



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Análisis de la Subrasante con Incorporación de Aluminio Reciclado en el Jr. Las Perlas, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín- 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Calzado Rivas, Yenderson Yordan ([orcid.org/0000-0001-6247-1965](https://orcid.org/0000-0001-6247-1965))

**ASESOR:**

Mg. Benavente Leon, Christian ([orcid.org/0000-0003-2416-4301](https://orcid.org/0000-0003-2416-4301))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Apoyo a la reducción de brechas y carencias en la educación en todos sus niveles

LIMA – PERÚ

2022

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto en primer lugar a Dios por darnos la vida y regalarnos un nuevo día para llegar a ser mejores personas. A mis padres, porque el esfuerzo es de ellos, a mis hermanos quienes me dieron la motivación para salir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

Doy gracias a Dios en primer lugar por darme la vida y un nuevo amanecer. Agradecer a la Universidad Cesar Vallejo por no cerrarme las puertas de su casa de estudios, a mis docentes por guiarme, impartirme y brindarme sus conocimientos.

Agradecer a mis padres, Edgar Calzado Raqui y Bertha Rivas Anglas, quienes son mis razones de ser, que me brindaron sus consejos y las mejores palabras de aliento para nunca rendirme.

## INDICE DE CONTENIDOS

<u>Carátula</u> .....	i
<u>Dedicatoria</u> .....	ii
<u>Agradecimiento</u> .....	iii
<u>Índice de contenidos</u> .....	iv
<u>Índice de tablas</u> .....	v
<u>Índice de gráficos y figuras</u> .....	vi
<u>Resumen</u> .....	vii
<u>Abstract</u> .....	viii
<u>I. INTRODUCCIÓN</u> .....	9
<u>II. MARCO TEÓRICO</u> .....	14
<u>III. METODOLOGÍA</u> .....	26
<u>3.1. Tipo y diseño de investigación</u> .....	26
<u>3.2. Variables y operacionalización</u> .....	26
<u>3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis</u> .....	30
<u>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</u> .....	31
<u>3.5. Procedimientos</u> .....	31
<u>3.6. Método de análisis de datos</u> .....	31
<u>3.7. Aspectos éticos</u> .....	32
<u>IV. RESULTADOS</u> .....	33
<u>V. DISCUSIÓN</u> .....	46
<u>VI. CONCLUSIONES</u> .....	48
<u>VII. RECOMENDACIONES</u> .....	50
<u>REFERENCIAS</u> .....	51
<u>ANEXOS</u> .....	53



## Índice de tablas

Tabla 1. Clasificación de Suelos según CBR .....	13
Tabla 2. Datos Correspondientes a la Muestra Patrón CBR .....	14
Tabla 3. Ensayos a efectuar .....	26
Tabla 4. Granulometría por mallas .....	28
Tabla 5. Resumen de Porcentajes .....	29
Tabla 6. Resumen de Limites y Resultados .....	31
Tabla 7. Resumen de Proctor Modificado .....	31
Tabla 8. Resumen de Proctor Modificado .....	32
Tabla 9. Resumen de CBR .....	32
Tabla 10. Resumen de CBR – Incorporación Aluminio Reciclado Triturado .....	33
Tabla 11. Penetración con Incorporación de Aluminio Reciclado.....	33
Tabla 12. Resumen de Proctor Modificado - MDS .....	34
Tabla 13. Resumen de Proctor Modificado - OCH .....	35
Tabla 14. Resumen de CBR .....	37
Tabla 15. Presupuesto de los complementos para el Mejoramiento de la Sub Rasante de 140 m .....	39
Tabla 16. Contenido de Humedad – C1 de la Muestra Natural .....	40

## Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Ubicación del Jr. Las Perlas del Sector El Tambo, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín, por el Google Earth, datos del mapa 2022 .....	21
Figura 2. Deterioro de la superficie de la vía por efecto de las lluvias en el Jr. Las Perlas – El Tambo – Huancayo 2022 .....	25
Figura 3. Recolección y Toma de Muestra .....	26
Figura 4. Lavado de muestra .....	27
Figura 5. Ensayo de granulometría .....	28
Figura 6. Incorporación de Aluminio Reciclado Vs Penetración de CBR .....	34
Figura 7. Densidad Máxima Seca vs Aluminio Reciclado .....	35
Figura 8. Optimo Contenido de Humedad vs Aluminio Reciclado Triturado .....	36
Figura 9. Influencia de CBR con Aluminio Reciclado Triturado .....	37
Figura 10. Recolección y Toma de muestra de la C1 .....	48
Figura 11. Excavación de C2 – Toma de muestra .....	48
Figura 12. Excavación de C2 de 1.50 m – Toma de muestra .....	49
Figura 13. Excavación de – Toma de muestra .....	49
Figura 14. Reciclado de Aluminio .....	50
Figura 15. Reciclado de Aluminio .....	50
Figura 16. Reciclado de aluminio, latas de gaseosa, latas de cerveza, plantilla de imprentas de aluminio .....	51
Figura 17. Trituración de aluminio reciclado .....	51
Figura 18. Trituración de aluminio reciclado, total a pesar 1.08 kg .....	52
Figura 19. Lavado de Muestra .....	52
Figura 20. Tamizado de material .....	53
Figura 21. Tamizado de material .....	53
Figura 22. LL – LP del Material .....	54
Figura 23. Ensayo de Proctor Modificado MET. A .....	54
Figura 24. Ensayo de Proctor Modificado MET. A .....	55
Figura 25. Mezcla de Aluminio con Material .....	55
Figura 26. Ensayo de Proctor con Incorporación de 3% de A.R.T .....	56
Figura 27. Ensayo de CBR – Penetración 1” – 12 Golp. ....	56
Figura 28. Ensayo de CBR – Penetración 1” – 25 Golp. ....	57
Figura 29. Ensayo de CBR – Penetración 1” – 56 Golp. ....	57

## **Resumen**

Este estudio tuvo el objetivo de poder conocer la problemática y el beneficio sobre el “Análisis de la Subrasante con Incorporación de Aluminio reciclado en el Jr. Las Perlas, ubicada en el Sector El Tambo, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín – 2022”, por lo que se pretendió evaluar la subrasante de esa vía de estudio, ya que se visualizó un suelo arcilloso y se requiere ser alterado por cualquier procedimiento sugerido por el MTC, o como también por el procedimiento planteado en este estudio, ya que se pretende estabilizar la sub rasante con la incorporación del Aluminio reciclado siendo uno de los materiales cómodos y resistentes que otros metales.

Y por lo que, hoy en día este elemento está produciendo contaminación ambiental, la cual se pretende estabilizar la sub rasante de vías no pavimentadas en diferentes estados ambientales, siendo este el lugar de Estudio en el Jr. Las Perlas, ubicada en el Sector el Tambo, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín.

Dicho estudio en el Marco Metodológico se desarrolló el uso del Método Experimental, por lo que sacaron muestras según la MTC E 105, NTP 339.089. Por lo que, se llegó a determinar que el material es Arcilloso Limo Arenoso de Baja Plasticidad. Teniendo el Contenido de Humedad Natural promedio de la muestra fue de 3.81%.

Ya que se sabe que con la Incorporación del Aluminio reciclado triturado, se puede mejorar las características del material, siendo físicamente y mecánicamente del suelo, de esa manera se podrá mejorar la sub rasante.

Palabras clave: Sub rasante, Suelo Arcilloso, Aluminio reciclado, Baja Plasticidad.

## **Abstract**

This study had the objective of being able to know the problem and the benefit of the "Analysis of the Subgrade with the Incorporation of Recycled Aluminum in Jr. Las Perlas, located in the El Tambo Sector, Province of Huancayo, Department of Junín - 2022", Therefore, it was intended to evaluate the subgrade of this study route, since a clayey soil was visualized and it is required to be altered by any procedure proposed by the MTC, or as well as by the procedure proposed in this study, since it is intended to stabilize the subgrade with the incorporation of recycled aluminum, being one of the most comfortable and resistant materials compared to other metals.

And so, today this element produces this environmental pollution, which is intended to stabilize the subgrade of unpaved roads in different environmental states, this being the place of study in Jr. Las Perlas, located in the Sector el Tambo, Province of Huancayo, Department of Junín.

Said study in the Methodological Framework was developed using the Experimental Method, for which samples were taken according to the MTC E 105, NTP 339.089. Therefore, it was determined that the material is Clayey Sandy Silt of Low Plasticity. Having the average Natural Moisture Content of the sample was 3.81%.

Since it is known that with the Incorporation of crushed recycled Aluminum, the characteristics of the material can be improved, being physically and mechanically of the soil, in this way the subgrade can be improved.

**Keywords:** Subgrade, Clay Soil, Recycled Aluminum, Low Plasticity.

## **I. INTRODUCCIÓN**

En el territorio nacional la mayoría de vías no pavimentadas de escasa concurrencia de Transitabilidad, el terreno de soporte tiende a ser un suelo de material blando, con una capacidad portante siendo generalmente menor y el subsuelo es pobre o presenta una sub rasante inadecuada con un CBR menor al 6% y que necesita ser estabilizado o alterado. Este suceso se viene dando en la vía no pavimentada del Jr. Las Perlas, Sector El Tambo, Provincia de Huancayo, que en varios trechos de la subrasante de esa vía, hay presencia de suelo blando, el cual requiere ser alterado mediante estándares establecidos por el MTC, o como la resultante de esta investigación, la cual consiste en estabilizar la sub rasante con la incorporación de aluminio reutilizado.

A nivel local tiende a observarse que las vías no están pavimentadas, y esto significa que en temporadas de lluvias el terreno llega a averiarse, siendo por erosión pluvial; entre tanto en otras temporadas del año tiende a generarse cúmulos de polvillo provocados en razón al tránsito concurrido de vehículos. Esta investigación tiene como objetivo encontrar una solución como la iniciativa del reciclaje del aluminio, ya que actualmente este elemento está generando contaminación ambiental y planeamos estabilizar la sub rasante de vías no pavimentadas en distintas condiciones climatológicas, en el Sector El Tambo, Provincia de Huancayo, Región Junín – 2022.

### **Formulación del problema**

#### **Problema General**

¿De qué manera influye la incorporación de aluminio reciclado en la estabilización de subrasante en el Jr. Las Perlas, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín - 2022?

### **Problemas Específicos:**

- ✓ ¿En qué manera el aluminio reciclado influye en la resistencia de CBR del suelo de la subrasante del Jr. Las Perlas, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín - 2022?
- ✓ ¿De qué manera influye en las propiedades físicas de la subrasante la incorporación de aluminio reciclado en el Jr. Las Perlas, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín - 2022?
- ✓ ¿De qué modo el aluminio reciclado influye en el costo de estabilización de la subrasante del Jr. Las Perlas, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín - 2022?

### **Justificación de la Investigación**

#### **Justificación teórica**

El conocimiento adquirido y procesado se utilizará para apoyar este y otros estudios similares, haciendo contribuciones muy valiosas a la tecnología de transporte que utiliza estabilizadores terrestres. Al incorporar materiales reciclados, se deben tomar en cuenta las normativas establecidas, puesto a tratarse de criterios realmente importante que se debe verificar y, por lo tanto, obtener datos precisos.

#### **Justificación practica**

Este estudio se centra en cómo demostrar la solidez a nivel de la sub rasante mediante la incorporación de aluminio reciclado. Luego se llevará a cabo diversas pruebas de ensayo, siendo: Los tipos de suelos para diagnosticar la proporción de elementos y partículas finas, lo que dará a conocer el nivel y proporción adecuada de incorporación de aluminio para que los suelos con mayor cantidad de limo mejoren. Realizada ya los ensayos de Proctor modificado, que compara la resistencia (CBR) de suelos naturales y suelos estables con una combinación de aluminio reciclado, y por lo tanto se puede evaluar y analizar de qué manera reacciona el suelo con la incorporación de aluminio reciclado en el Jr. Las Perlas, Sector El Tambo, Provincia de Huancayo - 2022.

## **Justificación económica**

La solvencia monetaria de este proceso no generará muchos gastos, debido a que el aluminio es reciclado (Latas de cerveza, latas de gaseosa, calaminas, etc).

Y se encuentran tirados en muchos puntos de nuestra ciudad, generando contaminación ambiental. El investigador cubrirá el desarrollo y todo gasto de los materiales que se utilizarán en esta investigación tales como la trituración del aluminio reciclado, los ensayos de laboratorio, impresión, empastado anillados.

## **Justificación social**

Este estudio llegará a ser de gran interés poblacional en las cercanías del área de estudio y también contribuirá en gran medida como antecedentes para futuros investigadores sobre la estabilización, control o prevención de suelos arcillosos en las vías.

## **Importancia**

Este estudio es un aporte muy importante ya que es un método de estabilizar la sub rasante a nivel de suelo. Conforme al área de evaluación, los métodos actuales están completamente libres de cualquier forma de curado, lo que significa que el lodo generado en la época de lluvias y el polvo en la época seca es producto de la capa de lodo superficial.

## **Delimitaciones del problema**

### **Conceptual**

Este estudio aplicará teorías sobre nuevos métodos de consolidación de suelos, resistentes al corte, capacidad del terreno, entre otros.

### **Espacial**

La investigación se efectuará en el Jr. Las Perla, Sector El Tambo, Provincia de Huancayo – 2022, (Región Junín). Dependiendo al resultado que obtendremos de acuerdo a la investigación plantearemos las posibles soluciones.

## **Temporal**

Este estudio será desarrollado en un periodo de 03 meses (Mayo, Junio y Julio). Iniciará en el mes de Mayo del 2022 y se basa principalmente en realizar investigación, formulación y la elaboración del Plan de Tesis.

## **Limitaciones del Estudio**

En el proceso de elaboración del estudio, cuenta con recursos y financiamiento por parte del autor.

La Investigación carecerá de algún tipo de restricción, debido a que la elaboración del estudio se realizará a plazo medio por el tamaño de la muestra, la información a usar se encuentra accesibles.

## **Objetivos de la investigación**

### **Objetivo General**

Determinar los efectos en la estabilización de la sub rasante al incorporar aluminio reciclado para el Jr. Las Perlas, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín - 2022.

### **Objetivos Específicos:**

- ✓ Determinar la influencia de la incorporación de aluminio reciclado en el ensayo de CBR de la subrasante del Jr. Las Perlas, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín - 2022.
  
- ✓ Determinar la influencia en las propiedades físicas de la sub rasante con la incorporación de aluminio reciclado en el Jr. Las Perlas, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín - 2022.
  
- ✓ Determinar el costo de estabilización de sub rasante con incorporación de aluminio reciclado en el Jr. Las Perlas, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín - 2022.



## **Formulación de la Hipótesis**

### **Hipótesis general**

Los fragmentos de Aluminio Reciclado, influirán positivamente en la estabilización de la subrasante en las vías urbanas del Jr. Las Perlas, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín - 2022.

### **Hipótesis Específicas**

- ✓ La incorporación de aluminio reciclado, influirá significativamente en la capacidad de resistencia de la subrasante del Jr. Las Perlas, Provincia de Huancayo – Departamento de Junín - 2022.
  
- ✓ La incorporación de aluminio reciclado influirá positivamente en las propiedades físicas de la subrasante del Jr. Las Perlas, Provincia de Huancayo – Departamento de Junín - 2022.
  
- ✓ El costo de estabilización de subrasante con la incorporación de aluminio reciclado en el Jr. Las Perlas, Provincia de Huancayo – Departamento de Junín - 2022.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **Antecedentes de la investigación**

#### **Investigaciones internacionales.**

El Ing. Ospina (2022) en su investigación titulado sobre el “Mejoramiento de Subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero, Bogotá, Colombia - 2020”, teniendo como objetivo el Mejoramiento de la Subrasante con adición de escoria de acero. Aplicando una metodología experimental cuantitativo. Se llegó a realizar el proyecto en tres fases, estudiando las propiedades físicas, planes de dosificación, Pruebas de laboratorio y análisis de resultados. Los materiales estudiados son: Tipo Arcilloso Caolín, un suelo típico de la sabana de Bogotana y escorias Acero. A una muestra del suelo arcilloso caolinita se le procedió a realizar los ensayos de: Análisis del Límite Líquido, según corresponde la norma I.N.V-E – 125 – 13 (INVIAS,2019), Límites Plásticos e índice de Plasticidad de Suelo, según corresponde en la norma I.N.V.-E-126-13 (INVIAS 2019), a fin de analizar sus reacciones mecánicas. El estudio para la dosificación se basa en la planificación de reemplazar y distribuir la escoria de acero dentro de la muestra de suelo arcilloso, en cada tamiz analizado. La reacción de una mezcla de escoria de acero con arcilla caolinita se fijó con una matriz de dosificación sucesivamente creciente, en porcentajes de 25, 50, 75%. Posteriormente se realizaron pruebas de muestreo para obtener el índice CBR, que principalmente es utilizado como parámetro que indica la calidad de una sub rasante. Se llegó a efectuar por cada muestra adicionadas con escoria y seguidamente se realizó la comparación con la muestra que no tenía incorporado la escoria, para analizar el comportamiento de cada uno. También se llegó a realizar el ensayo de densidad seca con la finalidad de analizar sus propiedades correspondientes con la base Granular, de acuerdo a las especificaciones técnicas que nos resaltan en las especificaciones del INVIAS (2013). En cuanto a los ensayos efectuados, fueron de dos tipos: Compresión encofinada (caolín) y CBR. En el primer caso, se agrega el porcentaje; 0, 25, 50 y 75% En el segundo caso se agregaron un 20, 50, y 75% teniendo como resultados que la escoria de Acero tiene propiedades mecánicas que la determinan como una base granular, incluso mejor que una subrasante, no obstante, solo el parámetro que no se cumple es a la solidez del desgaste, lo que nos denota que la escoria utilizada en esta investigación, no es lo suficiente dura y no presentaría buenos resultados al

ser sometido a fricción. Se puede concluir que las escorias de acero funcionan mejor con ligantes, reduciendo la plasticidad a un 0% y aumentando el CBR al 378.92% debido a la buena adherencia de ambos materiales. La resistencia a la compresión de la mezcla de arcilla plástica y escoria de acero, disminuye a medida que aumenta la proporción de escoria. Se concluye que la escoria de acero es un muy buen aditivo para ayudar a mejorar considerablemente las propiedades mecánicas y físicas de una subrasante con arcilla caolinita.

