



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Efecto del almidón de maíz en las propiedades de la subrasante en la  
trocha carrozable de Chupaca, Sicaya, Huancayo 2022

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

Saccaco Sauñe, Yuslin Yuliño (ORCID: 0000-0002-7480-9377)

**ASESOR:**

Mg. Minaya Rosario, Carlos Danilo (ORCID: 0000-0002-0655-523X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

El presente trabajo de investigación lo dedico a Dios por darme sabiduría y hacer posible esta investigación, a mi Padre y Madre ya que ellos son el motivo de mi crecimiento profesional, también a mis hermanos y hermana que siempre están dándome ese apoyo moral dándome ese aliento de seguir adelante.

### **Agradecimiento**

Quiero expresar mi gratitud a Dios porque ha estado conmigo en cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mis padres, quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mi apoyo incondicional en todo momento.

Al Mg. Carlos Minaya Rosario por las enseñanzas que fueron fundamental para lograr el gran anhelo de titularme como ingeniero civil.

## Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
<b>III. METODOLOGÍA.....</b>	<b>13</b>
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	13
3.2. Variables y operacionalización.....	14
3.3. Población, Muestra y Muestreo.....	15
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos....	17
3.5. Procedimientos.....	19
3.6. Métodos de Análisis de datos.....	20
3.7. Aspectos Éticos.....	20
<b>IV. RESULTADOS.....</b>	<b>21</b>
<b>V. DISCUSIONES.....</b>	<b>46</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>49</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>51</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>52</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>57</b>

## Índice de tablas

Tabla 1: Numero de Calicatas.....	15
Tabla 2: Numero de ensayos para el CBR.....	16
Tabla 3: Muestra de la investigación.....	17
Tabla 4: Ensayo de laboratorio.....	18
Tabla 5: Sondeo N°1.....	22
Tabla 6: Sondeo N°2.....	22
Tabla 7: Sondeo N°3.....	23
Tabla 8: Coordenadas de las calicatas .....	23
Tabla 9: Resultados de los ensayos en laboratorio de la muestra natural ...	30
Tabla 10: Ensayo Límite de Atterberg con la incorporación de AM .....	37
Tabla 11: OCH y MDS.....	40
Tabla 12: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR).....	45
Tabla 13: Matriz de operacionalización	
Tabla 14: Matriz de consistencia	
Tabla 15: Ficha de recolección de datos	

## Índice de figuras

Figura 1: Procedimientos a seguir.....	19
Figura 2: Mapa del Perú.....	21
Figura 3: Mapa regional de Junín.....	21
Figura 4: Localización de la carretera Chupaca-Sicaya.....	21
Figura 5: Ensayo granulométrico.....	24
Figura 6: Ensayo granulométrico C1.....	24
Figura 7: Ensayo granulométrico C2.....	24
Figura 8: Ensayo granulométrico C3.....	24
Figura 9: Ensayo granulométrico de la C1.....	25
Figura 10: Curva granulométrica C1.....	25
Figura 11: Ensayo granulométrico.....	26
Figura 12: Ensayo granulométrico C1.....	26
Figura 13: Ensayo granulométrico de la C2.....	26
Figura 14: Curva granulométrica C2.....	27
Figura 15: Ensayo granulométrico.....	27
Figura 16: Ensayo granulométrico C2.....	27
Figura 17: Ensayo granulométrico de la C3.....	28
Figura 18: Curva granulométrica C3.....	28
Figura 19: Ensayo granulométrico.....	29
Figura 20: Ensayo granulométrico C2.....	29
Figura 21: CALICATA N°3 (DESFAVORABLE).....	29
Figura 22: Gráfico del límite de consistencia de la muestra PATRON C3.....	30
Figura 23: Gráfico del límite de consistencia de la muestra PATRON.....	31
Figura 24: Ensayo del proctor modificado de la muestra PATRON C3.....	31
Figura 25: Grafico del Optimo Contenido de Humedad inicial.....	32
Figura 26: Gráfico de Máxima Densidad Seca de la muestra.....	32
Figura 27: Ensayo del VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA.....	33
Figura 28: Grafico del California Bearing Ratio (CBR) de la muestra Natural...33	
Figura 29: Preparación del AM.....	34

