



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Influencia de la Incorporación de la fibra del polímero reciclado en
la subrasante de la carretera Huaytara–Quito arma,
Huancavelica 2022”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Espinoza Aybar, Josseth Guillermo (ORCID: [0000-0002-0839-8151](https://orcid.org/0000-0002-0839-8151))

ASESOR:

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo ([ORCID: 0000-0002-0655-523X](https://orcid.org/0000-0002-0655-523X))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedicado con mucho amor a mi madre querida, la que guio mis pasos y fue mi mayor motivación para cumplir mis metas.

Agradecimiento

A Dios por otorgarme salud y un nuevo día para disfrutar, a los familiares con los que crecí, a las personas que me dejaron grandes enseñanzas de vida, a mi madre de la cual aprendí con el ejemplo la importancia del desarrollo académico y profesional. Apoyándome siempre e incentivando a lograr este anhelo de titularme como ingeniero civil.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	18
3.2. Variables y operacionalización.....	19
3.3. Población, Muestra y Muestreo.....	20
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5. Procedimientos.....	23
3.6. Métodos de Análisis de datos.....	24
3.7. Aspectos Éticos.....	24
IV. RESULTADOS.....	25
V. DISCUSIÓN	39
VI. CONCLUSIONES.....	41
VII. RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS.....	44
ANEXOS.....	47

Índice de tablas

Tabla 1. Muestra de la investigación	19
Tabla 2. Ensayo de laboratorio	20

Índice de figuras

Figura 1. Sección transversal típica de pavimento rígido.....	14
Figura 2. Sección transversal típica de pavimento flexible.....	15
Figura 3. Sección transversal típica de pavimento articulado.....	15
Figura 4. Procedimiento del proyecto.....	24
Figura 5. Mapa del Perú, Ubicación Huancavelica.....	25
Figura 6. Mapa de Región.....	25
Figura 7. Mapa Provincial de Huaytara.....	25
Figura 8. Mapa del Tramo de la carretera Huaytara - Quito arma.....	26
Figura 9. Calicata N°1.....	27
Figura 10..... Calicata N°2.....	27
Figura 11..... Calicata N°3.....	27
Figura 12..... Almacenado de Fibras de polímero reciclado.....	28
Figura 13..... Procesado de Fibras de polímero reciclado.....	28
Figura 14..... Fibras de polímero reciclado dosificado en %.....	28
Figura 15..... Tamizado de la muestra.....	29
Figura 16..... Caracterización del suelo.....	29
Figura 17..... Análisis granulométrico por tamizado – calicata N°1.....	29
Figura 18..... Análisis granulométrico por tamizado – calicata N°2.....	30
Figura 19..... Análisis granulométrico por tamizado – calicata N°3.....	31
Figura 20..... Pesado de muestra – ensayo de límites de consistencia	32
Figura 21..... Muestra de ensayo de límites de consistencia.....	32
Figura 22..... Método de casa grande	33
Figura 23..... Pesado de material.....	33
Figura 24..... Grafica de barras de resultado – límite de atterberg.....	33
Figura 25..... Material en horno.....	34
Figura 26..... Muestra en horno.....	34
Figura 27..... Retiro de la muestra del horno.....	34
Figura 28..... Grafica de barras de resultados de contenido de humedad.....	35
Figura 29..... Grafica de la curva de compactación	35
Figura 30..... Selección de la muestra	36
Figura 31..... Pesado y dosificación de la muestra.....	36

Figura 32..... Preparación de la muestra.....	36
Figura 33..... Pesado de muestra de ensayo.....	36
Figura 34..... Gráfico de california bearing ratio de la muestra natural.....	37
Figura 35..... Gráfico de resultados de CBR.....	38

Resumen

El principal objetivo del estudio es dar una alternativa de solución al mejoramiento de la subrasante y los desechos de polímeros, en este caso al polímero reciclado de tipo PET incorporándolo en el suelo este tipo de plástico en dosificaciones al 0.5%, 1% y 1.5%, se busca la influencia en las propiedades física – mecánicas del suelo para mejorar la subrasante en la carretera Huaytara – Quito arma. Para la identificación y caracterización del suelo se emplearon los siguientes ensayos: análisis granulométrico, determinación del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de los suelos, compactación de suelos (proctor modificado) y CBR.

Resultado de la presente investigación reflejan que la adición de polímero reciclado para las adiciones empleadas aumentan el valor del óptimo contenido de humedad, en los valores de máxima densidad seca disminuyen y finalmente el valor del CBR aumenta en 20% con respecto al suelo natural, en una dosificación al 1.0%.

Conclusión del estudio, si bien el valor del CBR mejoro con una determinada dosificación, se necesita una mayor cantidad de porcentajes a utilizar, ya que los resultados no se define claramente un patrón que nos permita utilizarlo y que influya directamente en las propiedades físicas y mecánicas del suelo, así también se puede plantear una variante utilizando un porcentaje de cemento o cal.

Palabras Clave: Subrasante; Propiedades físicas y mecánicas; Polímero reciclado; Pet; Arcilla.

Abstract

The main objective of the study is to provide an alternative solution to the improvement of the subgrade and the polymer waste, in this case the recycled polymer of the PET type, incorporating this type of plastic into the soil in dosages of 0.5%, 1% and 1.5%, the influence on the physical - mechanical properties of the soil is sought to improve the subgrade on the Huaytara - Quito Arma highway. For the identification and characterization of the soil, the following tests were used: granulometric analysis, determination of the liquid limit, plastic limit and soil plasticity index, soil compaction (modified proctor) and CBR.

Results of the present investigation show that the addition of recycled polymer for the additions used increase the value of the optimum moisture content, in the values of maximum dry density they decrease and finally the value of the CBR increases by 20% with respect to the natural soil, in a 1.0% dosage.

Conclusion of the study, although the value of the CBR improved with a certain dosage, a greater number of percentages is needed to be used, since the results do not clearly define a pattern that allows us to use it and that directly influences the physical and mechanical properties. of the soil, so a variant can also be proposed using a percentage of cement or lime.

Keywords: Subgrade; physical and mechanical properties; recycled polymer; Pet; Clay.

I. INTRODUCCIÓN

Las vías no solo comunican a la población, viene a ser un factor importante para el desarrollo socio-económico, para una vía su estructura inicia con el terreno existente que luego es modificado por el hombre a través de una limpieza y un corte o relleno dejando al conocido como subrasante, esta debe asegurar las condiciones geotécnicas para un comportamiento adecuado a la funcionalidad de la vía, de lo contrario se tiene que sustituir o mejorar el suelo existente con un aditivo o similar para lograr una infraestructura cómoda, segura y fluida, mejorando las propiedades de la subrasante los espesores de las posteriores capas de sub base y base se reducirían, influyendo en el tiempo y costo de la obra, sustituir el suelo existente demanda un impacto económico y medioambiental. Por estas razones en esta investigación se incorpora un material reciclado buscando mejorar las condiciones físico mecánicas iniciales, usando fibra de polímero reciclado aportando al desarrollo sostenible considerando que, estudios muestran que en el mundo se produce aproximadamente 8,300 millones de desechos de productos plástico, siendo reciclados solo el 9% y el resto termina incinerado 12% y depositado en lagos, ríos, mar, acumulados, etc.¹ A nivel Internacional, la aplicación de métodos de mejoramiento de la subrasante influyendo en sus propiedades físicas-mecánicas de la subrasante, realizada en distintos países: Colombia, México, entre otros; utilizaron criterios similares en la reutilización del material reciclado en función al mejoramiento de la subrasante, por motivos ambientales, sociales, técnicos y económicos, buscando mejorar las condiciones del terreno, evaluando sus propiedades físicas mecánicas, una vez determinadas buscando mejorar sus condiciones geotécnicas. Así mismo indicar la relación entre la buena condición de subrasante y un menor costo de la estructura del pavimento, por tal motivo se debe conseguir las condiciones adecuada en la subrasante para el nivel de uso de la vía ya que es el punto de partida de la construcción de una infraestructura vial.

Considerando lo expuesto la adición de un material reciclado en la subrasante responde al mal manejo de los desechos en nuestra sociedad, siendo un material con grandes oportunidades de reciclaje y diversidad de usos en la industria además de mejorar las condiciones ambientales apoyados en algunos estudios en el uso de la estructura del pavimento en muchos casos aportando de manera positiva el uso de su adición; En la subrasante, este elemento de la estructura de pavimento tuvo

un aumento del valor del CBR en comparación al diseño patrón, después de la incorporación de cal adicionando fibras de material no biodegradable, polímero reciclado y fibras PET se fortalece el criterio en los usos de aditivos en futuros trabajos y evitar defectos mayores en su construcción. A nivel Nacional, se requiere contar con una adecuada infraestructura vial, que cumpla las condiciones mínimas de servicio y así lograr garantizar el transporte eficaz y seguro. La falta de vías de acceso en los nuevos centros poblados y su implementación a nivel de trocha, solo llega a ser un paliativo terminando con la vía dañada en un corto plazo, a causa de un deficiente proceso de construcción, mal compactado del material, incremento de las cargas a un diseño previo sin mayor proyección por disminuir costos, otros; asimismo es importante determinar sus propiedades y su influencia bajo otros materiales. En la última década, con el surgimiento de técnicas producto de la innovación en el mejoramiento con diversos agregados, materiales o aditivos, entre las cuales tenemos el mejoramiento con los diversos polímeros reciclados y en distintas formas de uso donde sus propiedades mejoraron ciertas condiciones del suelo. En diversas zonas del Perú como Huancayo, Huancavelica, Cusco, diferentes tipos de suelos fueron sometidos a estudios, con la incorporación de Fibras de Polímero reciclado, polímero adhesivo natural, otros. Previa evaluación del terreno, tuvo aplicaciones con el suelo natural y en otro caso con material de préstamo ya que no presenta propiedades adecuadas, consiguiendo resultados favorables en las propiedades físico. Mecánicas teniendo algunos casos una evaluación económica de los costos resultando positiva para su aplicación.

El distrito de Huaytara, ubicado en el departamento de Huancavelica, situado a 252 km al sureste de Lima, perteneciente a la provincia de Huaytara la misma que tiene como límite por el norte con la provincia de Castrovirreyna, Huancavelica y Angaraes, por el sur y este con el departamento de Ayacucho, y por el sur y oeste con el departamento de Ica.² son zonas dedicadas principalmente a la agricultura y ganadería como actividades económicas. El clima de Huancavelica muestra niveles desde los -20° a 25°, precipitaciones desde los 70 a 2,000mm totales anuales, humedad relativa desde los 57% hasta los 73%, de acuerdo a las estaciones anuales.³; las principales calles del distrito de Huaytara son de pavimento rígido, este distrito es un punto importante que se encuentra conectado a la vía de penetración los libertadores que conecta la carretera panamericana sur en la costa

sur del Perú con la ciudad de Ayacucho, ubicando a Huaytara como un punto importante a lo largo del recorrido de esa importante vía, por tal motivo el distrito de Huaytara se vuelve un punto de apoyo para las actividades económicas que realizan los distintos distritos que no tienen vías adecuadas las cuales son principalmente trochas, algunas presentan vías a nivel de subrasante con material de préstamo desnivelada y en mal estado, estas vías de bajo tránsito son además constantemente dañadas por las épocas de lluvia dejando en mal estado la carretera la cual genera daños a las unidades que circulan, aumenta el tiempo de traslado o en muchos casos deja inaccesible la carretera por las condiciones del terreno, en él se identificó visualmente que el suelo es arcilloso en la provincia de Huaytara, para estos pueblos como Quito Arma, Huayacundo Arma principalmente por su cercanía y su preocupante y bajo nivel de desarrollo además de San Antonio de Cusi cancha, Tambo, Ayaví que se encuentra más alejadas; preocupación por lo cual se propuso la incorporación de un material, en este caso las fibras de polímero reciclado en una dosificación predeterminada y evaluar la influencia sobre la subrasante.

Formulación del Problema: Existe un crecimiento poblacional, sin embargo, también se refleja la migración de jóvenes a falta de oportunidades ya que no existen suficientes actividades económicas ni educación superior y terminan ocupando las principales ciudades del Perú, a causa de la migración desde el interior del país, esto ha generado una gran cantidad de población adulta sin dedicados principalmente a la agricultura y ganadería sin gente joven para los trabajos que desarrollan. Las únicas vías de acceso fueron construidas por la entidad del estado la misma que está encargada de su mantenimiento, sin embargo, son vías en mal estado y por su cercanía con el distrito de Huaytara con una distancia de 8.9 km es una población con vías en mal estado y bajos niveles de desarrollo socioeconómico, por lo que las principales vías requieren un mejoramiento para las propiedades físico-mecánicas, utilizando material seleccionado de préstamo o utilizando un aditivo para el suelo natural, la necesidad hace que los pobladores rellenen sus vías con cualquier material que le permita circular por la necesidad de transportarse; producto de uso se requiere mejorar la condiciones de la vía, en tal sentido se planteó su mejoramiento incluyendo un

material en fibras de polímero reciclado que logre influir positivamente en su propiedades físicas y mecánicas lo que se aprovecharía en su construcción.

Es por esta razón, que se plantea el siguiente **Problema General**: ¿De qué manera influye las fibras de polímero reciclado en porcentajes de 0,5%, 1% y 1.5% en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022? De la misma forma se planteó los **Problemas específicos**: ¿Cuánto influye las fibras de polímero reciclado en porcentajes de 0,5%, 1% y 1.5% en el óptimo contenido de humedad de la subrasante de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022?; ¿Cuánto influye las fibras de polímero reciclado en porcentajes de 0,5%, 1% y 1.5% en la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022?; ¿Cuánto influye las fibras de polímero reciclado en porcentajes de 0,5%, 1% y 1.5% en el valor del CBR de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022?

Justificación

La presente investigación se justifica proponiendo alternativas nuevas de solución para la mejora de la subrasante, mediante el uso de un material con ciertas condiciones, de alcance global, fácil manipulación y de gran abundancia sin tener un uso adecuado después de cumplir su objetivo de fabricación, termina convirtiéndose en un problema ecológico que afecta los distintos sectores, que por medio de esta investigación buscamos incrementar los conocimientos previos respecto al comportamiento físico y mecánico de la subrasante y bajo la incorporación de las fibras de polímero reciclado, por tanto aplicaremos conceptos sobre la estabilización de suelos con polímeros en la actualidad tienen valiosas propiedades que favorecerían al aspecto técnico así como en lo económico para la construcción de los proyectos de infraestructura vial, presentándolo con la ayuda de indicadores como son: contenido de humedad, máxima densidad (proctor modificado) y CBR. Esta investigación presenta una nueva alternativa solución al aumento del desperdicio de polímeros en sus distintas presentaciones, incrementando la cantidad de desechos sin darle otro uso, este elemento tiene un nuevo uso al adicionarse a la subrasante, por lo que, el elemento de mejora le dará consistencia al suelo de fundación, por tanto se podrá usar como aditivo siendo una nueva alternativa ambiental y disminuir la cantidad de desechos que tiene su final

en los ríos, lagos, vertederos contaminando nuestro ecosistema. Es fundamental que la infraestructura vial esté en condiciones óptimas de servicio y calidad, para ello se necesita que los proyectos sean de técnicos, sostenible, innovador y eco-amigable, así como viables económicamente, La sociedad demanda vías que tengan una óptima condición para facilitar el tránsito fluido además de las actividades económicas como la comercialización de productos de primera necesidad, transporte al trabajo, movilizarse por obtener una educación, etc. Sin mayor obstáculo en la transitabilidad. Es la investigación que busca hacer uso de polímero reciclado en la subrasante a evaluar con la determinación de aportar a sus propiedades (físico-mecánicas), en aplicación de conceptos técnicos desarrollados en el Manual de Carreteras de suelos, geología y asfaltos en desarrollo de los mejoramientos en subrasante.

Hipótesis

En la siguiente investigación, se propone la *Hipótesis General*: La incorporación de fibras de polímero reciclado en porcentajes de 0.5%, 1% y 1.5% mejora las propiedades físicas-Mecánicas de la subrasante de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022. De la misma forma se planteó las *Hipótesis Específicas*: La incorporación de las fibras de polímero reciclado mejora el óptimo contenido de humedad de la subrasante de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022; La incorporación de las fibras de polímero reciclado mejora la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022; La incorporación de las fibras de polímero reciclado aumenta el valor del CBR de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022.

Objetivos

También se planteó el *Objetivo General*: Evaluar la influencia de las fibras de polímero reciclado en las propiedades físico-mecánicas en la subrasante de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022. De la misma forma se planteó los *Objetivos Específicos*: Especificar la influencia de las fibras de polímero reciclado en el óptimo contenido de humedad de la subrasante de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022. Especificar la influencia de las fibras de polímero reciclado en la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022. Indicar la influencia de las fibras de

polímero reciclado en el valor del CBR de la subrasante de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022.

II. MARCO TEÓRICO

Su objetivo es análisis de la incorporación de fibras del material polímeros reciclados y su efecto en el valor del CBR en suelos granulados, en búsqueda de mejorar propiedades de la subrasante y su influencia en el pavimento, el tipo experimental con un estudio aplicativo con una población de sub base de pavimento rígido con porcentajes de 0,5%, 0.75%, 1.0%, 1.25%, 1.50% Y 1.75% de polímero reciclado, y con una muestra de 72 probetas y su muestreo será representativa.¹

Después de realizar los ensayos propuestos de polímeros reciclados como aditivos en dosificaciones de 0.50% y 0.70% en relacion al terreno, obtuvieron como resultado el aumento del valor CBR en un valor de 28% con respecto al inicial. el tesista recomienda en base a sus ensayos que la dosificación tiene que ser tomada adecuadamente a fin de conseguir óptimos resultados, con la adición del polímero reciclado al suelo, teniendo una evaluación previa para no alterar aquellos resultados que serían adversos a los esperados, así también, en suelos granulares la adición de polímeros reciclables para su mejoramiento es una alternativa de uso. Teniendo una justificación principal el uso de un material que por sus características de gran duración el cual tarda más de ciento cincuenta años se considera un contaminante, utilizando este un efecto negativo a favor de aportar en la estabilidad mejorando la baja capacidad portante.⁴

La aplicación de polímeros reciclados para la mejora de los trabajos realizados en la subrasantes con una pobre capacidad portante en carreteras. En la cual se tomaron muestra de la carretera de estudio, tomadas las muestras de subrasante se aplicaron en el laboratorio de suelos los ensayos, clasificada en tramos con características distintas, el tramo primero se observado un suelo con cierta plasticidad moderada a base de grava y arena, en el segundo tramo se obtuvo como resultado un suelo con arena y grava demostrando plasticidad; en base a los datos de ambos, estos respondieron con una capacidad portante baja con un CBR debajo del 6%, en relación a la incorporación de polímero reciclables para una resultado favorable una vez mezclado con el suelo, fue producto de ensayos de

CBR. El estudio determino finalmente que los PET dan resultados favorables mejorando las condiciones de estabilidad para el material de subrasante, debido a que, al incorporar polímeros PET en una dosificación de 1.5% en función al peso del suelo de tiras de forma rectangular con una dimensión de 5 y 10 milímetros, se obtiene como resultado de manera positiva porcentual el valor de CBR en 26%, permitiendo que el suelo de estudio tenga mayor fricción además de una mejor resistencia al corte. ⁵

El estudio bajo una comparativa entre su capacidad portante y su máxima densidad del suelo en estudio, bajo la adición con polímero adhesivo natural, se buscó estabilizar las muestras del suelo adicionando en dosificaciones de 0.5%, 1%, 2% y 3% del polímero con respecto al suelo natural para el análisis de la sub rasante del pavimento rígido en la zona de estudio, Urb. San Judas Chico – Cusco, mediante ensayos de laboratorio se logró determinar el valor de la capacidad de soporte además de la densidad seca de la muestra del suelo; con diferentes dosificaciones del polímero adicionado. La investigación culmino, dejando como resultados, el estrato conformado por arena adicionado en dosificaciones de 0.5%,1%, 2% de polímero adhesivo natural, mejora su compactación además aumenta el valor de su capacidad de soporte en relacion con el estrato de suelo arcilloso que luego de ser adicionado en dosificaciones de 0.5%,1% y 2% con polímero adhesivo natural, tiende a disminuir en relacion al arenoso, La densidad máxima en los estratos de estudio, arcillosos y arenosos de suelo natural bajas su valor en relacion a la densidad máxima en los estratos arenoso y arcillosos de estudio, dosificaciones de adición en 0.5%,1%, 2% y 3% del polímero adhesivo natural. El resultado también muestra que en el estrato arcilloso el contenido de humedad reduce su valor progresivamente, para el estrato de arena en cambio se identifica una dispersión en los valores resultantes similares para las dosificaciones en 0.5% y 2% de adición, obteniendo un valor superior de contenido de humedad en dosificaciones de 1% y 3%, no superando al suelo natural. ⁶

El estudio realizado bajo el principal objetivo, analizar un suelo arcilloso con estabilización de cal, con la propuesta de adicionarle fibras de material reciclado polisombra, con la finalidad de determinar el aporte para el mejoramiento en su

resistencia y durabilidad. Entonces varios de los problemas que muestra el suelo, en relación a la estructura vial se presentan en estas propiedades, motivo por el cual el estudio se dirigió en plantear que las propiedades en la estabilización de suelos mejoren, aportando con la presente investigación una innovación y beneficio. para el desarrollo de la investigación se planteó utilizar dosificaciones diferentes, adicionando fibras en 0.5%, 1%, 1.5 %, en relación al peso del suelo, se elaboró briquetas de suelo- natural, suelo natural con adición de cal y suelo natural con adición de cal y las dosificaciones predeterminadas, realizado los ensayos para la evaluación de resistencia a la compresión inconfiada y durabilidad, y se analizó la integración del material produjo cada porcentaje de fibra determinando su aporte. se verifico en los resultados, el aporte de la adición de fibras de polisombra, en relación a la mezcla sin adición, y cuál de las dosificaciones, mejoro en relación a la resistencia a la compresión inconfiada, así como la durabilidad, en la mezcla suelo-cal. ⁷

El polietileno teraftalato en la presente investigación fue materia de ensayos a fin de comprobar la influencia en las propiedades mecánicas que el PET desarrolla sometido a esfuerzos de la compresión estática, además para conocer la influencia sobre el PET en su comportamiento mecánico del. En tal sentido son realizados ensayos para la compresión estática no confinada a distintos recipientes y como producto de esta identificar a los cuatro que presentaran mejores condiciones: accesibilidad, resistencia, la mínima deformación y excelente relación, peso. Los envases seleccionados fueron rellenos con plásticos para poner en ejecución las pruebas de comprensión simple de manera que relacione aquellos resultados con los que fueron adquiridos. El estudio concluyó, que los envases que fueron embutidos con bolsas de polietileno mejoraron su valor de resistencia en una alta proporción (hasta 140%), sin embargo, su peso también aumenta de forma radical llegando hasta un 570%. Por último, el estudio deja como recomendación que el uso del polietileno teraftalato en envases resulta innovador, siempre y cuando el peso de la estructura no sea una restricción, considerando los resultados que demuestran una mejora en la resistencia del suelo. ⁸

Mejorar el suelo de estudio con características Arena Arcilloso de Baja Plasticidad, se realiza el método experimental para la inclusión de fibras PET buscando mejorar el comportamiento físico - mecánico del suelo en estudio. Se predetermino la forma de uso con tiras, con cortes de 3 cm de largo, 2 mm de grosor, con el objetivo de Comparar sus parámetros determinados del suelo natural y luego con adición en dosificación del 1.0% de PET en fibras, concluido los ensayos se evalúan los resultados. Teniendo como conclusiones, obtener una resistencia del 1,9% al ser adicionadas al suelo arenoso arcilloso de baja plasticidad un suelo con adición de fibras PET, considerando lo anterior, para el mismo suelo se notó una mejora de un 0,3% en comparativa del suelo natural del 1,6% de resistencia, en tal sentido se concluye que el suelo de estudio de características arena arcilloso obtuvo un mejoramiento optimo en relacion a la dosificación de adición de fibras en un valor de 0,3% , en consecuencia las fibras de PET arrojan como resultado un mejora del suelo, sin embargo no cumple los parámetros que exige la norma I.N.V.E-148 Art.220 definiendo el porcentaje mínimo para el CBR, siendo un suelo adecuado debe tener un valor mayor al 5%.⁹