El Bachiller Parra (2018) en su investigación titulado sobre la “Estabilización de un suelo con ceniza volante y cal, Bogotá, Colombia - 2018”, teniendo como objetivo, la Estabilización de suelos muy arcillosos mediante la mezcla y compactación de materiales granulares con cal y cenizas volantes en diferentes proporciones para mejorar la calidad y propiedades del suelo estudiado. Aplicando una metodología experimental cuantitativo, la investigación de esta problemática se viene a dar de acuerdo a la carencia de analizar y estudiar los componentes que ayuden a mejorar o alterar el comportamiento de suelos arcillosos con elevada plasticidad, se hicieron pruebas con distintas dosificaciones al 2%,4%,6%,8%, de acuerdo a ello la investigación está basada principalmente en la evaluación del comportamiento de la mezcla tras la aplicación de cargas. De acuerdo a los resultados obtenidos podemos concretar que sea cual fuera la adición de cal viva para mejorar el suelo arcilloso, siempre será efectiva y ayudará con la estabilización. De tal modo la adición de un 8% de cal viva del total, ayuda a incrementar considerablemente la resistencia a la tracción del suelo, teniendo como resultado la estabilidad química del suelo. Por otra parte, las cenizas volantes no se desempeñaron como se esperaba en las pruebas porque no exhibieron buenas propiedades de compresión. Se encontró que el 4% de cal viva puede mantener un proporcionado esfuerzo máximo, el 6% tiene buena rigidez y el 8% mantiene una buena reacción a la deformación.

El Bachiller Altamirano, (2015) en su investigación titulado sobre los “Suelos Cohesivos estabilizados con cal en las vías de la comunidad de San Isidro de Pegón, Potosí Rivas - 2015”, teniendo como objetivo buscar, realizar la estabilización de un suelo arcilloso incorporando cal, en una comunidad ubicada en el departamento de

Rivas. Aplicando una metodología, de recolectar, investigar, evaluar información. La toma de muestras y análisis en el laboratorio. Tuvo como conclusión que el suelo investigado tendía a tener una mínima capacidad portante, alta plasticidad y alta expansión, pero con distintas adiciones de cal se logra una mejora óptima en las propiedades físicas, mecánicas, incrementó la resistencia del suelo y que el porcentaje de cal más favorable para obtener una apropiada estabilización es un 9%.

El Bachiller Onur (2005) en su investigación titulado sobre la “Estabilización de suelos orgánicos con cenizas volantes, Wisconsin, Madison – 2005”, tuvo como objetivo analizar cuánto mejorará la estabilidad del suelo orgánico con la adición de cenizas volantes para determinar en qué porcentaje cambiarán las propiedades del suelo con la adición de cenizas volantes. Aplicando una metodología experimental cuantitativo. Teniendo como conclusión después de la investigación en los laboratorios, se concretó que la elasticidad de los suelos orgánicos blandos se puede mejorar mediante la adición de cenizas volantes. El aumento de este aditivo depende en gran medida de la calidad del suelo que se va evaluar, y se puede concluir que la reacción de la adición de ceniza en el suelo baja a medida que disminuye el contenido de agua, de tal manera se determina que a mayor contenido de ceniza en el suelo disminuye el porcentaje de agua, y con ellos, disminuye la resistencia a la compresión.

El Ing. Cancinos, (2013) en su investigación titulado sobre el “Reciclado en frío in situ en la rehabilitación de pavimentos flexibles con asfalto espumado y comendación de especificaciones técnicas de construcción, Guatemala - 2013”, tuvo como objetivo restaurar pavimentos no rígidos mediante reciclaje en frío in situ con la adición de asfalto espumante y así desarrollar especificaciones de construcción, aplicando una metodología descriptiva, se investigaron y analizaron conceptos descriptivos relacionados con la teoría. Se ha intentado determinar la resistencia estructural del asfalto espumado, que tiene succión indirecta. Esta prueba se realizó en seco y saturada a una velocidad de deformación constante de 50,8 mm/min, teniendo como conclusión tras los ensayos realizados, para conseguir el espesor

adecuado del asfalto y del sustrato, se deben determinar las propiedades físicas y mecánicas del material a partir de las muestras tomadas, de los testigos y de las calicatas. El propósito del desarrollo del compuesto es optimizar y lograr la máxima resistencia para garantizar la calidad y durabilidad tal como fue diseñado.

### **Investigaciones Nacionales.**

El Bachiller Cubas (2021) en su investigación titulado sobre el “Mejoramiento de subrasante para pavimento industrial de tránsito pesado utilizando escoria metálica en estacionamiento vehicular Avenida Circunvalación, Jaén, Cajamarca - 2022”, tuvo el objetivo de mejorar el suelo de subrasante agregando escoria metálica. Se efectuaron muchas pruebas de laboratorio, como resultado el uso de escorias metálicas al 2, 4 y 8 por ciento, mejoró significativamente la capacidad de carga del estacionamiento de la Av. Circunvalación. Según la clasificación SUCS, el suelo estudiado es de tipo SC - SM, arena arcillosa y Limosa respectivamente, Según el sistema AASHTO el suelo estudiado viene a ser de tipo arenoso y arcilloso, con presencia de grava. Las proporciones más óptimas de escoria metálica según pruebas de laboratorio para suelo SC-SM es del 4% lo que aumenta significativamente la capacidad portante de la subrasante.

El Bachiller Hurtado (2021) en su investigación titulado sobre la “Adición de fragmentos de metal reciclado para determinar la estabilización de la subrasante del circuito vial, Azapampa, Huancayo - 2021”, tuvo como objetivo estabilizar la subrasante del circuito de sector vial de Azapampa mediante la adición de hojuelas de metal reciclados, el diseño del estudio es experimental, se llegaron a analizar las calicatas hechas en el sector vial de Azapampa, Las pruebas que se llegaron a realizar son las siguientes: “Límites de Atterberg, Proctor Modificado y CBR”, y se efectuó en muestras tomadas de suelos naturales, y con muestras de suelos alterados con incorporación de metal reciclado en la cantidad de 4, 6 y 8 por ciento. Con ellos Finalmente fija como conclusión que la incorporación de fragmento de metal reciclado interviene significativamente en un suelo limoso o de baja plasticidad con arena.

El Bachiller Romero (2021) en su investigación titulado sobre la “Valorización de residuos sólidos inorgánicos para su aprovechamiento en estabilización de suelos en San Juan, Iquitos - 2019”, tiene como objetivo reutilizar materiales inorgánicos que generan contaminación como lo que son las botellas de plástico, tubos de PVC y latas de aluminio para ayudar a la estabilización de subrasante. La metodología: es de tipo experimental, dado que el grado de control es poco, que aplica un estímulo con fines de investigación y luego analizar la ocurrencia de la variable dependiente. Tiene como resultado la confirmación por compactación tanto en la prueba de carga de campo natural como los resultados después de 48 horas. Finalmente, fija como conclusión que se dice que el sistema que contiene materiales reciclados ya mencionados anteriormente, actúa como un sistema de estabilización en el suelo. También se encontró que los materiales reciclados que generan contaminación ambiental actúan como un sistema de estabilizador, presentando un comportamiento adecuado y positivo.

El Bachiller Abanto (2021) en su investigación titulado sobre el “Análisis de la estabilización de subrasantes con uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en Lima, Perú - 2021”, tuvo como objetivo realizar el análisis de la estabilización de subrasantes con el uso de Ceniza de bagazo de caña de azúcar y cal en el Perú. Aplicando una metodología de tipo de investigación aplicada, debido a que se van a emplear conocimientos y reglamentos ya definidos. Teniendo como conclusión que la investigación de estabilidad de la subrasante utilizando cal y ceniza de bagazo de caña con diferentes contenidos de cal, por ejemplo, 3%, 4%, 8%, 10%, 15%, 20%, 25%, 50%, 70% y bagazo de caña de azúcar de 1%, 3%, 5%, 10%, 15%, 25%, en ensayos con diferentes cantidades tanto de ceniza de bagazo como óptimo, se tuvo 15% y 20% para suelos de clasificación CL. También, la proporción de cenizas de cal y bagazo correspondía con frecuencia a un aumento completo de la capacidad de carga del suelo estudiado (CBR), por lo que la hipótesis se planteó al inicio del estudio.

El Bachiller Apolinar (2018) en su investigación titulado sobre la “Estabilización de la subrasante con la incorporación de ceniza vegetal, Jauja, Perú - 2018”, tuvo como objetivo analizar los efectos de la estabilización de la sub-rasante incorporando ceniza vegetal para la AV. Huarancayo, Jauja. Aplicando una metodología de tipo de investigación aplicada cuantitativa, que se caracteriza por emplear y superponer los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros resultados las cuales se realizó 2 calicatas de 1.50 metros de profundidad y se sometió a las pruebas de laboratorio, se determinó un límite líquido de 37% y un límite plástico de 25% y un índice de plasticidad de 12%, el material utilizado es de clasificación arena limosa. De los resultados conseguidos se puede llegar a concluir que las características físicas, de la subrasante de la vía en analizada mejoran. Por lo que se llega a concluir que al incorporar un 35% de ceniza vegetal, ayuda a mejorar la estabilización del material de subrasante de la vía estudiada.

## **Bases teóricas**

### **Estabilización de suelo.**

MTC, (2013). Llega a ser la mejora de las cualidades tangibles de la superficie por mediante procesos estandarizados y la aplicación de aditivos, productos orgánicos, productos artificiales. A menudo se realizan en superficies de baja sostenibilidad a nivel de Sub rasante.

### **Métodos de estabilización.**

#### **Estabilización mecánica de suelos.**

Menéndez Acurio, (2009, pág. 19). El equilibrio mecánico implica aumentar satisfactoriamente las características de una superficie densificada de sus propiedades al mezclarlo a base de distintos materiales. Las maquinarias empleadas son por ejemplo la motoniveladora, el rodillo, el tractor, etc.

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

MTC, (2013, pág. 113). Se tiene en cuenta una conjugación del material de la superficie en evaluación y el material complementario. Deberá romperse o escamará el suelo, a un nivel de 15 cm, posteriormente agregarse el material complementario.

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

MTC, (2013, pág. 113). En el momento en que planea construir la capa de tierra estabilizada mediante elementos alterados, vienen a mostrarse 2 estados, es decir, la cubierta se coloca sobre la superficie existente o por el contrario primero se debe excavar y reemplazar con elementos para relleno.

### **Suelos estabilizados con cemento.**

Montejo, (2002, pág. 112). El procedimiento consiste en diversas fases, siendo el particular el efecto del silicato de calcio de manera fibrosa cuando las partículas del elemento ingieren recurso hídrico, ya que esta respuesta forma grumos fibrosos estrechamente ligados.

### **Estabilización con cloruro de calcio.**

MTC, (2013, pág. 122) El equilibrio con  $\text{CaCl}_2$  facilita el endurecimiento y ayuda a aumentar la firmeza de la superficie, previene agrietamiento superficial y es reductor de partículas de tierra.

### **Estabilización de suelos con cal.**

Braja, (201, pág. 807) la clasificación del elemento generalmente utilizados con el fin de estabilizar suelos blandos, es el elemento hidratado con un mayor contenido de Ca, el elemento vivo, la dolomítica monohidratada y la cal viva dolomítica. Asimismo, las proporciones utilizadas suelen oscilar entre el 5% y el 10%.

### **Estabilización con cloruro de magnesio.**

MTC, (2013) El  $\text{MgCl}_2$  es un cristal blanco, aumenta la tensión superficial y endurece la superficie laminada. Químicamente, el cloruro de magnesio se compone de 10.5% de magnesio, 33.5% de cloro, 52% de agua y 4 % de impurezas.



## Factores que influyen en la estabilización de suelos

### Resistencia al corte.

Crespo Villalaz, (2004, pág. 161) Dentro de ciertos límites, el suelo se comporta como un material resiliente bajo carga, aunque en algunos casos ocurren deformaciones más allá de los niveles normales. Una muestra de suelo sometida a esfuerzo cortante tiende a desplazar los fragmentos o parte de la masa de la superficie en relación a los demás.

### Ensayos CBR (California bearing ratio)

Bañón & Bevia, (2010, págs. 16 - 17) La prueba viene a ser el punto de equilibrio de la fuerza requerida a fin de empujar el equipo a la superficie a un nivel específico adicionando la presión requerida a fin de lograr la igual introducción del ejemplar estándar, siempre es demostrada como un porcentaje.

Tabla 1: Clasificación de Suelos según CBR

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

Nota: Clasificación General de los Suelos según el CBR, indicando los usos las cuales pertenecen a la muestra (p. 190)

Bowles, (1981, pág. 190). El ensayo obtenido es la relación de la unidad de carga (pulgadas cuadradas) necesaria a fin de lograr el nivel de inserción específica del émbolo (área de 19,4 cm) en el ejemplar de la superficie compactada con humedad y densidad controladas.

$$CBR = \frac{\text{carga unitaria del ensayo}}{\text{carga unitaria patron}} * 100 (\%)$$

CBR a 0,1" y 0,2 "de penetración:

**Tabla 2: Datos Correspondientes a la Muestra Patrón CBR**

PENETRACIÓN		CARGA UNITARIA PATRON	
mm	Pulg.	Mpa	Psi
2.5	0.10	6.9	1,000
5.0	0.20	10.3	1,500
7.5	0.30	13.0	1,900
10.0	0.40	16.0	2,300
12.7	0.50	18.0	2,600

Nota: CBR obtenido en la relación de unidad de carga requerida para lograr la profundidad de penetración (p. 190)

$$CBR\ 0,1" = \frac{CARGA\ EN\ PSI}{1000} * 100$$

$$CBR\ 0,2" = \frac{CARGA\ EN\ PSI}{1500} * 100$$

## **Bases Filosóficas**

### **Estabilización de la sub – rasante**

Tiende a ser una capa natural del terreno en la cual soporta la subrasante con respecto a la pavimentación, también se extenderá a una profundidad en que esta no afecte negativamente estas cargas de diseño, las cuales corresponden a este tránsito vehicular. Siendo el espesor de los pavimentos, las cuales dependerán de la calidad generada por la subrasante, siendo esta el caso de rígido o como flexible. Por lo que, se recomienda que la capa de la subrasante no sea menor de 30 cm de espesor, ya que esta puede estar en corte o relleno. El suelo en mención como la subrasante tendrá que cumplir con ciertos parámetros, de esa manera se producirá un pavimento con una adecuada calidad.

Siendo esta la estabilidad subrasante la cual funciona como superficie determinada de los pavimentos de las vías de transporte, por lo que este diseño nos basamos al manual de carreteras, llamado MTC, siendo en esa misma dirección estas estructuras de estos pavimentos o afirmados, se debe de tener en consideración para el diseño, ya que en muchas vías fracasan por no alinearse a las normas establecidas las cuales genera una realidad problemática en sus estructuras viales, por lo que, se deberá de tener en conocimiento estas cargas de tránsito y factores climatológicos siendo estas las causas de su desperfeccionamiento, ya que se entiende que un buen diseño y una adecuada aplicación de estos materiales las cuales se obtiene siendo una estructura viable como sostenible para cualquier tipo de carga de transporte. (Sota, 2008, pág. 27)

### **Aluminio Reciclado triturado**

Esta elaboración de aluminio requiere de un elevado consumo energético, por lo que su reciclaje necesitará el % de la energía suministrada en su elaboración inicial. Siendo este el uso de Aluminio reciclado triturado que produce ahorros de hasta el 95% en el consumo de energía eléctrica, 95% del consumo de agua y el 95% menos de contaminantes atmosféricos.

De acuerdo con estos datos del Instituto Nacional de Ecología (INE), publicados en la pagina de internet de la Campaña conciencia ambiental, avalados por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), en México se consumen 277 mil 608 toneladas de Aluminio. (Castillo, Martínez y Rojas, 2014, pág. 20)

## **Definiciones conceptuales**

### **Estabilización de suelo.**

Viene a ser el perfeccionamiento de características tangibles de la superficie por tratamientos estandarizados y la introducción de elementos naturales, sintéticos o aditivos. Esta estabilización se tiende a realizar en suelos que carecen de densidad, son insuficientes o débiles, en cuyo caso se les denomina estabilización de suelos cementosos, calcáreos, asfálticos y otros. (MTC, 2013, pág. 32)

### **Estabilización.**

El estabilizador de emulsión bituminosa se define como una mezcla homogénea de emulsiones bituminosas, un mineral que consiste en suelo fino, arena o grava natural con una distribución de tamaño de semilla o similar al sustrato, agua y, en ocasiones, son aditivos para formar un producto utilizado en azúcar. subestructura. (Montejo, 2002, pág. 453)

### **Subrasante**

Es la cubierta de la superficie terrestre la cual sostendrá el armazón del pavimento, que consiste en superficies determinadas con propiedades admisibles y apisonados en revestimientos con el fin de formar una masa permanente en condiciones óptimas para no estar sometido a esfuerzos de diseño por el tráfico. (MTC, 2013, pág. 23)

### **Ensayos CBR (California bearing ratio)**

La prueba viene a ser el punto de equilibrio de la fuerza requerida a fin de empujar el equipo a la superficie a un nivel específico adicionando la presión requerida a fin de lograr la igual introducción del ejemplar estándar, siempre es demostrada como un porcentaje. (Bañon & Bevia, 2010, págs. 16-17)

### **Humedad y densidad.**

Afectan la durabilidad y trabajabilidad de la capa del suelo bajo cargas repetidas. Durante la construcción, el subsuelo se puede compactar a una densidad y contenido

de humedad específicos, lo que ayuda a determinar los valores de resistencia al diseñar pavimentos. Sin embargo, tanto la presencia de estos puede alterarse antes o después del proceso constructivo. (Álvarez, 2006, pág. 69)

## **CAPITULO III: METODOLOGIA**

### **3.1 Tipo y Diseño de Investigación**

#### **Tipo de Investigación**

Nos menciona Oseda, (2015, pág. 153). Se distingue por intentar aplicar o utilizar los conocimientos obtenidos. La investigación aplicada está íntimamente relacionada con la investigación básica, la cual, como ya se mencionó, demandan una justificación teórica. En la investigación aplicada o investigación experimental, el investigador se preocupa principalmente por las implicaciones prácticas.

La indagación a efectuar es de tipo aplicada, ya que este estudio cubrirá conceptos relacionadas con la estabilidad del suelo con el límite portante de la superficie, sustentando el tipo de muestra que utilizó para el procesamiento de los resultados, recopilando información de campo y de laboratorio.

#### **Tipo de Diseño**

En este apartado se usa el diseño experimental, ya que la muestra extraída en campo se llevará a evaluarse. Por lo que el estudio en primer lugar, comenzará con la compilación de información en campo sobre el desempeño y la condición actual del Jr. Las Perlas, Sector El Tambo, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín – 2022, con la ayuda de archivos para su posterior procesamiento e identificación de metas o hipótesis. En este estudio se utilizará el método científico con las definiciones anteriores.

#### **3.1.3. Nivel de la investigación**

Nos menciona Hernández, Fernández & Baptista, (1991, pág. 74). La investigación explicativa es más que describir definiciones o eventos, tal vez establecer concordancia en datos; Están diseñados para dar respuesta de la causa a situaciones cotidianas. Es tratar de explicar la razón de los eventos y las situaciones

del mismo, o el motivo de la relación con 2 o más variables.