Figura 30: Mezcla del AM-material.....	34
Figura 31: Certificado de demostración del almidón de maíz.....	34
Figura 32: Gráfico del límite de consistencia C3 – SN.....	35
Figura 33: Gráfico del límite de consistencia C3 – SN +8%AM.....	36
Figura 34: Gráfico del límite de consistencia C3 – SN +10%AM.....	36
Figura 35: Gráfico del límite de consistencia C3 – SN +12%AM.....	37
Figura 36: Ensayo LL y LP.....	37
Figura 37: Resultados del ensayo LL y LP.....	37
Figura 38: Grafico del Ensayo de Atterberg con la incorporación de AM.....	38
Figura 39: Ensayo del Proctor Modificado C3 - SN.....	39
Figura 40: Ensayo del Proctor Modificado C3 – SN+8%AM.....	39
Figura 41: Ensayo del Proctor Modificado C3 – SN+10%AM.....	39
Figura 42: Ensayo del Proctor Modificado C3 – SN+12%AM.....	40
Figura 43: Ensayo de Proctor M.....	40
Figura 44: Compactación de la Muestra.....	40
Figura 45: Grafico del óptimo CH con la incorporación de AM.....	41
Figura 46: Gráfico de la MDS con la incorporación de AM.....	41
Figura 47: Ensayo del Valor de Soporte California C3 – SN.....	42
Figura 48: Ensayo del Valor de Soporte California C3 – SN+8%AM.....	43
Figura 49: Ensayo del Valor de Soporte California C3 – SN+10%AM.....	43
Figura 50: Ensayo del Valor de Soporte California C3 – SN+12%AM.....	44
Figura 51: Compactación CBR.....	44
Figura 52: Muestras Sumergidas por 4d.....	44
Figura 53: Grafico del Ensayo de CBR con la incorporación del AM.....	45

## Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo general evaluar la influencia del almidón de maíz en las propiedades de la subrasante de la trocha carrozable que une a la provincia de Chupaca y el distrito de Sicaya 2020; estableciéndose realizar los ensayos de granulometría, límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR. Formulándose la metodología: su diseño de investigación fue experimental (cuasi), su tipo de investigación fue nivel explicativo, de enfoque cuantitativo. Sus resultados según los objetivos específicos al incorporar el almidón de maíz en 8%, 10% y 12% fueron: el primer objetivo específico fue determinar la disminución del IP, el cual se optimizó del 18% al 16% con el 12% del almidón de maíz, el segundo objetivo específico fue determinar la mejora de la MDS del patrón, el cual se incrementó del 1.683 gr/cm<sup>3</sup> al 1.949 gr/cm<sup>3</sup> con el 12% del almidón de maíz, el tercer objetivo específico fue determinar la mejora del CBR al 95% de la MDS del patrón, el cual aumentó del 4.5% a 6.3% con el 12% del almidón de maíz. Conclusión, la incorporación del almidón de maíz mejoró la resistencia de la subrasante.

**Palabras clave:** Almidón, arcilla, mejoramiento, subrasante, resistencia.

## **Abstract**

The general objective of this research was to evaluate the influence of corn starch on the properties of the subgrade of the carriageway that connects the province of Chupaca and the district of Sicaya 2020; establishing to carry out the tests of granulometry, Atterberg limits, modified Proctor and CBR. Formulating the methodology: its research design was experimental (quasi), its type of research was explanatory level, with a quantitative approach. Their results according to the specific objectives when incorporating corn starch at 8%, 10% and 12% were: the first specific objective was to determine the decrease in IP, which was optimized from 18% to 16% with 12% starch of corn, the second specific objective was to determine the improvement of the MDS of the pattern, which increased from 1,683 gr/cm<sup>3</sup> to 1,949 gr/cm<sup>3</sup> with 12% corn starch, the third specific objective was to determine the improvement of the CBR at 95% of the standard MDS, which increased from 4.5% to 6.3% with 12% corn starch. Conclusion, the incorporation of corn starch improved the resistance of the subgrade.

**Keywords:** Starch, clay, improvement, subgrade, resistance.

## I. INTRODUCCIÓN

Para obtener una subrasante de buena capacidad portante, se requiere que la combinación de grava, arena y fino sea lo más adecuado posible, porque entre más competente sea la subrasante se tendrá mejor capacidad portante, por ello si se lograra incorporar el almidón de maíz como aditivo, aumentara la capacidad portante y por lo tanto la estructura de los pavimentos tanto rígido, semirígido y flexible disminuirían y podrá dar buenos resultados a un menor costo.

A nivel mundial están investigando y dando solución a carreteras que presentan condiciones desfavorables tanto en características físicas como también en las mecánicas con el fin de incrementar la firmeza del afirmado. Como alternativas de solución para carreteras no pavimentadas, varios de los países como Brasil, Colombia, y la India eligieron por diferentes factores de aprovechar lo que se rechaza o que ya no se dan uso previniendo los impactos ambientales y sobre todo reduciendo costos en el afirmado, y de esa forma incrementando la resistencia en las características físicas y mecánicas de un afirmado. Para ello usaron residuo de la cáscara de arroz, residuo de cáscara de coco y residuo de cáscara de yuca con el propósito de mejorar la consistencia del material incorporando como aditivo residuos de la yuca, arroz y coco para suelos malos en el afirmado como arcillosos, suelos orgánicos y de paso previniendo los impactos ambientales que se generan a desechar estos residuos y más que nada reduciendo costos para un afirmado.