Geotechnical characterization of plastic waste in pavement subgrade applications. This research proposes an alternative use of plastic waste, to recycle and use them as construction material. Different forms and types of plastic waste have been evaluated with soil from natural substrates in the road industry. Four classified types of plastic waste from a recycling market with silty or clayey gravel and sandy soil of type A-2-7 AASHTO were used in granular, flake and ground form. These types of plastic are: low-density polyethylene (LDPE), high-density polyethylene (HDPE), polyethylene terephthalate (PETE), and polypropylene (PP) resins. The investigation involved evaluating compaction, Californian Load Ratio (CBR), strength, resilient modulus, and permeability properties for both the natural and modified sub-substrate. The results obtained show that the addition of plastic waste decreases the maximum dry densities of the subgrade soil, the addition can increase or decrease the CBR and MR values of the subgrade, produced depending on the plastic content, shape and type. In relation to the permeability values, many increased with the addition of plastic waste, while the hydraulic conductivity of some soils modified with plastic will remain unchanged. Floors with plastic substrates have

a higher angle of friction and lower compressive strength than floors without plastic. As a result of this research, it is suggested that the use of the material is useful in subgrade applications. ¹⁰

This research arises from the need to understand the variation of the CBR and Moisture Content values of the subgrade under the influence of high-density polyethylene (HDPE) waste plastic fibers. The tests were carried out with certain percentages of plastic fibers in different lengths and proportions from 0 to 6%. The Indian Road Congress (IRC) codified the exact design strategies of pavement layers based on the strength of the substrate which is primarily dependent on the CBR value. The results show that the resistance of the soil achieves improvements, but it implies an adequate control of the dosage to favor the modification of the properties of the soil. The proposed technique can be used with advantage in the construction of embankments/roads. The material can be used in basic courses in the construction of rural roads in saturated clay soils, providing a solution to the proper disposal of waste plastic materials in favor of the environment. ¹¹

This is a study on the effect of plastic granules on soil properties. Using the engineered plastic in the form of granules on the floor solves the problem of waste disposal and does not present any significant reduction in the strength of the floor. The experiments were carried out taking as a sample an available weak soil. They are tested in soil with variable percentage of plastic granules and without adding it to compare these results. The data it presents includes dry density values, shear strength, CBR value, permeability. The results show that the properties of the soil do not vary considerably. For the present investigation, this technique is proposed as an effective method to dispose of plastic waste. ¹²

Analysis of the influence of waste polymer of soil subgrade. Esta investigación a través de los ensayos determinados se intentó demostrar la gran influencia sobre la resistencia de la subrasante y el contenido de humedad, luego de predeterminar la dosificación de la fibra plástica de HDPE para su adición. Se consideró una dosificación del 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5% y 6%, por tal motivo como resultado de conjunto de pruebas de CBR del suelo con adición. Los resultados de los ensayos

reflejaron que las fibras de plástico usado en dosificación adecuadas optimizan la resistencia del suelo además influye en sus propiedades. En conclusión, la adición de fibra de plástico en la subrasante del suelo puede lograr una mejora en la resistencia del material de estudio, en comparación al suelo natural además se indica la influencia de varios factores como el ángulo de fricción. ¹³

The research evaluates the possibility of recycling and reusing the large amounts of material used for years. The article presents the results of the effect of the recycled geogrid on the load capacity of soils, through the CBR test. Use a polyester geosynthetic for testing due to its high resistance to biodegradation and wide application. In two types of highway and railway, substrates mixed with geosynthetic cuttings were used in dosages of different weights. The aim of the research was to demonstrate whether old demolition geosynthetics could be used to reinforce road and rail infrastructure as recycled material. The influence of the cut of the geosynthetic. The results obtained confirm the possibility of using recycled geogrids to improve the bearing capacity of the pavement substrate, at least under these laboratory conditions. In the case of sand, the use of a 2.0% additive makes the poorly compacted soil obtain sufficient bearing capacity from the improved road substrate layer. As expected, the level of this improvement depends on the type of soil and the shape of the geogrid cuts. ¹⁴

This article called "Analysis of the resistance and durability of a cement floor adding non-biodegradable material recycled polyethylene Raschel mesh (polishade) in different percentages in relation to the weight of the floor", carried out at the Universidad de la Salle, 2016. Seeking to identify What variations do polymeric materials produce in the mechanical properties of the subgrade? Using background information on the modifications of the subgrade properties resulting from the addition of natural and synthetic fibers, in order to have a theoretical basis that justifies the application of these additions at the construction level. As a result, 65% of investigations on changes in compressive strength were obtained; 30% of them are oriented to the study of tensile stresses when they are polymer fibers; and the other 5% evaluate properties such as fatigue or resistance to axial tension. In conclusion, the studies reflect an increase in the compressive strength, with a

variation that responds to the type or material to be mixed with the soil and cement. However, there are few investigations related to the modifications of the subgrade with non-biodegradable material, finding limited information.¹⁵

Una investigación que brinda una alternativa para mejorar la resistencia, Angulo de fricción interna y cohesión de un suelo arcilloso de alta plasticidad (CH) usando el concepto de suelo fibra reforzado, este mejoramiento o refuerzo se dio con la aplicación de fibras poliméricas de PET reciclado, el estudio realizado con muestras de suelo natural en la carretera Trujillo hacia Huamachuco, determino las adición de fibras PET de 20 mm de longitud en porcentajes de 0.3%, 0.6%, 0.9%, 1.2% y 1.5% del peso seco del suelo. Como resultado de la investigación se determinó que la adición produjo una mejora en un 49.95% de la resistencia del suelo; con respecto a los valores de ángulo de fricción interna y cohesión presento mejoras en un 72.73% y 22.28% y finalmente realizaron un análisis matemático con el método de Bishop, determinando un aumento del factor de seguridad respecto al suelo arcilloso.¹⁶

El uso de polímeros reciclados PET buscando estabilizar los suelos arcillosos en la carretera que comunica Juliaca y Caminada, determino para su estudio porcentajes de adición del 1%, 3%, y 5% de polímeros reciclados PET para realizar los ensayos y determinar sus propiedades físicas y mecánicas del suelo natural y con las adiciones, como resultado de los ensayos el CBR del suelo natural igual al 5.41% y con la adición de 3% resulto la más favorable con un incremento del CBR igual al 6.19%, con la misma dosificación una mayor compactación.¹⁷

El estudio realizado en Chiclayo busco evaluar los efectos del plástico PET producto de reciclaje de los desechos de envases de bebidas, sobre las propiedades físicas y mecánicas del suelo arcilloso para subrasante ubicado específicamente en una zona de estacionamiento, el material plástico fue seleccionado y procesado para usar en dimensiones de 1", ½", 2.5" y 4" y en una dosificación predeterminada al 1%, 1.5%, 1.15%, 1.25% y 2.5% de plástico PET con respecto al suelo seco, como resultado el valor de la MDS aumento en 9.60%

con la adición de plástico de 1" al 1.25% y el valor del CBR aumento en 4.21% con una adición de plástico del 1" al 1.15%.¹⁸

Teorías Relacionadas al Tema

Se hace referencia a "polímeros reciclables" a todo plástico con una finalidad de uso después de su función principal, es el único tipo de polímero que puede recibir otro uso de forma directa o después de cierto proceso, salvo casos específicos ya que estos no son aceptados por acopio de reciclaje, ya que no todos tipos de plástico pueden ser reciclables.

Los materiales plásticos están limitados actualmente al 1- 2% de reutilización, a causa de los mayores controles de calidad en estos productos. Puesto que el plástico reciclado derivado del uso de envases alimentarios y embalajes, ya no sirve para volver a emplear para la fabricación de nuevos envases que porten alimentos por razones sanitarias entendidas, en tal sentido debe buscarse esta para otro tipo de aplicación ya que gran cantidad del plástico que encontramos en la basura doméstica, diaria es del tipo film, el cual es muy difícil de recuperar. Producto de una tendencia en la última década por reducir costes en materia prima, derivados del petróleo los productos ofrecen un deterioro de la calidad, así como un aspecto físico.¹⁹

Clasificación de polímeros reciclables

P.E.T o P.E.T.E: conocido como tereftalato de polietileno, aquel plástico es muy común, puede reciclarse y es bastante conocida y usada por las personas, normalmente lo usamos en diferentes refrescos, bebidas como gaseosa, agua, etc.
HDPE: es un polietileno de alta densidad, similar al PET es muy común usada en las botellas de productos de limpieza, champú, etc.

PVC: llamado policloruro de vinilo, este plástico no es muy común de reciclar por los pocos usos inmediatos luego de reciclarlo por lo que es difícil encontrarlo en centros de reciclaje, encontramos este tipo de envase en detergente líquido, paquetes de alimentos, etc. Y en la construcción conos de tráfico de un pavimento, tuberías.

LDPE: es el polietileno de baja densidad, un plástico muy común ya que lo usamos para recibir cualquier compra, las bolsas plásticas.

PP: llamado Polipropileno, en la industria de la construcción y automovilística este plástico es común.

PS: comúnmente denominado poliestireno, este en comparación del polipropileno tiene un que viene a ser poco común y lo encontramos en el empaque de productos, etc. ²⁰

Otros: En cuanto a la selección, plásticos que realmente servirán para reciclarlo por cuanto no todos lo son o tienen esta característica, por su naturaleza de combinación algunos de los mencionados o también la combinación con otro polímero distinto (plástico), como es el caso de los galones de agua.²¹

Polímeros PET, el tereftalato de polietileno es un plástico de tipo I, utilizado en fabricar los envases de las diversas bebidas. El PET químicamente que resulta de una reacción policondensada entre el ácido tereftalático y el etilenglicol, de acuerdo a su composición, perteneciente al grupo de materiales sintéticos conocidos como poliésteres. ²²

“Los elementos de una estructura de un pavimento son subrasante, sub base, base y carpeta asfáltica”.²³

Pavimento Rígido, este pavimento está constituido por una estructura de concreto hidráulico que descansa encima de una capa de un material determinado como la sub base del pavimento rígido o sobre su subrasante. Presenta alto coeficiente de elasticidad y por consiguiente buena distribución de esfuerzos debido a su gran rigidez ²⁴.



Figura 1: Sección transversal típica de pavimento rígido.

Fuente: referencia 24

El pavimento de adecuada flexibilidad es adecuado por cuanto la realiza una distribución de carga flexible y fijado por las propiedades del sistema que presentan sus estratos que lo componen, siendo aquella de una calidad superior debido a estar más próxima al nivel superior, donde son mayores sus tensiones, aquellas

tensiones mayores a la subrasante se provocan porque su deformación es más pronunciada, al presentar menor rigidez el pavimento. ²⁵

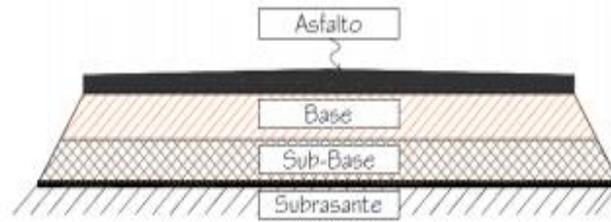


Figura 2: corte transversal típica de pavimento flexible.
Fuente: referencia 26

Este pavimento articulado viene siendo aquel que presentan en su estructura, una capa de rodadura conformada por bloques de concretos prefabricados conocidos como adoquines. Estos bloques pueden ser soportados sobre una capa delgada de arena ²⁶

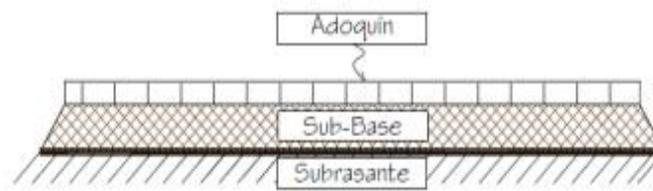


Figura 3: Sección transversal típica de pavimento articulado.
Fuente: referencia 23

La sub-base es una capa de firme ubicada por debajo de la base y sobre la explanada, siendo esta capa situacional pues no es necesaria cuando las explanadas presentan un alto valor o capacidad de soporte, La función principal de la sub-base es brindar un apoyo uniforme para su puesta en obra y compactación. ²³

SUB-BASE, Es una capa de firme situado por debajo de la base y sobre la explanada, siendo esta capa no necesaria cuando las explanadas presentan un alto valor o capacidad de soporte. ²³

La base tiene una función de total importancia, ya que, es estructural, al ofrecer un elemento resistencia a la acción de cargas de tránsito que sean capaz de transmitir los esfuerzos resultantes con adecuadas intensidades. Esta es la segunda capa del pavimento flexible, que cumple principalmente con la siguiente función. ²⁶

SUBRASANTE, Es una capa de un terreno de una vía la cual forma parte y se apoya una infraestructura vial como un pavimento, se presenta como característica principal su Módulo de Resiliencia. ²⁴, es el nivel superior del terreno culminada en la carretera luego de realizar los trabajos como relleno o corte y sobre esta se ubica la estructura del pavimento o afirmado ²⁷, La sub rasante es el nivel superior del terraplén o el nivel de excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, y está debe estar conformada por un suelo que cumpla los requisitos mínimos, permite darle estabilidad, con el objetivo que la carga de diseño no termine afectándola. Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, la cantidad de vehículos que circula y las propiedades y características de los materiales de construcción en la superficie de rodadura, conforman los puntos básicos para el diseño de la estructura del pavimento que se colocará encima. En el proceso constructivo, la parte final, 0.30m de suelo del nivel superior para abajo en la sub rasante, tendrá que ser compactados al 95% de la máxima densidad seca producto del ensayo proctor modificado (MTC EM 115). Aquellos suelos que se encuentran 0.60 como mínimo por debajo del nivel superior de la sub rasante, deberán cumplir con ciertas características de estabilidad además de un $CBR \geq 6\%$. En el panorama que este suelo se encuentre con un valor de $CBR < 6\%$ (sub rasante Insuficiente o sub rasante inadecuada), lo adecuado a continuación es la estabilización de suelos, para tal caso el profesional a cargo realizara el análisis de acuerdo a la naturaleza del suelo a fin de definir opciones para su solución, las cuales pueden ser estabilización mecánica, estabilización con geosintéticos, reemplazar el suelo de cimentación, elevación de la rasante, estabilización química de suelos, cambiar el trazo vial, decidiendo el uso de la más conveniente, técnica y económicamente. ²⁸

Suelo, Es la capa más superficial que presenta la corteza, está en constante cambio, por ello se determina dinámica y actúa de interface de la atmósfera, geosfera, biosfera e hidrosfera, puesto que contiene elementos de cada una. ¹⁶

Arenas, Es aquel suelo con grano finos que proceden de la denudación de las rocas, o también mediante la trituración artificial. ²⁹

Arcillas, Partículas muy finas, que sus partículas sólidas presentan una masa con propiedad de volverse plástica al mezclarla con agua. ²⁹

Base, Es una capa situada bajo la carpeta de rodadura, siendo su principal función la resistencia. ³⁰

Gravas, Son acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas, las cuales presentan un diámetro mayor de 2mm. Estas gravas sufren desgaste en sus aristas, por lo que son redondeadas. ²⁹

Limo, Son granos finos con casi nula o ninguna plasticidad, puede ser producido en cantera o se pueden encontrar en ríos. ²⁹

Compactación es la aplicación de fuerzas mecánicas para dar consolidación al suelo, eliminando el aire incluido en él. ³¹

La estabilización es el proceso en donde se aplican métodos para mejorar las características y propiedades de un suelo. ³¹

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de investigación

“La investigación aplicada esta enfocada en la búsqueda del conocimiento para actuar, para construir, para modificar, basándose en resolver los problemas de una manera práctica, con un margen de generalización limitada, asimismo la información obtenida a través de esta investigación deberá ser también aplicable en cualquier lugar y por tanto ofrece oportunidades significativas para su difusión”.

33

En concreto, la presente investigación es del **tipo aplicada**, puesto que se usa la teoría y ciencia ya existente buscando poner en práctica estos conocimientos previos para aplicarla de manera directa en casos prácticos reales, empleando el uso de fibra de polímero reciclado en la subrasante y la elección de un diseño óptimo de su dosificación tomado de estudios anteriores que tienen determinado % del aditivo, en función a los resultados obtenidos del laboratorio, con el fin de analizar la influencia sobre las propiedades físicas, mecánicas.

Diseño de investigación:

Cuasi experimento, se define a la investigación que cuenta con todos los elementos que contiene un experimento, con la diferencia que existe una elección o asignación aleatoriamente a los grupos. La ausencia de aleatorización, el investigador afronta la tarea de identificar y separar los efectos en función a los factores y determinar quién va a afectar a la variable dependiente.

Si bien se ha avanzado metodológica y estadísticamente se debe tener que el enfoque cuasi experimental tiene mayor vulnerabilidad a las amenazas contra la validez inferencial en cuenta y controlar las fuentes, en comparación con la estrategia experimental. Así también, en un cuasi experimento se puede proponer más hipótesis alternativas para que se ajusten a los datos. Sin embargo, hay una mayor generalización de los resultados con otras situaciones distintas a la de investigación.³⁴

La presente investigación, considerada **cuasi experimental**, en virtud a que se empleara intencionalmente la dosificación de fibras de polímero reciclado (0.5%, 1.0% y 1.5%) en el material del suelo, con el propósito de examinar su influencia en las propiedades física y mecánicas de la subrasante, la dosificación del presente estudio ha sido preestablecido por el investigador, dosificaciones seleccionadas en función a antecedentes, estudios previos de distintos autores. (Tesis Vargas N. 0,5%, 0.75%, 1.0%, 1.25%, 1.50% Y 1.75%) adición de polímeros reciclados, (Tesis Ramos H. 5 y 10 mm de cortes rectangulares en 1.5%) adición de polímero reciclado y (Tesis Romero R 0.5%, 1%, 2% y 3%) adición de polímero adhesivo natural.

3.2. Variable y Operacionalización.

Variable Independiente: Fibras Polímero reciclado

Definición conceptual:

Polímero producto del procesamiento del petróleo el cual es procesado con el antimonio a fin de obtener el PET (tereftalato de polietileno) en partículas pequeñas, fibras. El PET es un material difícil de degradar, puede demorar aproximadamente unos 700 años para lograr degradarse, ya que los microorganismos no tienen los mecanismos para desintegrarlos. Por lo que pasado dicho tiempo los enlaces químicos entre sus átomos del plástico inician a descomponerse ³⁵

Uso de fibra de polímero reciclado, es la variable independiente puesto que, la adición del material provocará un efecto en la variable dependiente, sea positivo o negativo para las propiedades físicas mecánicas de la subrasante.

Definición operacional: Las dosificaciones del Aditivo fibras de polímero reciclado empleadas en 0.5%, 1.0% y 1.5% respecto de la subrasante, se emplearán para los 04 diseños de mezclas siguientes (N, 0.5%, 1.0% y 1.5%), con el objetivo de mejorar las propiedades físicas y mecánicas del subrasante y reducir su costo unitario.

Variable Independiente 1 VI 1: Fibras Polímero reciclado

Variable Dependiente: Propiedades Física - Mecánicas De La Subrasante

Definición conceptual:

La denominada subrasante, terreno de fundación a aquella superficie después de terminada el movimiento de tierra a nivel de corte o relleno, sobre la que descansa la una capa de afirmado o estructura del pavimento. ³⁶

Son los parámetros que definen el comportamiento estructural de la estructura de la estructura vial, en la cual abarca gran importancia de sus propiedades físicas y mecánicas para la estabilización del suelo.

Definición operacional:

Subrasante es el suelo natural o de préstamo, que se combina con el aditivo de fibras de polímero reciclado para mejorar sus propiedades físicas y mecánicas. En la presente investigación primero se realizará los ensayos del Análisis granulométrico en el tamiz para la muestra patrón y ensayos de Limite consistencia 3 muestras para conocer su clasificación, asimismo, se realizarán, para el contenido de humedad se realizarán 3 muestras, también para el proctor 4 diseños pre establecidos (N, 0.5%, 1.0% y 1.5%) y 4 diseños pre establecidos (N, 0.5%, 1.0% y 1.5%) para el CBR resultando un total de 25 ensayos, en todos los casos indicados se cuantificara su calidad mediante ensayos de laboratorio, evaluando su influencia en la propiedades física-mecánica.

Variable Dependiente VD1: propiedades físico mecánicas de la subrasante

3.3. Población, Muestra y muestreo

Población

Denominada al conjunto o grupo de casos que concuerdan con determinaciones específicas de acuerdo al estudio del problema.³⁷ Por ello, esta investigación considera como población a las subrasantes, llegando a ser todos los suelos a nivel subrasante que se ubican en la carretera Huaytara – Quito arma. en el distrito de Huaytara, provincia de Huaytara y departamento de Huancavelica.

Muestra

la muestra es un subgrupo de una población, las cuales se delimitan por características más específicas, de esta manera, las muestras no probabilísticas, son seleccionadas no por probabilidad sino por la relación de las características que presenta la investigación. ³⁸ De esta manera, se determina que la muestra de estudio es el material extraído de calicatas.

La muestra será el suelo extraído en las calicatas que se determina en la presente investigación alineada con el MTC 2016, Manual de ensayo de materiales; de tal

manera como presenta. El muestreo de la investigación presente es no probabilístico ya fue designada de manera arbitraria, utilizando criterio del investigador y lo normado.

Tabla 1. Muestra de la investigación

ENSAYOS A REALIZAR		SUELO NATURAL	ADICION DE 0.5% DE FIBRAS DE PLOIETILENO	ADICION DE 1.0% DE FIBRAS DE PLOIETILENO	ADICION DE 1.5% DE FIBRAS DE PLOIETILENO
PROPIEDADES FISICAS	ANALISIS GRANOLUMETRICO	3			
	ENSAYO LIMITES DE CONSISTENCIA	3			
	CONTENIDO DE HUMEDAD	3			
PROPIEDADES MECANICAS	PROCTOR	3			
	CBR	1	1	1	1
TOTAL POR MUESTRA		13	1	1	1
TOTAL		16			

Fuente: elaboración propia

Muestreo

El muestreo es la determinación de la población escogida, obtenida a partir de la muestra partiendo de la misma, esta práctica se realiza bajo un determinado criterio o al azar a conveniencia de estudio de la tesis. En esta investigación el muestreo de esta investigación responde al tipo no probabilístico, en consecuencia, a que la muestra no es determinada al azar. Se eligió buscando el tramo más crítico y según el número de muestras bajo los estándares normativos utilizados MTC 2016.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

La presente investigación utiliza la observación experimental, siendo captadas las características y cualidades del sujeto de estudio producto del recojo de datos de laboratorio, que son tomadas bajo los formatos de la ficha técnicas y/o protocolos de acuerdo a la normativa, datos percibido por mis sentidos. el instrumento a aplicar

es un detallado esquema de procesos que conlleven a unificar datos con la finalidad específica, en esta etapa se diseñara una ficha de recopilación de datos relacionando variables, dimensiones e indicadores. ³⁹

El instrumento que se usó en la presente investigación está en base reglamento de la norma del MTC utilizando fichas técnicas, Estos protocolos ya fueron validados científicamente, por consiguiente, ya no es imprescindible la validación mediante expertos, tales protocolos so definidos por las normativas internacionales AASHTO – ASTM.

De la misma manera utiliza las normativas establecidas por las Normas Técnicas Peruanas: “Análisis Granulométrico” MTC E 107, “contenido de humedad natural” MTC E 108, “Limites de Atterberg” MTC E-110 y 111, “Clasificación SUCS” (ASTM 2487) y Clasificación AASHTO (AASHTO M 145), “Compactación (Proctor modificado)” MTC E-115, “Ensayo de CBR” MTC E-132.