La indagación es experimental, la cual se mide las 2 variables a indagar, siendo estas como la (Estabilización de subrasante y Aluminio reciclado triturado), por lo que estas variables ayudaran para la producción de los resultados ya que se esperará resultados de las muestras aplicadas.

### **3.2. Variables y Operacionalización**

#### **Variables**

**Variable independiente: Fragmentos de Aluminio Reciclado.**

#### **Definición conceptual**

Calzado, (2022). Estos elementos tienen una composición de altos índices de materiales de acuerdo al estudio además de manera recurrente en procesos constructivos.

#### **Definición operacional**

El aluminio reciclado triturado, peso específico, y dosificación, a su vez todas estas dimensiones se dividieron en 2 indicadores.

#### **Indicadores**

I1: Unitario.

I2: sumergido.

I1: 3%.

I2: 6%.

I3: 9%.

#### **Escala de medición o dimensiones**

D1: Peso Específico.

D2: Dosificación.

## **Variable dependiente: Análisis de Estabilización de Subrasante.**

### **Definición conceptual**

MTC, (2014 pág. 107). Define que es el mejoramiento de las propiedades físicas de un suelo a través de procedimientos mecánicos e incorporación de productos químicos, naturales o sintéticos.

### **Definición operacional**

La sub rasante se ha dividido en Grado de compactación, CBR, todas estas dimensiones se dividieron en 2 indicadores.

### **Indicadores**

I1: Contenido de Humedad.

I2: Clasificación Sucs – Aashto.

I3: LI – Lp.

I1: Presión de Penetración.

I1: C.H.

I2: M.D.S.

I3: Energía de Compactación.

### **Escala de medición o dimensiones**

D1: Clasificación.

D2: CBR.

D3: Grado de Compactación.



### 3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

#### Población:

Castro, (2016, pág. 82) escribe, que la definición se da como el grupo que contiene fragmentos los cuales componen el verdadero objeto de estudio, es decir, un conjunto de elementos que comparten una o más propiedades; también viene a ser un grupo de sujetos, personas y elementos con cualidades observables frecuentes. Ya expuesto, el área de estudio se encuentra en el Jr. Las Perlas, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín - 2022. Prog. 0+040 – 0+140, como se puede observar en la Figura 1.



Figura 1. Ubicación del Jr. Las Perlas del Sector El Tambo, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín, por el Google Earth, datos del mapa 2022.

## **Muestra**

Monje, (2011, pág. 123). Viene ser una colección de elementos y temas de un conjunto; es decir, una subpoblación cuando se localiza un grupo de componentes a fin de satisfacer requisitos específicos.

Las muestras serán tomadas de las calicatas que se realizarán con una profundidad de 1.50 metros que corresponde al Jr. Las Perlas, Prog. 0+040 – 0+140. (El Sector El Tambo – Provincia de Huancayo); por otro lado, una muestra que ha sido seleccionada por muestreo probabilístico del tipo esperado, de manera que sea más representativa del suelo con baja capacidad portante, es una forma importante para la población y finalmente por ser de utilidad para el investigador.

## **Muestreo:**

El muestreo viene hacer No Probabilístico – Intencional, ya que los elementos seleccionados en esta muestra dada fueron elegidos a criterio mismo.

## **Unidad de análisis:**

Esta unidad de Análisis de este estudio fue la estabilización de la subrasante como la incorporación del Aluminio triturado, se tuvo como objetivo de este ensayo es analizar el tipo de suelo según la muestra ya tomada, teniendo como resultado el tipo de suelo ARCILLOSO LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD, al incorporar el aluminio reciclado triturado, el óptimo contenido de Humedad aumenta significativamente con respecto a la muestra natural. Ya que con la Incorporación de Aluminio reciclado triturado logramos mejorar las características del material, tanta físicamente y mecánicamente del suelo, haciendo la mejora del sub rasante.

## **3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos**

### **Técnicas de Recolección de Datos**

Conforme Oseda, (2015, pág. 162). Mencionó que indagación investigativa es el método de observar detenidamente un fenómeno, acontecimiento, recopilar datos y anotarlas por una consecuente evaluación. El proceso de indagación científica llega a una observación que tiene un propósito claro, específico y preciso: El

investigador sabe lo que quiere observar y por qué lo quiere hacer, es decir, debe prepararse cuidadosamente para el análisis.

El actual estudio utiliza el método de la observación directa.

### **Instrumento para la recolección de datos**

Conforme Oseda, (2015, pág. 167). Viene hacer una técnica complementaria al conjunto de técnicas ya establecidas; se trata a fin registrar las resultantes conforme a las herramientas llamadas fichas que se encuentran bien diseñadas a la vez organizadas detallando los datos obtenidos durante el proceso de investigación, siendo de gran ayuda en la investigación, este trabajo presenta mejora económica y activa.

El dispositivo a utilizar vendrá a ser la ficha de recopilación de datos.

### **3.5. Procedimientos**

La información en primera instancia será procesada empleando las técnicas de la estadística descriptiva (Tabla de frecuencia, parámetros de tendencia central y parámetros de tendencia variaciones). Los cuáles se ejecutarán con apoyo de los programas Excel y el SPSS.

### **3.6. Método de Análisis de Datos**

Según el Método de Análisis de Datos se usó la ficha de recopilación de los datos obtenidos de campo, las cuales se usarán para obtener la muestra deseada en el ensayo granulométrico según la Norma MTC E 107, llegándose a determinar el tipo de suelo, el porcentaje de aluminio reciclado incorporado en el suelo, se usó el ensayo Proctor modificado del material natural para obtener la densidad máxima y la humedad. Por lo que se verificara dentro de la operacionalización de la variable la escala de medición.

### **3.7. Aspectos éticos**

Se entiende que los estudios deberán de cumplir con parámetros de carácter ético, con el simple fin de aportar con la integridad de la sociedad como la justificación dentro de los estudios de investigación, siendo estas de carácter ético dentro de estos tipos de estudios, por lo que no provocaran riesgos las cuales se citan en lo

siguiente:

El estudio a realizarse se incluyó el tipo de método experimental, las cuales se tomaron muestras de la zona de estudio, para ser evaluado y obtener resultados de la muestra extraída.

En estos trabajos se realizaron ensayos protocolares para conocer el tipo de suelo en la zona de estudio extraída, para saber continuamente cuanta humedad existe, al incorporar el aluminio reciclado, otra razón estudio era la determinación de la estabilidad de subrasante para el mejoramiento del suelo.

## IV. RESULTADOS

### Procedimiento

La toma de muestra y recolección de datos que posteriormente serán llevados al laboratorio para su respectivo estudio y análisis, serán tomadas del sector a intervenir, Psj. Las Perlas, Sector El Tambo, Provincia de Huancayo, Departamento de Junín.

En primer lugar, se hizo el reconocimiento al área de investigación y la toma de los elementos a estudiar. Se realizó dos calicatas DE 1.50 m de profundidad en la progresiva 0+040 y 0+300, se realizaron en esos 2 tramos ya que la primera calicata se encuentra en pendiente pronunciada y la segunda en se encuentra en un terreno más llano.



**Figura 01.** Vía Jr. Las Perlas - El Tambo - Huancayo 2022



**Figura 2.** Deterioro de la superficie de la vía por efecto de las lluvias en el Jr. Las Perlas – El Tambo – Huancayo 2022



Se puede observar en la Figura 2. El deterioro de la superficie de la vía, gracias a las lluvias ya que el clima son causas premeditadas, por lo que tiende a ser inestable en ocasiones por el cambio de clima en el Jr. Las Perlas, en la Zona El Tambo – Provincia de Huancayo.



**Figura 3.** Recolección y Toma de Muestra

Como manda el procedimiento de toma de muestra según la MTC E 105, NTP 339.089, se procedió a realizar el cuarteo de la muestra para realizar el ensayo de granulometría correspondientemente. De la misma manera poder determinar la clasificación de suelo de acuerdo al método SUCS Y AASHTO.

Tabla 3. Ensayos a efectuar.

<b>ENSAYOS</b>	<b>NORMA</b>
<b>Análisis Mecánico por Tamizado</b>	MTC E 107
<b>Contenido de Humedad</b>	MTC E 108
<b>Limite Líquido</b>	MTC E 110
<b>Limite Plástico</b>	MTC E 111
<b>Clasificación de Suelos Método SUCS</b>	NTP 339.134

<b>Clasificación de Suelos</b>	NTP 339.135
<b>Método AASHTO</b>	
<b>Proctor Modificado</b>	MTC E 115
<b>Relación de Soporte</b>	MTC E 132
<b>CBR</b>	

Nota: Optando por el tipo de ensayo a efectuar dependiendo de su clasificación de suelo según la metodología SUCS Y AASHTO.

### **Ensayo de Análisis Granulométrico – MTC E 107.**

Para determinar la clasificación realicé la prueba granulométrica de tamizaje según la normativa MTC E 107.

La prueba llega a analizar el tipo del elemento según lo recolectado, de tal manera se podrá ver la gradación retenida en cada malla del material y de tal manera poder llegar hallar los porcentajes de material retenido y pasantes.

Los equipos y materiales para realizar los ensayos son:

- Tamices
- Balanza con sensibilidad de 0.01 gramo.
- Recipientes.
- Cucharon metálico
- Pinceles
- Estufa



**Figura 4.** Lavado de muestra.



**Figura 5.** Ensayo de granulometría

Se visualiza los ensayos granulométricos, para continuar con el proceso del tamizado según la Norma MTC E 107, la cual se analizó el tipo de suelo en la cual se usó para la muestra, para obtener el porcentaje del material retenido.

**Tabla 04.** Granulometría por mallas

MALLA	ABERTURA mm	RETENIDO	%RETENIDO	ACUMULADO	%PASA
3"	101.600				
2 1/2"	76.200				
2"	50.800				
1 1/2"	38.100				
1"	25.400				
3/4"	19.000				100.00
1/2"	12.500	31.48	1.85	1.85	98.15
3/8"	9.500	49.97	2.93	4.78	95.22
N° 4	4.750	52.74	3.09	7.87	92.13
N° 8	2.360	84.51	4.96	12.83	87.17
N° 10	2.000	45.12	2.65	15.47	84.53
N° 16	1.190	48.14	2.82	18.3	81.7
N° 20	0.840	30.14	1.77	20.06	79.94
N° 30	0.600	20.41	1.2	21.26	78.74
N° 40	0.425	21.41	1.26	22.52	77.48
N° 50	0.300	30.78	1.81	24.32	75.68
N° 80	0.177	100.23	5.88	30.2	69.8
N° 100	0.150	41.23	2.42	32.62	67.38
N° 200	0.075	157.98	9.27	41.89	58.11
< N° 200	FONDO	990.86	58.11	100.00	0.00

Nota: Ensayos Granulométricos, con el proceso del tamizado según la Norma MTC E 107.



Se realizó el tamizado del suelo del Jr. Las Perlas, en la Zona El Tambo – Provincia de Huancayo, la cual nos indicara el porcentaje de retención por el Numero de tamiz la cual se usó, el acumulado dándonos como resultado lo esperado en la siguiente Tabla.

**Tabla 05.** Resumen de Porcentajes

<b>Grava 3" - N°4</b>	<b>7.87</b>
<b>Arena N°4 - N°200</b>	34.01
<b>Finos &lt;N°200</b>	58.11

Nota: Resultados de los Ensayos Granulométricos, con el proceso del tamizado según la Norma MTC E 107.

Conforme a las resultantes se clasificó el material extraído de la calicata 01 las cuales presentaban demasiado limos inorgánicos y arena muy fina, polvo de rocas, arena fina limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad, y se llegó a determinar así que el material es ARCILLOSO LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD.

#### **Ensayo de Contenido de Humedad – MTC E 108.**

Con la siguiente prueba es pretendible llegar a determinar la presencia líquida del material extraído en las calicatas hechas en campo – in situ.

El promedio arrojado conforme al ejemplar fue de 3.81%.

#### **Ensayo de Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad – MTC E 110, MTC E 111.**

Luego de ejecutar el tamizado, vamos a proceder a realizar la prueba Límite Líquido.

Se utilizará:

Elemento restante del tamizaje en la red N°40

- Cuchara de casagrande.
- Recipiente de aluminio.
- Acanalador.
- Peso con sensibilidad 0.01 gramo.

- Estufa a calor de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ .
- Recipientes.

Se llegó a determinar el agua con el que se llega a cerrar la grieta de 12.7 mm. A realización de 2 impactos por segundo de una caída de 1 cm. Lo cual nos ayudó a clasificar el tipo de suelos estudiado.

Se procedió a realizar el procedimiento para obtener los datos de la prueba indicada, ya que anteriormente hallamos porcentaje liquido más baja de la superficie, donde se realizó pequeñas barras cilíndricas del material de 1/8" de diámetro, para poder realizarlas haremos uso de una superficie plana o una superficie de vidrio y hacer rodar el material hasta obtener la forma adecuada.

Se utilizaron los siguientes equipos:

- Horno a temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Recipiente de aluminio
- Plato Petri grueso
- Peso perceptible de 0.01 gramo.
- Taras.

Luego al haber obtenido el LL y LP, se procedió a realizar el proceso de la prueba descrita según fórmula establecida en el MTC.

$$IP = LL - LP$$

Donde:

IP = Índice de Plasticidad

LL = Límite Líquido

LP = Límite Plástico

**Tabla 06.** Resumen de Limites y Resultados

<b>LIMITES DE ATTERBERG</b>	
<b>Límite Líquido</b>	12.63
<b>Límite Plástico</b>	8.59
<b>Índice de Plasticidad</b>	4.04

Nota: Resumen de los Resultados de los Ensayos Granulométricos, de los Límites y el Índice de Plasticidad.

### Ensayo de Proctor Modificado – MTC E 115.

Tiene con fin lograr diagnosticar el óptimo porcentaje de agua de tal manera el suelo pueda llegar a alcanzar su Máxima Densidad Seca, reflejada en una curva de compactación.

Para la realización de este ensayo existen 3 métodos, Método A, Método B y Método C.

**Tabla 07.** Resumen de Proctor Modificado

RESUMEN DE METODOS PARA PROCTOR MODIFICADO			
DESCRIPCION	METODO		
	A	B	C
<b>Diámetro del molde</b>	4"	4"	6"
<b>Peso del pistón</b>	4.54 kg	4.54 kg	5.54 kg
<b>Número de golpes por capa</b>	12	25	56
<b>Número de capas</b>	5	5	5
<b>Energía de compactación</b>	27000 KN -m/m <sup>3</sup>	27000 KN -m/m <sup>3</sup>	27000 KN -m/m <sup>3</sup>
<b>Uso</b>	Retenido en el tamiz N°4 el20%	Retenido en el tamiz N°4 más del 20% y en el tamiz 3/8" menos del 20%	Retenido en el tamiz 3/8" más del 20% y en el tamiz 3/4" menos del 30%

Nota: Método de los Ensayos para el Proctor Modificado según la Norma MTC E 115, para obtener el contenido de Humedad.

Se puede visualizar en la Tabla 09. El Resumen de Proctor Modificado, sacado la muestra, con el fin de obtener el Optimo contenido de humedad y su máxima densidad seca, para saber si la muestra está en condiciones pertinentes para otros fines.

**Tabla 08.** Resumen de Proctor Modificado

<b>PROCTOR MODIFICADO</b>		
<b>MUESTRA</b>	<b>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>
<b>Muestra Natural</b>	17.2	1.717

Nota: Proctor Modificado de la Muestra Natural.

### **Ensayo de Valor de Soporte California CBR – MTC E 132.**

En el presente ensayo el cual predomina en mí estudio.

Dicho método de C.B.R, determina el 0.1" y 0.2" de la penetración y verificar si la resistencia es la adecuada.

**Tabla 9.** Resumen de CBR

<b>CBR - MATERIAL NATURAL</b>	
	<b>%</b>
<b>CBR</b>	0.1"
<b>100%</b>	5.5
<b>95%</b>	3.8

Nota: Ensayo de Valor de Soporte California CBR, según la Norma MTC E 132.

### **Prueba del CBR con Incorporación de Aluminio Reciclado.**

En los análisis de CBR, se pasó a realizar el ensayo con 3 moldes con los cuales se hizo una varianza de compactación con respecto al número de golpes por capas, las cuales fueron 12, 25 y 56 goles para cada porcentaje de incorporación de aluminio reciclado, que eran a un 3%, 6% y 9%.

**Tabla 10.** Resumen de CBR – Incorporación Aluminio Reciclado Triturado

<b>CBR – C1</b>				
<b>CBR</b>	<b>MUESTRA NATURAL</b>	<b>INCORPORACION DE 3%</b>	<b>INCORPORACION DE 6%</b>	<b>INCORPORACION DE 9%</b>
<b>95%</b>	3.80%	4.50 %	5.20 %	6.90 %
<b>% INCREMENTO</b>	1	18.42 %	36.84 %	81.58 %

<b>CBR – C1</b>				
<b>CBR</b>	<b>MUESTRA NATURAL</b>	<b>INCORPORACION DE 3%</b>	<b>INCORPORACION DE 6%</b>	<b>INCORPORACION DE 9%</b>
<b>100%</b>	5.50%	5.80 %	6.70 %	8.10 %
<b>% INCREMENTO</b>	1	5.45 %	21.82 %	47.27 %

Nota: Análisis del CBR, optando con la incorporación de Aluminio Reciclado Triturado.

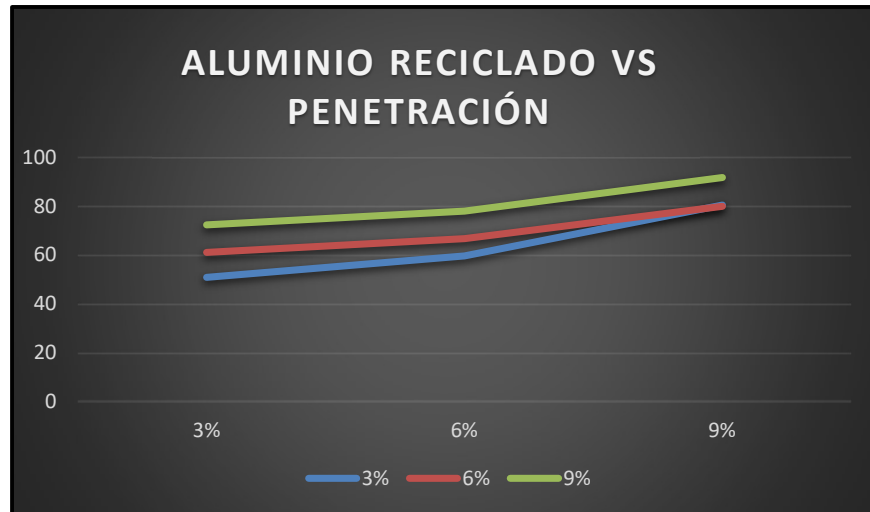
### **Repercusión de la Incorporación de Aluminio Reciclado en la Penetración de la Subrasante CBR.**

Para llegar a determinar las presiones de la penetración se llegó a realizar el ensayo de soporte – CBR, el cual consta de sumergir la muestra por 3 días o 72 horas, con el cual se aplica la carga del pistón para la penetración con una velocidad constante de 0.05"/min, apoyándonos a un dial para deformación, así mismo un aparato para medir el tiempo. Se lectura las cargas para determinar el valor de la prueba de soporte – CBR al 95% y 100% de la mayor densidad seca – MDS a 1" a la penetración, se podrá comprobar los datos extraídos en base a la Incorporación de Aluminio Reciclado.