A nivel Nacional, en presencia del crecimiento de la mejoría de las carreteras y trochas carrozables que no están pavimentadas surgieron estos últimos años alternativas de afirmados que benefician económicamente y generando menos impacto a la sociedad por que se aprovecharía el desperdicio que genera la sociedad para someterlo como un aditivo para mejorar la capacidad portante de las trochas carrozables<sup>1</sup>. En diferentes departamentos del Perú como Cajamarca, Huancayo y Puno encontraron distintos tipos de suelos que llamaron la atención a tesisistas para realizar un proyecto de investigación incorporando los desperdicios de la papa, ceniza de vegetal y ceniza de quinua, con el propósito de aumentar sus propiedades físicas como también sus propiedades mecánicas de una subrasante.

En la provincia de Chupaca y el distrito de Sicaya que están ubicados por la ciudad de Huancayo, departamento de Junín, se encuentra una trocha carrozable de 5 km que une a estas dos localidades, en donde se observa que la mayor parte de la trocha carrozable está conformada por material que es desfavorable en las propiedades físicas como mecánicas y que se necesita mejorar la subrasante incorporando material de buena capacidad portante. Se propone utilizar el almidón de maíz como una opción para solucionar y mejorar la subrasante de la trocha carrozable y además aprovechando el desperdicio o rechazo de los agricultores que cultivan el maíz, de esa manera se podría hacer la combinación de la forma más correcta de la grava, arena y el almidón de maíz como aditivo para poder dar buenos resultados a la capacidad portante de la rocha carrozable de Chupaca – Sicaya. En donde se propone el siguiente planteamiento de problema.

**Formulación del Problema:** Hoy en día la carretera Chupaca – Sicaya se encuentran en condiciones desfavorables, ante este problema suscitado se dará la investigación para mejorar la subrasante con la incorporación del almidón del maíz que dará buenos resultados a un menor costo.

Por esta razón, en el siguiente proyecto de investigación se plantea el *Problema General*: ¿De qué manera influye el almidón de maíz en porcentajes de 8%, 10% y 12% en las propiedades de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022? Similarmente se planteó los *Problemas específicos*: ¿Cuánto influye el almidón de maíz en el índice de plasticidad de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022?; ¿Cuánto influye el almidón de maíz en la máxima densidad seca de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022?; ¿Cuánto influye el almidón de maíz en la capacidad portante de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022?

## **Justificación del Problema.**

Se justifica la presente indagación proponiendo nuevas opciones para dar solución y dar buenos resultados a la subrasante, Lo que se busca con este tema de investigación mediante la incorporando del almidón de maíz. Es brindar una alternativa para mejorar la subrasante de las trochas carrozables y así también mejorar la capacidad portante en carreteras no pavimentadas, en donde se determinarán a través de los ensayos de laboratorio como el Proctor y CBR para prevalecer el proyecto de investigación. Justificación teórica: La presente investigación tendrá como justificación teórica que permite ampliar los conocimientos de la Ingeniería de Transportes, ya que mediante los ensayos que se realizarán (CBR, densidad y contenido de humedad) permite evaluar los efectos de la adición del almidón extraído del maíz en el pavimento a nivel de afirmado. Justificación metodológica: Con este proyecto de investigación se obtendrá una nueva innovación en cuanto a los conocimientos en las carreteras no pavimentadas para la mejora de la resistencia o durabilidad del afirmado y se evaluarán mediante ensayos de laboratorio para prevalecer que el proyecto sea viable.

Justificación técnica: La presente investigación busca usar el almidón de maíz para el mejoramiento de la subrasante con el propósito de dar buenos resultados tanto en las propiedades físicas como también en las propiedades mecánicas basándose a la normativa del Manual de carreteras, Normas Técnicas Peruanas y a través de los ensayos que se realizaran en el laboratorio referente a la mejoría de la resistencia y durabilidad del afirmado a investigar. Justificación económica: el siguiente proyecto de investigación tendrá como justificación económica al aporte de información útil obtenida de su desarrollo en laboratorio que permite reducir costos y según los ensayos realizados se pretende mejorar la manera en que se vino desarrollando hasta la actualidad la subrasante, sobre la forma esencial de interpretar los efectos de la adición del almidón extraído del maíz en el pavimento a nivel de afirmado.

En la siguiente investigación, se propone la *Hipótesis General*: La aplicación del almidón de maíz en porcentajes de 8%, 10% y 12% mejorara las propiedades de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022. Similarmente se planteó las *Hipótesis Específicas*: La aplicación del almidón de maíz disminuye el índice de plasticidad de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022; La aplicación del almidón de maíz aumenta la máxima densidad seca de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022; La aplicación del almidón de maíz mejora la capacidad portante de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022.