Instrumentos de recolección de datos

En esta investigación fueron empleados diversas herramientas para la obtención y registro de datos de cuerdo al carácter del estudio, de manera precisa y objetiva resultad de los ensayos, por lo cual se menciona lo siguiente:

- Observación
- Fichas de Recolección de Datos (Indicadores de la V. Independiente)
- Fichas de Resultados de Laboratorio (Ensayos)
- Ensayos

Tabla 2. *Ensayos de Laboratorio*

	Ensayos	Instrumentos
Ensayos	Ensayo de análisis granulométrico	Fichas Resultados de Laboratorio, según la MTC E 107
	Ensayo de contenido de humedad natural.	Fichas de Resultados de Laboratorio según la MTC E-108
	Ensayo Limites de Atterberg	Fichas de Resultados de Laboratorio según la MTC E-110 y 111
	Clasificación SUCS	Fichas de Resultados de Laboratorio según la (ASTM 2487)

		y Clasificación AASHTO (AASHTO M 145)
	Ensayo de compactación (Proctor modificado)	Fichas de Resultados de Laboratorio según la MTC E-115
	Ensayo de CBR	Fichas de Resultados de Laboratorio según la MTC E-132

Fuente: Elaboración propia

Confiabilidad

“La confiabilidad hace referencia al uso de un instrumento o equipo en diferentes ocasiones dando resultados coherentes o medidas precisas y que además sea confiable de manera consiente”⁴⁰

Al hablar de la confiabilidad se refiere a la aplicación repetida o consecuente de un objeto que será estudiado, lo cual al ser estudiado continuamente deberá arrojar resultados iguales o similares entre ellos, brindando la confianza de los resultados obtenidos y de los instrumentos que serán utilizados en el trayecto del ensayo, a su vez se brindará certificados de calibración del instrumento a utilizar en los ensayos.

Validez

Esta característica de los instrumentos, cuando son utilizados en la investigación determina medidas auténticas y exactas en todo aquel resultado que se busque medir a una variable.

Es por ello, que los instrumentos a utilizar son sometidos a una validación de expertos o especialistas (Fichas de Recolección de Datos) en el ámbito de construcción o carreteras en el cual se encargan de revisar y aprobar el contenido del instrumento a utilizar en esta investigación, de tal forma que este mida realmente a la variable que pretende medir, basados en las MTC 2016.

3.5. Procedimientos

Se procedió al acopio de los polímeros reciclados en distintos lugares, para luego mediante un procedimiento sea casero o con máquina, se extraerá la muestra resultante de fibras las cuales serán colocadas en taras para su posterior pesado y acopio, luego se procedió a la extracción del suelo para los 4 diseños empleados para los cual se realizaron los estudios del suelo para subrasante, siendo Contenido de humedad. (ASTM D 2216), Análisis Granulométrico. (ASTM D 422), Límite de

Atterberg o Índice de Plasticidad. (ASTM D 4318), Proctor Modificado. (ASTM D 1557), CBR “California Baring Ratio (ASTM D 1883) evaluando la mejor alternativa de resultados.

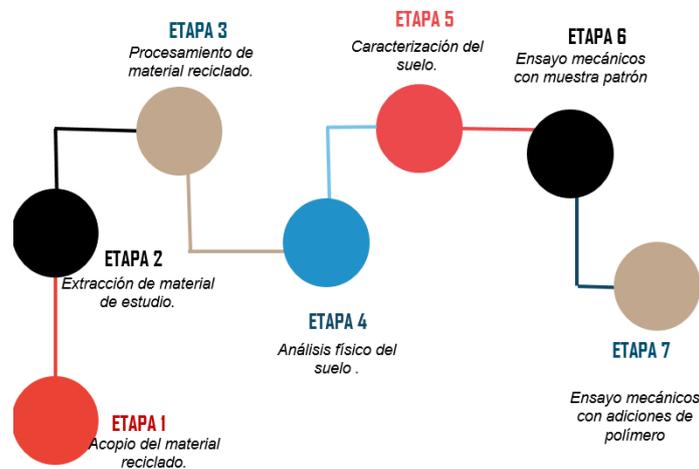


Figura 04: Procedimiento del proyecto

Fuente: elaboración propia.

3.6. Método de Análisis de datos

La selección de datos se efectuará a través de la observación directa, el cual permitirá observar en laboratorio cada prueba realizada para tomar los apuntes que correspondan, imprescindibles para los resultados que serán contrastados con la hipótesis.

obtenidos los resultados generado por los ensayos de laboratorio siendo analizados mediante una guía de documentos recogidos mediante observación directa. Cuya información será base para la interpretación y comparación del comportamiento del aditivo en la. De tal manera que se pueda identificar su variabilidad y comprobar la hipótesis.

3.7. Aspectos éticos.

Siendo alumnos en la prestigiosa carrera profesional como lo es Ingeniería Civil, la presente investigación presenta resultados con una veracidad productos de la responsabilidad, respeto, honradez, honestidad y confianza en mi propio trabajo sin haber copiado o recolectado parte o partes de las tesis de otros autores, al respecto es importante para mi respetar sus aportes, por lo que considera de gran valor personal la practicar la disciplina que se desarrolla dentro de lo moralmente bueno y malo y moralmente correcto e incorrecto. ³⁸

En consecuencia, se indican todas las normas, instrumentos y manuales que son utilizados para el presente proyecto de investigación en respeto estricto por los derechos de autor, así también será contrastados por la herramienta web Turnitin.

IV. RESULTADOS.

“Influencia de la Incorporación de la fibra del polímero reciclado en la subrasante de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022”

Ubicación:

Departamento : Huancavelica
Provincia : Huaytara
Distrito : Huaytara
Ubicación : Huaytara - Quitoarma



Figura N°05: Mapa del Perú
Ubicación Huancavelica

Fuente: buscador Google.

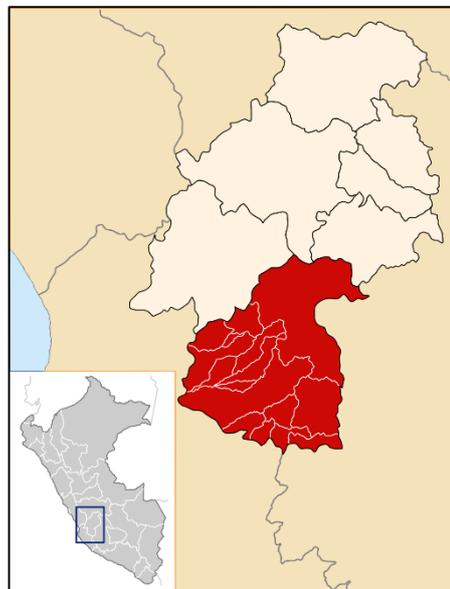


Figura N°06: Mapa de Región

Fuente: buscador Google



Figura N°07: Mapa provincial– Huaytara.

Fuente: Google Search.

Localización:

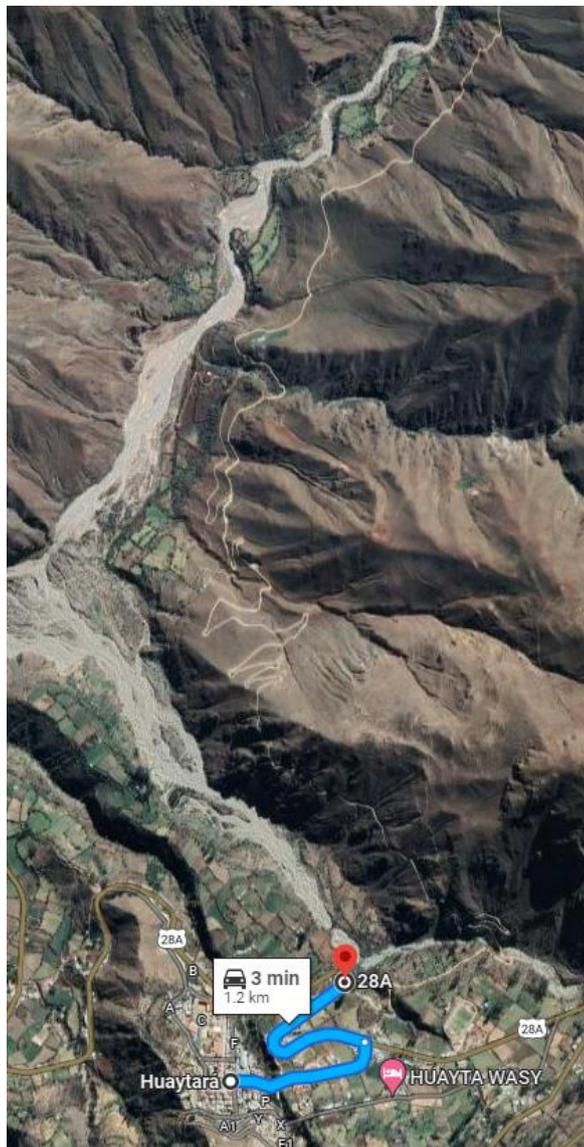


Figura N°08: Mapa del tramo de la carretera HUAYTARA-QUITOARMA.

Fuente: Google Maps.

La presente investigación se llevo a cabo en la carretera Huaytara-Quitoarma, ubicando su inicio en el desvio de la carretera libertadores a 5 minutos del centro del distrito de huaytara, realizando tres calicatas en la progresivas determinadas:

Trabajo De Campo

Calicata N°1

Progresiva: 3 + 600 km.

Altura: 1.55 m

Dimensiones: 0.80 x 1.20 m

Lado de vía : lado Derecho

Figura 09: Calicata –N°1



Fuente: Elaboración propia

Calicata N°2

Progresiva: 4 + 200 km

Altura: 1.52 m

Dimensiones: 0.80 x 1.20 m

Lado de vía : lado Derecho

Figura 10: Calicata –N°2



Fuente: Elaboración propia

Calicata N° 3.

Progresiva: 5 + 500 km
Altura: 1.51 m
Dimensiones: 0.80 x 1.20 m
Lado de vía : lado derecho.

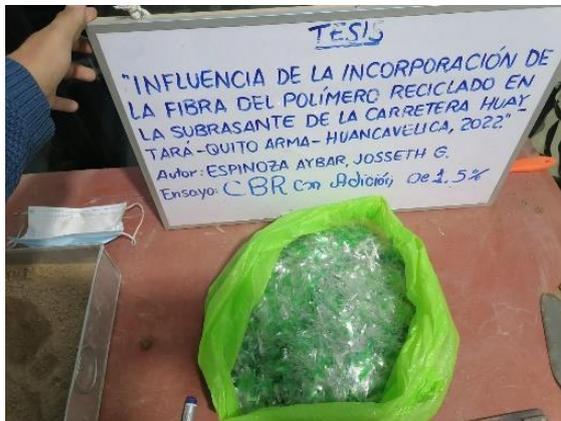
Figura 11: Calicata –N°3



Fuente: Elaboración propia.

Recolección De Aditivo

Figura 12: almacenado Fibras de polímero reciclado



Fuente: fotografía propia.

Figura 13: Procesado de Fibras de polímero reciclado



Fuente: fotografía propia.

Figura 14: Fibras de polímero reciclado dosificado en %



Fuente: Elaboración propia.

Se realizó manualmente el corte del polímero reciclado escogido, en este caso las botellas de pet, por lo cual se recolecto luego paso a lavarse y se procede a cortar en tiras hasta obtener una muestra de forma rectangular de 20mm de largo por 5mm de ancho.

Trabajo de Laboratorio -

Se realizó en total 3 calicatas en diferentes progresivas, de acuerdo al Manual de Carreteras la cantidad de calicatas necesaria para la exploracion de suelos; definida por el tipo de la carretera, carretera con transito bajo volumen de, en ese sentido se tomo calicatas en cada kilómetro designado, en consecuencia se realizó el ensayos granulométrico en las 3 puntos con el fin de examinar y definir en base a los resultados el terreno menos favorable para continuar los ensayos respectivos en funcion al uso del aditivo y su influencia.

Figura 15: tamizado de muestra



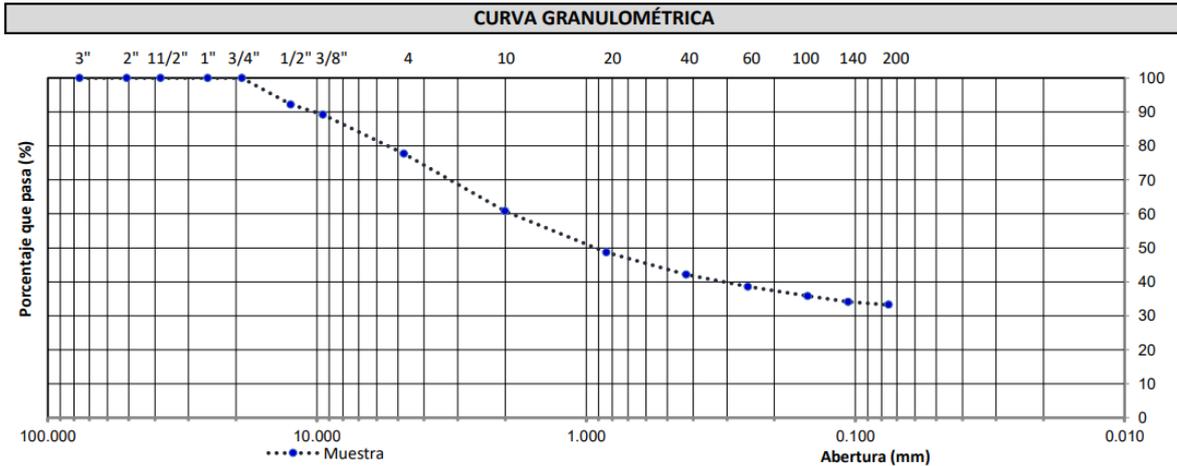
Fuente: Elaboración propia

Figura 16: Caracterización de suelo



Fuente: Elaboración propia

Granulometria



CLASIFICACIÓN SUCS			
Suelo de grano:	GRUESO (S)	Gradación:	-
>15% Grava:	CON GRAVA	Bolones o bloques:	NO PRESENTA
SC	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA		

CLASIFICACIÓN AASHTO	
A-2-6 (2)	IG = 2

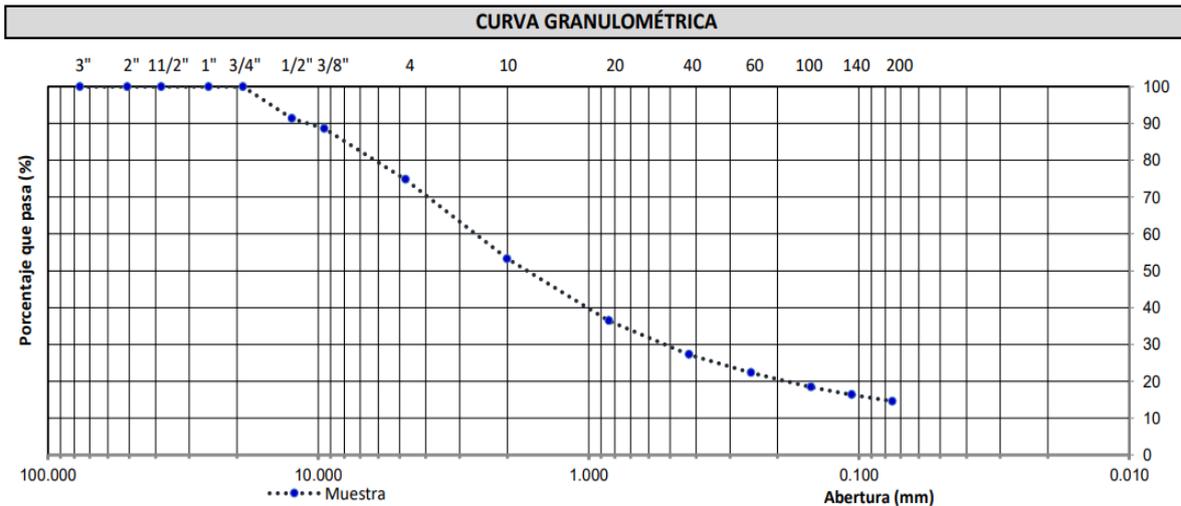
DATOS DE LA MUESTRA			
%w	4.33%	Peso esp. (g/cm3)	-
LL	34	%Grava	22.31
LP	14	%Arena	44.49
IP	20	%Finos	33.19

Figura N° 17 Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata N°01

Fuente: Resultados de laboratorio.

Interpretación.- Según el ensayo granulométrico por tamizado se puede demostrar para el material obtenido de la **CALICATA N° 01**, material pasante por la malla N° 200 fue del 33.19 %, material con una cantidad mediana de finos, del material pudo pasar un 77.69% por la malla N° 4 por lo que se considera un material arenoso con 44.49% y finalmente un 22.31 % es grava.

De acuerdo al material extraída como muestra ubicada en el km 3 + 600 donde se realiza la calicata en la carretera Huaytara - Quitoarma, se pudo demostrar según la clasificación SUCS en el laboratorio (EPICRET S.R.L) que la muestra resulta ser una ARENA ARCILLOSA CON GRAVA (SC) y encontrándose en la clasificación AASHTOO ubicada en el grupo A-2- 6(2).



CLASIFICACIÓN SUCS				CLASIFICACIÓN AASHTO	
Suelo de grano:	GRUESO (S)	Gradación:	-	A-2-6 (0)	IG = -3
>15% Grava:	CON GRAVA	Bolones o bloques:	NO PRESENTA		
SC	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA				

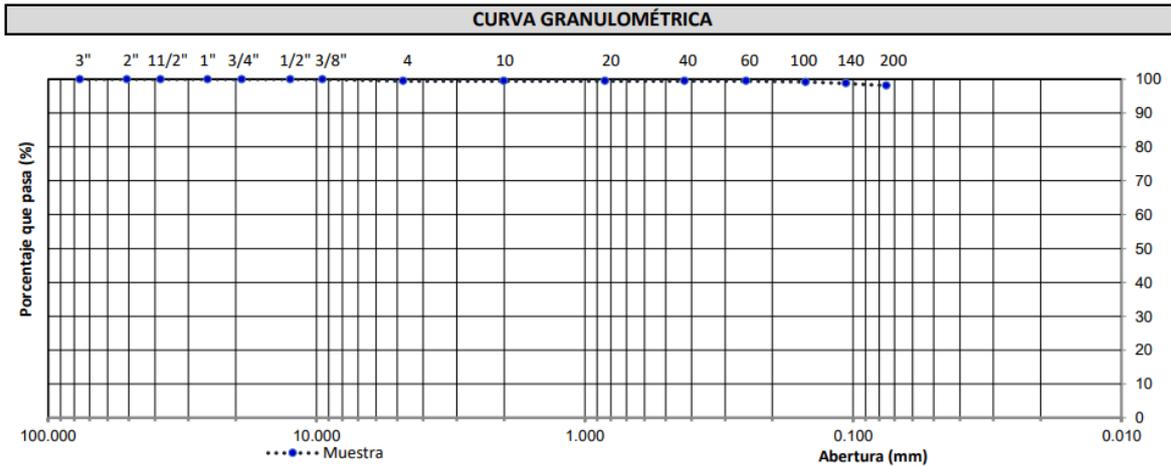
DATOS DE LA MUESTRA			
%w	5.09%	Peso esp. (g/cm ³)	-
LL	26	%Grava	25.24
LP	10	%Arena	60.19
IP	16	%Finos	14.57

Figura N° 18 Analisis Granulométrico por tamizado de la calicata N°02

Fuente: Resultados de laboratorio.

Interpretación.- Según el ensayo granulométrico por tamizado se puede demostrar que la muestra obtenido de la **CALICATA N° 02**, el 14.57 % logró pasar la malla N° 200 considerandolo al material con una cantidad mediana de particulas finas, un 74.69% de la muestra utilizada logró paso la malla N° 4, con 60.19% de arenas y por último la grava representando un 25.24 %.

De acuerdo a la extraccion de la muestra en la calicata ubicada por el km 4 + 200 de la carretera Huaytara - Quitoarma, se pudo demostrar según la clasificación SUCS en el laboratorio (EPICRET S.R.L) que la muestra representa una ARENA ARCILLOSA CON GRAVA (SC) y mediante la clasificación AASHTOO ubicada en el grupo A-2- 6(0).



CLASIFICACIÓN SUCS				CLASIFICACIÓN AASHTO	
Suelo de grano:	FINO (C)	Gradación:	-	A-6 (21)	IG = 21
<15% Grava:	-	Bolones o bloques:	NO PRESENTA		
CL		ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD			

DATOS DE LA MUESTRA			
%w	7.79%	Peso esp. (g/cm ³)	-
LL	37	%Grava	0.52
LP	16	%Arena	1.36
IP	21	%Finos	98.12

Figura N° 19. Análisis Granulométrico por tamizado de la calicata N° 3.

Fuente: Resultados de laboratorio.

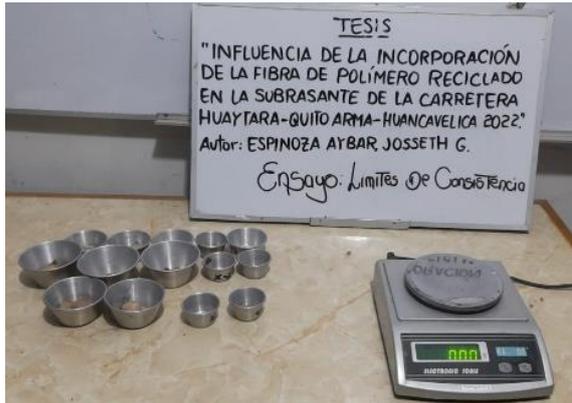
Interpretación.- De acuerdo a la granulometría por tamizado realizada en el presente ensayo se puede demostrar que la muestra obtenida de la **CALICATA N° 03**, el 98.12 % paso a la malla N° 200 mostrando que el material contiene una gran cantidad de finos, por la malla N° 4 logro pasar un 1.36% de material y retenido antes hasta la malla N° 200 considerado la existencia de poca arena y finalmente grava con un 0.52 % de la muestra.

De acuerdo al material extraído en la calicata ubicada en el km 5 + 500 de la carretera Huaytara - Quitoarma, se pudo demostrar según la clasificación SUCS en el laboratorio (EPICRET S.R.L) que la muestra es una ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD (CL) y ubicado en el grupo A-6 (21) de acuerdo a la clasificación AASHTOO.

EN CONCLUSION, la muestra de LA CALICATA N°3 tiene el terreno mas desfavorable, asi tambien se continuo con la ejecucion de los ensayos de laboratorio contenido de humedad y Límites de Atterberg,

LIMITES DE ATTERBERG

Figura 20: Pesado de muestra - ensayo de limites de consistencia.



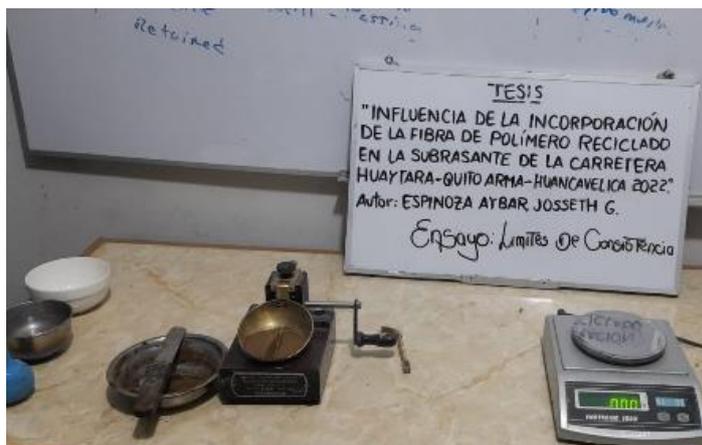
Fuente: Elaboración propia.

Figura 21: Muestra para ensayo de limites de consistencia.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 22: Metodo de casa grande



Fuente: Elaboración propia.

Figura 23: Pesado de material.