**Tabla 11.** Penetración con Incorporación de Aluminio Reciclado

<b>FRAGMENTOS DE ALUMINIO RECICLADO - 01"</b>			
<b>% ALUMINIO RECICLADO</b>	<b>PENETRACIÓN - CBR</b>		
<b>3%</b>	50.9	59.6	80.5
<b>6%</b>	61.1	66.7	79.9
<b>9%</b>	72.3	78	91.7

Nota: Incorporación de Aluminio Reciclado en la Penetración de la Subrasante CBR, con el ensayo de soporte.



**Figura 6.** Incorporación de Aluminio Reciclado Vs Penetración de CBR.

### Repercusión de la Incorporación de Aluminio Reciclado en la Penetración de la Subrasante CBR.

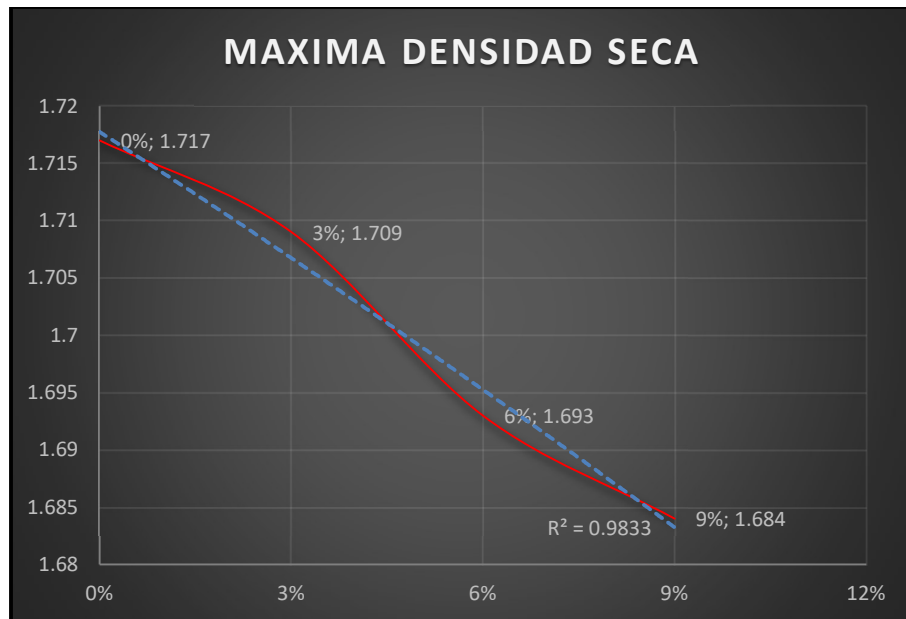
Se Realizarse las pruebas de Proctor modificado, así mismo el cálculo de cada uno de los porcentajes de Proctor modificado respectivamente para así lograr determinar la MDS Y el OCH, para continuar con el cálculo del resultado del CBR al 95%.

**Tabla 12.** Resumen de Proctor Modificado - MDS

	0%	3%	6%	9%
<b>MAXIMA DENSIDAD SECA</b>	1.717	1.709	1.693	1.684

Nota: Proctor Modificado para la determinación del MDS, siendo el Ensayo de la Máxima Densidad Seca de la Muestra a Realizar.

Se puede observar en la Tabla 13. El resumen de Proctor Modificado – MDS, de la incorporación de Aluminio Reciclado en la Penetración de la Subrasante CBR, indicándonos la máxima densidad seca por el 0% siendo de 1.717, el de 3% siendo de 1.709, el de 6% siendo de 1.693 y el 9% siendo 1.684; con el fin de alcanzar el valor de CBR al 95%.



**Figura 7.** Densidad Máxima Seca vs Aluminio Reciclado

El gráfico se logra apreciar lo siguiente, a mayor adición en incorporación de aluminio Reciclado al suelo, la MDS del Proctor Modificado baja, los datos mostrados fueron tomados de los resultados brindados por el laboratorio de suelos.

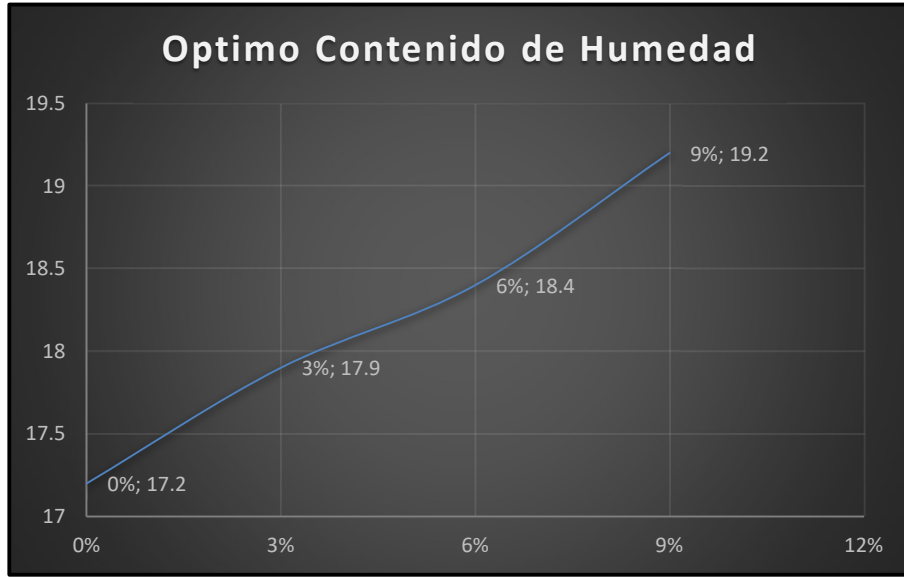
Al incorporar un 3% de Aluminio Reciclado la MDS es de 1709 kg/m<sup>3</sup>, al 6 % de adición de Aluminio Reciclado la MDS es de 1693 kg/m<sup>3</sup> y por último con el aumento de 9% de aluminio Reciclado, el MDS es de 1684 kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla 13.** Resumen de Proctor Modificado - OCH

	<b>0%</b>	<b>3%</b>	<b>6%</b>	<b>9%</b>
<b>Optimo Contenido de Humedad</b>	17.2	17.9	18.4	19.2

Nota: Proctor Modificado para la determinación del OCH, siendo el Ensayo Optimo contenido de Humedad.

Se puede observar en la Tabla 14. El Proctor Modificado – OCH con el fin de determinar el Optimo contenido de Humedad siendo de 0% el 17.2 de contenido de humedad, seguidamente el 3% siendo de 17.9, el de 6% siendo de 18.4% y el de 9% siendo de 19.2 el contenido de humedad de la muestra realizada.



**Figura 8.** Mejor Contenido Hídrico vs Aluminio Reciclado Triturado.

En la gráfica por lograr observar la cantidad de Aluminio Reutilizado incorporado en la superficie, podemos observar una curva de un mejor contenido hídrico el cual permite llegamos a determinar la máxima densidad seca (MDS) vemos un incremento de humedad con el 3% de incorporación de Aluminio reciclado, con el 6% de incorporación continua el incremento de humedad, y con el 9 % sigue aumentando el contenido de humedad siendo mucho mayor al de la muestra natural.

### **Fijación de la Repercusión del Aluminio Reciclado en la estabilización de la subrasante.**

Con ensayos ya determinados y finalizados se puede apreciar que al llegar a adicionar o incorporar Aluminio Reciclado Triturado con los porcentajes de 3%, 6% y 9 %, el CBR al 95% llega a subir 4.5 %, 5.2%, 6.9%.

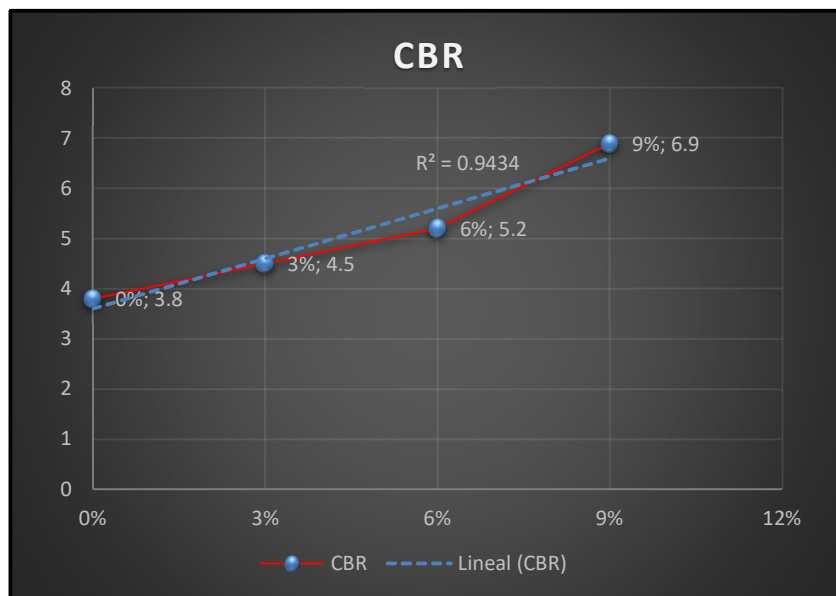


**Tabla 14.** Resumen de CBR

CBR	ALUMINIO RECICLADO TRITURADO
3.8	0%
4.5	3%
5.2	6%
6.9	9%

Nota: Resultados de los Ensayos de CBR, del Aluminio reciclado triturado en la estabilización de la Subrasante.

En la Figura 9. Se puede observar la influencia de CBR con Aluminio Reciclado Triturado, indicando del 0% tiende ser de 3.8 según la gráfica, el de 3% tiende a ser de 4.5, del 6% es de 5.2 y del 9% viene hacer de 6.9; con un  $R^2 = 0.9434$ , con la muestra dada.



**Figura 9.** Influencia de CBR con Aluminio Reciclado Triturado.

## V. DISCUSIÓN

- Conforme a los datos sobre la humedad óptima, Con la incorporación de diferentes porcentajes de aluminio reciclado obtuvimos los siguientes resultados para el tipo de suelo ARCILLOSO LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD: al incorporar el aluminio reciclado triturado, el inmejorable porcentaje hídrico se eleva significativamente con respecto a la muestra natural.
- Para determinar la Estabilidad de subrasante adecuada con incorporación de aluminio reciclado. Se realizó los diferentes ensayos de laboratorio con distintos porcentajes de incorporación, 3%, 6% y 9%, de los cuales los resultados hallados fueron satisfactorios para el análisis de mejoramiento de subrasante con incorporación de aluminio reciclado triturado
- Con la Incorporación de Aluminio reciclado triturado logramos mejorar las características del material, tanto físicamente y mecánicamente del suelo, haciendo la mejora del sub rasante.
- Se evaluó las fuerzas de inserción a 1" accionando 12, 25 y 56 impactos, adicionando la incorporación al 3% con Aluminio reciclado triturado, se obtuvo los siguientes valores 78.6 Kg, 61 kg, 54.5kg. De tal manera se realizó al incorporar 6% con el mismo número de golpes se obtuvo los siguientes resultados 90.4 Kg, 70.6 Kg, 63.5Kg, y para finalizar se incorporó un 9% de Aluminio Reciclado Triturado, con el cual nos dio los resultados de 109.5 Kg, 93.4 Kg, 78.6Kg. Por medio de estos resultados podemos ver la varianza en la penetración y vemos que al incorporar Aluminio reciclado triturado mejora la subrasante y aumenta la capacidad portante satisfactoriamente.
- Del ensayo de Proctor modificado del Material Orgánico, se logra alcanzar la Densidad máxima seca de 1717.00 kg/m<sup>3</sup> Con Optimo Porcentaje Hídrico con 17.2%. Incorporando 3% de aluminio reciclado triturado se obtiene 1709.00 kg/m<sup>3</sup> con un Optimo Porcentaje Hídrico con 17.9%, al incorporar 6% aluminio reciclado triturado se obtiene una máxima densidad seca de 1693.00 kg/m<sup>3</sup> con un Optimo Porcentaje Hídrico 18.4% y al incorporar un 9% de aluminio reciclado triturado obtenemos una mayor densidad seca con

1684.00 kg/m<sup>3</sup> con un Optimo Porcentaje Hídrico de 19.2%.

- El costo de mejoramiento de sub rasante con incorporación de aluminio triturado a comparación de mejoramiento con material selecto.

**Tabla 15.** Presupuesto de los complementos para el Mejoramiento de la Sub Rasante de 1 m<sup>3</sup>.

MEJORAMIENTO DE 1M3 DE MAT P/SUB RASANTE		
	CEMENTO	ALUMIO
<b>1 KG</b>	S/0.659 soles	S/0.50 soles
<b>INCOR. 9%</b>	90 kg	90 kg
<b>TOTAL</b>	<b>S/59.31 soles</b>	<b>S/45.00 soles</b>

Nota: Presupuesto de los implementos a utilizar para un mejoramiento con suelo cemento y un mejoramiento con aluminio reciclado triturado de una sub rasante..

## VI. CONCLUSIONES

- La Incorporación del aluminio reciclado eleva la resistencia de la Subrasante, a mínimos porcentajes en adición.
- A mayor incremento de aluminio el CBR incrementa hasta un 50 % de su resistencia original.
- A mayor incremento de aluminio el Optimo Porcentaje Hídrico mejora proporcionalmente según su adherencia del material.

**Tabla 16. Contenido de Humedad – C1 de la Muestra Natural**

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD - C1</b>				
	<b>MUESTRA NATURAL</b>	<b>3 %</b>	<b>6 %</b>	<b>9 %</b>
<b>O.C.H</b>	17.20%	17.90%	18.40%	19.20%
<b>% INCREMENTO</b>	1	4.07 %	6.98%	11.63 %

Nota: Indica el Contenido de Humedad – C1 de la muestra natural, el O.C.H como el porcentaje del incremento de ya lo evaluado.

- Se evaluó las penetraciones a 1” a los 12, 25 y 56 golpes, con la incorporación de 3% de Aluminio reciclado triturado se obtuvo los siguientes valores 78.6 Kg/cm<sup>2</sup>, 61 kg/cm<sup>2</sup>, 54.5kg/cm<sup>2</sup>. De tal manera se realizó al incorporar 6% con el mismo número de golpes se obtuvo los siguientes resultados 90.4 Kg/cm<sup>2</sup>, 70.6 Kg/cm<sup>2</sup>, 63.5Kg/cm<sup>2</sup>, y para finalizar se incorporó un 9% de Aluminio Reciclado Triturado, con el cual nos dio los resultados de 109.5 Kg/cm<sup>2</sup>, 93.4 Kg/cm<sup>2</sup>, 78.6Kg/cm<sup>2</sup>. Por medio de estos resultados podemos ver la varianza en la penetración y vemos que al incorporar Aluminio reciclado triturado mejora la subrasante y aumenta la capacidad portante favorablemente.

- Con respecto al ensayo de Proctor modificado del Material Orgánico, da como resultado la Densidad máxima seca de 1717.00 kg/m<sup>3</sup> Con un Optimo Porcentaje Hídrico con 17.2%. Incorporando 3% de aluminio reciclado triturado se obtiene 1709.00 kg/m<sup>3</sup> con un Optimo Porcentaje Hídrico con 17.9%, al incorporar 6% de aluminio reciclado triturado se obtiene una máxima densidad seca de 1693.00 kg/m<sup>3</sup> con un Optimo Porcentaje Hídrico con 18.4% y al incorporar un 9% de aluminio reciclado triturado obtenemos una máxima densidad seca de 1684.00 kg/m<sup>3</sup> con un Optimo Porcentaje Hídrico con 19.2%.
- Con Incorporar Aluminio reciclado triturado para mejoramiento de subrasante, esta mejora satisfactoriamente, logrando estabilizar un terreno de clase ARCILLOSO LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD, y a la vez reduce el costo de estabilización de subrasante incorporando un material que podemos reciclar.

## VII. RECOMENDACIONES

- Mediante todo el proceso de investigación se puede recomendar que, al momento de realizar la toma de muestra de terreno natural, llenar la muestra en costales herméticos y llevarlos de inmediato al laboratorio para que de esa forma el material no pierda su contenido de humedad natural y por ende los resultados sean más certeros.
- En la recolección de aluminio se recomienda utilizar guantes de seguridad, ya que las latas de aluminio se encuentran tiradas en la calzada vehicular, en las cunetas, en las veredas, etc. Y encontrándose en esos lugares son de dudosa providencia, que, con tan solo un pequeño corte a la mano, podría generarnos daños graves.
- La investigación de estabilización de sub rasante con incorporación de aluminio reciclado tiende a ser positivamente, así que se recomienda que a futuras se continúe con la investigación de estabilización de suelo con aluminio para terrenos con presencia de mucho limo. Y que de esa manera sea considerado un método más de estabilización de suelos según la MTC.
- Según el porcentaje de adición de Aluminio reciclado triturado en esta investigación que fueron favorables, se recomienda trabajar con esos porcentajes para futuras investigaciones.
- Disminuir la explotación de canteras que generan un impacto ambiental negativo y degradación de los materiales.
- Incentivar al reciclaje de este material, que genera contaminación ambiental a nivel mundial.

## REFERENCIAS

- Choquecota, W. Incorporación de ceniza de thola para estabilizar el suelo de subrasante de una trocha carrozable, Chucuito Puno, (2022).
- AASHTO. (1993). Método de diseño AASHTO. (1993) (American Association of State Highway and Transportation Officials).
- Apolínez, A. Estabilización de la Sub-rasante con la Incorporación de Ceniza Vegetal, Jauja, (2018).
- Abanto L. & Salinas E. Análisis de la Estabilización de Subrasantes con Uso de Ceniza de Bagazo de Caña de Azúcar y Cal en el Perú, (2021).
- Ospina M., Chaves S. & Jiménez L. Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero, (2020).
- Callo D. & Condori F. Análisis de Estabilización de Suelos Tropicales con Cal para Afirmados en la Zona de Kiteni – Distrito de Echarate – Provincia de la Convención de la Región de Cusco, (2018).
- Castro A. Evaluación de las Propiedades Mecánicas de Suelos Cohesivos con Cloruro de Calcio para Estabilización de Subrasantes de Pavimentos Urbanos, Capote, (2019).
- Huañec G. & Salcedo J. Análisis de la Estabilización de Suelos Arcillosos de la Cantera de Petroperu - San Jerónimo con el Copolímero Acrílico m10+50 tm para Uso como Sub rasante mejorada, (2018).
- López J. & Ortíz G. Estabilización de suelos arcillosos con cal para el tratamiento de la subrasante en las calles de la urbanización San Luis de la ciudad de Abancay, (2018).
- Rioja J. Influencia de la adición de porcentajes de ceniza en un suelo A-2-4 estabilizado con cemento sobre la capacidad de soporte de la carretera LI-591 desvío al centro poblado Jatanca, provincia de Pacasmayo, (2019).