También se planteó el *Objetivo General*: Evaluar la intervención del almidón de maíz en las propiedades de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022. En forma similar se planteó los *Objetivos Específicos*: Especificar de qué manera interviene el almidón de maíz en el índice de plasticidad de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022 Especificar de qué manera interviene el almidón de maíz en la máxima densidad seca de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022. Especificar de qué manera interviene el almidón de maíz en la capacidad portante de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022.

## II. MARCO TEÓRICO

**Antecedentes Internacionales.** Caamaño, I. (2016), Su **Objetivo** fue utilizar la cascara de arroz como ceniza para el mejoramiento de las propiedades física del afirmado, que está por Pedregal – Genoy, Bogotá entre la progresiva K3+000 a K3+500, el **tipo** investigación es cuasi experimental y una muestra representativas para las pruebas con un porcentajes de 2%, 4%, 6% de CCA, y con una muestra de un suelo blando que será representativa para determinación del ensayo en donde se hicieron el análisis granulométrico por los diferentes tamices que dice la norma, después de ello también se hizo el límites de A, seguido ellos también se hizo la gravedad específica del material a ensayar y para finalizar se hizo el ensayo del Proctor Modificado con el fin de poder determinar la densidad seca y el contenido de humedad de humedad, estos fueron los datos importantes para la compactación de los especímenes en los ensayos de resistencia. como resultado se llegó que los porcentajes de 0% A 6% favorece de manera positiva a la subrasante, y como conclusión el porcentaje de un 6% de CCA resulta positivamente en la compactación de un afirmado se recomienda usar más % de CCA ya que los resultados son ventajosos<sup>2</sup>.

Gavilanes, E. (2015), Su **Objetivo** fue evaluar las características físicas y mecánicas del afirmado en el barrio colina del país del Ecuador, en donde utilizo la cal y el cemento en proporciones distintas para la evaluación en sus propiedades físicas como el Limite L. y también el Limite P. en dicha carretera, el **tipo** de estudio de esta investigación fue cuasi experimental con una población de muestra para las pruebas con un porcentajes de 7%, 10%, 14% de cemento, y con una muestra de suelo orgánico que será representativa los instrumentos determinación del ensayo de límite de A; proctor modificado y el CBR como resultado se llegó a considerar un porcentaje adecuado de 14% donde se obtuvo una mezcla homogénea y trabajable y como conclusión los porcentaje de , 7%, 10%, 14% mejoran sus propiedades físicas como mecánicas en donde es beneficioso referente a la estructura de un pavimento rigido, semirrígido o un pavimento flexible ya ayuda económicamente al disminuir sus espesores, disminuye y también reduciendo el impacto ambiental para que se llegue a afirmar una subrasante de buena capacidad portante<sup>3</sup>.

Carvajal, N y Zarate G. (2018), Su **Objetivo** fue mejorar el material en sus propiedades físicas y mecánicas de una cantera que está ubicada progresiva de 7+000 de la vía del Totumo en el país de Colombia, añadiendo la CCA y escombros reciclados, el **tipo** de esta investigación fue cuasi-experimental con las muestra representativa para las pruebas con un porcentajes de 5%, 10%, 15% de la CCA o el desperdicio del arroz, y con una muestra de mejorar el material de afirmado que será representativa para determinar el ensayo de granulometría, límites de A., ensayo de proctor y finalmente el cbr como resultado se llegó a considerar un porcentaje adecuado de 5% donde se obtuvo una mezcla homogénea y trabajable y como conclusión el porcentaje que causo mejoría en la subrasante fue de 5% tanto en sus propiedades físicas como también en las mecánicas<sup>4</sup>.

**Antecedentes Internacionales.** Bruktawit T. (2019), Su objetivo fue indagar las diversas características de suelo inestables que no cumplen las propiedades de una buena subrasante o para trabajos de ingeniería para ser utilizadas como subrasante. El tipo de investigación fue basarse en antecedentes y poner en práctica los conocimientos de la mejoría de la subrasante y con el diseño de cuasi- experimental, y con una población que está en Etiopía Bahir Dar, ubicado en la salida Abbay del lago Tana con una altitud de 1820 metros, donde se tomó como muestra el suelo inestable que no cumple las propiedades de una buena subrasante o para trabajos de ingeniería, para saber el comportamiento del material se investigó en sus características físicas como también en las mecánicas con los ensayos de laboratorio como la prueba de límite líquido, límite plástico, prueba de plasticidad, relación de rodadura de California (CBR). Los resultados obtenidos fueron que la propiedad geotécnica del suelo no mejoró y permaneció altamente plástico. El resultado de la prueba del día CBR mostró que el 30% era un contenido óptimo. Además, el resultado de CBR sin remojo mostró una mejora del 20%. En donde se concluye que su IP en las propiedades físicas y la capacidad de soporte de suelo expansivo dar buenos resultados al incorporar los textiles residuales como ceniza, entonces podemos decir que la investigación fue de beneficio para el suelo por que cumplió laS hipótesis que se planteaba, lo cual queda comprobado que los textiles residuales como ceniza dan buenos resultados <sup>5</sup>.

