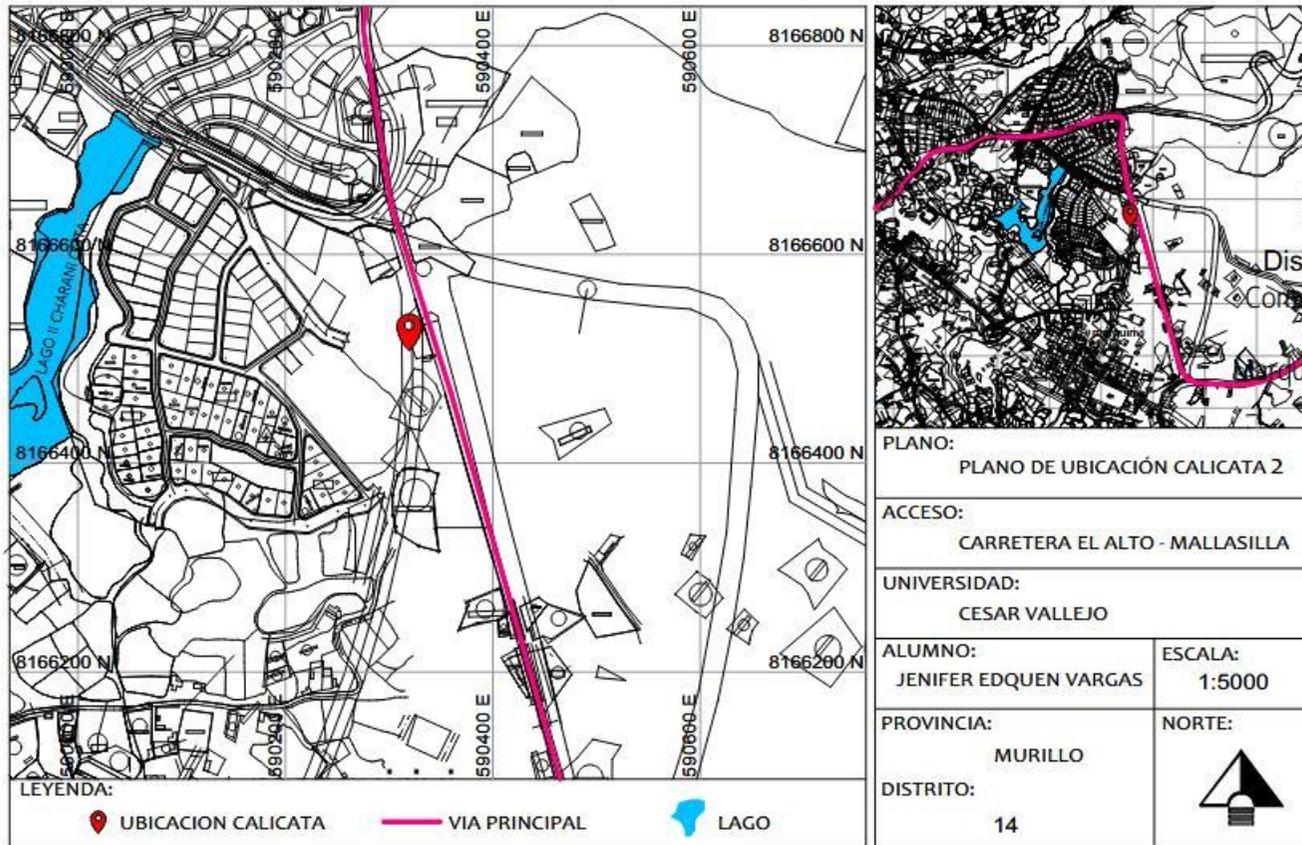


A.11.2. PLANO DE UBICACIÓN Y ACCESO

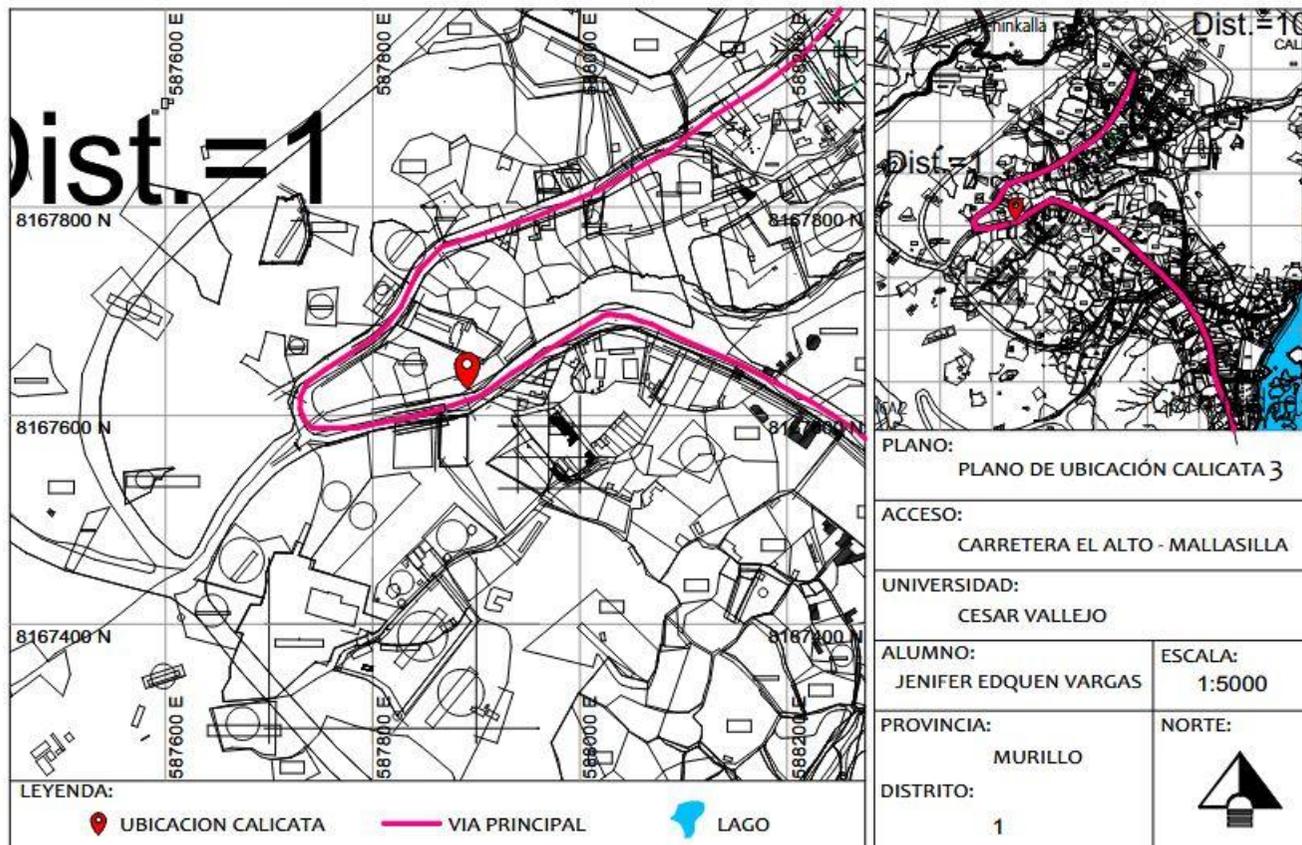
PLANO DE UBICACION CALICATA MUNICIPIO DE ACHOCALLA



PLANO DE UBICACION CALICATA MUNICIPIO DE ACHOCALLA



PLANO DE UBICACION CALICATA MUNICIPIO DE ACHOCALLA



ANEXO 12: PANEL FOTOGRÁFICO

Recolección de Material y Ensayos



Ensayo granulométrico por tamizado y Contenido de Humedad



Ensayos de Límites de Atterberg



Polietileno cortado y dosificación al peso del suelo seco



Ensayo de Compactación y CBR





Peso y Expansión