Velásquez C. Influencia del Cemento Portland Tipo I en la Estabilización del Suelo Arcilloso de la Subrasante de la Avenida Dinamarca, Sector la Molina, (2018).



## **ANEXOS**

## MATRIZ DE OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADOR	METODOLOGIA
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿De qué manera influye la incorporación de aluminio reciclado en la estabilización de subrasante en el Jr. Las Perlas, Huancayo – Junín 2022?</p> <p><b>Problema Específicos</b></p> <p>¿En qué manera el aluminio reciclado influye en la resistencia de CBR del suelo de la subrasante del Jr. Las Perlas, Huancayo – Junín 2022?</p> <p>¿De qué manera influye en las propiedades físicas de la subrasante la incorporación de aluminio reciclado en el Jr. Las Perlas, Huancayo – Junín 2022?</p> <p>¿De qué modo el aluminio reciclado influye en el costo de estabilización de la subrasante del Jr. Las Perlas, Huancayo – Junín 2022?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar los efectos en la estabilización de la sub rasante al incorporar aluminio reciclado para el Jr. Las Perlas, Huancayo – Junín 2022.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Determinar la influencia de la incorporación de aluminio reciclado en el ensayo de CBR de la subrasante del Jr. Las Perlas, Huancayo – Junín 2022.</p> <p>Determinar la influencia en las propiedades físicas de la sub rasante con la incorporación de aluminio reciclado en el Jr. Las Perlas, Huancayo – Junín 2022.</p> <p>Determinar el costo de estabilización de sub rasante con incorporación de aluminio reciclado en el Jr. Las Perlas, Huancayo – Junín 2022.</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>Los fragmentos de Aluminio Reciclado, influirán positivamente en la estabilización de la subrasante en las vías urbanas del Jr. Las Perlas, Huancayo – Junín 2022.</p> <p><b>Hipótesis Específicos</b></p> <p>La incorporación de aluminio reciclado, influirá significativamente en la capacidad de resistencia de la subrasante del Jr. Las Perlas, Huancayo – Junín 2022.</p> <p>La incorporación de aluminio reciclado influirá positivamente en las propiedades físicas de la subrasante del Jr. Las Perlas, Huancayo – Junín 2022.</p> <p>El costo de estabilización de subrasante con la incorporación de aluminio reciclado en el Jr. Las Perlas, Huancayo – Junín 2022</p>	<p>V1: Estabilización de la subrasante.</p> <p>V2: Aluminio Reciclado triturado</p>	<p>D1: Clasificación</p> <p>D2: CBR</p> <p>D3: Grado de Compactación</p> <p>D1: Peso Específico Del Aluminio Reciclado</p> <p>D2: Porcentaje de Incorporación de aluminio reciclado</p>	<p>I1: Granulometría</p> <p>I2: Perfil Estratigráfico</p> <p>I3: SUCS – AASHTO</p> <p>I4: Límites De Atterberg</p> <p>I1: Presión De Penetración</p> <p>I1: Contenido de Humedad</p> <p>I2: Máxima densidad</p> <p>I3: Energía de compactación</p> <p>I1: Sumergido</p> <p>I1: 3% I2: 6% I3: 9%</p>	<p><b>Método:</b> Método científico.</p> <p><b>Tipo:</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel:</b> Experimental</p> <p><b>Diseño</b> Diseño experimental</p> <p><b>Población</b> Jr. Las Perlas – El Tambo - Huancayo</p> <p><b>Muestra</b> Aluminio Reciclado</p> <p><b>Muestreo</b> No probabilístico - intencional</p> <p><b>Técnica</b> Observación directa</p> <p><b>Instrumento</b> Ficha de recopilación de datos.</p>

### PANEL FOTOGRÁFICO



**Figura 10.** Recolección y Toma de Muestra de la C1



**Figura 11.** Excavación de C2 – Toma de muestra



**Figura 12.** Excavación de C2 de 1.50 m – Toma de muestra



**Figura 13.** Excavación de C2 – Toma de muestra



**Figura 14.** Reciclado de Aluminio



**Figura 15.** Reciclado de Aluminio





**Figura 16.** Reciclado de Aluminio, latas de gaseosa, latas de cerveza  
plantilla de imprentas de aluminio



**Figura 17.** Trituración de Aluminio Reciclado.



Figura 18. Trituración de Aluminio Reciclado total a pesar 1.08Kg



Figura 19. Lavado de Muestra



Figura 20. Tamizado de material.



Figura 21. Tamizado de material.





Figura 22. LL – LP del Material



Figura 23. Ensayo de Proctor Modificado Met. A



Figura 24. Ensayo de Proctor Modificado Met. A



Figura 25. Mezcla de Aluminio con Material



Figura 26. Ensayo de Proctor con Incorporación de 3% de Aluminio Reciclado



Figura 27. Ensayo de CBR – Penetración 1” – 12 Golpes.



Figura 28. Ensayo de CBR – Penetración 1” – 25 Golpes.



Figura 29. Ensayo de CBR – Penetración 1” – 56 Golpes.

## MUESTRAS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS – C-01

<p style="font-size: small;">LABORATORIO DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTO</p>	<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe N° Fecha de Emisión : 20/07/2022 Páginas Realizado por : J. A. H. T. Revisado por : J. A. H. T. Certificado N°											
	<b>REGISTRO DE EXCAVACION</b>												
<b>OBRA</b> : ANALISIS DE LA SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE ALUMINIO RECICLADO EN EL JR. LAS PERLAS, HUANCAYO – JUNÍN 2022 <b>SOLICITANTE</b> : BACH. YENDERSON YORDAN CALZADO RIVAS <b>MATERIAL</b> : PSJE. LAS PERLAS – EL TAMBO - HUANCAYO – JUNIN LADO: DERECHA <b>UBICACIÓN</b> : km 00+040													
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>													
<b>CALICATA</b> : C-01 <b>MUESTRA</b> : M-01 <b>PROF. (m)</b> : 0.00-1.50													
PROF.	M.	GRAFICO	ESTRATO Espesor (m)	DESCRIPCION	CLASIFICACION				LIMITES %			HUM. NAT %	
					AASHTO	SUCS	3° A Nro. 4	Nro. 4 a Nro. 200	Menor Nro. 200	LL	LP		IP
0.00		ML-CL	0.00-1.50	Limos inorgánicos y arena muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad	A-4 ( 0 )	ML-CL	7.9	34.0	58.1	12.63	8.59	4.04	3.81
1.50					C-01								

Juan Alexis Huahua Tapari  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 269865

Bach. Hurtado Inga Max Diego  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



	<b>LABORATORIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO</b>	Informe N° :	
		Fecha de Emisión :	20/07/2022
		Páginas :	
		Realizado por :	J. A. H. T.
		Revisado por :	J. A. H. T.

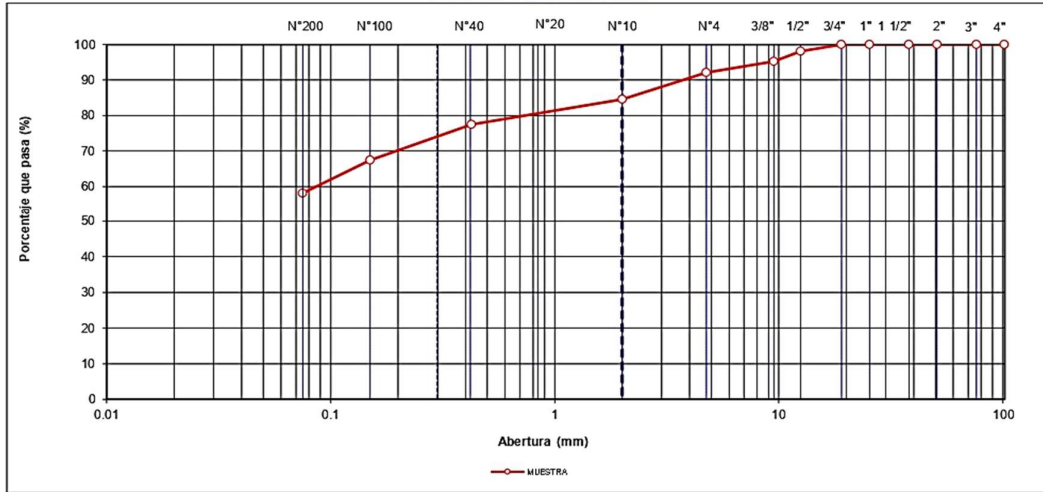
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(NORMA MTC E-107, E-108 AASHTO T-27, ASTM D422)

PROYECTO :	ANALISIS DE LA SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE ALUMINIO RECICLADO EN EL JR. LAS PERLAS, HUANCAYO – JUNÍN 2022
SOLICITANTE :	BACH. YENDERSON YORDAN CALZADO RIVAS
TRAMO :	PSJE. LAS PERLAS – EL TAMBO - HUANCAYO – JUNIN
UBICACIÓN :	km 0+040 LADO:

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA :	C-01	TAMANO MAXIMO :	3/4"
MUESTRA :	M-01	Peso inicial seco :	1705.0 g
PROF. (m) :	0.00-1.50	Peso lavado seco :	714.1 g

TAMIZ (mm)	AASHTO T-27	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION GRADACION "A"	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	101.600						Contenido de Humedad (%) : 3.81
2 1/2"	76.200						Límite Líquido (LL) : 12.63
2"	50.800						Límite Plástico (LP) : 8.59
1 1/2"	38.100						Índice Plástico (IP) : 4.04
1"	25.400						Clasificación (SUCS) : ML-CL
3/4"	19.000				100.00		Clasificación (AASHTO) : A-4 (
1/2"	12.500	31.48	1.85	1.85	98.15		Índice de Grupo : 0 )
3/8"	9.500	49.97	2.93	4.78	95.22		Descripción (AASHTO) : REG-MALO
Nº 4	4.750	52.74	3.09	7.87	92.13		Descripción (SUCS) : Arcilla limo arenoso de baja plasticidad
Nº 8	2.360	84.51	4.96	12.83	87.17		
Nº 10	2.000	45.12	2.65	15.47	84.53		Índice de Liquidez:
Nº 16	1.190	48.14	2.82	18.30	81.70		Estado del Suelo:
Nº 20	0.840	30.14	1.77	20.06	79.94		Índice de Consistencia:
Nº 30	0.600	20.41	1.20	21.26	78.74		Estado del Suelo:
Nº 40	0.425	21.41	1.26	22.52	77.48		<b>OBSERVACIONES :</b>
Nº 50	0.300	30.78	1.81	24.32	75.68		Bolomena > 3" : 0.0
Nº 80	0.177	100.23	5.88	30.20	69.80		Grava 3" - Nº 4 : 7.87
Nº 100	0.150	41.23	2.42	32.62	67.38		Arena Nº4 - Nº 200 : 34.01
Nº 200	0.075	157.98	9.27	41.89	58.11		Finos < Nº 200 : 58.11
< Nº 200	FONDO	990.86	58.11	100.00	0.00		

**CURVA GRANULOMETRICA**



**Juan Alexis Huanca Taparc**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 269865

**Bach. Hurtado Inga Max Diego**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

	<b>LABORATORIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO</b>	Informe N° : _____
		Fecha de Emisión : 20/07/2022
		Páginas : _____
		Realizado por : J. A. H. T.
		Revisado por : J. A. H. T.

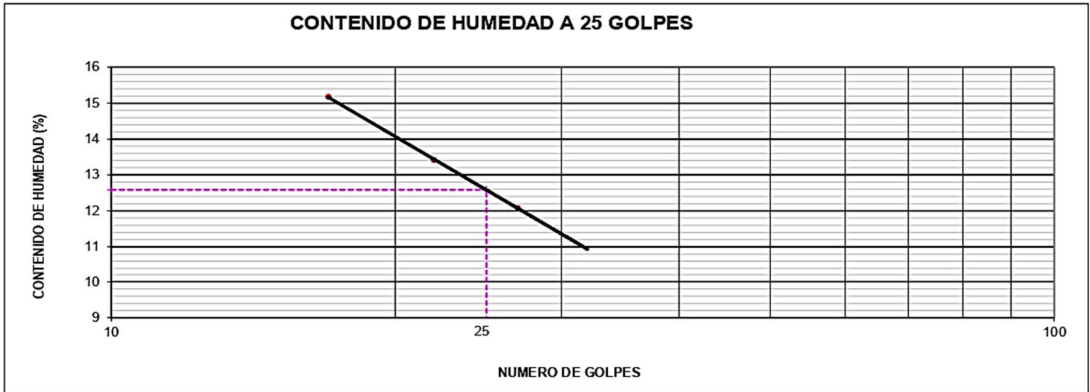
**LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40**  
(NORMA MTC E-110, E-111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

PROYECTO :	ANALISIS DE LA SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE ALUMINIO RECICLADO EN EL JR. LAS PERLAS, HUANCAYO – JUNÍN 2022
SOLICITANTE :	BACH. YENDERSON YORDAN CALZADO RIVAS
TRAMO :	PSJE. LAS PERLAS – EL TAMBO - HUANCAYO – JUNIN
UBICACIÓN :	km 00+040 LADO: _____

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA :	C-01
MUESTREO :	M-01
PROF. (m) :	0.00-1.50

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		5	6	7
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	29.54	26.41	30.50
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	27.88	24.89	28.41
PESO DE AGUA	(g)	1.66	1.52	2.09
PESO DEL TARRO	(g)	14.14	13.56	14.63
PESO DEL SUELO SECO	(g)	13.74	11.33	13.8
CONTENIDO DE HUMEDAD	(g)	12.08	13.42	15.17
NUMERO DE GOLPES		27	22	17

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		6	5	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	20.25	19.86	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	19.38	18.95	
PESO DE AGUA	(g)	0.87	0.91	
PESO DEL TARRO	(g)	9.12	8.48	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	10.26	10.47	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD		8.48	8.69	




CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	12.63
LIMITE PLASTICO	8.59
INDICE DE PLASTICIDAD	4.04

OBSERVACIONES

  
  
**Juan Alexis Huanca Tapara**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 269865

  
**Bach. Hurtado Inga Max Diego**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)</b>	Informe : Realizado por : J. A. H. T. Revisado por : J. A. H. T.
	PROYECTO : ANALISIS DE LA SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE ALUMINIO RECICLADO EN EL JR. LAS PERLAS, HUANCAYO - JUNÍN 2022	Registro N°:
SOLICITANTE : BACH. YENDERSON YORDAN CALZADO RIVAS	Fecha: : 20/07/2022	

**I. Datos Generales**

<b>UBICACIÓN</b> : km 00+040 <b>CALICATA</b> : C-001 <b>TRAMO</b> : PSJE. LAS PERLAS - EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN <b>PROFUND.</b> : 0.00-1.50	<b>TAMAÑO MAXIMO</b> : 3/4" <b>LADO</b> :
---	--

N° DE ENSAYOS	1	2	3
N° Tara			
Peso Tara + Suelo Humedo (gr.)	1770.0		
Peso Tara + Suelo Seco (gr.)	1705.0		
Peso Tara (gr.)	0.0		
Peso Agua (gr.)	65.0		
Peso Suelo Seco (gr.)	1705.0		
Contenido de Humedad (gr.)	3.81		
<b>Promedio (%)</b>	<b>3.81</b>		

**Observaciones:**

.....  
 .....  
 .....  
 .....

  
 Juan Alexis Huanca Tapara  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 269865

  
 Bach. Hurtado Inga Max Diego  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



# MUESTRAS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS – C-02

 <p style="font-size: small; text-align: center;">LABORATORIO DE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTO</p>	<b>LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe N°	
		Fecha de Emisión	: 20/07/2022
		Páginas	
		Realizado por	: J. A. H. T.
		Revisado por	: J. A. H. T.
		Certificado N°	

## REGISTRO DE EXCAVACION

OBRA : ANALISIS DE LA SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE ALUMINIO RECICLADO EN EL JR. LAS PERLAS, HUANCAYO – JUNÍN 2022  
 SOLICITANTE : BACH. YENDERSON YORDAN CALZADO RIVAS  
 TRAMO : PSJE. LAS PERLAS – EL TAMBO - HUANCAYO – JUNIN LADO: DERECHA  
 UBICACIÓN : km 00+300

## DATOS DE LA MUESTRA

CALICATA : C-02  
 MUESTRA : M-01  
 PROF. (m) : 0.00-1.50

PROF.	M.	GRAFICO	ESTRATO	DESCRIPCION	CLASIFICACION					LIMITES %			HUM. NAT %		
			Espesor (m)		AASHTO	SUCS	3" A Nro. 4	Nro. 4 a Nro. 200	Menor Nro. 200	LL	L.P.	I.P.			
0.00		-----	-----												
		-----	-----	-----											
		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1.50		-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
			0.00-1.50		Limos inorgánicos y arena muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas, o limos arcillosos con poca plasticidad	A-4 ( 0 )	ML-CL	4.8	43.5	51.7	15.53	11.24	4.29	4.17	
						<b>C-02</b>									

  
 Juan Alexis Huancá Tapare  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 269885

  
 Bach. Hurtado Inga Max Diego  
 TECNICO DE LABORATORIO

	<b>LABORATORIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO</b>	Informe N° :	
		Fecha de Emisión :	14/06/2021
		Páginas :	
		Realizado por :	J. A. H. T.
		Revisado por :	J. A. H. T.