Wang, S. (2019), Su objetivo fue agregar HRB en Canadá, formular HRB agregando cemento fabricado y SCM, e investigar la propiedad de la mecánica del suelo. El tipo de investigación fue basarse en antecedentes y poner en práctica los conocimientos de la mejoría de la subrasante con el diseño cuasi-experimental, y con una población que fue en la carretera de Dresden, Blenheim y Niagara, donde se tomó como muestra de suelos de grano fino con partículas sustanciales de limo y arcilla, en esta investigación se realizaron la evaluación de límite líquido, límite plástico, contenido de plasticidad, prueba de relación de carga de California (CBR). Y se propusieron como objetivo las evaluaciones de la trabajabilidad y las condiciones que presenta mejoraron efectivamente con el mismo agregado hidráulico. Entonces podemos decir que se concluyó que la HRB y también los morteros que se usan como juntas dieron una resistencia ligeramente mayor en la comparación con el cemento tradicional, cabe señalar que la subrasante obtiene mejoras utilizando diferentes tipos de HBR<sup>6</sup>.

Shubham, M. (2019), Su objetivo fue determinar el cambio en su propiedad índice y sus características de durabilidad del suelo. El tipo de investigación fue basarse en antecedentes y poner en práctica los conocimientos de la mejoría de la subrasante y con un diseño cuasi-experimental. La población en donde se desarrolló la presente indagación fue en Patiala y se recolectó la muestra de la arcilla en donde es un suelo de grano fino se restaron tres muestras los tipos de ensayos que se realizaron para el presente proyecto fue el límite líquido, límite plástico (prueba de atterberg), índice plástico, en relación con la carga de California (CBR), su gravedad específica y su análisis de tamiz, entre otros ensayos más. Como resultados se mostró un comportamiento similar al de CBR, una aproximación para analizar un aumento en el valor de UCS hasta un 20% de aditivo de polvo de mármol y un 25% de polvo de mármol en el piso que mostró una disminución en los valores de UCS. Y se concluye que con el ensayo mecánico del Proctor M. hubo una disminución en el contenido de humedad Óptimo (OMC) y un crecimiento de la densidad seca máxima (MDD) a un 20%<sup>7</sup>.

**Antecedentes Nacional.** Rodríguez, J. y Loyola, G. (2020), Su **Objetivo** fue evaluar cómo va intervenir el ACP (rechazo de la cascara de papa) para la mejoraría de sus características físicas como también sus mecánicas del afirmado en suelos

arcillosos en la ciudad de Cajamarca, el **tipo** de esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo, la población fue en la carretera Jaén – Cajamarca donde tiene presencia de suelo arcilloso, y con una muestra que se tomaron en el tramo de dicha investigación, los estudios y ensayos que se llevaron a cabo fueron el Límite de A., Proctor M. y de CBR. El resultado se llegó al añadir en proporciones de 3%, 5% y 8% de ceniza de la cascara de papa al afirmado que tiene características arcillosas, en donde disminuyo límite plástico, y el límite líquido, y se obtuvo una reducción de su IP del material ensayado, eso quiere decir que al añadir el ACP en porcentajes de 3%,5% y 8% resulta positivamente a la mejoría de la subrasante de igualmente en el proctor modificado y el CBR. Y como conclusión se llegó a poder afirmar que al añadir el almidón de la cascara de para en porcentajes mencionaras favorece sus propiedades físicas y mecánicas de la subrasante<sup>8</sup>.

Guía, M. (2021), Su **Objetivo** fue evaluar cómo interviene al añadir CCQ(ceniza de quinua) en una sub rasante del afirmado PE-38B, que está en el departamento de Puno, el **tipo** investigación fue basarse en antecedentes y ponerlo en práctica, la población del presente proyecto está en la carretera PE-38B en la progresiva de 08+000 al 09+000, tipo de muestreo fue no pirobalística ya que se referencia a la normativa, Ensayo Granulométrico para determinar las características del material, Límites de A. para determinar el índice de plasticidad, ensayo Proctor Modificado con el fin de poder hallar la densidad seca máxima y también el contenido de humedad optimo y concluir con el ensayo mecánico del CBR para saber el la capacidad de soporte. Referente al resultado del CBR fue un 16.4 % para el suelo patrón y el acenso de 4.8%, 17.0 % y 35.3% para las 3 dosificaciones evaluadas, referente a la máxima densidad seca también se obtuvo incremento y redujo el índice de plasticidad<sup>9</sup>. y como conclusión se puede decir que al añadir la ceniza de quinua en porcentajes de 4%, 6% y 8% incrementa la resistencia de la subrasante, por ello se puede decir que al añadir el aditivo de la ceniza de quinua presenta su mejoría de la subrasante<sup>10</sup>.