Fuente: Elaboración propia

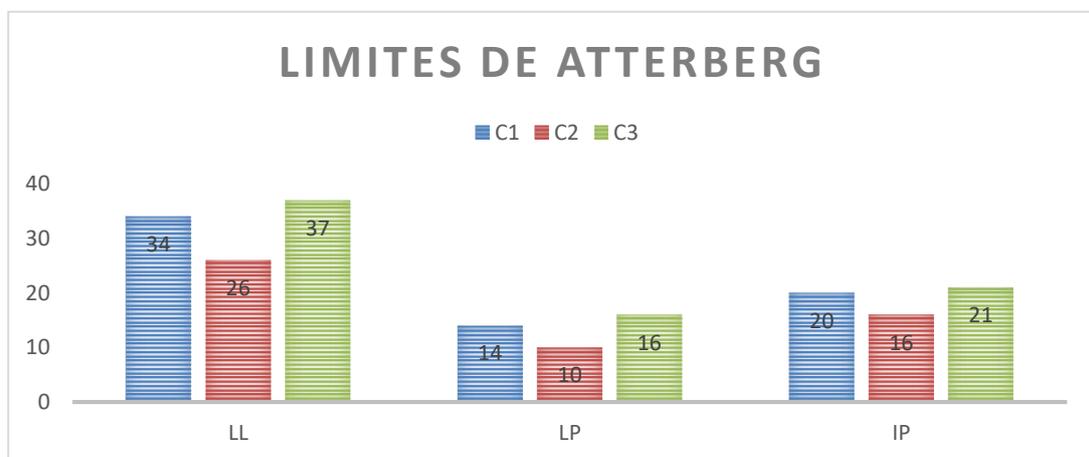


Figura 24: Grafica de barras de resultados - limites de atterberg.

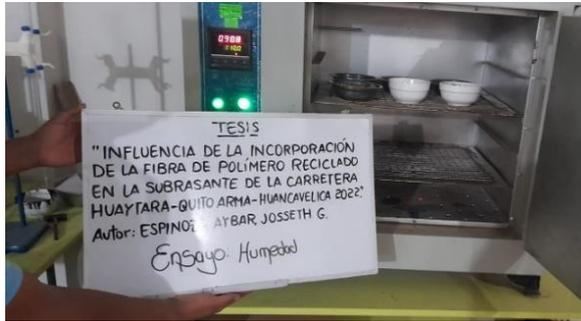
Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. De acuerdo a los resultados se puede afirmar que el material la muestra en la calicata N°03 tiene un 37% representando su Limite Liquido de, Limite Plástico 16% y un Indice de plasticidad de 21% siendo posiblemente el resultado de la presencia de pasos de agua y escorrentias, principalmente agravado en temporadas de lluvia donde el agua influye en el material por tiempo prolongado.

Se observa que la muestra contiene principalmente arcilla el cual es corroborado en los resultados del presente ensayo, esto como resultado de la presencia de agua a la que se somete el terreno, entonces las muestras luego de mantenerlo dentro del horno conservando la temperatura en 110 +/- 5°C determinaron resultados con una variacion indeterminada.

CONTENIDO DE HUMEDAD

Figura 25: Material en horno



Fuente: Elaboración propia.

Figura 26: Muestra en horno



Fuente: Elaboración propia.

Figura 27: retiro de la muestra del horno.



Fuente: Elaboración propia.

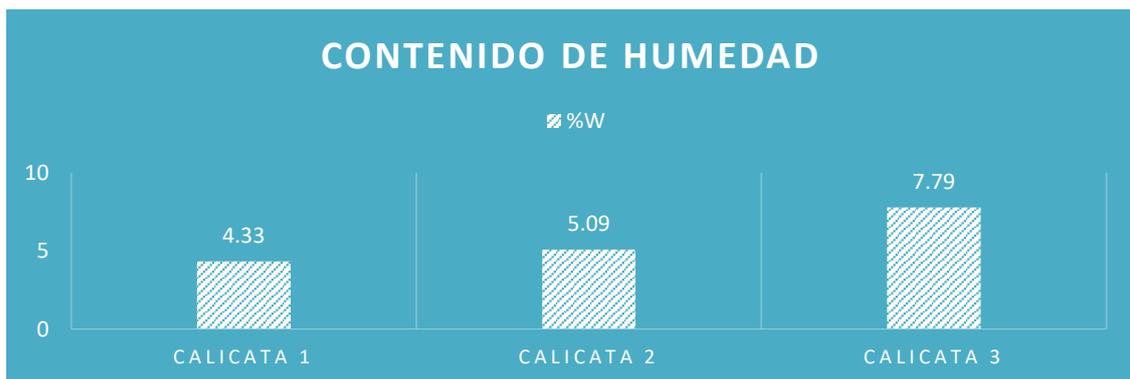


Figura 28: Grafica de barras de resultados de contenido de humedad.

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación. Se logra visualizar que el material de la muestra en la calicata N°03 refleja un valor de 7.79% esto debido a la presencia de zonas de escorrentia en la zona que lo mantienen húmedo.

PROCTOR MODIFICADO

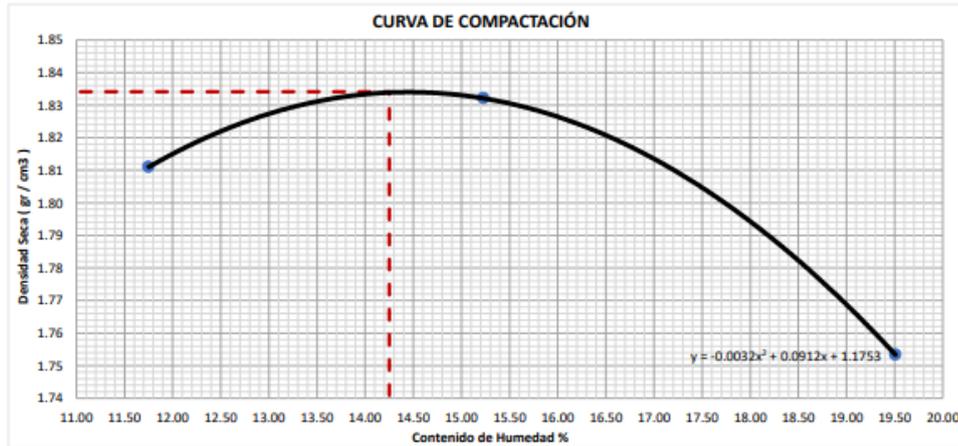
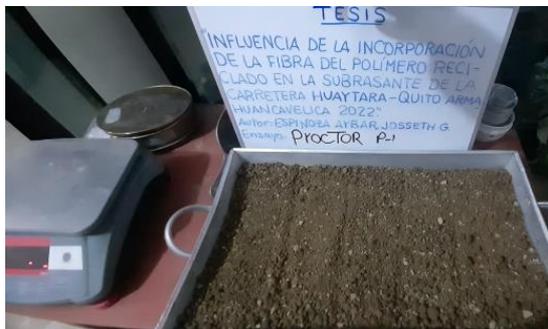


Figura 29: Grafica de la curva de compactacion.

Fuente: resultado de laboratorio.

Interpretación.- Realizado el ensayo de próctor modificado del material de la muestra sin adición, resulto el valor de la **MAXIMA DENSIDAD SECA (MDS)** en 1.83 g/cm3 como resultado un 14.25% de **OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD**.

Figura 30: seleccion de la muestra.



Fuente: elaboracion propia.

Figura 31: pesado y dosificacion.



Fuente: fotografia propia

Figura 32: Preparacion de muestra.



Fuente: fotografía propia

Figura 33: Pesado de muestra para ensayo.



Fuente: elaboracion propia

CALIFORNIA BEARING RATIO.

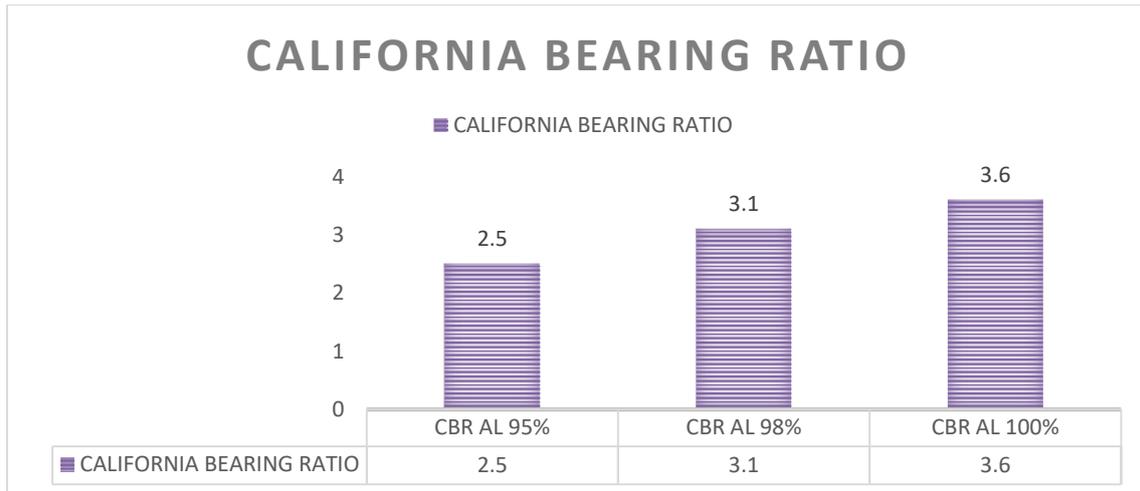


Figura N° 34: Grafico del California Bearing Ratio (CBR) de la muestra Natural

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación. Para el ensayo de California Bearing Ratio (**CBR**) tomando de referencia a la muestra del material del suelo sin adición que tiene un valor de 1.83 g/cm³ como densidad y un contenido de humedad de 14.25 %. El material luego de ser llevada a saturación se obtiene la medida de la capacidad portante o resistencia teniendo una penetración al 0.1” resultando el valor de CBR al 95% en 2.5% y CBR al 100% un 3.6%.

Esto solo refleja que el suelo de estudio no cumple las condiciones minimas para conformar una subrasante.

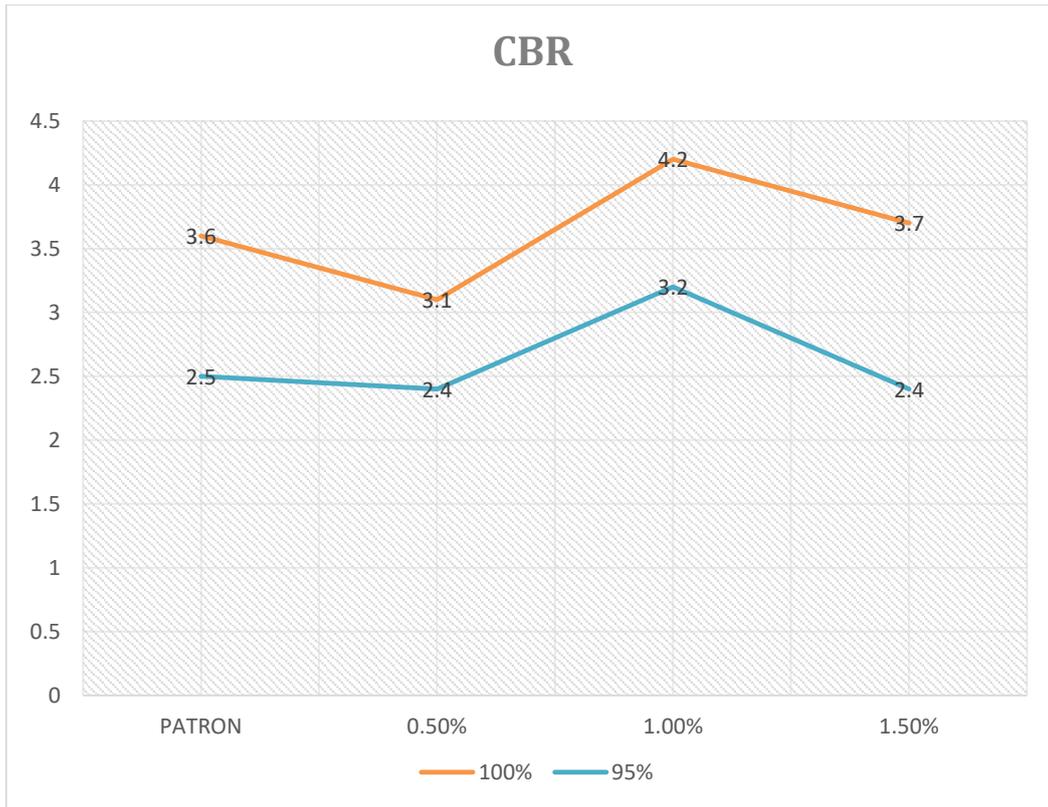


Figura N° 35: Grafico de resultados de CBR

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación. A la ejecución del ensayo de CBR en función a los resultados indentificamos un impacto positivo del estabilizante en el suelo arcilloso, encontrando que el valor del CBR por la cantidad de ensayos no se determino si es directamente proporcional a la cantidad del aditivo y al polímero. Teniendo un inicial del 95% en un 2.50% y finaliza con un 3.20 %, asimismo al 100% se tiene un porcentaje inicial de 3.60% y al terminar se obtiene un 4.2%, siendo un material que tuvo una influencia positiva pero no muy buena para estabilizar una Subrasante en suelo arcilloso.

V. DISCUSIÓN

Objetivo 1: *Determinar* la influencia de las fibras de polímero reciclado en el óptimo contenido de humedad de la subrasante de la carretera Huaytara – Quito Arma, Huancavelica 2022.

Antecedente: Gil Carbonell Erick Y Nuñez Quintana en su investigación, 2018. Se agregó porcentajes de fibras PET directamente al suelo, presentando una variación el contenido de humedad óptima del suelo natural en sus diferentes incorporaciones de 0.0%, 0.3%, 0.6%, 0.9%, 1.2%, 1.5% en (21.75%), (21.85%), (21.80%), (21.90%), (21.82%) y (21.95%) respectivamente

Resultados: En la presente investigación luego de obtener los resultados el terreno natural en estudio es una arcilla arenosa de baja plasticidad con un contenido de humedad inicial de 14.25% y a medida que se va incorporando el polímero reciclado en proporciones de 0.5%, 1.0% y 1.5% se reflejó un aumento del valor en 16.30%, 18.03% y 16.74% respectivamente, en tanto a los resultados ninguna de las adiciones logra reducir el contenido de humedad respecto al valor del suelo natural.

De acuerdo a los antecedentes en comparativa con las dosificaciones su contenido de humedad se elevó del mismo modo en los resultados de esta investigación con incorporaciones similares del polímero reciclado el porcentaje de humedad aumenta en los suelos de arcillosos, de acuerdo a los valores obtenidos en laboratorio investigación.

Objetivo 2: Determinar la influencia de las fibras de polímero reciclado en la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Huaytara – Quito Arma, Huancavelica 2022.

Antecedente: Paola Imelda Flores Leon en su Tesis, 2010. donde los suelos son adicionados con fibras de PET en las siguientes dimensiones; ½", 1", 2.5", y 4" y en porcentajes de 1%, 1.5%, 1.15%, 1.25% y 2.5%, en relación al presente estudio para hacer una comparativa y relacionar los resultados tomaremos los valores con

dimensiones de 1" por ser similar al utilizado, Flores obtiene resultados partiendo del terreno natural con 1.84 gr/cm³, al 1% disminuye siendo 1.764gr/cm³ y al 1.5% sube un poco mostrando el valor de 1.79 gr/cm³ pero sin que esto afecte a su resistencia, por lo contrario se genera una relación inversamente proporcional: mientras que la densidad seca máxima disminuye la resistencia aumenta.

Resultado: con los valores del antecedente en relación al presente estudio para una arcilla arenosa de baja plasticidad hay un comportamiento similar en los valores obtenidos con dosificaciones de 0.0%, 0.5%, 1.0% y 1.5% se obtuvo 1.83 gr/cm³, 1.77 gr/cm³, 1.76 gr/cm³, 1.77 gr/cm³, sin poder superar o mejorar su valor producto de la adición.

En comparación con el antecedente los dos estudios muestran una caída en el valor de la MDS en porcentajes similares del 1%,1.5% sin embargo el antecedente cuenta con una dosificación adicional del 1.25% donde logra superar el valor de la máxima densidad seca del suelo natural.

Objetivo 3: Indicar la influencia de las fibras de polímero reciclado en valor del CBR de la carretera Huaytara – Quito Arma, Huancavelica 2022. CBR

Antecedente: Paola Imelda Flores Leon en su Tesis, 2010. donde los suelos son adicionados con fibras de PET con una dimension de 1" y en porcentajes de 1,15%, y 1.25%, en relación al presente estudio para hacer una comparativa de los resultados del CBR y relacionarlos los valores obtenidos son CBR AL 95%: 16.9%, 17.9% Y 12.9%, para el CBR al 100% se obtuvo 20.23%, 24.44% y 15.53%.

Resultados: En funcion a los ensayos de California Bearing Ratio desarrollados teniendo como resultado el valor del CBR al 95% en dosicaciones de 0.0%, 0.5%, 1.0% y 1.5% los valores de 2.5%, 2.4%, 3.2%, 2.4%, ademas los valor del CBR al 100% en las mismas dosificacion es de 3.6%, 3.1%, 4.2% y 3.7%.

Comparacion: con respecto al antecedente el comportamiento del suelo con respecto a las adiciones es distinto primero por no ser de iguales porcentajes y por

ciertas características del suelo, para nuestro estudio los resultados muestra una mejora al 1.0% de adición y con un aumento del 28% con respecto al valor del terreno natural de en comparación al suelo natural.

VI. CONCLUSIONES

Objetivo General: Se estableció la influencia de las fibras de polímero reciclado en las propiedades físico-mecánicas en la subrasante encontrado en la Carretera Huaytara-Quito arma, Huancavelica. debido a que las propiedades físicas como son: óptimo contenido de humedad tendió a aumentar dicha propiedad, dentro de la máxima densidad seca este valor disminuye así mismo dentro de la propiedad mecánica de capacidad de soporte (California Bearing Ratio) tuvo un considerable aumento, sin embargo no se puede determinar una relación exacta del porcentaje de adición para cumplir los requerimientos de una subrasante para vías.

Óptimo contenido de humedad

Objetivo Específica 1:

Se estableció la influencia que ocasiona el polímero reciclado dentro de la propiedad óptimo contenido de humedad del terreno (subrasante), el cual presentó inicialmente un valor del 14.25%, aplicando el polímero reciclado en dosificaciones del (0.5%, 1.0% y 1.5%) se obtuvo valores del (16.30%, 18.03% y 16.74%), obteniendo como el valores menos desfavorable con la aplicación del 0.5% de polímero reciclado que refleja un valor del 16.30% por lo que la influencia de este material está relacionado con sus porcentajes sin embargo no se demuestra una proporcionalidad directamente relacionada.

Máxima Densidad Seca

Objetivo Específica 2:

Se estableció la influencia que ocasiona el polímero reciclado dentro de la propiedad Máxima Densidad Seca del terreno (subrasante), el cual presentó inicialmente un valor del 1.83g/cm³ del terreno natural, aplicando el polímero reciclado en dosificaciones del (0.5%, 1.0% y 1.5%) se obtuvo valores del en

(1.77g/cm³, 1.76g/cm³, 1.77g/cm³) obteniendo como el valor menos desfavorable con la aplicación del 1.0% de polimero reciclado que refleja un valor del 1.76 g/cm³ por lo que la influencia de este material esta relacionado con sus porcentajes sin embargo no se demuestra una proporcionalidad directamente relacionada.

CBR

Objetivo Especifica 3:

Se establecio la influencia que ocasiona el polimero reciclado dentro de la propiedad capacidad de soporte del terreno (subrasante), el cual presento inicialmente un valor del 2.5% al 95%, del terreno natural, aplicando el polimero reciclado en dosificaciones del (0.5%, 1.0% y 1.5%) se obtuvo valores del en (2.4%, 3.2% y 2.4%) lo cual repercutió solo en la dosificación de 1.0% en un aumento dentro de la mencionada propiedad mecánica al 3.0%, sin embargo no se demuestra una proporcionalidad directamente relacionada.

VII. RECOMENDACIONES

Optimo contenido de humedad

Objetivo Especifica 1:

En la presente investigacion en base a la eleccion de los porcentajes de polimero reciclado como son (0.5%, 1.0% y 1.5%) los resultados a causa de las dosificaciones asignadas no lograron disminuir, por ende elevaron el valor del optimo contenido de humedad lo que se refleja en un mayor contenido de agua para lograr la compactacion; para continuar la investigacion se recomienda analizar mas puntos de porcentajes adicionados con el fin de tener mejor identificado el comportamiento de esta propiedad con respecto a la adicion, asi tambien incluir una variable con adicion de cemento o cal.

Maxima Densidad Seca

Objetivo Especifica 2:

En la presente investigacion en base a la eleccion de los porcentajes de polimero reciclado como son (0.5%, 1.0% y 1.5%) los resultados a causa de las mismas no lograron aumentar el valor de la propiedad, provocando una disminucion de la maxima densidad seca de forma no lineal; para continuar la investigacion recomendamos incrementar la cantidad de puntos analizados con respecto a los porcentajes de adicion de polimero reciclado, asi tambien incluir una variable con adicion de cemento o cal.

CBR

Objetivo Especifica 3:

En la presente investigacion en base a la eleccion de los porcentajes de polimero reciclado como son (0.5%, 1.0% y 1.5%) los resultados a causa de las mismas establecen una influencia favorable al valor de la propiedad del CBR, provocando un aumento del CBR, sin embargo considerando los resultados no se define una influencia lineal; para continuar la investigacion recomendamos utilizar mas puntos analizados con respecto a la dosificaciones del polimero reciclado, asi tambien incluir una variable con adicion de cemento o cal.

REFERENCIAS

1. **BBC NEW, MUNDO. TROWSDALE, A. HOUSDEN, T.** : 11 de diciembre 2017. disponible en <https://www.bbc.com/mundo/noticias-42304901>.
2. **MUNICIPALIDAD PROVINCIAL Y DISTRITAL DE HUANCVELICA Y PROVIAS RURAL.** : Plan vial de la Provincia de Huancavelica octubre 2003. disponible en http://www.proviasdes.gob.pe/planes/huancavelica/pvpp/PVPP_Huancavelica.pdf
3. **GOBIERNO REGIONAL DE HUANCVELICA:** Proyecto Desarrollo De Capacidades Para El Ordenamiento territorial del departamento de huancavelica. disponible en https://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Mapa/Huancavelica/Memoria_Descriptiva_Zvida.pdf
4. **VARGAS, N.** *Efectode la accion de fibra de polimeros reciclados en el valor de l CBR de suelos granulares en pavimentos - Huancayo (2017) .* Huancayo : Universidad Continental - Huancayo, 2017
5. **RAMOS, H.** *Mejoramamiento de subrasantes de baja capacidad portante, mediante el uso de polimeros reciclados en carreteras, Paucara Huancavelica 2014.* Huancavelica : Universidad Nacional del Cntro del Peru, 2014.
6. **ROMERO, R. Y SUÑAC, V.** *Evaluación comparativa mediante la capacidad de soporte y densidad máxima de un suelo adicionado con polímero adhesivo natural en porcentajes de 0.5%, 1%, 2% y 3% frente a un suelo natural para sub rasante de pavimento rígido de la urb. San Judas Chico –.* Tarapoto - Peru : Universidad Nacional de San Martin, 2016.
7. **JAHIR, L.** *análisis de resistencia a la compresión inconfinada y durabilidad de un suelo arcilloso estabilizado con cal adicionando fibras de material no biodegradable, polietileno de alta densidad (polisombra) reciclada.* Bogotá : Universidad de la Salle, 2017.
8. **PEREZ, P.** *Estudio del uso del polietileno tereftalato (PET), como material de restitución en suelos de baja capacidad de carga.* Mexico : Universidad Nacional Autonoma, 2012.
9. **JIMENEZ, R.** *evaluación de la resistencia de un suelo areno arcilloso con refuerzos de fibras PET.* Colombia : Universidad Piloto de Colombia, 2011.
10. **ABUKHETTALA, M. y FALL, M.** *Geotechnical characterization of plastic waste materials in pavement subgrade applications:* Transportation Geotechnics, 2020.
11. **ARPAN, L.** *Effects of Waste Plastic Fibres on Compaction and Consolidation Behavior of Reinforced Soil, India 2016 :* Department of Civil Engineering D. R. G. I. T & R, 2016.