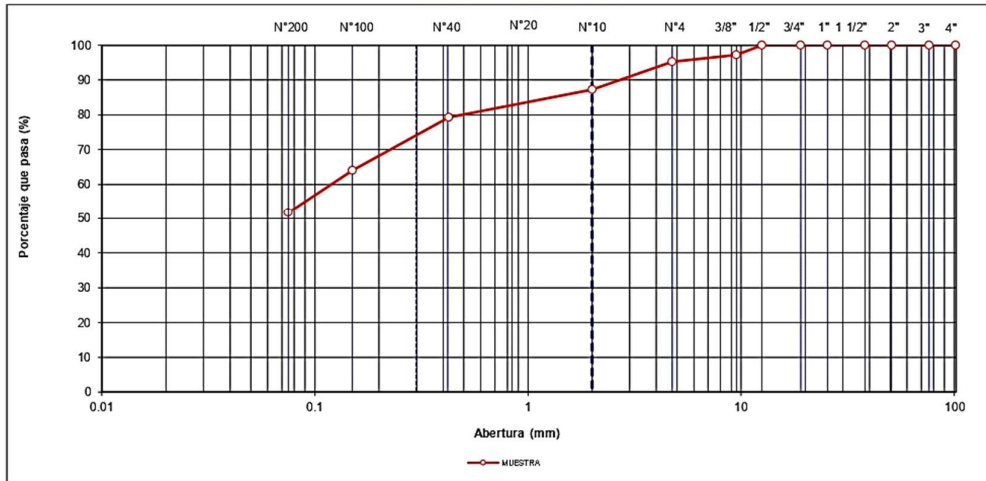
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
(NORMA MTC E-107, E-108 AASHTO T-27, ASTM D422)

PROYECTO :	ANALISIS DE LA SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE ALUMINIO RECICLADO EN EL JR. LAS PERLAS, HUANCAYO – JUNÍN 2022		
SOLICITANTE :	BACH. YENDERSON YORDAN CALZADO RIVAS		
TRAMO :	PSJE. LAS PERLAS – EL TAMBO - HUANCAYO – JUNIN		
UBICACIÓN :	km 0+300	LADO:	

DATOS DE LA MUESTRA			
CALCATA :	C-02	TAMAÑO MAXIMO :	1/2"
MUESTRA :	M-01	Peso inicial seco :	1680.0 g
PROF. (m) :	0.00-1.50	Peso lavado seco :	810.8 g

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION GRADACION "A"	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	101.600						Contenido de Humedad (%) : 4.17
2 1/2"	76.200						Límite Líquido (LL) : 15.53
2"	50.800						Límite Plástico (LP) : 11.24
1 1/2"	38.100						Índice Plástico (IP) : 4.29
1"	25.400						Clasificación (SUCS) : ML-CL
3/4"	19.000						Clasificación (AASHTO) : A-4 (
1/2"	12.500				100.00		Índice de Grupo : 0 )
3/8"	9.500	47.15	2.81	2.81	97.19		Descripción (AASHTO) : REG-MALO
Nº 4	4.750	33.47	1.99	4.80	95.20		Descripción ( SUCS ) : Arcilla limo arenoso de baja plasticidad
Nº 8	2.360	78.96	4.70	9.50	90.50		
Nº 10	2.000	55.12	3.28	12.78	87.22		Índice de Liquidez:
Nº 16	1.190	32.78	1.95	14.73	85.27		Estado del Suelo:
Nº 20	0.840	41.46	2.47	17.20	82.80		Índice de Consistencia:
Nº 30	0.600	30.56	1.82	19.02	80.98		Estado del Suelo:
Nº 40	0.425	28.19	1.68	20.70	79.30		OBSERVACIONES :
Nº 50	0.300	45.62	2.72	23.41	76.59		Bolonería > 3" : 0.0
Nº 80	0.177	150.74	8.97	32.38	67.62		Grava 3" - Nº 4 : 4.80
Nº 100	0.150	60.85	3.62	36.01	63.99		Arena Nº4 - Nº 200 : 43.46
Nº 200	0.075	205.87	12.25	48.26	51.74		Finos < Nº 200 : 51.74
< Nº 200	FONDO	869.23	51.74	100.00	0.00		

**CURVA GRANULOMETRICA**



Juan Alexis Huachica Tapari  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 269865

Bach. Hurtado Inga Max Diego  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

	<b>LABORATORIO DE ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO</b>	Informe N° : _____
		Fecha de Emisión : 20/07/2022
		Páginas : _____
		Realizado por : J. A. H. T.
		Revisado por : J. A. H. T.

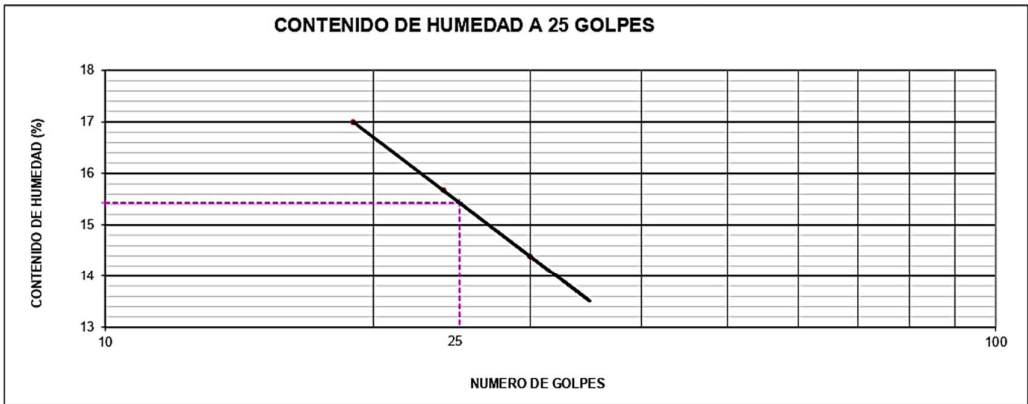
**LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40**  
(NORMA MTC E-110, E-111, AASHTO T-89, T-90, ASTM D 4318)

PROYECTO :	ANALISIS DE LA SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE ALUMINIO RECICLADO EN EL JR. LAS PERLAS, HUANCAYO – JUNÍN 2022
SOLICITANTE :	BACH. YENDERSON YORDAN CALZADO RIVAS
TRAMO :	PSJE. LAS PERLAS – EL TAMBO - HUANCAYO – JUNIN
UBICACIÓN :	km 00+300 LADO: _____

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA :	C-02
MUESTREO :	M-01
PROF. (m) :	0.00-1.50

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		17	18	19
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		30.14	29.87	30.74
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		28.28	27.79	28.56
PESO DE AGUA (g)		1.86	2.08	2.18
PESO DEL TARRO (g)		15.35	14.52	15.73
PESO DEL SUELO SECO (g)		12.93	13.27	12.8
CONTENIDO DE HUMEDAD (g)		14.39	15.67	16.99
NUMERO DE GOLPES		30	24	19

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		8	9	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		21.71	22.41	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		20.44	20.98	
PESO DE AGUA (g)		1.27	1.43	
PESO DEL TARRO (g)		9.03	8.39	
PESO DEL SUELO SECO (g)		11.41	12.59	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD		11.13	11.36	




CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	15.53
LIMITE PLASTICO	11.24
INDICE DE PLASTICIDAD	4.29

OBSERVACIONES

  
  
**Juan Alexis Huanca Tapara**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 269865

  
**Bach. Hurtado Inga Max Diego**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL (ASTM D 2216, MTC E 108)</b>	Informe : Realizado por : J. A. H. T. Revisado por : J. A. H. T.
	PROYECTO : ANALISIS DE LA SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE ALUMINIO RECICLADO EN EL JR. LAS PERLAS, HUANCAYO - JUNÍN 2022	Registro N° : :
SOLICITANTE : BACH. YENDERSON YORDAN CALZADO RIVAS	Fecha : 20/07/2022	

**I. Datos Generales**

UBICACIÓN : km 00+300 CALICATA : C-002 TRAMO : PSJE. LAS PERLAS - EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN PROFUND. : 0.00-1.50	TAMAÑO MAXIMO : 1/2" LADO :
---	--------------------------------

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara				
Peso Tara + Suelo Humedo	(gr.)	1750.0		
Peso Tara + Suelo Seco	(gr.)	1680.0		
Peso Tara	(gr.)	0.0		
Peso Agua	(gr.)	70.0		
Peso Suelo Seco	(gr.)	1680.0		
Contenido de Humedad	(gr.)	4.17		
<b>Promedio (%)</b>		<b>4.17</b>		

**Observaciones:**


-----  
 -----  
 -----  
 -----

 Juan Alexis Huanca Tapara  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 269865

  
 Bach. Hurtado Inga Max Diego  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

## MUESTRAS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS – C-01

	<b>LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe N° Fecha de Emis. 26/07/2022 Páginas Realizado por J. A. H. T. Revisado por J. A. H. T.
---	--	---

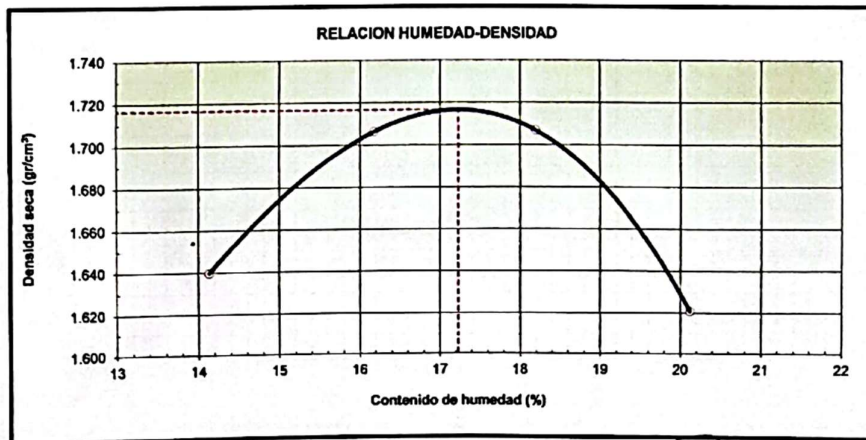
### ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

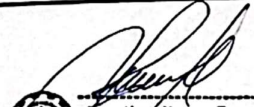
PROYECTO	: ANALISIS DE LA SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE ALUMINIO RECICLADO EN EL JR. LAS PERLAS, HUANCAYO – JUNÍN 2022		
TRAMO	: BACH. YENDERSON YORDAN CALZADO RIVAS		
MATERIAL	: PSJE. LAS PERLAS – EL TAMBO - HUANCAYO – JUNÍN		
UBICACIÓN	: km 0+040	LADO:	DERECHA

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	: C-01	CLASF. (SUCS)	: ML-CL
MUESTREO	: M-01	CLASF. (AASHTO)	: A-4(0)
PROF. (m)	: 0.00-1.50		

METODO DE COMPACTACION : A


Peso suelo + molde	gr	3693.0	3800.0	3834.0	3766.0
Peso molde	gr	1885.0	1885.0	1885.0	1885.0
Peso suelo húmedo compactado	gr	1808.0	1915.0	1949.0	1881.0
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	966.06	966.06	966.06	966.06
Peso volumétrico húmedo	gr	1.872	1.982	2.017	1.947
Recipiente N°		2	3	20	1
Peso del suelo húmedo+tara	gr	97.03	96.89	85.99	101.32
Peso del suelo seco + tara	gr	86.85	85.42	75.14	86.67
Tara	gr	14.80	14.49	15.50	13.84
Peso de agua	gr	10.18	11.47	10.85	14.65
Peso del suelo seco	gr	72.05	70.93	59.64	72.83
Contenido de agua	%	14.13	16.17	18.19	20.12
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.640	1.706	1.707	1.621
Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )					1.717
Humedad óptima (%)					17.2



  
 Juan Alexis Huanca Tapara  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 269865

  
 Bach. Hurtado Inga Max Diego  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



	<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe N° : Fecha de Emis. : 26/07/2022 Paginas : Realizado por : J. A. H. T. Revisado por : J. A. H. T.
---	--	---

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

PROYECTO :	ANALISIS DE LA SUBRASANTE CON INCORPORACION DE ALUMINIO RECICLADO EN EL JR. LAS PERLAS, HUANCAYO - JUNIN 2022		
TRAMO :	BACH. YENDERSON YORDAN CALZADO RIVAS		
MATERIAL :	PS.JE. LAS PERLAS - EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN		
UBICACION :	Km 0+040	LADO: DERECHA	

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA :	C-01	CLASF. (SUCS) :	ML-CL
MUESTREO :	M-01	CLASF. (AASHTO) :	A-4(0)
PROF. (m):	0.00-1.50		


COMPACTACION			
	4	5	6
Molde N°	5	5	5
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	66	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO		
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8280.0	8037.0	7935.0
Peso de molde (g)	3930.0	3930.0	3930.0
Peso del suelo húmedo (g)	4350.0	4107.0	4005.0
Volumen del molde (cm³)	2122.0	2114.0	2183.0
Densidad húmeda (g/cm³)	2.058	1.943	1.835
Tara (N°)	5	6	4
Peso suelo húmedo + tara (g)	90.23	84.26	91.23
Peso suelo seco + tara (g)	79.06	73.87	80.16
Peso de tara (g)	14.14	13.56	15.94
Peso de agua (g)	11.2	10.4	11.1
Peso de suelo seco (g)	64.9	60.3	64.2
Contenido de humedad (%)	17.2	17.2	17.2
Densidad seca (g/cm³)	1.749	1.657	1.565

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		KN	kg/cm2	kg	%	KKN	kg/cm2	kg	%	KN	kg/cm2	kg	%
0 000		0	0			0	0			0	0		
0 635		0.185	18.9			0.121	12.3			0.094	9.6		
1 270		0.294	30.0			0.200	20.4			0.161	16.4		
1 905		0.487	49.7			0.339	34.6			0.277	28.2		
2 540	70.5	0.645	65.8	74.0	5.5	0.469	47.8	52.1	3.8	0.395	40.3	44.0	3.2
3 180		0.995	101.5			0.703	71.7			0.581	59.2		
3 810		1.134	115.6			0.888	90.6			0.785	80.0		
5 080	105.7	1.489	151.8	146.5	7.2	1.144	116.6	116.2	5.7	0.999	101.9	102.8	5.1
7 620		1.856	189.3			1.593	162.5			1.483	151.2		
10 160		2.017	205.7			1.791	182.6			1.696	172.9		

  
**Juan Alexis Huanca Tapara**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 269865

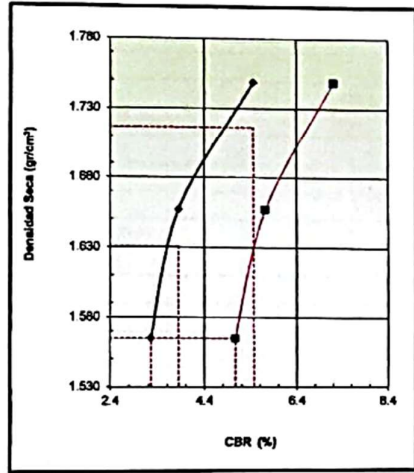
  
**Bach. Hurtado Inga Max Diego**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

	<b>LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe N° : Fecha de Emis. : 28/07/22 Páginas : Realizado por : J. A. H. T. Revisado por : J. A. H. T.
---	--	---

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

<b>PROYECTO</b> : ANALISIS DE LA SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE ALUMINIO RECICLADO EN EL JR. LAS PERLAS, HUANCAYO – JUNÍN 2022 <b>TRAMO</b> : BACH. YENDERSON YORDAN CALZADO RIVAS <b>MATERIAL</b> : PSJE. LAS PERLAS – EL TAMBO - HUANCAYO – JUNÍN <b>UBICACIÓN</b> : KM 0+040	<b>LADO:</b> DERECHA
---	----------------------

<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>	
<b>CALCATA</b> : C-01 <b>MUESTREO</b> : M-01 <b>PROF. (m):</b> : 0.00-1.50	<b>CLASF. (SUC5)</b> : ML-CL <b>CLASF. (AASHTO)</b> : A-4(0)

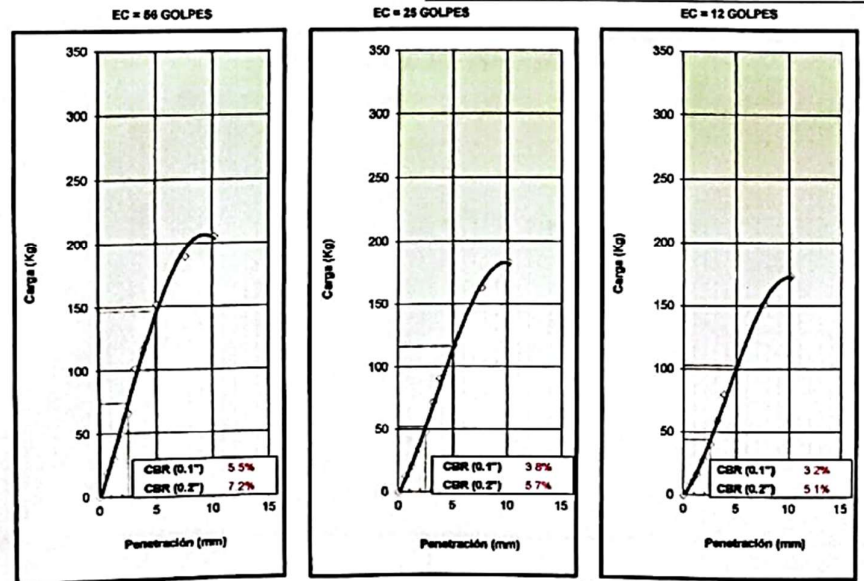



**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)** : 1.717  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 17.2  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)** : 1.631

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	5.5	0.2":	7.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	3.8	0.2":	5.7


**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 5.5 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 3.8 (%)

**OBSERVACIONES:**



  
 Juan Alexis Hyanca Tapar.  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 269865

  
 Bach. Hurtado Inga Max Diego  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

	<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe N°	
		Fecha de Emis.	28/07/2022
		Páginas	
		Realizado por	J. A. H. T.
		Revisado por	J. A. H. T.