Hinostroza, M. (2020), Su **Objetivo** fue evaluar cómo influye la CCC(cascara de coco como ceniza) en el valle de Pachacamac, Lima-Perú en la mejora de sus propiedades físicas y también en las mecánicas de la subrasante, la investigación es **tipo** aplicada por que corrobora investigaciones pasadas como antecedente, y un diseño cuasi-experimental ya que se manipula intencionalmente una o 2

variables, se basan en la población fue en la subrasante de la av. 13 de julio del centro poblado de Manchay, Pachacamac, lima –Perú 2029, y con una muestra que se tomaron en el tramo de dicha investigación, los estudios oh ensayos que se realizaron fueron el Limite de A., Ensayo de proctor y CBR “En los resultados se observó que presenta mejoría con los porcentajes de 3% y 35% y se puede concluir que al añadirle la cascara de coco como ceniza y la caña de azúcar también como ceniza mejoran la resistencia del afirmado<sup>11</sup>.

**Artículos Científicos.** Goñas, O. (2020), Su **Objetivo** fue “evaluar de qué manera influye el carbón mineral como aditivo para la mejora de la subrasante y del carbón vegetal donde se encuentra en grandes cantidades en la industria de ladrillaría para el mejoramiento de las características físicas como también las mecánicas de muestras que se obtuvieron en Chachapoyas<sup>12</sup>. en la calle las Lomas-16 de octubre-Chachapoyas, el **tipo** de esta investigación tuvo un enfoque cuantitativo, la población fue tomadas en la calle de las lomas 8 y 9 cuabras en el anexo 16, las muestra que se añadieron la ceniza de carbón fueron en 15%, 20% y 25% en donde se realizó el límites de A. con el objetivo de saber su índice de plasticidad, después se hizo el ensayo compactación proctor E. con la finalidad de obtener del contenido de humedad optimo y densidad máxima seca y finalmente se hizo el CBR con el fin de saber la resistencia de la subrasante. Referente a los resultados se obtuvo el incremento de la capacidad portante de la subrasante añadiendo e incorporando la ceniza de carbón en los diferentes porcentajes. Y como conclusión se puede decir que al añadir la ceniza de carbón favorece la resistencia de la subrasante en los tres diferentes porcentajes esto se da para suelos malos como para un suelo de tipo ch y oh, suelos que sé que no son buenos para una trocha carrozable o una carretera no pavimentada<sup>12</sup>.

Landa, J. y Montesinos, S. (2018), Su **Objetivo** fue reutilizar los residuos agroindustriales conjuntamente con la Cal, para mejorar las características de la subrasante que presenta fallas como bacheos. Casma -Tingo María km 392 + 300. Se investigó de qué manera influirá la cal conjuntamente con la caña de azúcar como bagazo (CBCA) para la mejoría de las características físicas como también las mecánicas de suelos arcillosos que generan problemas para el afirmado de una carretera. El **tipo de investigación es** aplicada y un enfoque cuantitativo, la **población** se hizo la prueba en material inestable. Como también se hicieron

combinaciones en diferentes porcentajes como 50%CBCA + 100%Cal; y 50%Cal; 75% CBCA; 100%CBCA + 25%Cal. Como resultado más destacable se tuvo la mejoría en el ensayo de la compactación y también en el CBR. Y se llegó a la conclusión que el porcentaje de un 5% presenta la mejoría del material como estabilizante respecto a la arcilla como masa seca, de igual forma la combinación de un 50% de la caña de azúcar como bagazo y un 50% de la cal incrementa un 110.81% su CBR<sup>13</sup>.

López, O. y Zapata, J. (2020), Su **Objetivo** fue analizar la investigación previa sobre el afirmado de una subrasante utilizando la cal en la Carretera de la Av. Guardia Civil que está en el departamento de Piura. El **tipo** de esta investigación tuvo una perspectiva cuantitativa y de tipo aplicada, para lo cual se tuvo como **población** de trece investigadores, y como muestra hay referencia de 2 investigaciones de postgrado. Como resultado de forma general se hizo cuatro diferentes tipos de muestras donde no fueron aptos para poder soportar un afirmado, se añadieron diferentes tipos de porcentajes de cal, para favorecer sus características de la ingeniería. En conclusión, al analizar la prueba del ensayo mecánico CBR el porcentaje que dio buenos resultados de un 6% de cal donde también aclara el manual de carreteras que es beneficioso para suelos de ese tipo<sup>14</sup>.