12. **FEMEEDA, M.** *Effect of Plastic Granules on the Properties of Soil* vol. 4, Issue 4(version 1), India, 2014.
13. **PRMCEAM.** *3 Analysis of the influence of waste polymer of soil subgrade.*, India : IRJET, 2016, Vol. VOLUMEN 3. 23970056.
14. **KONRAD, M.; JAROSLAW, G. Y DIMITROVOVA, Z.** *Recycled Polyester Geosynthetic Influence on Improvement of Road and Railway Subgrade Bearing Capacity: Laboratory Investigations.* Materials, 2021.
15. **SERRANO, E. Y PADILLA, E.** *analysis of the changes in the mechanical properties of sub-substance materials due to the reduction of recycled polymeric materials:* Solidarity Engineering magazine, 2019.
16. **CARBONELL, E. Y NUÑEZ, I.** *Influencia de la adición de fibras de PET reciclado sobre la resistencia , cohesión y ángulo de fricción interna de suelos arcillosos aplicado a la estabilidad de taludes.* Trujillo - Peru : Universidad Nacional de Trujillo, 2018.
17. **MAMANI, C.** *Estabilización de suelos arcillosos mediante el uso de polímeros.* Juliaca - Peru : Universidad Peruana Union , 2020.
18. **FLORES, P.** *Evaluación de la adición de fibras PET provenientes del reciclaje de botellas a la subrasante del suelo, en el área de estacionamiento de la clínica USAT.* Chiclayo - Peru : Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2019.
19. **ARANDES, J. , BILBAO, J. Y LOPEZ, D.** *Reciclado de residuos plásticos . 1,* España : Revista Iberoamericana de Polímeros , 2004, Vol. 5.
20. **AMBIENTAL Blog.** *ambiental blog.* Lima: 06 noviembre 2010. disponible en <https://ambientalblog2010.wordpress.com/2010/11/06/los-tipos-plasticos-reciclables/>
21. **VARGAS, N.** *Efecto de la adición de fibra de polímeros reciclados en el valor de CBR de suelos granulares en pavimentos.* Huancayo: Universidad Continental, 2017.3.
22. **QUINTERO, L.** *Diseño de una planta de reciclado de tereftalato de polietileno PET.* España: Universidad Politécnica de Valencia, 2016.
23. **BONETT, G.** *Guía de procesos constructivos de una vía pavimento flexible.* Bogotá : Universidad Militar Nueva Granada, 2014.
24. **MONTEJO, A.** *Ingeniería de pavimentos para carreteras.* Colombia : Agora Editores, 2002. 95896036-2-9.
25. **CUBA, W.** *Evaluación Superficial del Pavimento Flexible Aplicando el Método del PCI en un tramo de la Av. República de Polonia – Distrito de San Juan de Lurigancho.* Universidad César Vallejo. Lima : UCV, 2017. pág. 160, Tesis de pregrado.

26. **PAQUITA, E.** *Evaluación geológica y geotécnica de la carretera del Circuito Turístico Lago Sagrado de Los Incas, tramo km. 00+000 al km. 10+000 Ccota- Charcas- Puno.* Puno: UNA : Universidad Nacional del Altiplano , 2015.
27. **TRANSPORTE, MINISTERIO.** *Glosario de terminos de uso frecuente en proyectos.* LIMA : MINISTERIO DE TRANSPORTE, 2018.
28. **TRANSPORTE, MINISTERIO.** Manual de carreteras, suelos geologia, geotecnia y pavimento, seccion suelos y pavimento. Lima : s.n., 2014.
29. **RAMIREZ, I.** *Estabilización de suelos de la avenida 2 del caserío de Pueblo Libre Nuevo, adicionando 3% y 5% de la ceniza de schinus molle de horno artesanal, Distrito de Pueblo Libre –Huaylas – Ancash.* Universidad San Pedro. Caraz : USP, 2018. pág. 91, Tesis de pregrado.
30. **URCIA, P.** *Análisis de mezcla de materiales de la cantera de Pinos y Tajo La Quinua para su uso en las vías de Minera Yanacocha.* Cajamarca, Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca : UNC, 2014. pág. 125, Tesis de pregrado.
31. **DAS, M.** *Fundamentos de ingeniería geotécnica.* Mexico : CENGAGE LEARNING , 2015. 978-607-519-373-1.
32. **NORMA, CE.020.** *Estabilización de suelos y taludes.* lima : MINISTERIO DE VIVIENDA, 2006.
33. **FERNANDEZ, C. Y BAPTISTA, P.** Metodología de la investigación. Mexico: Mc Graw, 2016.
34. **JOSE, L.** *Investigación Aplicada: Definición.* 1, España : CIENCIAMERICA, 2014, Vol. 3. 1390-9592.
35. **CRAWFORD, R, AMOTT, J Y IVANOVA, E.** Plastic degradation and its enviromental implications with special reference. AUSTRALIA: Swinburne University of Tecnology.
36. **MONTALVO, M.** Maestria en ingeniería vial con mención en carreteras, puentes y tuneles. Lima. Disponible en https://www.academia.edu/28680374/DISE%C3%91O_ESTRUCTURAL_DE_PAVIMENTOS_HIDRAULICOS_Y_ASFALTICOS
37. **TOLEDO, N.** Técnica De Investigación Cuantitativa Y Cualitativa . 2000. pag 153
38. **BUENA, G.** Metodología De La Investigación Científica, Mexico: PATRIA 20017. 3
39. **HERNANDEZ, C. Y BAPTISTA, P.** *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION CIENTIFICA.* MEXICO : MC GRAW HILL, 2014. PÁG. 198

40. RANGEL. Y GILER. Confiabilidad. Investigación de Agronomía, en línea. Catalogo Grupo de Investigación p. 163. Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina. 10 de mayo 2020. disponible en: http://www.lamolina.edu.pe/gaceta/comunicados/2018/20180109_CAT%C3%81LOGO%20DE%20GRUPOS%20DE%20INVESTIGACION%20-%20UNALM.pdf

ANEXO 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: "Influencia de la Incorporación de la fibra del polímero reciclado en la subrasante de la carretera Huaytara - Quito arma, Huancavelica 2022"

AUTOR: Josseth Guillermo Espinoza Aybar.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
P. General	O. General	H. General	INDEPENDIENTE			
¿De qué manera influye las fibras de polímero reciclado en porcentajes de 0,5%, 1% y 1.5% en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022?	Evaluar la influencia de las fibras de polímero reciclado en las propiedades físico-mecánicas en la subrasante de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022	La incorporación de fibras de polímero reciclado en porcentajes de 0.5%, 1% y 1.5% mejora las propiedades físicas-Mecánicas de la subrasante de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022.	FIBRA DE POLIMERO REICLADO	DOSIFICACIÓN Por Peso de material de subrasante	0.5%	Ficha Recolección de Datos Anexo 2-A
					1.0%	Ficha Recolección de Datos Anexo 2-A
					1.5%	Ficha Recolección de Datos Anexo 2-A
P. Específico	O. Específico	H. Específico	DEPENDIENTE			
¿Cuánto influye las fibras de polímero reciclado en porcentajes de 0,5%, 1% y 1.5% en el óptimo contenido de humedad de la subrasante de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022?	Especificar la influencia de las fibras de polímero reciclado en el óptimo contenido de humedad de la subrasante de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022.	La incorporación de las fibras de polímero reciclado mejora el óptimo contenido de humedad de la subrasante de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022.	PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DE LA SUBRASANTE.	PROPIEDADES FISICAS	Análisis Granulométrico	Ficha Resultado de Laboratorio según MTC E 107 Anexo 2-B Ficha Resultado de Laboratorio según MTC E-110 y 111 Anexo 2-C Ficha Resultado de Laboratorio según MTC E-108 Anexo 4-B Anexo 2-D Ficha Resultado de Laboratorio según MTC E-115 Anexo 2-E Ficha Resultado de Laboratorio según MTC E-132 Anexo 4-B Anexo 2-F
					(%)	
					Límite de Consistencia	
					(%)	
¿Cuánto influye las fibras de polímero reciclado en porcentajes de 0,5%, 1% y 1.5% en la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022?	Especificar la influencia de las fibras de polímero reciclado en la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022.	La incorporación de las fibras de polímero reciclado mejora la máxima densidad seca de la subrasante de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022.	PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DE LA SUBRASANTE.	PROPIEDADES MECANICAS	Contenido de Humedad	
					(%)	
					Proctor	
					(%)	
¿Cuánto influye las fibras de polímero reciclado en porcentajes de 0,5%, 1% y 1.5% en el valor del CBR de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022?	Indicar la influencia de las fibras de polímero reciclado en el valor del CBR de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022.	La incorporación de las fibras de polímero reciclado aumenta el valor del CBR de la carretera Huaytara – Quito arma, Huancavelica 2022.	PROPIEDADES FISICO- MECANICAS DE LA SUBRASANTE.	PROPIEDADES MECANICAS	CBR	
					(%)	
					(%)	

ANEXO 2: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: "Influencia de la Incorporación de la fibra del polímero reciclado en la subrasante de la carretera Huaytara-Quito arma, Huancavelica 2022"

AUTOR: Josseth Guillermo Espinoza Aybar.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
INDEPENDIENTE		Como ingresa				
FIBRA DE POLIMERO REICLADO	Los polímeros son sustancias de alto peso molecular, formados por pequeñas moléculas denominadas monómeros que se encuentran unidas.	Se recolectaron los polímeros reciclados, estas deberán estar limpias para luego ser procesados manualmente y mezcladas con la muestra del suelo natural	DOSIFICACIÓN Por peso de Suelo.	0.5% 1.0% 1.5%	RAZON	Método: Científico Tipo de Investigación: Tipo Aplicada Nivel de Investigación: EXPLICATIVA (Causa Efecto) Diseño de Investigación: Experimental (Cuasi) Enfoque: Cuantitativo Población: Carretera Huaytara - Quito arma
DEPENDIENTE						
PROPIEDADES FÍSICA MECANICA DE LA SUBRASANTE	Se denomina subrasante o terreno de fundación a la superficie de una carretera a nivel de movimiento de tierra (corte y relleno), en la que se apoya el paquete estructural del pavimento o una capa de afirmado. (Montalvo Farfán)	Mediante la Norma técnica peruana del Ministerio de Transportes y Comunicaciones se obtuvo los resultados adecuados de las muestras ensayadas con la adición del 4, 6 y 8% de bolsas de polietileno e identificar sus componentes.	PROPIEDADES FISICAS PROPIEDADES MECANICAS	Optimo contenido de Humedad Ensayo Proctor Modificado CBR	RAZON RAZON RAZON	Muestra: 3 muestras de calicatas 1 muestra para proctor 4 muestras para CBR Muestreo: No Probabilístico Técnica: Observación Directa Instrumentos de la investigación: Ficha Recolección de Datos Ficha Resultados de Laboratorio Según NTP - ASTM

ANEXO 3: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Ficha de Recolección de datos: Dosificación de Polímero Reciclado

"Influencia de la Incorporación de la fibra del polímero reciclado en la subrasante de la carretera Huaytara-Quito arma, Huancavelica 2022"

Parte A: Datos generales

Tesista 01: Espinoza Aybar Josseth Guillermo

Fecha: Lima, 15 Enero, 2022

Parte B: Dosificación de PVC reciclado

0.5%	Ok
1.0%	Ok
1.5%	Ok

Tesis Vargas N (2017). adición de polímeros reciclados 0,5%, 0,75%, 1,0%, 1,25%, 1,50% Y 1,75%), Tesis Ramos H (2014). adición de polímero reciclado 1,5% y Tesis Romero R (2016) adición de polímero adhesivo natural 0,5%, 1%, 2% y 3%.

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Apellidos: Benavides soto

Nombres: Brian Rodolfo

Título: INGENIERO CIVIL

Grado: titulado

N° Reg. CIP: 185227

Firma:


Brian Rodolfo Benavides Soto
INGENIERO CIVIL
CIP N° 185227

Apellidos: Paucarhuanca

Tenorio

Nombres: Nilo Dave

Título: INGENIERO CIVIL

Grado: titulado

N° Reg. CIP: 236177

Firma:


Nilo Dave Paucarhuanca Tenorio
INGENIERO CIVIL
Reg. C.I.P. 236177

Apellidos: Donayre quintana

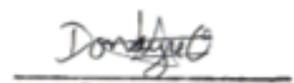
Nombres: Josué Alberto

Título: INGENIERO CIVIL

Grado: titulado

N° Reg. CIP: 250458

Firma:


Josue Alberto Donayre Quintana
INGENIERO CIVIL
CIP N° 250458

ANEXO 4: FICHAS DE RESULTADOS DE LABORATORIO.



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO ASTM D6913 - NTP 339.128

SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO

PROYECTO: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCAMELICA 2022

PROCEDENCIA: D.TTO. DE QUITO ARMA - PROV. HUAYTARA - D.PTO. DE HUANCAMELICA

FECHA: FEBRERO DEL 2022

MATERIAL: C-1

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUM.	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	99.50	7.84	7.84	92.16
3/8"	9.500	37.80	2.98	10.82	89.18
Nº 4	4.750	145.90	11.50	22.31	77.69
Nº 10	2.000	214.50	16.90	39.21	60.79
Nº 20	0.840	153.90	12.13	51.34	48.66
Nº 40	0.425	83.50	6.58	57.92	42.08
Nº 60	0.250	45.10	3.55	61.47	38.53
Nº 100	0.150	34.90	2.75	64.22	35.78
Nº 140	0.106	21.40	1.69	65.91	34.09
Nº 200	0.075	11.40	0.90	66.81	33.19
< Nº 200	FONDO	421.30	33.19	100.00	0.00
		1269.2	100.0		

Peso inicial seco (g):	1269.2
Peso después del lavado (g):	847.9

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Contenido de Humedad (%):	4.33%
Límite líquido:	34
Límite plástico:	14
Índice de plasticidad:	20

OBSERVACIONES :	
Bolonería o bloques >3":	NO PRESENTA
Grava (%):	22.31
Arena (%):	44.49
Finos (%):	33.19
Cu:	86.34
Cc:	0.10

CURVA GRANULOMÉTRICA



Especialistas en Proyectos
De Ingeniería y Control de Calidad
E.I.R.L.
Calle No. 1000 - Huancavelica
No. CIV. L. CIP 33904

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELO
NTP 339.127 - ASTM D 2216**

SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCAVELICA 2022
PROCEDENCIA: DTTO. DE QUITO ARMA - PROV. HUAYTARA - DPTO. DE HUANCAVELICA
FECHA: FEBRERO DEL 2022
MUESTRA: C-1

	MUESTRA	
	1	2
Masa de la tara	45.4	49.8
Masa de la muestra húmeda + tara	794.5	812.7
Masa de la muestra seca + tara	762.1	782.4
Masa de la muestra húmeda	749.1	762.9
Masa de la muestra seca	716.7	732.6
%HUMEDAD	4.52%	4.14%
%HUMEDAD PROM.	4.33%	



Especialistas En Proyectos
De Ingeniería En Concreto. E.I.R.L.

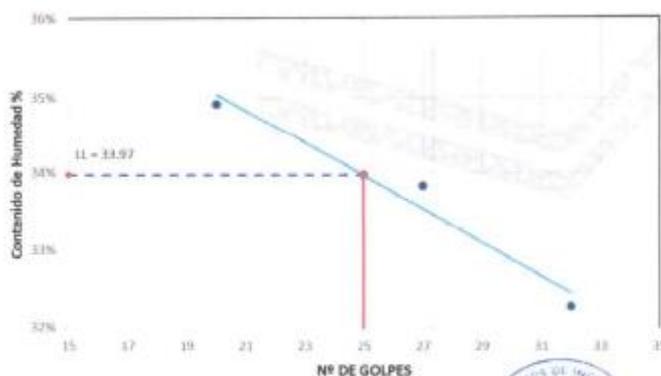
 Angel Iván Huanca Borda
 MSc. ING. CIVIL. CIP 53304

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
NTP 339.129 - ASTM D 4319**

SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCAMELICA 2022
PROCEDENCIA: DPTO. DE QUITO ARMA - PROV. HUAYTARA - DPTO. DE HUANCAMELICA
FECHA: FEBRERO DEL 2022
MUESTRA: C-1

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	X-1	X-2
Tara					
Masa de la tara (g)	16.20	16.10	16.34	5.10	5.08
Masa muestra húmeda + tara (g)	29.60	31.41	32.53	7.25	7.81
Masa muestra seca + tara (g)	26.33	27.54	28.34	6.98	7.49
Masa muestra húmeda (g)	13.40	15.31	16.19	2.15	2.73
Masa muestra seca (g)	10.13	11.44	12.00	1.88	2.41
Masa del agua (g)	3.27	3.87	4.19	0.27	0.32
Contenido de humedad (%)	32.28	33.83	34.92	14.36	13.28
Número de golpes	32	27	20		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LL	34
LP	14
IP	20



Especialistas En Proyectos
De Ingeniería Y Concreto. E.I.R.L.
 Angel Rosas Huanca Borda
 MSC. ING. CIVIL. CIP 53304

CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS Y AASHTO
NTP 339.134 - NTP 339.135

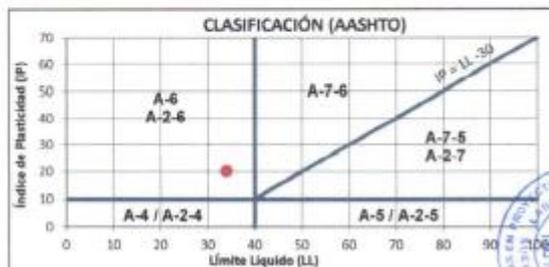
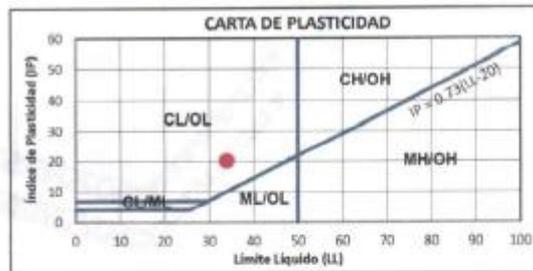
SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO
PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCAVELICA 2022.
PROCEDENCIA : DTTO. DE QUITO ARMA - PROV. HUAYTARA - DPTO. DE HUANCAVELICA
FECHA: FEBRERO DEL 2022
MUESTRA: C-1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913 / D6913M - 17		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	76.200	100.00
2"	50.800	100.00
1 1/2"	38.100	100.00
1"	25.400	100.00
3/4"	19.000	100.00
1/2"	12.500	92.16
3/8"	9.500	89.18
Nº 4	4.750	77.69
Nº 10	2.000	60.79
Nº 20	0.840	48.66
Nº 40	0.425	42.08
Nº 60	0.250	38.53
Nº 100	0.150	35.78
Nº 140	0.106	34.09
Nº 200	0.075	33.19
< Nº 200	---	0.00

Cu	86.34
Cc	0.10

DATOS DE LA MUESTRA			
%w	4.33%	Peso esp. (g/cm3)	-
LL	34	%Grava	22.31
LP	14	%Arena	44.49
IP	20	%Finos	33.19

CLASIFICACIÓN SUCS			
Suelo de grano:	GRUESO (S)	Gradación:	-
>15% Grava:	CON GRAVA	Bolones o bloques:	NO PRESENTA
SC	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA		



CLASIFICACIÓN AASHTO	
A-2-6 (2)	IG = 2

$$IG = [F - 35] [0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.001(F - 15)(PI - 10)$$



Especialistas En Proyectos De Ingeniería Y Concreto E.I.R.L.
Angel Rosan Huanca Borda
 MSC. ING. CIVIL CIP 53304

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D6913 - NTP 339.128**

SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCAMELICA 2022
PROCEDENCIA: D.TTO. DE QUITO ARMA - PROV. HUAYTARA - D.PTO. DE HUANCAMELICA
FECHA: FEBRERO DEL 2022
MATERIAL: C-2

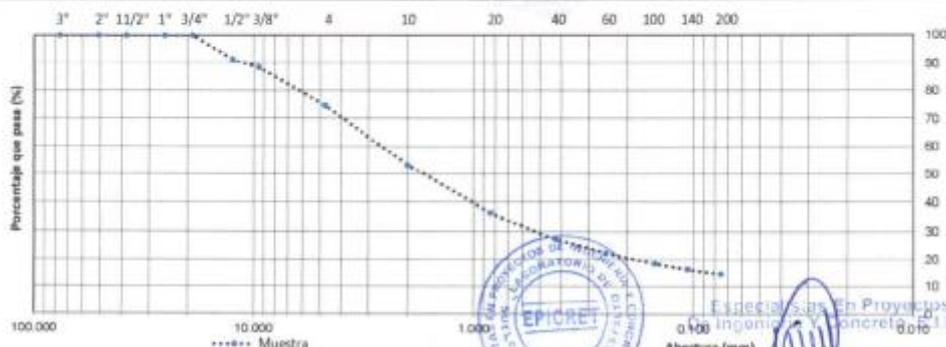
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUM.	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	95.00	8.68	8.68	91.32
3/8"	9.500	29.90	2.73	11.41	88.59
Nº 4	4.750	151.30	13.82	25.24	74.76
Nº 10	2.000	235.50	21.52	46.75	53.25
Nº 20	0.840	184.00	16.81	63.56	36.44
Nº 40	0.425	100.90	9.22	72.78	27.22
Nº 60	0.250	53.90	4.92	77.71	22.29
Nº 100	0.150	42.90	3.92	81.63	18.37
Nº 140	0.106	22.50	2.06	83.68	16.32
Nº 200	0.075	19.10	1.75	85.43	14.57
< Nº 200	FONDO	159.50	14.57	100.00	0.00
		1094.5	100.0		

Peso Inicial seco (g):	1094.5
Peso después del lavado (g):	935.0

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Contenido de Humedad (%):	5.09%
Límite líquido:	26
Límite plástico:	10
Índice de plasticidad:	16

OBSERVACIONES :	
Bolonería o bloques >3":	NO PRESENTA
Grava (%):	25.24
Arena (%):	60.19
Finos (%):	14.57
Cu:	56.44
Cc:	2.05

CURVA GRANULOMÉTRICA



Especialistas en Proyectos
de Ingeniería y Concreto S.R.L.
 Angel Rotan Huanca Borda
 MSc. Ing. CIVIL CIP 53304
 EPICRET

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELO
NTP 339.127 - ASTM D 2216**

SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECIKLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCVELICA 2022
PROCEDENCIA: DPTO. DE QUITO ARMA - PROV. HUAYTARA - DPTO. DE HUANCVELICA
FECHA: FEBRERO DEL 2022
MUESTRA: C-2

	MUESTRA	
	1	2
Masa de la tara	39.6	43.5
Masa de la muestra húmeda + tara	818.6	905.4
Masa de la muestra seca + tara	782.1	862.3
Masa de la muestra húmeda	779.0	861.9
Masa de la muestra seca	742.5	818.8
%HUMEDAD	4.92%	5.26%
%HUMEDAD PROM.	5.09%	



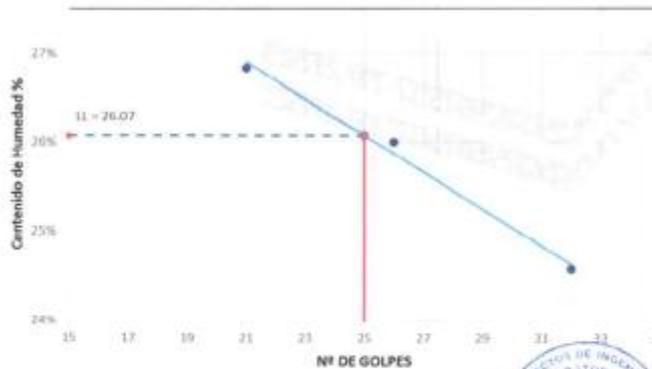
Especialistas En Proyectos
De Ingeniería Y Concreto E.I.R.L
 Angel Rosin Huanca Borda
 MSC. ING. CIVIL CIP 53304

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
NTP 339.129 - ASTM D 4319**

SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCAVELICA 2022
PROCEDENCIA: DTTO. DE QUITO ARMA - PROV. HUAYTARA - DPTO. DE HUANCAVELICA
FECHA: FEBRERO DEL 2022
MUESTRA: C-2

Tara	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	7	6	8	X-2	X-0'
Masa de la tara (g)	16.04	18.22	17.69	5.24	6.03
Masa muestra húmeda + tara (g)	32.42	34.70	30.83	7.36	8.05
Masa muestra seca + tara (g)	29.19	31.30	28.05	7.16	7.87
Masa muestra húmeda (g)	16.38	16.48	13.14	2.12	2.02
Masa muestra seca (g)	13.15	13.08	10.36	1.92	1.84
Masa del agua (g)	3.23	3.40	2.78	0.20	0.18
Contenido de humedad (%)	24.56	25.99	26.83	10.42	9.78
Número de golpes	32	26	21		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LL	26
LP	10
IP	16



Especialistas En Proyectos
 De Ingeniería y Concreto E.I.R.L.
 Ángel Posas Huanca Borda
 MSC. ING. CIVIL. CIP 53304

CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS Y AASHTO
NTP 339.134 - NTP 339.135

SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO

PROYECTO: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCAMELICA 2022

PROCEDENCIA: D.TTO. DE QUITO ARMA - PROV. HUAYTARA - D.PTO. DE HUANCAMELICA

FECHA: FEBRERO DEL 2022

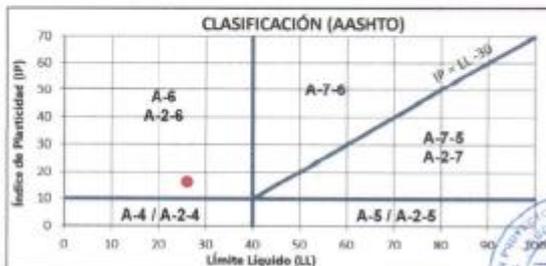
MUESTRA: C-2

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913 / D6913M - 17		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	76.200	100.00
2"	50.800	100.00
1 1/2"	38.100	100.00
1"	25.400	100.00
3/4"	19.000	100.00
1/2"	12.500	91.32
3/8"	9.500	88.59
Nº 4	4.750	74.76
Nº 10	2.000	53.25
Nº 20	0.840	36.44
Nº 40	0.425	27.22
Nº 60	0.250	22.29
Nº 100	0.150	18.37
Nº 140	0.106	16.32
Nº 200	0.075	14.57
< Nº 200	—	0.00

Cu	56.44
Cc	2.05

DATOS DE LA MUESTRA			
%w	5.09%	Peso esp. (g/cm3)	-
LL	26	%Grava	25.24
LP	10	%Arena	60.19
IP	16	%Finos	14.57

CLASIFICACIÓN SUCS			
Suelo de grano:	GRUESO (S)	Gradación:	-
>15% Grava:	CON GRAVA	Bolones o bloques:	NO PRESENTA
SC	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA		



CLASIFICACIÓN AASHTO	
A-2-6 (0)	IG = -3

$$IG = (F - 35) \left[0.2 + 0.005(LL - 40) \right] + 0.01(F - 15)(IP - 10)$$



Especialistas En Proyectos
 De Ingeniería y Concreto E.I.R.L.