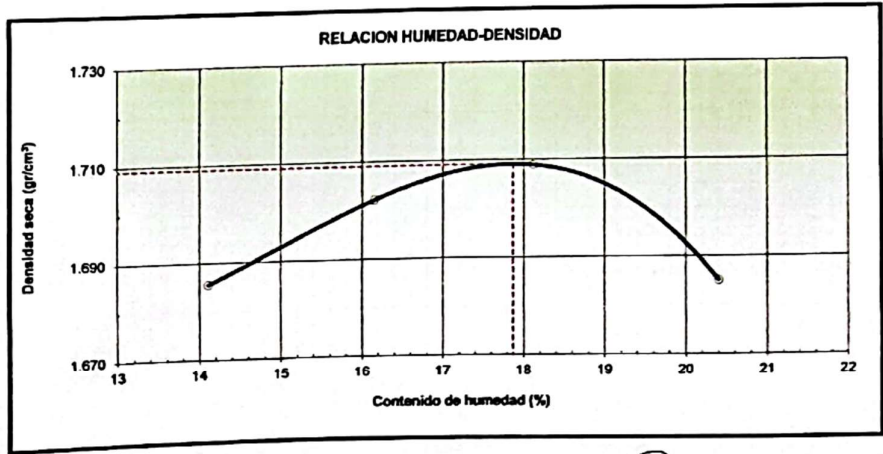
**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

PROYECTO	: ANALISIS DE LA SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE ALUMINIO RECICLADO EN EL JR. LAS PERLAS, HUANCAYO – JUNÍN 2022		
TRAMO	: BACH. YENDERSON YORDAN CALZADO RIVAS		
MATERIAL	: PSJE. LAS PERLAS – EL TAMBO - HUANCAYO – JUNÍN		
PORCENTAJE	: 3% DE ALUMINO	LADO: DERECHA	

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	: C-01	CLASF. (SUCS)	: ML-CL
MUESTREO	: M-01	CLASF. (AASHTO)	: A-4(0)
PROF. (m)	: 0.00-1.50		

METODO DE COMPACTACION : A

Peso suelo + molde	gr	3743.0	3795.0	3835.0	3845.0	
Peso molde	gr	1885.0	1885.0	1885.0	1885.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1858.0	1910.0	1950.0	1960.0	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	966.06	966.06	966.06	966.06	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.923	1.977	2.019	2.029	
Recipiente N°		1	5	6	7	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	102.35	99.87	98.25	99.74	
Peso del suelo seco + tara	gr	91.41	87.95	85.26	85.32	
Tara	gr	13.84	14.14	13.56	14.63	
Peso de agua	gr	10.94	11.92	12.99	14.42	
Peso del suelo seco	gr	77.57	73.81	71.70	70.69	
Contenido de agua	%	14.10	16.15	18.12	20.40	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.686	1.702	1.709	1.685	
				Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.709
				Humedad óptima (%)		17.9



  
**Juan Alexis Huanca Taparu**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 269005

  
**Bach. Hurtado Inga Max Diego**  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



	<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe N° : Fecha de Emis. : 28/07/2022 Páginas : Realizado por : J. A. H. T. Revisado por : J. A. H. T.
---	--	---

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

PROYECTO :	ANALISIS DE LA SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE ALUMINIO RECICLADO EN EL JR. LAS PERLAS, HUANCAYO – JUNÍN 2022		
TRAMO :	BACH. YENDERSON YORDAN CALZADO RIVAS		
MATERIAL :	PSJE. LAS PERLAS – EL TAMBO - HUANCAYO – JUNIN		
PORCENTAJE :	5% DE ALUMINO	LADO: DERECHA	

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA :	C-01	CLASF. (SUCS) :	ML-CL
MUESTREO :	M-01	CLASF. (AASHTO) :	A-4(0)
PROF. (m):	0.00-1.50		

COMPACTACION				
	4	5	6	6
Molde N°	4	5	6	6
Capas N°	5	5	5	5
Golpes por capa N°	55	25	12	
Condición de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8230.0	8020.0	7995.0	
Peso de molde (g)	3930.0	3930.0	3930.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4300.0	4090.0	4065.0	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2122.0	2114.0	2153.0	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.028	1.935	1.882	
Tara (N°)	1	2	3	
Peso suelo húmedo + tara (g)	101.52	101.78	90.74	
Peso suelo seco + tara (g)	88.23	88.56	79.15	
Peso de tara (g)	13.84	14.80	14.49	
Peso de agua (g)	13.3	13.2	11.6	
Peso de suelo seco (g)	74.4	73.8	64.7	
Contenido de humedad (%)	17.9	17.9	17.9	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.719	1.641	1.579	

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		KN	kg/cm2	kg	%	KN	kg/cm2	kg	%	KN	kg/cm2	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		0.110	11.2			0.102	10.4			0.099	10.1		
1.270		0.354	36.1			0.246	25.0			0.200	20.4		
1.905		0.409	41.7			0.392	40.0			0.385	39.3		
2.540	70.5	0.789	80.5	78.6	5.8	0.585	59.6	61.0	4.5	0.499	50.9	54.5	4.0
3.180		0.956	97.5			0.718	73.2			0.618	63.0		
3.810		1.250	127.5			0.994	101.3			0.888	90.3		
5.080	105.7	1.704	173.8	159.9	7.9	1.384	141.1	128.2	6.3	1.250	127.5	114.4	5.6
7.620		1.985	202.4			1.610	164.2			1.453	148.2		
10.160		2.200	224.3			1.818	185.4			1.658	169.1		

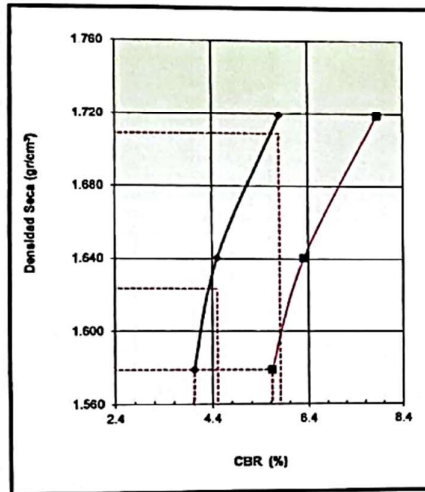
  
 Juan Alexis Huanca Tapara  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 2600

  
 Bach. Hurtado Inga Max Diego  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

	<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe N°	: 26/07/22
		Fecha de Emis.	: 26/07/22
		Páginas	: J. A. H. T.
		Realizado por	: J. A. H. T.
		Revisado por	: J. A. H. T.

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

PROYECTO	: ANALISIS DE LA SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE ALUMINIO RECICLADO EN EL JR. LAS PERLAS, HUANCAYO – JUNÍN 2022		
TRAMO	: BACH. YENDERSON YORDAN CALZADO RIVAS		
MATERIAL	: PSJE. LAS PERLAS – EL TAMBO - HUANCAYO – JUNIN		
PORCENTAJE	: 3% DE ALUMINO	LADO:	DERECHA
<b>DATOS DE LA MUESTRA</b>			
CALICATA	: C-01	CLASF. (SUCS)	: ML-CL
MUESTREO	: M-01	CLASF. (AASHTO)	: A-4(0)
PROF. (m)	: 0.00-1.60		

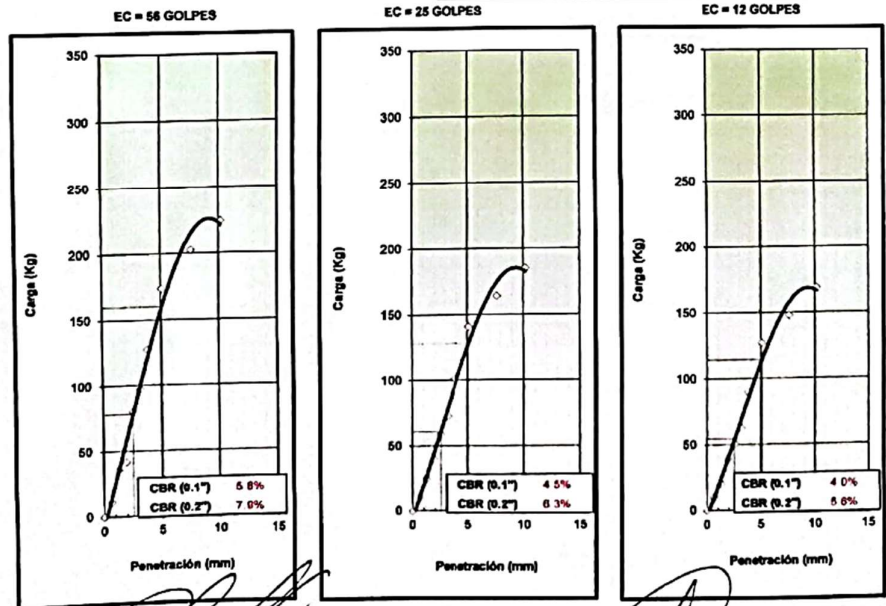


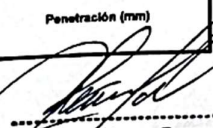
METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.709  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 17.9  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.624


C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	5.8	0.2":	7.9
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	4.5	0.2":	6.3


RESULTADOS:  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 5.8 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 4.5 (%)

OBSERVACIONES:



  
 Juan Alexis Huanca Topara  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 269865

  
 Bach. Huizado Inga Max Diego  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

	<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe N°	
		Fecha de Emis.	28/07/2022
		Páginas	
		Realizado por	J. A. H. T.
		Revisado por	J. A. H. T.

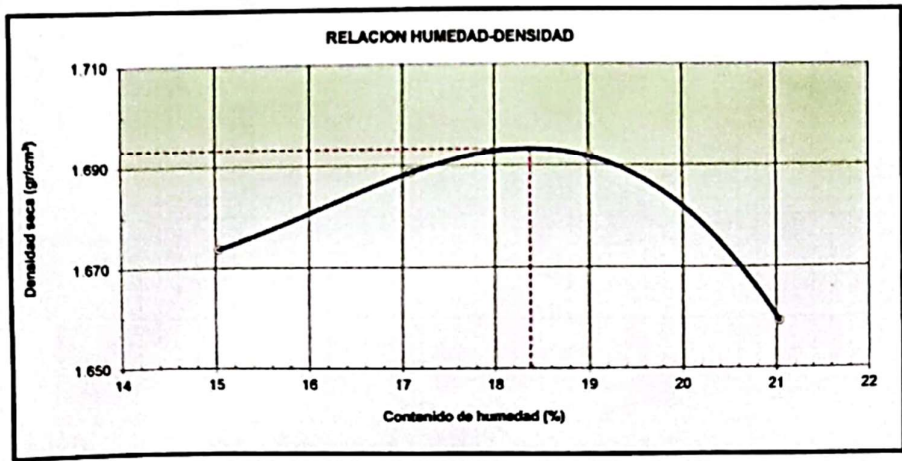
**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

<b>PROYECTO</b>	: ANALISIS DE LA SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE ALUMINO REICLADO EN EL JR. LAS PERLAS, HUANCAYO – JUNÍN 2022		
<b>TRAMO</b>	: BACH. YENDERSON YORDAN CALZADO RIVAS		
<b>MATERIAL</b>	: PSJE. LAS PERLAS – EL TAMBO - HUANCAYO – JUNÍN		
<b>PORCENTAJE</b>	: 8% DE ALUMINO	<b>LADO:</b>	DERECHA

DATOS DE LA MUESTRA			
<b>CALICATA</b>	: C-01	<b>CLASF. (SUCS)</b>	: ML-CL
<b>MUESTREO</b>	: M-01	<b>CLASF. (AASHTO)</b>	: A-4(0)
<b>PROF. (m)</b>	: 0.00-1.50		

**METODO DE COMPACTACION** : A

Peso suelo + molde	gr	3745.0	3795.0	3830.0	3825.0		
Peso molde	gr	1885.0	1885.0	1885.0	1885.0		
Peso suelo húmedo compactado	gr	1860.0	1910.0	1945.0	1940.0		
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	966.06	966.06	966.06	966.06		
Peso volumétrico húmedo	gr	1.923	1.977	2.013	2.008		
Recipiente N°		10	11	12	13		
Peso del suelo húmedo+tara	gr	98.52	85.45	85.96	89.74		
Peso del suelo seco + tara	gr	87.58	75.25	74.55	76.94		
Tara	gr	14.80	15.54	14.52	16.08		
Peso de agua	gr	10.94	10.20	11.41	12.80		
Peso del suelo seco	gr	72.78	59.71	60.03	60.86		
Contenido de agua	%	18.03	17.08	19.01	21.03		
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.674	1.689	1.692	1.659		
						Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.693
						Humedad óptima (%)	18.4



  
 Juan Alexis Huanca Topara  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 259865

  
 Bach. Hurtado Inga Max Diego  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



	<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe N° : Fecha de Emis. : 26/07/2022 Páginas : Realizado por : J. A. H. T. Revisado por : J. A. H. T.
---	--	---

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

PROYECTO :	ANALISIS DE LA SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE ALUMINIO RECICLADO EN EL JR. LAS PERLAS, HUANCAYO – JUNÍN 2022		
TRAMO :	BACH. YENDERSON YORDAN CALZADO RIVAS		
MATERIAL :	PSJE. LAS PERLAS – EL TAMBO - HUANCAYO – JUNIN		
PORCENTAJE :	6% DE ALUMINIO	LADO: DERECHA	

**DATOS DE LA MUESTRA**

CALICATA :	C-01		CLASF. (SUCS) :	ML-CL
MUESTREO :	M-01		CLASF. (AASHTO) :	A-4(0)
PROF. (m):	0.00-1.60			

**COMPACTACION**

	4		5		6	
	8		8		8	
Capas N°	86		25		12	
Golpes por capa N°	86		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8245.0		8015.0		7985.0	
Peso de molde (g)	3930.0		3930.0		3930.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4315.0		4085.0		4055.0	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2122.0		2114.0		2183.0	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.033		1.932		1.858	
Tara (N°)	6		7		8	
Peso suelo húmedo + tara (g)	96.85		95.14		90.00	
Peso suelo seco + tara (g)	83.90		82.55		78.26	
Peso de tara (g)	13.56		14.63		14.35	
Peso de agua (g)	13.0		12.6		11.7	
Peso de suelo seco (g)	70.3		67.9		63.9	
Contenido de humedad (%)	18.4		18.5		18.4	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.717		1.630		1.569	

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

**PENETRACION**

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		KN	kg/cm2	kg	%	KKN	kg/cm2	kg	%	KN	kg/cm2	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		0.184	18.8			0.126	12.8			0.101	10.3		
1.270		0.451	46.0			0.334	34.1			0.285	29.1		
1.905		0.632	64.4			0.509	51.9			0.458	46.7		
2.540	70.5	0.784	78.9	90.4	8.7	0.854	86.7	70.6	5.2	0.599	61.1	63.5	4.7
3.180		0.990	101.0			0.820	83.6			0.748	76.3		
3.810		1.451	148.0			1.111	113.3			0.969	98.8		
5.080	105.7	1.856	189.3	172.7	8.5	1.383	141.1	134.1	6.6	1.185	120.8	117.3	5.8
7.620		2.088	212.7			1.663	169.5			1.485	151.4		
10.160		2.338	238.4			1.948	198.8			1.784	181.9		

  
 Juan Alexis Huanca Tapara  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 269865

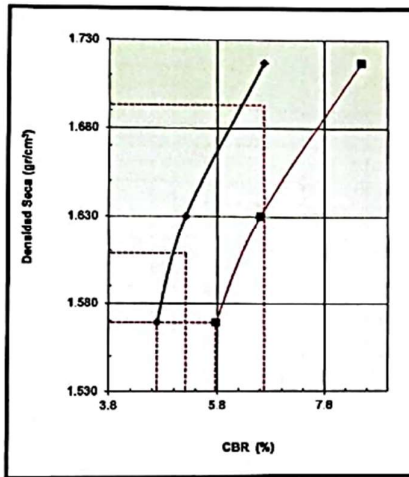
  
 Bach. Hurtado Inga Max Diego  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

	<b>LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe N°	: 26/07/22
		Fecha de Emis.	: J. A. H. T.
		Páginas	: J. A. H. T.
		Realizado por	: J. A. H. T.
		Revisado por	: J. A. H. T.

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

PROYECTO	: ANALISIS DE LA SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE ALUMINIO REICLADO EN EL JR. LAS PERLAS, HUANCAYO – JUNÍN 2022
TRAMO	: BACH. YENDERSON YORDAN CALZADO RIVAS
MATERIAL	: PSJE. LAS PERLAS – EL TAMBO - HUANCAYO – JUNIN
PORCENTAJE	: 6% DE ALUMINO
	LADO: DERECHA

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: C-01
MUESTREO	: M-01
PROF. (m):	: 0.00-1.50
	CLASF. (SUCS) : ML-CL
	CLASF. (AASHTO) : A-4(0)

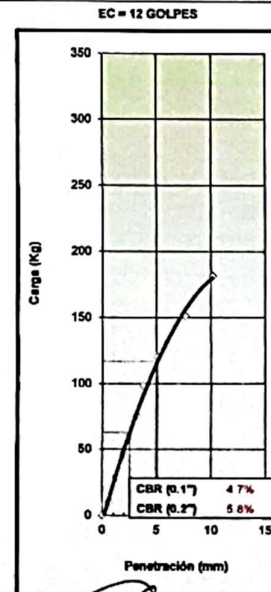
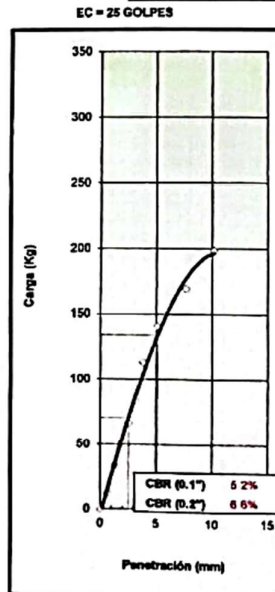
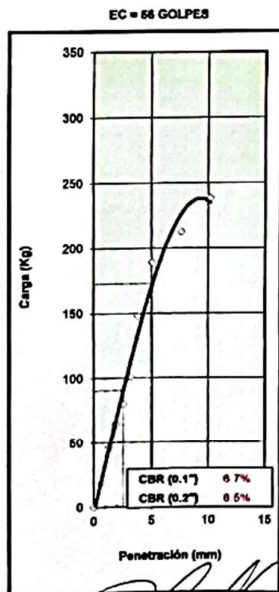



METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.693  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 18.4  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.609

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 6.7	0.2": 8.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 5.2	0.2": 6.6

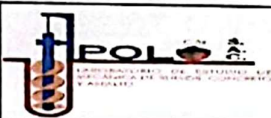
RESULTADOS:  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 6.7 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 5.2 (%)

OBSERVACIONES:



  
 Juan Alexis Huanca Topara  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 269865

  
 Bach. Harardo Inga Max Diego  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

	<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe N°	26/07/2022
		Fecha de Emis.	26/07/2022
		Páginas	J. A. H. T.
		Realizado por	J. A. H. T.
		Revisado por	J. A. H. T.