### **Teoría de la variable dependiente.**

**Subrasante.** Se le llama a la superficie que servirá superficie en donde se sentará toda la estructura de un pavimento sea rígido o flexible<sup>15</sup>. También es llamado como terreno de fundación porque es la base de todo tipo de estructura vial como pavimento rígido, semirrígido o flexible; **Las propiedades del suelo.** “los suelos tienen diferentes tipos de propiedades y característica, su función principal es resistir la carga que hoy en día se somete como por ejemplo una carretera, una vivienda o simplemente la carga de una persona cuando camina, con el tiempo que transcurre tiende a llenar esos pequeños vacíos y llegar a compactarse o de lo contrario llegar a saturación cuando hay mucha humedad<sup>16</sup>.”

**Propiedades físicas. Límite líquido:** El ensayo del límite líquido consiste en preparar 100gr del material que pasa el tamiz N° 40, para la realización de este ensayo se evalúa en 3 puntos las que son de 15-25 golpes, 20-25 golpes y 25-40 golpes en la copa de casa grande<sup>17</sup>; **Límite plástico:** Para la realización del ensayo plástico se evalúa cuando el material este semisólido y se hace uso de la palma de

la mano formando rollitos sobre una mesa de vidrio de aproximadamente 3.2mm llegando a que los rollitos se fisuren, seguido ello se le pone a un horno para luego determinar el contenido de humedad<sup>18</sup>; **Granulometría:** Este tipo de ensayo se realiza manualmente o con una maquina hoy en día, consiste en pasar un material por diferentes tipos de medidas de tamices determinando los características para luego evaluar en curva granulométrica<sup>19</sup>.

**Propiedades mecánicas. Proctor Modificado.** “Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 ó 152,4 mm (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de (2700 kN-m/m<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>)<sup>20</sup>; **Ensayo de CBR.** “Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible<sup>21</sup>.

**Teoría de variable independiente. Definición del maíz.** “El nombre científico del maíz es Zea mays, sus masculinas y femeninas se encuentran en la misma planta. Si bien la planta es anual, su rápido crecimiento lo permite alcanzar hasta 2.5m de altura, con un tallo rígido y sólido<sup>22</sup>; **Almidón del maíz.** La fécula o almidón además del maíz se extrae del arroz, papa, trigo entre otros. El almidón se compone de dos polisacáridos la amilosa y la amilopectina. Son los carbohidratos de reserva contenidos en el endospermo de la especie vegetal. El almidón de maíz se utiliza para cocinar y en la elaboración de productos alimenticios es usada en panadería, en la producción productos de repostería entre sus funciones está la de ser un espesante. El almidón de maíz se comercializa en grado industrial y grado alimenticio. Tiene diversas aplicaciones en la industria es usado en la fabricación de papel y cartón; en la industria de adhesivos y pegamentos; en minería; en la industria textil entre muchas otras<sup>23</sup>. **Composición química y propiedades del almidón de maíz.** “Los granos de maíz son los órganos de almacenamiento de la planta, contienen almidones, proteínas y micronutrientes. La calidad nutricional y la integridad de los granos de maíz están influenciadas por muchos factores,

incluyendo la genética, el medio ambiente y el procesamiento del grano, los procedimientos de cocción, la nixtamalización y la fermentación. La composición proximal del maíz y los productos de este contienen un porcentaje de carbohidratos entre un 44,8-69,6%, la humedad esta entre 11,6-20%, sus proteínas están entre 4,5-9,87%, como también su grasa están entre 17-4,43%, y finalmente su fibra están entre 10-26,77%<sup>24</sup>.

**Proceso de la extracción del maíz.** Para la obtención del almidón de maíz se debe de seguir el siguiente proceso; Cosecha: Normalmente el proceso de la cosecha del maíz se realiza con el apoyo perceptivo del humano ya que esta actividad es irremplazable con cualquier otra máquina; Transporte: referente a esta actividad del transporte se realiza mediante una movilidad con camiones, vehículos menores o como antiguamente se transportaba mediante el apoyo de los animales de carga como el caballo o el burro; Desgranado; Para esta actividad se entiende o se comprende como la separación de los granos de la mazorca del maíz, antiguamente esta actividad lo realizaban desgranando a pulso y hoy en día existen maquinas que acelera esta actividad del desgranado; Limpieza: Dicha actividad comprende en liberar las impurezas como los hongos basuras e insectos pequeños que tiene el maíz una vez que se haya cosechado; Remojo: Para esta actividad del remojo normalmente se usa una bandeja o tina con una cantidad de agua suficiente y se deja para otro, con la finalidad de separar pequeñas partículas que tiene el grano de maíz; Trituración: Para esta actividad se realiza con una maquina ya que hoy en día la generación está avanzando, aparecen nuevas formas de realizar una actividad ya que antiguamente se realizaba a pulso<sup>25</sup>.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de investigación