Angel Rosales Huanca Borda
 MSC. ING. CIVIL. CIP 53304

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
ASTM D6913 - NTP 339.128

SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO

PROYECTO: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCAVELICA 2022

PROCEDENCIA: DTTO. DE QUITO ARMA - PROV. HUAYTARA - DPTO. DE HUANCAVELICA

FECHA: FEBRERO DEL 2022

MATERIAL: C-3

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% RET. ACUM.	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	2.80	0.52	0.52	99.48
Nº 10	2.000	0.00	0.00	0.52	99.48
Nº 20	0.840	0.00	0.00	0.52	99.48
Nº 40	0.425	0.00	0.00	0.52	99.48
Nº 60	0.250	0.00	0.00	0.52	99.48
Nº 100	0.150	1.60	0.30	0.82	99.18
Nº 140	0.106	2.30	0.43	1.25	98.75
Nº 200	0.075	3.40	0.63	1.88	98.12
< Nº 200	FONDO	525.90	98.12	100.00	0.00
		536.0	100.0		

Peso inicial seco (g):	536.0
Peso después del lavado (g):	10.1

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Contenido de Humedad (%):	7.79%
Límite líquido:	37
Límite plástico:	16
Índice de plasticidad:	21

OBSERVACIONES :	
Bolonería o bloques >3":	NO PRESENTA
Grava (%):	0.52
Arena (%):	1.36
Finos (%):	98.12
Cu:	-
Cc:	-

CURVA GRANULOMÉTRICA


Especialistas en Proyectos
 Del Ingeniería y Construcción E.I.R.L.
 Ángel Rosón Huancaborda
 MSc. ING. CIVIL. CIP 53304

**DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELO
NTP 339.127 - ASTM D 2216**

SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO

PROYECTO: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCANELICA 2022

PROCEDENCIA: DITTO, DE QUITO ARMA - PROV. HUAYTARA - DPTO. DE HUANCANELICA

FECHA: FEBRERO DEL 2022

MUESTRA: C-3

	MUESTRA	
	1	2
Masa de la tara	44.6	49.1
Masa de la muestra húmeda + tara	812.3	845.6
Masa de la muestra seca + tara	755.6	789.3
Masa de la muestra húmeda	767.7	796.5
Masa de la muestra seca	711.0	740.2
%HUMEDAD	7.97%	7.61%
%HUMEDAD PROM.	7.79%	



Especialistas En Proyectos
De Ingeniería De Concreto. E.I.R.L.

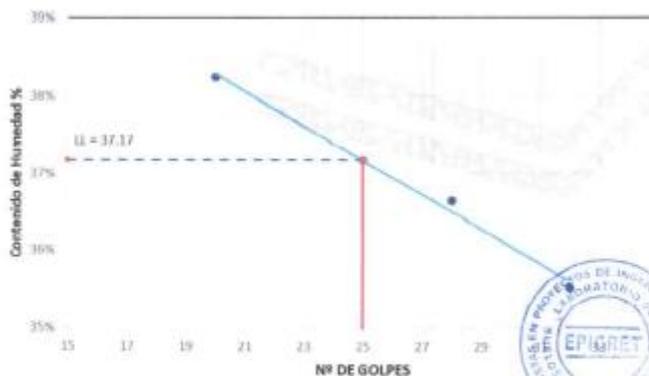
Angel P. Huanca Borda
MSc. ING. CIVIL. CIP 53304

**DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
NTP 339.129 - ASTM D 4319**

SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO
PROYECTO: INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCAVELICA 2022
PROCEDENCIA: D.TTO. DE QUITO ARMA - PROV. HUAYTARA - D.PTO. DE HUANCAVELICA
FECHA: FEBRERO DEL 2022
MUESTRA: C-3

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	T-11	T-8	T-13	X-3	X-6
Tara	11	8	13	3	6
Masa de la tara (g)	16.89	12.24	11.83	5.37	5.64
Masa muestra húmeda + tara (g)	32.23	26.04	24.99	7.55	7.58
Masa muestra seca + tara (g)	28.21	22.34	21.35	7.25	7.31
Masa muestra húmeda (g)	15.34	13.80	13.16	2.18	1.94
Masa muestra seca (g)	11.32	10.10	9.52	1.88	1.67
Masa del agua (g)	4.02	3.70	3.64	0.30	0.27
Contenido de humedad (%)	35.51	36.63	38.24	15.96	16.17
Número de golpes	32	28	20		

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



LÍMITES DE CONSISTENCIA	
LL	37
LP	16
IP	21



Especialistas En Proyectos
De Ingeniería y Concreto E.I.R.L.
 Ángel ...
 M.O. ...

CLASIFICACIÓN DE SUELOS POR EL MÉTODO SUCS Y AASHTO
NTP 339.134 - NTP 339.135

SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO

PROYECTO : INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCAMELICA 2022

PROCEDENCIA : DTTO. DE QUITO ARMA - PROV. HUAYTARA - DPTO. DE HUANCAMELICA

FECHA: FEBRERO DEL 2022

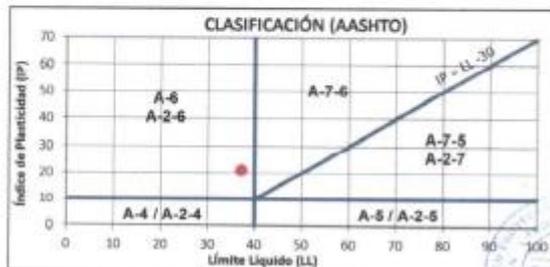
MUESTRA: C-3

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913 / D6913M - 17		
TAMIZ	ABERTURA (mm)	% QUE PASA
3"	76.200	100.00
2"	50.800	100.00
1 1/2"	38.100	100.00
1"	25.400	100.00
3/4"	19.000	100.00
1/2"	12.500	100.00
3/8"	9.500	100.00
Nº 4	4.750	99.48
Nº 10	2.000	99.48
Nº 20	0.840	99.48
Nº 40	0.425	99.48
Nº 60	0.250	99.48
Nº 100	0.150	99.18
Nº 140	0.106	98.75
Nº 200	0.075	98.12
< Nº 200	—	0.00

Cu	-
Cc	-

DATOS DE LA MUESTRA			
%w	7.79%	Peso esp. (g/cm3)	-
LL	37	%Grava	0.52
LP	16	%Arena	1.36
IP	21	%Finos	98.12

CLASIFICACIÓN SUCS			
Suelo de grano:	FINO (C)	Gradación:	-
<15% Grava:	-	Bolones o bloques:	NO PRESENTA
CL	ARCILLA ARENOSA DE BAJA PLASTICIDAD		



CLASIFICACIÓN AASHTO	
A-6 (21)	IG = 21

$$IG = (F - 35) \left[0.2 + 0.005(LL - 40) \right] + 0.01(F - 15)(IP - 10)$$

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 - ASTM D 1557**

SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO
PROYECTO: "INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCAYELICA 2022"
PROCEDENCIA: C-3
FECHA: FEBRERO DEL 2022

Nº Capas: 5
Volumen del molde: 893.86 cm³

PRUEBAS DE COMPACTACIÓN							
ÍTEM	PRUEBA		1	2	3	4	5
1	Peso molde + Suelo compactado	g	5641	5718	5704		
2	Peso molde	g	3832	3831	3831		
3	Peso de suelo compactado	g	1809.00	1887.00	1873.00		
4	Densidad Húmeda	g/cm ³	2.02	2.11	2.10		
5	Densidad Seca	g/cm ³	1.811	1.832	1.753		

CONTENIDO DE HUMEDAD							
ÍTEM	PRUEBA		1	2	3	4	5
1	Peso Frasco + suelo húmedo	g	370.96	337.71	404.01		
2	Peso Frasco + suelo seco	g	331.95	293.08	338.06		
3	Peso de agua en suelo	g	39.01	44.63	65.95		
4	Peso de Frasco	g	0	0	0		
5	Peso de suelo seco (2 - 4)	g	331.95	293.08	338.06		
6	Contenido de humedad (3/5 x 100)	%	11.75	15.23	19.51		
Máxima densidad seca (MDS):			1.83 g/cm ³	Óptimo contenido de humedad:		14.25 %	



**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 - ASTM D 1557**

SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCABEVICA 2022"

PROCEDENCIA: C-3, CON ADICIÓN DE 0.5% DE FIBRA

FECHA: FEBRERO DEL 2022

Nº Capas: 5
Volumen del molde: 893.86 cm³

PRUEBAS DE COMPACTACIÓN						
ÍTEM	PRUEBA	1	2	3	4	5
1	Peso molde + Suelo compactado	g 5579	5674	5584		
2	Peso molde	g 3831	3831	3831		
3	Peso de suelo compactado	g 1748.00	1843.00	1753.00		
4	Densidad Húmeda	g/cm ³ 1.96	2.06	1.96		
5	Densidad Seca	g/cm ³ 1.709	1.768	1.650		

CONTENIDO DE HUMEDAD						
ÍTEM	PRUEBA	1	2	3	4	5
1	Peso Frasco + suelo húmedo	g 243.77	200.34	283.50		
2	Peso Frasco + suelo seco	g 213.01	171.75	238.53		
3	Peso de agua en suelo	g 30.76	28.59	45.06		
4	Peso de Frasco	g 0	0	0		
5	Peso de suelo seco (2 - 4)	g 213.01	171.75	238.53		
6	Contenido de humedad (3/5 x 100)	% 14.44	16.65	18.89		
Máxima densidad seca (MDS):		1.77 g/cm³	Óptimo contenido de humedad:		16.30 %	




 Especialistas En Proyectos
 De Ingeniería Civil E.I.R.L.
 Ansel Rogan Rianca Borda
 MSc. ING. CIVIL. CIP 50304

**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 - ASTM D 1557**

SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCAYELICA 2022"

PROCEDENCIA: C-3, CON ADICIÓN DE 1.0% DE FIBRA

FECHA: FEBRERO DEL 2022

Nº Capas: 5
Volumen del molde: 893.86 cm³

PRUEBAS DE COMPACTACIÓN							
ÍTEM	PRUEBA		1	2	3	4	5
1	Peso molde + Suelo compactado	g	5638	5694	5649		
2	Peso molde	g	3831	3831	3831		
3	Peso de suelo compactado	g	1807.00	1863.00	1818.00		
4	Densidad Húmeda	g/cm ³	2.02	2.08	2.03		
5	Densidad Seca	g/cm ³	1.733	1.758	1.691		

CONTENIDO DE HUMEDAD							
ÍTEM	PRUEBA		1	2	3	4	5
1	Peso Frasco + suelo húmedo	g	365.72	343.04	351.22		
2	Peso Frasco + suelo seco	g	313.43	289.37	292.08		
3	Peso de agua en suelo	g	52.29	53.67	59.14		
4	Peso de Frasco	g	0	0	0		
5	Peso de suelo seco (2 - 4)	g	313.43	289.37	292.08		
6	Contenido de humedad (3/5 x 100)	%	16.68	18.55	20.25		
Máxima densidad seca (MDS):			1.76 g/cm ³	Óptimo contenido de humedad:		18.03 %	



**ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO
 NTP 339.141 - ASTM D 1557**
SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCAYELICA 2022"

PROCEDENCIA: C-3, CON ADICIÓN DE 1.5% DE FIBRA

FECHA: FEBRERO DEL 2022

Nº Capas:	5
Volumen del molde:	893.86 cm ³

PRUEBAS DE COMPACTACIÓN							
ÍTEM	PRUEBA		1	2	3	4	5
1	Peso molde + Suelo compactado	g	5591	5679	5688		
2	Peso molde	g	3831	3831	3831		
3	Peso de suelo compactado	g	1760.00	1848.00	1857.00		
4	Densidad Húmeda	g/cm ³	1.97	2.07	2.08		
5	Densidad Seca	g/cm ³	1.723	1.771	1.760		

CONTENIDO DE HUMEDAD							
ÍTEM	PRUEBA		1	2	3	4	5
1	Peso Frasco + suelo húmedo	g	325.82	368.16	276.33		
2	Peso Frasco + suelo seco	g	285.14	315.31	234.13		
3	Peso de agua en suelo	g	40.68	52.85	42.2		
4	Peso de Frasco	g	0	0	0		
5	Peso de suelo seco (2 - 4)	g	285.14	315.31	234.13		
6	Contenido de humedad (3/5 x 100)	%	14.27	16.76	18.02		
Máxima densidad seca (MDS):			1.77 g/cm³	Óptimo contenido de humedad:		16.74 %	



Especialistas En Proyectos
 De Pavimentos y Suelos
 EPICRET S.R.L.
 Angel Roman Fianca Borda
 INSC. ING. CIVIL. CIP 53304

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)
ASTM D1883**

SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCÁVELICA 2022"

PROCEDENCIA: D.TTO. DE QUITO ARMA - PROV. HUAYTARA - D.PTO. DE HUANCÁVELICA

FECHA: FEBRERO DEL 2022

MUESTRA: C-3

ETAPA DE PENETRACIÓN

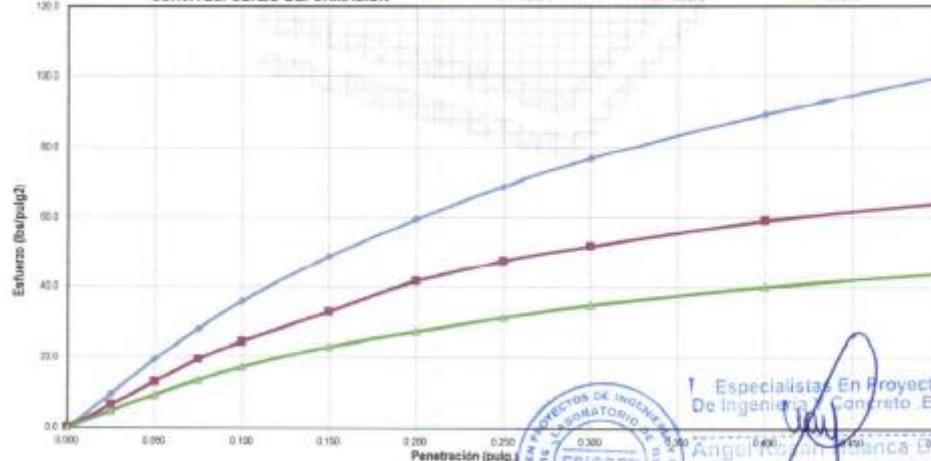
Penetración (pulg.)	Presión Patron (lbs/pulg ²)	Lectura Dial (lbs/pulg ²)		
		Molde 1	Molde 2	Molde 3
0.000	0	0.0	0.0	0.0
0.025		9.5	6.4	4.8
0.050		19.3	12.9	9.3
0.075		28.0	19.3	13.4
0.100	1000	36.0	24.5	17.2
0.150		48.7	33.1	23.1
0.200	1500	59.6	41.8	27.4
0.250		68.8	47.4	31.5
0.300	1900	77.0	51.8	35.0
0.400	2300	89.5	59.3	40.2
0.500	2600	99.7	64.1	44.0

COMPACTACIÓN

Molde	1	2	3
N° capas	5	5	5
N° golpes por capa	56	25	10
Peso molde+suelo compactado (g)	9378	9247	8954
Peso molde (g)	4914	4920	4920
Volumen molde (cm ³)	2126	2177	2177
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.100	1.988	1.853
Contenido de humedad (%)	14.67	14.71	14.74
Densidad seca (g/cm ³)	1.83	1.73	1.61

Penetración	Lectura Dial Corregido (lbs/pulg ²)		
	Molde 1	Molde 2	Molde 3
0.1 "	36.00	24.49	17.19
0.2 "	59.58	41.75	27.44

CURVA ESFUERZO-DEFORMACIÓN



Especialistas En Proyectos De Ingeniería De Concreto E.I.R.L.

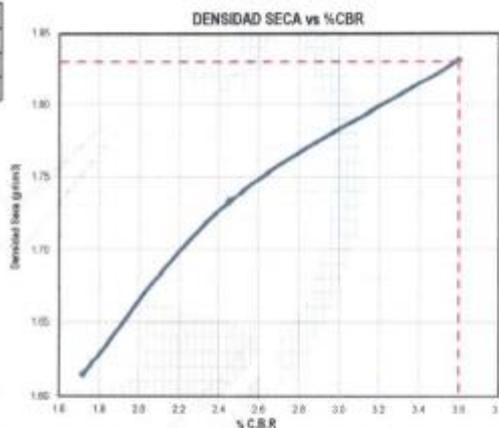
Angel Rosales Rosendo
M.Sc. ING. CIVIL. OIP 53304

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)
ASTM D1883**

SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO
PROYECTO: "INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCVELICA 2022"
PROCEDENCIA: D.TTO. DE QUITO ARMA - PROV. HUAYTARA - D.PTO. DE HUANCVELICA
FECHA: FEBRERO DEL 2022
MUESTRA: C-3

%CBR para una penetración de 0.1"			
Molde	1	2	3
%C.B.R	3.60	2.45	1.72
Densidad seca (g/cm ³)	1.83	1.73	1.61

Máxima Densidad Seca (g/cm³): **1.83**
 Óptimo Contenido de humedad (%): **14.25**
 CBR al 100% de la MDS: **3.6 %**
 CBR al 98% de la MDS: **3.1 %**
 CBR al 95% de la MDS: **2.5 %**



Especialistas En Proyectos De Ingeniería Y Concreto .E.I.R.L.
Angel Rolando Quanca Borda
 MSc. ING. CIVIL. CIP 53304

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)
ASTM D1883**

SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO
PROYECTO: "INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCAMELICA 2022"
PROCEDENCIA: D.TTO. DE QUITO ARMA - PROV. HUAYTARA - D.PTO. DE HUANCAMELICA
FECHA: FEBRERO DEL 2022
MUESTRA: C-3, CON ADICIÓN DE 0.5% DE FIBRA

ETAPA DE PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Presión Patron (lbs/pulg ²)	Lectura Dial (lbs/pulg ²)		
		Molde 1	Molde 2	Molde 3
0.000	0	0.0	0.0	0.0
0.025		9.9	6.2	4.6
0.050		17.4	11.8	9.4
0.075		24.0	17.6	14.8
0.100	1000	31.3	24.7	21.8
0.150		47.6	38.0	33.9
0.200	1500	63.6	49.2	42.9
0.250		78.8	59.6	51.3
0.300	1900	94.1	68.3	57.1
0.400	2300	119.4	81.6	65.5
0.500	2600	138.8	93.1	73.4

COMPACTACIÓN

Molde	1	2	3
N° capas	5	5	5
N° golpes por capa	56	25	10
Peso molde+suelo compactado (g)	9307	9096	8983
Peso molde (g)	4912	4884	4916
Volumen molde (cm ³)	2131	2127	2152
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.063	1.981	1.890
Contenido de humedad (%)	16.51	16.78	16.94
Densidad seca (g/cm ³)	1.77	1.70	1.62

Penetración	Lectura Dial Corregido (lbs/pulg ²)		
	Molde 1	Molde 2	Molde 3
0.1 "	31.30	24.70	21.75
0.2 "	63.65	49.19	42.88



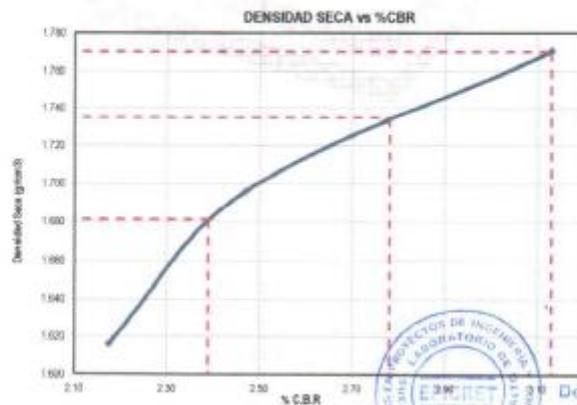
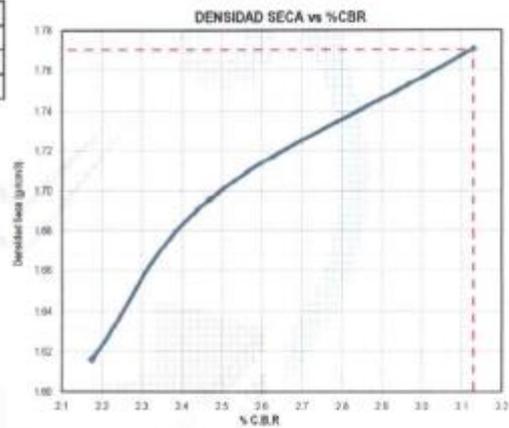
Especialistas En Proyectos De Ingeniería De Concreto E.I.R.L.
 Angel Rosario Borda
 MSC. ING. CIVIL. CIP 53304

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)
ASTM D1883**

SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO
PROYECTO: "INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCAMELICA 2022"
PROCEDENCIA: DITTO. DE QUITO ARMA - PROV. HUAYTARA - DPTO. DE HUANCAMELICA
FECHA: FEBRERO DEL 2022
MUESTRA: C-3, CON ADICIÓN DE 0.5% DE FIBRA

%CBR para una penetración de 0.1"			
Molde	1	2	3
%C.B.R	3.13	2.47	2.18
Densidad seca (g/cm3)	1.77	1.70	1.62

Máxima Densidad Seca (g/cm3): **1.77**
 Óptimo Contenido de humedad (%): **16.30**
 CBR al 100% de la MDS: **3.1 %**
 CBR al 98% de la MDS: **2.8 %**
 CBR al 95% de la MDS: **2.4 %**



Especialistas en Proyectos
De Ingeniería y Concreto E.I.R.L.