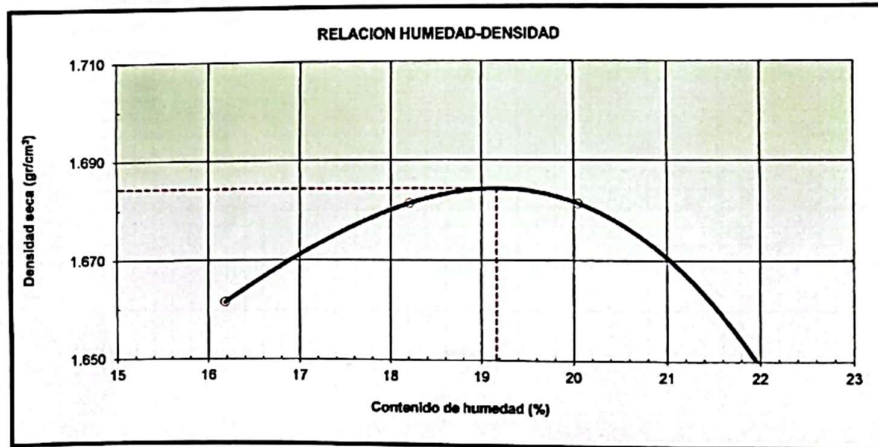
**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO**  
(NORMA MTC E-115, ASTM D-1557, AASHTO T-180)

PROYECTO	: ANALISIS DE LA SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE ALUMINIO RECICLADO EN EL JR. LAS PERLAS, HUANCAYO - JUNÍN 2022		
TRAMO	: BACH. YENDERSON YORDAN CALZADO RIVAS		
MATERIAL	: PSJE. LAS PERLAS - EL TAMBO - HUANCAYO - JUNÍN		
PORCENTAJE	: 9% DE ALUMINO	LADO:	DERECHA

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA	: C-01	CLASF. (SUCS)	: ML-CL
MUESTREO	: M-01	CLASF. (AASHTO)	: A-4(0)
PROF. (m):	: 0.00-1.50		

METODO DE COMPACTACION : A

Peso suelo + molde	gr	3750.0	3805.0	3835.0	3825.0	
Peso molde	gr	1885.0	1885.0	1885.0	1885.0	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1865.0	1920.0	1950.0	1940.0	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	966.06	966.06	966.06	966.06	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.931	1.987	2.019	2.008	
Recipiente N°		5	6	8	18	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	96.78	89.74	101.54	96.84	
Peso del suelo seco + tara	gr	85.27	78.01	86.98	81.89	
Tara	gr	14.14	13.56	14.35	14.52	
Peso de agua	gr	11.51	11.73	14.56	14.95	
Peso del suelo seco	gr	71.13	64.45	72.63	67.37	
Contenido de agua	%	16.18	18.20	20.05	22.19	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.662	1.681	1.681	1.643	
						Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )
						1.684
						Humedad óptima (%)
						19.2



  
 Juan Alexis Huanca Tapara  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 269865

  
 Bach. Hurtado Inga Max Diego  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



	<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe N° : Fecha de Emis. : 26/07/2022 Páginas : Realizado por : J. A. H. T. Revisado por : J. A. H. T.
---	--	---

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

PROYECTO :	ANÁLISIS DE LA SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE ALUMINIO RECICLADO EN EL JR. LAS PERLAS, HUANCAYO – JUNÍN 2022		
TRAMO :	BACH. YENDERSON YORDAN CALZADO RIVAS		
MATERIAL :	PSJE. LAS PERLAS – EL TAMBO - HUANCAYO – JUNÍN		
PORCENTAJE :	9% DE ALUMINIO	LADO:	DERECHA

DATOS DE LA MUESTRA			
CALICATA :	C-01	CLASF. (SUCS) :	ML-CL
MUESTREO :	M-01	CLASF. (AASHTO) :	A-4(0)
PROF. (m):	0.00-1.80		

COMPACTACION						
	4		5		6	
	8		25		12	
	98		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO	
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	8310.0		8105.0		8000.0	
Peso de molde (g)	3930.0		3930.0		3930.0	
Peso del suelo húmedo (g)	4380.0		4175.0		4070.0	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2122.0		2114.0		2183.0	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.064		1.975		1.864	
Tara (N°)	10		12		17	
Peso suelo húmedo + tara (g)	85.74		86.74		81.47	
Peso suelo seco + tara (g)	74.30		75.10		70.84	
Peso de tara (g)	14.80		14.52		15.35	
Peso de agua (g)	11.4		11.6		10.6	
Peso de suelo seco (g)	59.5		60.6		55.5	
Contenido de humedad (%)	19.2		19.2		19.2	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.731		1.657		1.595	

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION													
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N°				MOLDE N°				MOLDE N°			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		KN	kg/cm <sup>2</sup>	kg	%	KN	kg/cm <sup>2</sup>	kg	%	KN	kg/cm <sup>2</sup>	kg	%
0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635		0.124	12.6			0.180	18.4			0.204	20.8		
1.270		0.501	51.1			0.378	38.5			0.328	33.2		
1.905		0.748	76.3			0.606	61.8			0.547	55.6		
2.540	70.5	0.859	91.7	109.5	8.1	0.765	78.0	93.4	6.9	0.709	72.3	78.6	5.8
3.180		1.215	123.9			1.034	105.4			0.958	97.7		
3.810		1.499	152.9			1.329	135.5			1.258	128.3		
5.080	105.7	1.986	202.5	189.3	9.3	1.558	158.8	182.2	8.0	1.378	140.5	143.2	7.0
7.620		2.152	219.4			1.893	193.0			1.784	181.9		
10.160		2.451	249.9			2.133	217.5			2.000	203.9		

  
 Juan Alexis Huanca Tapara  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 269865

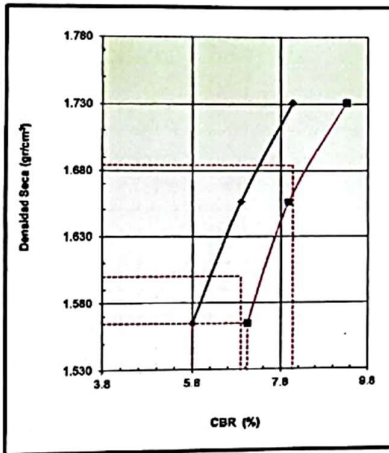
  
 Bach. Hartado Inga Max Diego  
 TÉCNICO DE LABORATORIO

	<b>LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS</b>	Informe N° : 26/07/22 Fecha de Emis. : Páginas : J. A. H. T. Realizado por : J. A. H. T. Revisado por : J. A. H. T.
---	--	---

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.)**  
(NORMA MTC E-132, AASHTO T-193, ASTM D 1883)

<b>PROYECTO</b>	: ANALISIS DE LA SUBRASANTE CON INCORPORACION DE ALUMINO REICLADO EN EL JR. LAS PERLAS, HUANCAYO - JUNIN 2022		
<b>TRAMO</b>	: BACH. YENDERSON YORDAN CALZADO RIVAS		
<b>MATERIAL</b>	: PSJE. LAS PERLAS - EL TAMBO - HUANCAYO - JUNIN		
<b>PORCENTAJE</b>	: 9% DE ALUMINO	<b>LADO:</b>	DERECHA

DATOS DE LA MUESTRA			
<b>CALICATA</b>	: C-01	<b>CLASF. (SUCS)</b>	: ML-CL
<b>MUESTREO</b>	: M-01	<b>CLASF. (AASHTO)</b>	: A-4(0)
<b>PROF. (m)</b>	: 0.00-1.60		

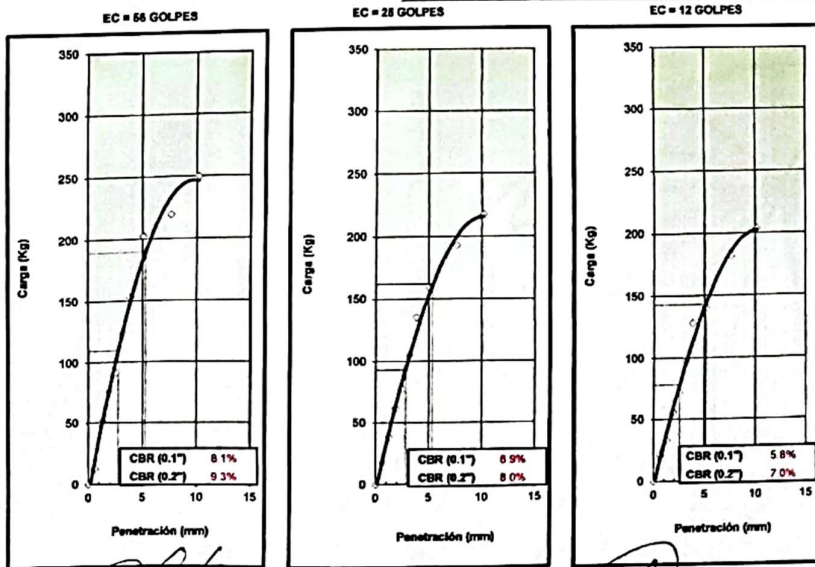


**METODO DE COMPACTACION** : ASTM D1557  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.684  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 19.2  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 1.600

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 8.1	0.2": 9.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 6.9	0.2": 8.0

**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 8.1 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 6.9 (%)

**OBSERVACIONES:**



  
 Juan Alexis Huanca Topara  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 269865

  
 Bach. Hurtado Inga Max Diego  
 TÉCNICO DE LABORATORIO



# CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS DEL LABORATORIO



## Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

## F-23014-003 R0

Page / Pág. 1 de 5

<b>Equipo</b> <i>Instrument</i>	MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA DIGITAL PARA ENSAYOS MARSHALL Y CBR
<b>Fabricante</b> <i>Manufacturer</i>	PINZUAR
<b>Modelo</b> <i>Model</i>	PS-25
<b>Número de Serie</b> <i>Serial Number</i>	366
<b>Identificación Interna</b> <i>Internal Identification</i>	No Presenta
<b>Capacidad Máxima</b> <i>Maximum Capacity</i>	50 kN
<b>Solicitante</b> <i>Customer</i>	APOLO CM SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
<b>Dirección</b> <i>Address</i>	Jirón La Florida 335 - El Tambo - Huancayo
<b>Ciudad</b> <i>City</i>	Huancayo - Perú
<b>Fecha de Calibración</b> <i>Date of calibration</i>	2022 - 01 - 11
<b>Fecha de Emisión</b> <i>Date of issue</i>	2022 - 01 - 31
<b>Número de páginas del certificado, incluyendo anexos</b> <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	05

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

*The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.*

*This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).*

*The user is responsible for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.*

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

*Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.*

### Firmas que Autorizan el Certificado

*Signatures Authorizing the Certificate*

  
Ing. Sergio Iván Martínez  
Director Laboratorio de Metrología

  
Ing. Francisco Durán Romero  
Metólogo Laboratorio de Metrología

LA-PC-05-P-01 R12.1

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1038-72 | PBX: 57 (1) 736 4585 - 3174233241 | [metrologia@pinzuar.com.co](mailto:metrologia@pinzuar.com.co) | [WWW.PINZUAR.COM.CO](http://WWW.PINZUAR.COM.CO)



**PINZUAR**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA



ISO/IEC 17025:2017  
11-181-064

F-23014-003 R0

Pág. 2 de 5

#### DATOS TÉCNICOS

Instrumento Bajo Calibración			Instrumento(s) de Referencia	
Clase	3.0		Instrumento	Transductor de Fuerza de 50 kN
Dirección de Carga	Compresión		Modelo	14711,00
Tipo de Indicación	Digital		Clase	0.0
División de Escala	0.1 kN		Número de Serie	620,00
Resolución	0.1 kN		Certificado de Calibración	4277 del INM
Intervalo de Medición Calibrado	Del 10 % al 100 % de la carga máxima.		Próxima Calibración	2022-12-11
Límite Inferior de la Escala	10 kN			

#### RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ABNT NBR 8197:2012 Materiais Metálicos - Calibração de Instrumentos de Medição de Força de Uso Geral, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 18°C a 28°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición. Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.

Se realizó una inspección general del equipo y se determina que: Se puede continuar la calibración como se recibe el equipo.

Tabla 1.

Indicaciones como se recibió y se entregó el equipo después de ajuste

Indicación del IBC	Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie						Promedio $S_{1,2 y 3}$ kN
	$S_1$ Ascendente kN	$S_2$ Ascendente kN	$S_2'$ No Aplica	$S_3$ Ascendente kN	$S_4$ No Aplica		
20	10,0	10,033	---	10,070	---	10,065	
30	15,0	15,051	---	15,057	---	15,055	
40	20,0	20,069	---	20,070	---	20,069	
50	25,0	25,086	---	25,086	---	25,088	
60	30,0	30,106	---	30,101	---	30,104	
70	35,0	35,115	---	35,113	---	35,116	
80	40,0	40,134	---	40,139	---	40,139	
90	45,0	45,152	---	45,156	---	45,154	
100	50,0	50,165	---	50,169	---	50,169	

LM-PC-05-F-01-R12.1

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Av. de la Industria s/n, Col. Industrial, San Juan, P.R. 00951-1000, Tel: (787) 762-1111, Fax: (787) 762-1112, Email: info@pinzuar.com





ISO/IEC 17025:2017  
 11-LAC-004  
**F-23014-003 R0**  
 Pág 3 de 5

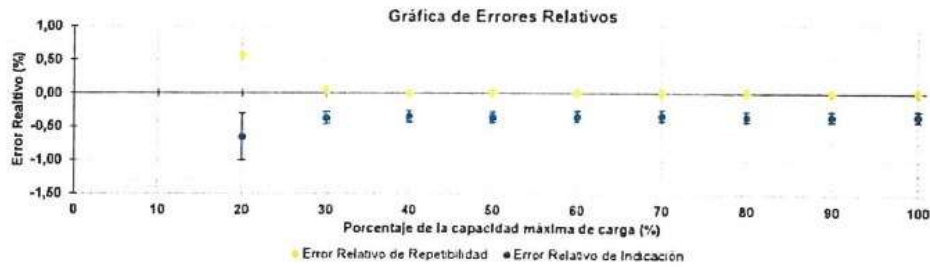
**RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continúa...**

**Tabla 2.**  
 Error realtivo de cero,  $f_0$ , calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,51}$ %	$f_{0,52}$ %	$f_{0,52'}$ %	$f_{0,53}$ %	$f_{0,54}$ %
0,000	0,000	—	0,000	—

**Tabla 3.**  
 Resultados de la Calibración del instrumento para medición de fuerza.

Indicación del IBC		Errores Relativos			Resolución n Relativa	Incertidumbre Expandida		$k_{p=95\%}$
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad		U		
						q	b	
%	kN	%	%	%	%	kN	%	—
20	10,000	-0,65	0,58	—	1,000	0,035	0,35	2,01
30	15,000	-0,367	0,053	—	0,667	0,014	0,091	2,02
40	20,000	-0,345	0,005	—	0,500	0,017	0,084	2,01
50	25,000	-0,350	0,016	—	0,400	0,021	0,085	2,01
60	30,000	-0,346	0,017	—	0,333	0,025	0,085	2,01
70	35,000	-0,331	0,023	—	0,286	0,030	0,085	2,01
80	40,000	-0,347	0,025	—	0,250	0,034	0,085	2,01
90	45,000	-0,341	0,009	—	0,222	0,038	0,084	2,01
100	50,000	-0,336	0,016	—	0,200	0,042	0,085	2,01



**CONDICIONES AMBIENTALES**

La Calibración fue ejecutada en el laboratorio de Metrología de Pinzuar en su laboratorio de fuerza ubicado en la ciudad de Bogotá D.C. - Colombia. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima: 20,4 °C      Temperatura Ambiente Mínima: 19,8 °C  
 Humedad Relativa Máxima: 56 % HR      Humedad Relativa Mínima: 55 % HR

LM-PC-05-F-01 R12.1

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología | Cl 19 #1126-72 | Fpx 57 (11745-2685) | F 7421354 | Usmonol@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





F-23014-003 R0

Pág. 4 de 5

## RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 4.

Coefficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su  $R^2$ , el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

$A_0$	$A_1$	$A_2$	$A_3$	—	$R^2$
-3,22667 E-02	1,00890 E00	-2,15501 E-04	2,40093 E-06		1,000 E00

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 5.

Valores calculados en función de la fuerza aplicada

Indicación kN	Indicación				
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0
10,0	10,038	10,540	11,043	11,545	12,048
12,5	12,550	13,052	13,555	14,057	14,559
15,0	15,061	15,563	16,065	16,567	17,069
17,5	17,570	18,072	18,574	19,076	19,577
20,0	20,079	20,580	21,082	21,583	22,085
22,5	22,586	23,088	23,589	24,090	24,592
25,0	25,093	25,594	26,096	26,597	27,098
27,5	27,599	28,101	28,602	29,103	29,604
30,0	30,106	30,607	31,108	31,609	32,111
32,5	32,612	33,113	33,614	34,116	34,617
35,0	35,118	35,620	36,121	36,622	37,124
37,5	37,625	38,126	38,628	39,129	39,631
40,0	40,133	40,634	41,136	41,638	42,139
42,5	42,641	43,143	43,645	44,147	44,649
45,0	45,151	45,653	46,155	46,657	47,159
47,5	47,662	48,164	48,666	49,169	49,671
50,0	50,174				

Tabla 6.

Valores Residuales

Indicación del IBC kN	Promedio S1, 2 y 3 kN	Por Interpotación kN	Residuales kN
10,0	10,065	10,038	0,0
15,0	15,055	15,061	0,0
20,0	20,069	20,079	0,0
25,0	25,088	25,093	0,0
30,0	30,104	30,106	0,0
35,0	35,116	35,118	0,0
40,0	40,139	40,133	0,0
45,0	45,154	45,151	0,0
50,0	50,169	50,174	0,0

LM-PC-05-F-01 R12.1

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Laboratorio de Metrología: Cl 18 #1036-72 | 1186 57 01 | 765 7955 | 31 72233640 | Email: metrologia@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





**PINZUAR**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA



ISO/IEC 17025:2017  
11-LAC-004  
**F-23014-003 R0**  
Pág. 5 de 5

#### INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada (Tabla No.3), se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura  $k = 2,019$  y la probabilidad de cobertura, la cual es del 95,45%, con una distribución "t-student". La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

#### TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la Calibración que se mencionan en la Pág. 2, se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



#### CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DEL EQUIPO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una clase de instrumento de medición de fuerza de acuerdo con la sección 8 de la Norma ISO 376:2011

Clase	Reproducibilidad	Repetibilidad	Cero	Reversibilidad
0	0,05	0,025	0,012	0,07
0,5	0,1	0,05	0,025	0,15
1	0,2	0,1	0,05	0,3
2	0,4	0,2	0,1	0,5

#### OBSERVACIONES

1. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
2. En cualquier caso, el equipo debe calibrarse si se somete a ajustes o reparaciones importantes.
3. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración No. F-23014-003

Fin del Certificado

LM-PC-05-F-01 R12.1

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

laboratorio de Metrología: C/ 18 # 403372 | FÓN: 57 (1) 726 4545 - 31742332-1 | Correo: info@pinzuar.com.co | WWW.PINZUAR.COM.CO





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, BENAVENTE LEON CHRISTHIAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Tesis titulada: "ANALISIS DE LA SUBRASANTE CON INCORPORACIÓN DE ALUMINIO RECICLADO EN EL JR. LAS PERLAS, HUANCAYO – JUNÍN 2022", cuyo autor es CALZADO RIVAS YENDERSON YORDAN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 17 de Noviembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
BENAVENTE LEON CHRISTHIAN <b>DNI:</b> 72228127 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2416-4301	Firmado electrónicamente por: CBLEON el 21-11- 2022 11:36:29

Código documento Trilce: TRI - 0443366