Angel Rosa Huanca Borda
MSC. ING. CIVIL CIP 53304

EPICRET / 

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)
ASTM D1883**

SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCANELICA 2022"

PROCEDENCIA: DITTO. DE QUITO ARMA - PROV. HUAYTARA - DPTO. DE HUANCANELICA

FECHA: FEBRERO DEL 2022

MUESTRA: C-3, CON ADICIÓN DE 1.0% DE FIBRA

ETAPA DE PENETRACION

Penetración (pulg.)	Presión Patron (lbs/pulg ²)	Lectura Dial (lbs/pulg ²)		
		Molde 1	Molde 2	Molde 3
0.000	0	0.0	0.0	0.0
0.025		13.7	9.2	6.8
0.050		23.5	18.5	15.3
0.075		32.8	27.7	23.2
0.100	1000	42.0	34.7	28.9
0.150		58.7	44.9	37.3
0.200	1500	75.4	53.3	43.4
0.250		88.4	60.0	48.5
0.300	1900	99.9	66.5	54.0
0.400	2300	119.9	79.0	61.5
0.500	2600	138.0	89.4	68.6

COMPACTACIÓN

Molde	1	2	3
N° capas	5	5	5
N° golpes por capa	56	75	10
Peso molde+suelo compactado (g)	8851	8926	8535
Peso molde (g)	4398	4653	4429
Volumen molde (cm ³)	2162	2135	2138
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.060	2.001	1.921
Contenido de humedad (%)	17.08	17.33	17.52
Densidad seca (g/cm ³)	1.76	1.71	1.63

Penetración	Lectura Dial Corregido (lbs/pulg ²)		
	Molde 1	Molde 2	Molde 3
0.1 "	42.04	34.67	28.91
0.2 "	75.44	53.33	43.44



Especialistas En Proyectos
De Ingeniería y Construcción E.I.R.L.
 Angel Rosal Quanca Borda
 MSc. ING. CIVIL. CIP 53304

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)
ASTM D1883**

SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCAVELICA 2022"

PROCEDENCIA: DTTO. DE QUITO ARMA - PROV. HUAYTARA - DPTO. DE HUANCAVELICA

FECHA: FEBRERO DEL 2022

MUESTRA: C-3, CON ADICIÓN DE 1.0% DE FIBRA

%CBR para una penetración de 0.1"			
Molde	1	2	3
%C.B.R.	4.20	3.47	2.89
Densidad seca (g/cm ³)	1.76	1.71	1.63

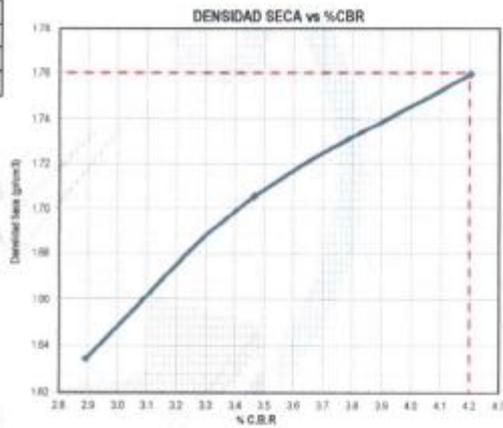
Máxima Densidad Seca (g/cm³): **1.76**

Óptimo Contenido de humedad (%): **18.03**

CBR al 100% de la MDS: **4.2 %**

CBR al 98% de la MDS: **3.7 %**

CBR al 95% de la MDS: **3.2 %**



Especialistas En Proyectos
De Ingeniería Concreto E.I.R.L.
Angel Ros Huanca Borda
MSC ING. CIVIL CIP 53364

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)
ASTM D1883**

SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO

PROYECTO: "INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCAVELICA 2022"

PROCEDENCIA: D.TTO. DE QUITO ARMA - PROV. HUAYTARA - D.PTO. DE HUANCAVELICA

FECHA: FEBRERO DEL 2022

MUESTRA: C-3, CON ADICIÓN DE 1.5% DE FIBRA

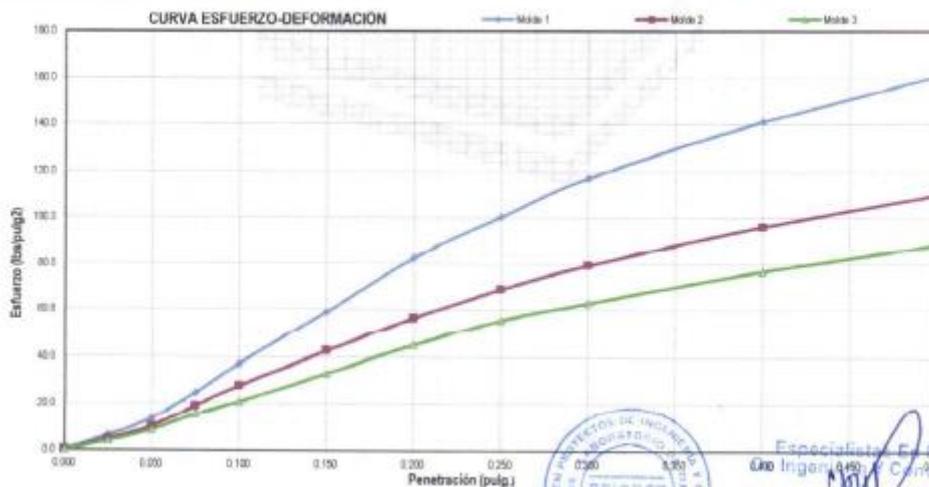
ETAPA DE PENETRACION

Penetración (pulg.)	Presión Patron (lbs/pulg ²)	Lectura Dial (lbs/pulg ²)		
		Molde 1	Molde 2	Molde 3
0.000	0	0.0	0.0	0.0
0.025		6.1	4.6	3.8
0.050		13.5	10.0	8.5
0.075		24.6	18.9	15.5
0.100	1000	37.3	27.8	20.7
0.150		56.8	42.5	33.1
0.200	1500	82.4	56.3	45.2
0.250		100.2	68.7	55.2
0.300	1900	117.2	79.2	62.9
0.400	2300	141.1	96.0	76.7
0.500	2600	160.9	110.0	88.1

COMPACTACIÓN

Molde	1	2	3
N° capas	5	5	5
N° golpes por capa	56	25	10
Peso molde+suelo compactado (g)	9031	8683	8979
Peso molde (g)	4653	4429	4884
Volumen molde (cm ³)	2135	2138	2127
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.051	1.990	1.926
Contenido de humedad (%)	15.86	16.05	16.29
Densidad seca (g/cm ³)	1.77	1.71	1.66

Penetración	Lectura Dial Corregido (lbs/pulg ²)		
	Molde 1	Molde 2	Molde 3
0.1 "	37.33	27.79	20.70
0.2 "	82.39	56.28	45.19



Especialista en Proyectos
C.A.O. Ingeniero Civil, C.0550
C.A.O. Ingeniero Constructor, E.I.R.L.
Angel Rojas Huanca Borda
MSC. ING. CIVIL, CIP 53304

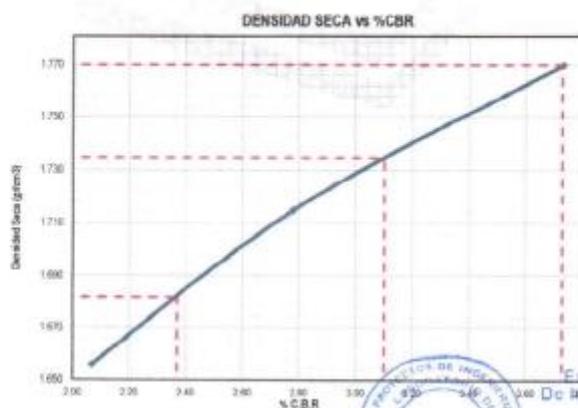
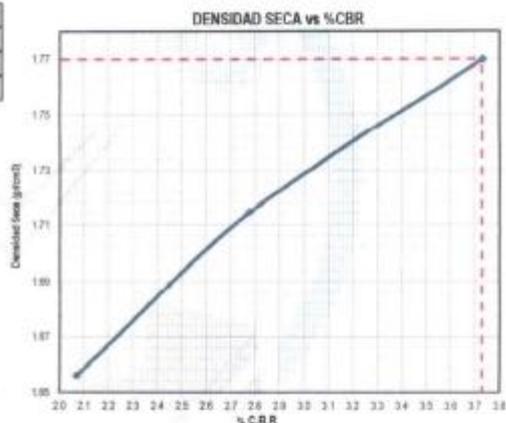
EPICRET / 

**ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.)
ASTM D1883**

SOLICITANTE(S): ESPINOZA AYBAR, JOSSETH GUILLERMO
PROYECTO: "INFLUENCIA DE LA INCORPORACIÓN DE LA FIBRA DEL POLÍMERO RECICLADO EN LA SUBRASANTE DE LA CARRETERA HUAYTARA - QUITO ARMA, HUANCAMELICA 2022"
PROCEDENCIA: DTTO. DE QUITO ARMA - PROV. HUAYTARA - DPTO. DE HUANCAMELICA
FECHA: FEBRERO DEL 2022
MUESTRA: C-3, CON ADICIÓN DE 1.5% DE FIBRA

%CBR para una penetración de 0.1"			
Molde	1	2	3
%C.B.R.	3.73	2.78	2.07
Densidad seca (g/cm ³)	1.77	1.71	1.66

Máxima Densidad Seca (g/cm³): **1.77**
 Óptimo Contenido de humedad (%): **16.74**
 CBR al 100% de la MDS: **3.7 %**
 CBR al 98% de la MDS: **3.1 %**
 CBR al 95% de la MDS: **2.4 %**



Especialista En Proyectos
De Mejoramiento de Concreto E.I.R.L.
Angel Rosan Huanca Borda
MSC. ING. CIVIL. CIP 53304

EPICRET /



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°020-2022 GLT

Página 1 de 4

Fecha de Emisión : 2022-01-22

1. SOLICITANTE : ESPECIALISTAS EN PROYECTOS DE
INGENIERIA Y CONCRETO E.I.R.L

DIRECCIÓN : PRO.MATIAS MANZANILLA NRO. 905 ICA –
ICA – ICA

2. EQUIPO DE MEDICIÓN: HORNO ELÉCTRICO

MARCA : A&A INSTRUMENTES

MODELO : ATHX-2A

NÚMERO DE SERIE : 15787

PROCEDENCIA : NO PRESENTA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

UBICACIÓN : LABORATORIO

Descripción del Termómetro del Equipo

Tipo : Digital
Alcance de Indicación : 1 °C a 250 °C
División de Escala : 0.1 °C

3. FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

Calibrado el 2022-01-19

La calibración se realizó en el LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE ESPECIALISTAS EN PROYECTOS DE
INGENIERIA Y CONCRETO E.I.R.L

4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros patrones calibrados que tienen trazabilidad a
la Escala Internacional de Temperatura de 1990, se usó el procedimiento PC-018 "Calibración de Medios con Aire
como Medio Termostático", edición 2, Junio 2009; del SNM-INDECOPI - Perú.

5. CONDICIONES DE CALIBRACIÓN

	Inicial	Final
Temperatura °C	30.6	30.6
Humedad Relativa %HR	38	38

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales, reportados de acuerdo con el Sistema
Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
TOTAL WEIGHT	Termómetro de indicación digital de 10 termocouplas	CC - 6319 - 2021



Téc. Gerente Pizarro Requena
Responsable del Laboratorio de Metrología



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°020-2022 GLT

Página 2 de 4

7. RESULTADOS DE MEDICIÓN

TEMPERATURA DE CALIBRACIÓN 110 °C ± 10 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	Indicación termómetros patrones (°C)										T. Prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110.0	113.5	114.6	112.4	116.7	111.3	116.0	115.5	119.2	120.3	116.3	115.6	9
02	110.0	113.3	114.3	112.3	116.4	111.3	115.6	115.5	118.2	119.9	116.4	115.3	8.6
04	110.0	113.2	114.1	112.3	116.6	111.3	115.5	115.6	118.8	120.1	116.2	115.4	8.8
06	110.0	113.2	114.4	112.4	116.6	111.2	115.6	115.8	118.0	120.2	116.3	115.4	9.0
08	110.0	113.2	114.6	112.7	116.7	111.2	115.8	115.8	118.8	120.1	116.4	115.5	8.9
10	110.1	113.3	114.2	112.6	116.7	111.2	115.7	115.7	119.0	120.6	116.4	115.5	9.4
12	110.1	113.3	114.3	112.5	116.4	111.2	115.6	115.9	119.4	120.3	116.3	115.5	9.1
14	110.1	113.3	114.1	112.3	116.2	111.1	115.6	115.4	118.5	120.3	115.7	115.3	9.2
16	110.0	113.4	114.0	112.4	116.8	111.3	115.9	115.8	119.3	120.7	116.4	115.6	9.4
18	109.9	113.3	114.1	112.6	116.6	111.3	115.8	115.6	119.0	120.3	116.3	115.5	9
20	110.0	113.5	114.4	112.5	116.9	111.4	115.7	115.7	119.3	120.9	116.4	115.7	9.5
22	109.9	113.8	114.6	112.7	116.9	111.4	115.9	115.5	119.5	120.4	116.2	115.7	9
24	110.1	113.2	114.1	112.4	116.6	111.3	115.5	115.6	118.8	120.1	116.2	115.4	8.8
26	110.0	113.5	114.6	112.4	116.7	111.3	116.0	115.5	119.2	120.3	116.3	115.6	9.0
28	110.0	113.3	114.3	112.3	116.4	111.3	115.6	115.5	118.2	119.9	116.4	115.3	8.6
30	110.0	113.2	114.1	112.3	116.6	111.3	115.5	115.6	118.8	120.1	116.2	115.4	8.8
32	110.0	113.2	114.4	112.4	116.6	111.2	115.6	115.8	118.0	120.2	116.3	115.4	9
34	110.0	113.2	114.6	112.7	116.7	111.2	115.8	115.8	118.8	120.1	116.4	115.5	8.9
36	110.1	113.3	114.2	112.6	116.7	111.2	115.7	115.7	119.0	120.6	116.4	115.5	9.4
38	110.1	113.3	114.3	112.5	116.4	111.2	115.6	115.9	119.4	120.3	116.3	115.5	9.1
40	110.1	113.3	114.1	112.3	116.2	111.1	115.6	115.4	118.5	120.3	115.7	115.3	9.2
42	110.0	113.4	114.0	112.4	116.8	111.3	115.9	115.8	119.3	120.7	116.4	115.6	9.4
44	109.9	113.3	114.1	112.6	116.6	111.3	115.8	115.6	119.0	120.3	116.3	115.5	9
46	110.0	113.5	114.4	112.5	116.9	111.4	115.7	115.7	119.3	120.9	116.4	115.7	9.5
48	109.9	113.8	114.6	112.7	116.9	111.4	115.9	115.5	119.5	120.4	116.2	115.7	9
50	110.1	113.2	114.1	112.4	116.6	111.3	115.5	115.6	118.8	120.1	116.2	115.4	8.8
52	110.0	113.2	114.1	112.3	116.6	111.3	115.5	115.6	118.8	120.1	116.2	115.4	8.8
54	110.0	113.2	114.4	112.4	116.6	111.2	115.6	115.8	118.0	120.2	116.3	115.4	9
56	110.0	113.2	114.6	112.7	116.7	111.2	115.8	115.8	118.8	120.1	116.4	115.5	8.9
58	110.1	113.3	114.2	112.6	116.7	111.2	115.7	115.7	119.0	120.6	116.4	115.5	9.4
60	110.1	113.3	114.3	112.5	116.4	111.2	115.6	115.9	119.4	120.3	116.3	115.5	9.1
T. PROM.	110.0	113.3	114.3	112.5	116.6	111.3	115.7	115.7	118.9	120.3	116.3	115.5	
T. MAX	110.1	113.8	114.6	112.7	116.9	111.4	116.0	115.9	119.5	120.9	116.4		
T. MIN	109.9	113.2	114.0	112.3	116.2	111.1	115.5	115.4	118.0	119.9	115.7		
DTT	0.2	0.6	0.6	0.4	0.7	0.3	0.5	0.5	1.5	1.0	0.7		

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	120.9	0.3
Mínima Temperatura Medida	111.1	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1.5	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	9.1	0.3
Estabilidad Medida (±)	0.75	0.04
Uniformidad Medida	9.5	0.3

T. PROM: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T. Prom: Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición en un instante dado.
T. MAX: Temperatura máxima.
T. MIN: Temperatura mínima.
DTT: Desviación de temperatura en el tiempo.





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°020-2022 GLT

Página 3 de 4

8. OBSERVACIONES

Los resultados obtenidos corresponden al promedio de 31 lecturas por punto de medición considerando, luego del tiempo de estabilización.

Las lecturas se iniciaron luego de un precalentamiento y estabilización de 2 min.

El esquema de distribución y posición de los termocoplas calibrados en los puntos de medición se muestra en la página 4.

(*) Código asignado por G&L LABORATORIO S.A.C

Para la temperatura de 110°C

La calibración se realizó sin carga.

El promedio de temperatura durante la medición fue 110 °C.

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

NOTA:

Los resultados contenidos en el presente documento son válidos únicamente para las condiciones del equipo durante la calibración. G&L LABORATORIO SAC. no se responsabiliza de ningún perjuicio que pueda derivarse del uso inadecuado del objeto calibrado.

Una copia de este documento será mantenido en archivo electrónico en el laboratorio por un periodo de por lo menos 4 años.

9. FOTOGRAFÍA DEL INTERIOR DEL EQUIPO

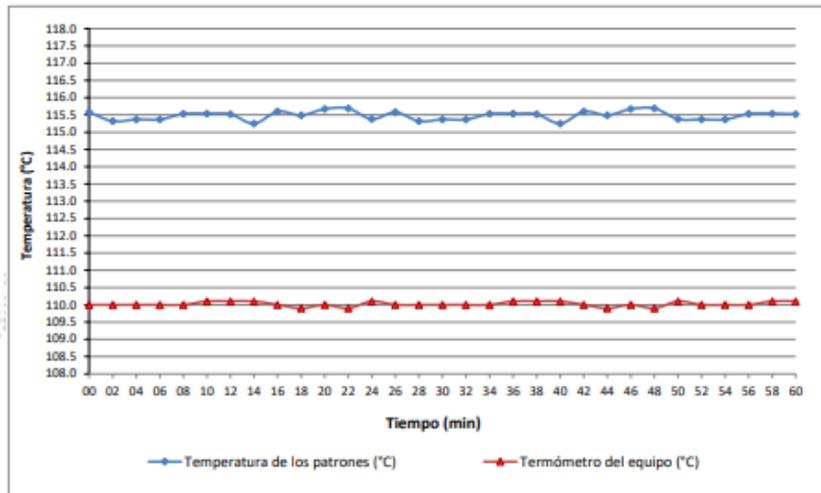




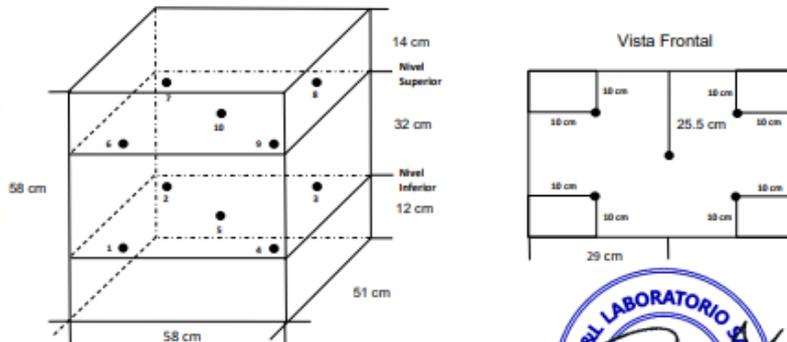
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°020-2022 GLT
Página 4 de 4

DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA EN EL EQUIPO

TEMPERATURA DE CALIBRACIÓN 110 °C ± 10 °C



UBICACIÓN DE LOS SENSORES



Los sensores se colocaron a 6 cm de altura sobre sus respectivos niveles.





LABORATORIO DE
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 022-2022 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2022-01-22

1. SOLICITANTE : ESPECIALISTAS EN PROYECTOS DE
INGENIERIA Y CONCRETO E.I.R.L

DIRECCIÓN : PRO.MATIAS MANZANILLA NRO. 905 ICA – ICA
– ICA

2. INSTRUMENTO DE
MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MÓDELO : R21PE30ZH

NÚMERO DE SERIE : B846372653

ALCANCE DE
INDICACIÓN : 30000 g

DIVISIÓN DE ESCALA
/ RESOLUCIÓN : 1 g

DIVISIÓN DE
VERIFICACIÓN (e.) : 10 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE
CALIBRACIÓN : 2022-01-19

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del
SNM-INDECOPI, EDICIÓN 3ª - ENERO, 2009.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE ESPECIALISTAS EN PROYECTOS DE INGENIERIA Y CONCRETO E.I.R.L
PRO.MATIAS MANZANILLA NRO. 905 ICA – ICA

Gilmer Huilca Huilca
Responsable del Laboratorio de Metrología

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.



Teléfono:
011 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	30.0 °C	17.1 °C
Humedad Relativa	39 %	41 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL TOTAL WEIGHT	Pesas (exactitud E2 / M1 / M2)	LM - C - 428 - 2021 CM - 1411 - 2021 CM - 1412 - 2021 CM - 1413 - 2021

7. OBSERVACIONES

Para 30000 g. la balanza indicó 30002 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".

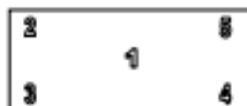
8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABAJO	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 30.0			Final 30.0		
	Carga L1* 15,000 g		E(g)	Carga L2* 30,000 g		E(g)
1	14,999	0.5	-1.0	30,000	0.6	-0.1
2	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
3	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
4	15,000	0.6	-0.1	30,000	0.5	0.0
5	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
6	15,000	0.5	0.0	30,000	0.6	-0.1
7	14,999	0.5	-1.0	30,000	0.6	-0.1
8	14,999	0.5	-1.0	30,000	0.6	-0.1
9	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
10	15,000	0.5	0.0	30,000	0.5	0.0
Máxima			1.0	0.1		
Error máximo permitido ±			20 g	30 g		





Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Temp. (°C)	Inicial	Final
	30.0	30.0

Posición de la Carga	Determinación de E ₁				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	kg	ΔL(g)	E(g)	Carga (g)	kg	ΔL(g)	E(g)	E ₁ (g)
1	10	10	0.5	0.0	10,000	9,999	0.5	-1.0	-1.0
2		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1
3		10	0.5	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0
4		10	0.5	0.0		10,000	0.5	0.0	0.0
5		10	0.5	0.0		10,000	0.4	0.1	0.1

(*) valor entre 0 y 10 μ

Error máximo permitido: ± 20 g

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C)	Inicial	Final
	17.1	17.1

Carga (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	kg	ΔL(g)	E(g)	E ₁ (g)	kg	ΔL(g)	E(g)	E ₁ (g)	
10	10	0.5	0.0	0.0	10	0.5	0.0	0.0	10
20	20	0.5	0.0	0.0	20	0.5	0.0	0.0	10
100	100	0.5	0.0	0.0	100	0.5	0.0	0.0	10
500	500	0.6	-0.1	-0.1	500	0.5	0.0	0.0	10
1,000	1,000	0.5	0.0	0.0	1,000	0.6	-0.1	-0.1	10
5,000	5,000	0.6	-0.1	-0.1	5,000	0.5	0.0	0.0	10
10,000	10,004	0.5	4.0	4.0	10,004	0.5	4.0	4.0	20
15,000	15,006	0.5	6.0	6.0	15,006	0.5	6.0	6.0	20
20,000	20,004	0.6	3.9	3.9	20,004	0.5	4.0	4.0	20
25,000	25,005	0.6	4.9	4.9	25,005	0.6	4.9	4.9	30
30,000	30,007	0.7	6.8	6.8	30,007	0.7	6.8	6.8	30

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{correctada}} = R - 002E-04 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{3,952E-04 \text{ g}^2 + 1,308E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga incrementada E: Error encontrado E₁: Error en cero E₂: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10^{xx} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)





LABORATORIO DE
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 023-2022 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2022-01-22

1. SOLICITANTE : ESPECIALISTAS EN PROYECTOS DE INGENIERIA Y CONCRETO E.I.R.L

DIRECCIÓN : PRO.MATIAS MANZANILLA NRO. 905 ICA – ICA – ICA

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : SPS4001F

NÚMERO DE SERIE : 71310600861

ALCANCE DE INDICACIÓN : 4100 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.1 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0.1 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2022-01-19

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4* - ABRIL, 2010.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE ESPECIALISTAS EN PROYECTOS DE INGENIERIA Y CONCRETO E.I.R.L
PRO.MATIAS MANZANILLA NRO. 905 ICA – ICA – ICA



Gilmer Antón Huamán Poquioma
Responsable del Laboratorio de Metrología



● Teléfono:
(01) 622 – 5814
● Celular:
992 – 302 – 883 / 962 – 227 – 858

✉ Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

📍 Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	30.3 °C	30.3 °C
Humedad Relativa	40 %	40 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL	Pesas (exactitud E2)	LM - C - 428 - 2021

7. OBSERVACIONES

Para 4000 g la balanza indicó 3999.5 g. Se ajustó y se procedió a su calibración.
Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

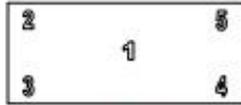
INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRASA	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	30.3	30.3

Medición N°	Carga L1= 2,000.0 g			Carga L2= 4,000.0 g		
	l(g)	Δ L (g)	E (g)	l(g)	Δ L (g)	E (g)
1	2,000.0	0.005	0.045	4,000.0	0.007	0.043
2	2,000.0	0.007	0.043	4,000.0	0.006	0.044
3	2,000.0	0.004	0.046	4,000.0	0.002	0.048
4	2,000.0	0.005	0.045	4,000.0	0.007	0.043
5	2,000.0	0.006	0.044	4,000.0	0.005	0.045
6	2,000.0	0.004	0.046	4,000.0	0.003	0.047
7	2,000.0	0.005	0.045	4,000.0	0.003	0.047
8	2,000.0	0.006	0.044	4,000.0	0.006	0.044
9	2,000.0	0.007	0.043	4,000.0	0.007	0.043
10	2,000.0	0.004	0.046	4,000.0	0.008	0.042
Error Máximo			0.003			
Error permitido ±			0.2 g	± 0.3 g		





Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₂				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima*(g)	l(g)	Δ L (g)	E ₀ (mg)	Carga L (g)	l(g)	Δ L (g)	E (g)	E _c (g)
1	0.1	0.1	0.005	0.045	1,400.0	1,400.0	0.007	0.043	-0.002
2		0.1	0.007	0.043		1,400.0	0.004	0.046	0.003
3		0.1	0.003	0.047		1,400.0	0.005	0.045	-0.002
4		0.1	0.008	0.042		1,400.0	0.004	0.046	0.004
5		0.1	0.005	0.045		1,400.0	0.007	0.043	-0.002

(*) valor entre 0 y 10 g

Error máximo permitido: ± 200.0 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**)
	l(g)	Δ L (g)	E (g)	E _c (g)	l(g)	Δ L (g)	E (g)	E _c (g)	
0.1	0.1	0.006	0.044	0.000	0.1	0.005	0.045	0.001	0.100
0.5	0.5	0.006	0.044	0.000	0.5	0.005	0.045	0.001	0.100
1.0	1.0	0.006	0.044	-0.002	1.0	0.005	0.045	0.001	0.100
10.0	10.0	0.006	0.044	0.000	10.0	0.007	0.043	-0.001	0.100
100.0	100.0	0.007	0.043	-0.001	100.0	0.006	0.044	0.000	0.100
500.0	500.0	0.006	0.044	0.000	500.0	0.004	0.046	0.002	0.100
800.0	800.0	0.007	0.043	-0.001	800.0	0.005	0.045	0.001	0.200
1,000.0	1,000.0	0.004	0.046	0.002	1,000.0	0.006	0.044	0.000	0.200
2,000.0	2,000.0	0.006	0.044	0.000	2,000.0	0.003	0.047	0.003	0.200
3,000.0	3,000.0	0.007	0.043	-0.001	3,000.0	0.005	0.045	0.001	0.300
4,000.0	4,000.0	0.008	0.042	-0.002	4,000.0	0.008	0.042	-0.002	0.300

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 028E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{017E-04 \text{ g}^2 + 002E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza AL: Carga Incrementada E: Error en caso E_c: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10^{xx} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)





LABORATORIO DE
METROLOGÍA

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 026-2022 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2022-01-22

1. SOLICITANTE : ESPECIALISTAS EN PROYECTOS DE
INGENIERIA Y CONCRETO E.I.R.L

DIRECCIÓN : PRO.MATIAS MANZANILLA NRO. 905 ICA -
ICA - ICA

2. INSTRUMENTO DE
MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : KAMBOR

MODELO : NO PRESENTA

NÚMERO DE SERIE : 131125066

ALCANCE DE
INDICACIÓN : 2000 g

DIVISIÓN DE ESCALA
/ RESOLUCIÓN : 0.01 g

DIVISIÓN DE
VERIFICACIÓN (e) : 0.1 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE
CALIBRACIÓN : 2022-01-19

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II; PC - 011 del
SNM-INDECOPI, EDICIÓN 4° - ABRIL, 2010.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS Y CONCRETO DE ESPECIALISTAS EN PROYECTOS DE INGENIERIA Y CONCRETO
E.I.R.L

PRO.MATIAS MANZANILLA NRO. 905 ICA

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.


Gilmer Antonio Muzman Bogaloma
Responsable de Metrología



Teléfono:
(01) 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de C&L LABORATORIO S.A.C



5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	30.7 °C	30.7 °C
Humedad Relativa	41 %	41 %

6. TRAZABILIDAD

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de DM - INACAL	Pesas (exactitud E2)	LM - C - 428 - 2021

7. OBSERVACIONES

Para 2000 g la balanza indicó 1997.85 g. Se ajustó y se procedió a su calibración. Los errores máximos permitidos (emp) para esta balanza corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 004 - 2010. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático. Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".

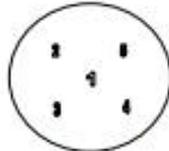
8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABAJO	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 1,000.00 g	Temp. (°C)		Carga L2= 2,000.00 g	Δ L (mg)	E (mg)
		Inicial	Final			
1	1,000.00	30.7	30.7	1,999.93	4	-69
2	1,000.00			1,999.93	4	-69
3	1,000.01			1,999.93	5	-70
4	1,000.00			1,999.93	5	-70
5	1,000.01			1,999.93	3	-68
6	1,000.00			1,999.93	5	-70
7	1,000.01			1,999.93	4	-69
8	1,000.00			1,999.93	3	-68
9	1,000.00			1,999.93	3	-68
10	1,000.00			1,999.93	4	-69
Error Máximo					12	2
Error Máximo permitido ±					± 200 mg	± 200 mg





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 026-2022 GLM

Página 3 de 3

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Vista Frontal

Temp. (°C) Inicial 30.7 Final 30.7

Posición de la Carga	Determinación de E ₁				Determinación del Error corregido				
	Carga Mínima (g)	l(g)	Δ L (mg)	E ₀ (mg)	Carga L (g)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E _c (mg)
1	0.10	0.10	5	0	600.00	600.00	5	0	0
2		0.10	5	0		600.01	7	8	8
3		0.10	5	0		599.99	4	-9	-9
4		0.10	5	0		599.98	4	-19	-19
5		0.10	5	0		600.02	8	17	17

(*) valor entre 0 y 10 s

Error máximo permitido ± 200 mg

ENSAYO DE PESAJE

Temp. (°C) Inicial 30.7 Final 30.7

Carga L(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) ±(mg)
	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E _c (mg)	l(g)	Δ L (mg)	E (mg)	E _c (mg)	
0.10	0.10	5	0						100
0.20	0.20	5	0	0	0.20	5	0	0	100
10.00	10.00	4	1	1	10.00	5	0	0	100
20.00	20.00	4	1	1	20.00	4	1	1	100
50.00	50.00	5	0	0	50.00	5	0	0	100
100.00	100.00	4	1	1	100.00	4	1	1	100
500.00	500.01	4	11	11	500.01	5	10	10	100
1,000.00	1,000.01	5	10	10	1,000.01	5	10	10	200
1,500.00	1,500.01	5	10	10	1,500.01	4	11	11	200
1,800.00	1,800.01	4	11	11	1,800.01	4	11	11	200
2,000.00	1,999.93	5	-70	-70	1,999.93	5	-70	-70	200

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 1,096E-08 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{3,782E-08 \text{ g}^2 + 084E-12 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza AL: Carga Incrementada E: Error en caso E_c: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10^{xx} (Ejemplo: E-05 = 10⁻⁵)



ANEXO 5: PANEL FOTOGRAFICO.

ACOPIO DE POLIMERO



MATERIAL PROCESADO



PESADO DE ADITIVO CON RESPECTO A LA DOSIFICACION



EXPLORACION DE CAMPO KM-3



EXPLORACION DE CAMPO



IDENTIFICACION DE CAMPO



INICIO DE EXCAVACION - CALICATAS



EXTRACCION DE SUELO



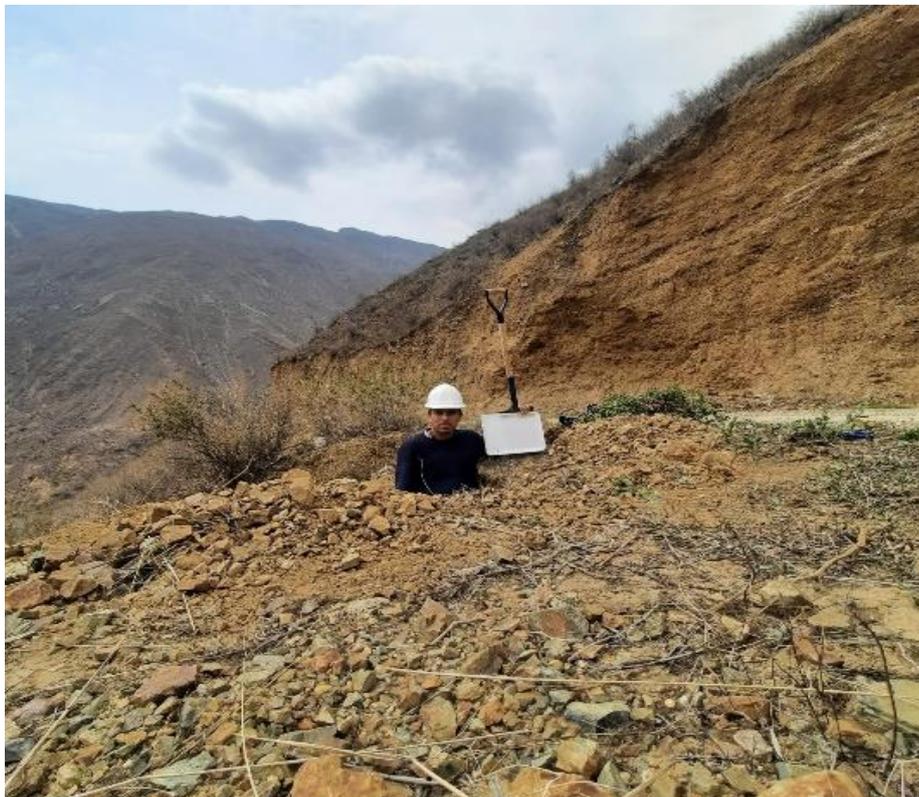
TRABAJO DE CAMPO C-1



EXCAVACION DE CALICATA



TRABAJO DE CAMPO C-2



TRABAJO DE CAMPO C-3



INICIO DE ENSAYO DE GRANULOMETRIA



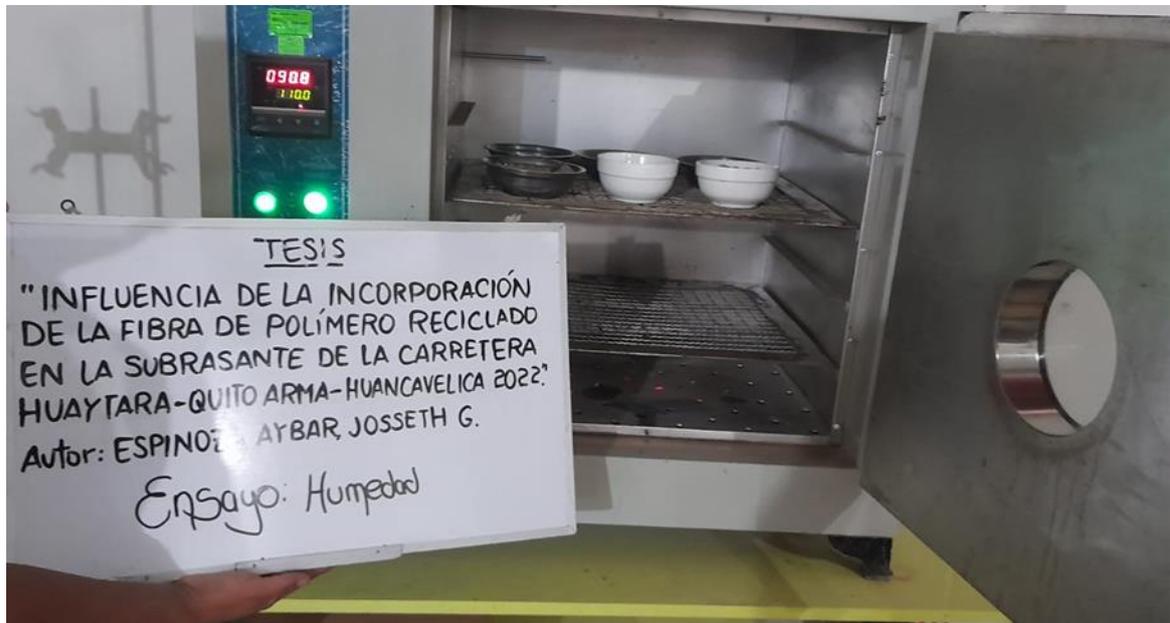
CARACTERIZACION DEL SUELO



MUESTRA EN HORNO



MUESTRA PARA EL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD



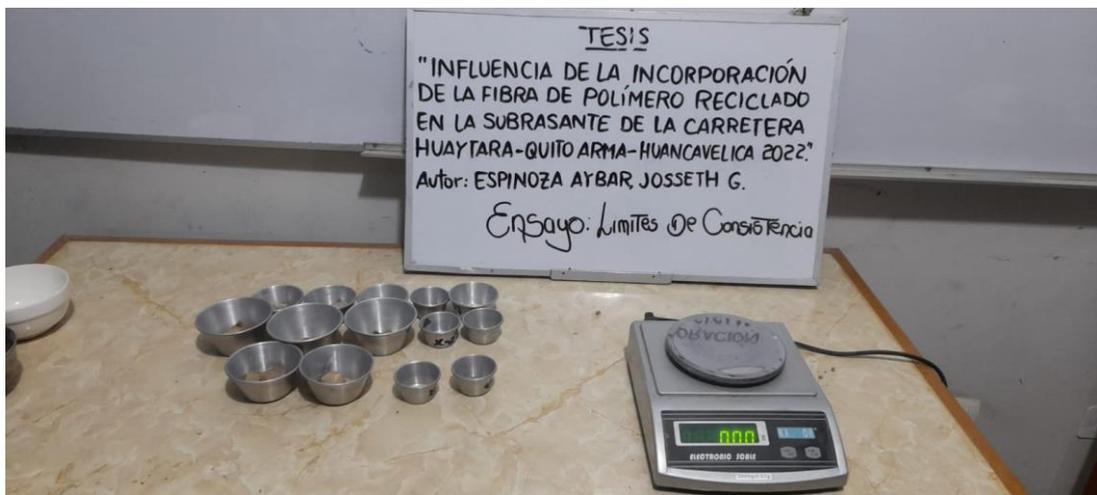
MUESTRA PARA EL ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD



MUESTRA PARA LIMITES DE ATTERBERG



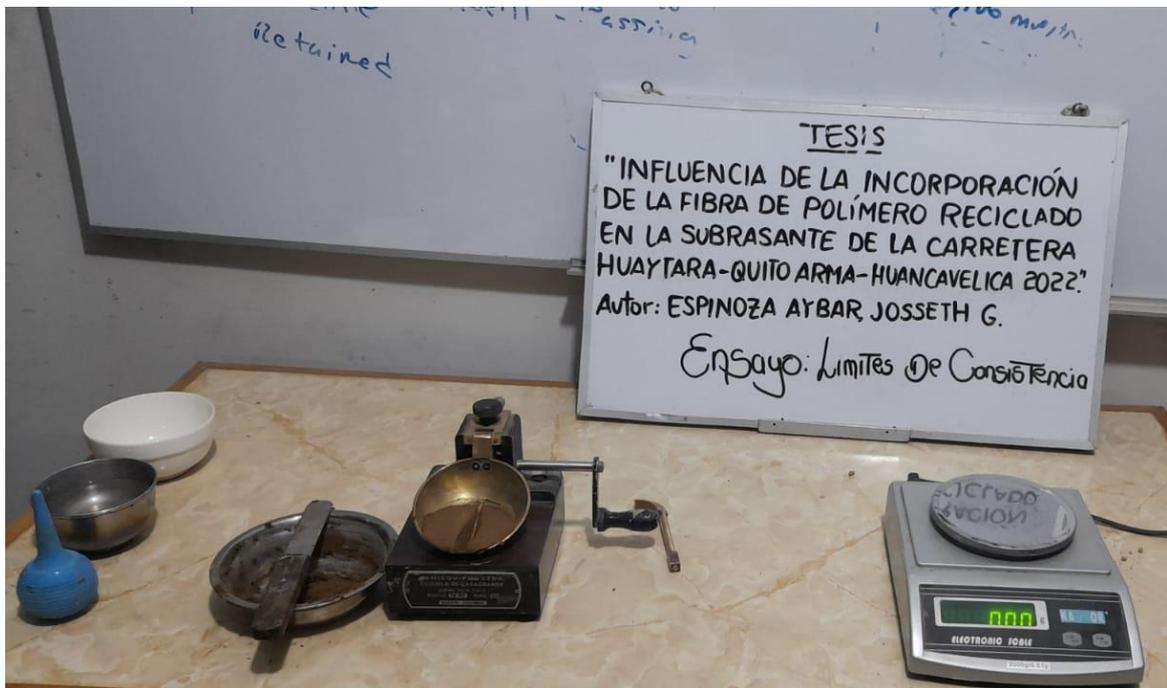
MUESTRA PARA LIMITES DE ATTERBERG



ENSAYO PARA OBTENER EL LIMITE LIQUIDO



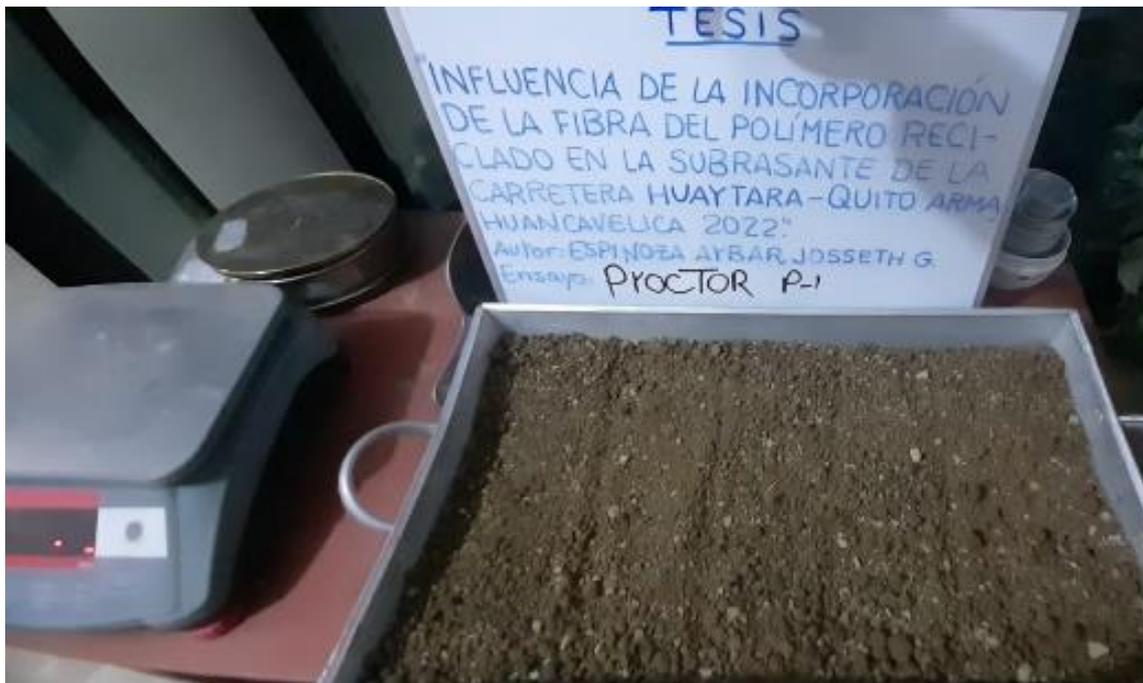
MUESTRA EN ENSAYO DE LIMITE LIQUIDO



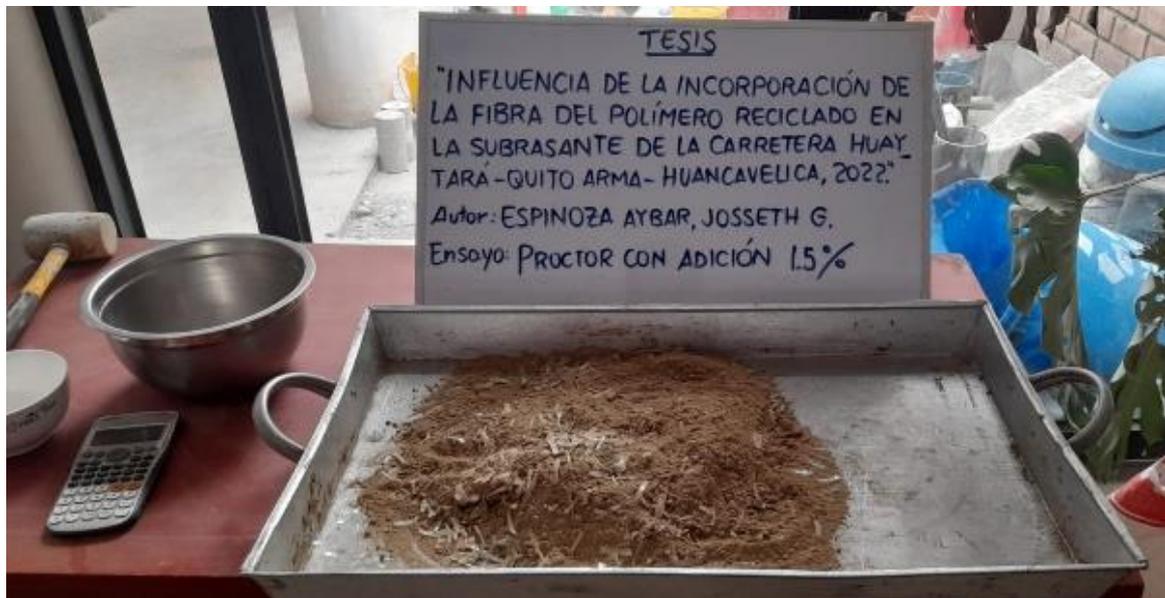
TOMA DE PESOS DE LA MUESTRA – ENSAYO DE HUMEDAD



MUESTRA PARA ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO



MUESTRA DE SUELO CON ADICIÓN DE POLIMERO – PROCTOR MODIFICADO AL 1.5%



PROCESO DEL ENSAYO DE CBR



MUESTRA DE SUELO CON ADICION DE POLIMERO – PROCTOR MODIFICADO AL 1.5%