**Tipo de Investigación.** En la presente indagación de este proyecto se buscó basarse en los antecedentes y poner en práctica los conocimientos con la finalidad de buscar nuevas soluciones para los problemas que afronta la sociedad, para estos casos se apoyara con las investigaciones o fundamentos de tesis que hicieron un investigación experimental<sup>26</sup>, con la finalidad de practicar los conocimientos en la mejoría de un afirmado y el uso adecuado del almidón de maíz, y así realizar la adición correcta del almidón de maíz en diferentes porcentajes para mejorar el afirmado basándose a los manuales que exige la norma para que el proyecto sea garantizado, en los diferentes ensayos físicos como también mecánicos como el Límites de A, Ensayo Próctor modificado y el ensayo de c.b.r.

**Diseño de Investigación.** El diseño de la presente investigación se basó en modelos por eso se hace llamar cuasi-experimental donde se basa en antecedentes y ponen en práctica los conocimientos pasados, son moldes de indagaciones que fueron realizados rigiéndose a la norma y no al azar<sup>27</sup>.

Por tal Motivo, la presente investigación se considera cuasi-experimental, se llaman así cuando manipulas la variable del almidón de maíz en la subrasante, con la finalidad de poder observar sus ventajas tanto en sus propiedades físico como también en las mecánicas; es por ello que se sub-clasifica como una investigación cuasi-experimental, ya que se definió terreno para la presente investigación, aplicando los 4 ensayos con el Almidón de Maíz en un 8%, 10% y 12% del peso de la muestra, incluido con la muestra de patrón; dosificación que se eligieron en la de diferentes tesis como los señores Loyola y Rodríguez que en su proyecto de investigación usaron tres, cinco y ocho por ciento de los desperdicios de la papa con el fin de mejorar la subrasante<sup>28</sup>.

#### 3.2 Variable y Operacionalización

**Variable Independiente:** Almidón de maíz

**Definición conceptual.** “La fécula o almidón además del maíz se extrae del arroz, papa, trigo entre otros. El almidón se compone de dos polisacáridos la amilosa y la

amilopectina. Son los carbohidratos de reserva contenidos en el endoespermo de la especie vegetal<sup>21</sup>.

**Definición operacional.** Las dosificaciones que se incorporó del Almidón de Maíz en porcentajes de un 8%, 10% y 12% con el propósito de mejorar la subrasante, se propusieron 3 porcentajes de incorporación como se muestra en la siguiente (N, N+8%AM, N+10%AM, N+12%AM), con el objetivo de disminuir su contenido de humedad, aumentar la densidad seca máxima e incrementar su capacidad de soporte de la subrasante<sup>29</sup>.

Variable Independiente 1

VI 1: Almidón de Maíz.

**Variable Dependiente:** Propiedades de la Subrasante

Se le llama a la subrasante o terreno de fundación a la superficie que soporta una carga ya sea de pavimento flexible o rígido cumpliendo las características físicas y mecánicas que dice la norma para tener una buena subrasante y de garantía<sup>30</sup>.

**Definición operacional.** El almidón de maíz tiene propiedades físicas favorecen su funcionamiento adecuado para la mejora de la subrasante. En este proyecto de investigación como paso número 1 se hizo el ensayo mecánico del CBR en los cuatro diseños que se establecieron (N, 8%AM, 10%AM y 12%AM) y ver si es trabajable con la muestra y la adición del almidón de maíz, asimismo, como segundo paso a realizar el ensayo mecánico del Proctor M. con cuatro diseños (N, 8%AM, 10%AM y 12%AM), donde se procedió a ensayarse las compactaciones según corresponda el tipo de suelos y elegir el método ya sea a, b, c para estos tres métodos se compacta en golpes de 25, 28 y 30 golpes en tres capas para cada molde esto se realiza a cada muestra para llegar a saber su contenido de humedad óptima y máxima densidad seca y finalmente se realizó en ensayo mecánico del CBR incorporando los diferentes porcentajes del almidón de maíz como se establecieron (N, 8%AM, 10%AM y 12%AM) y así ver la capacidad de soporte de la subrasante<sup>31</sup>.

Variable Dependiente 1

VD 1: Propiedades de la Subrasante

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

**Población.** La población se puede definir como el lugar o el sitio de investigación que tiene de interés el investigador en desarrollar su proyecto<sup>32</sup>.

Su población de la investigación estará conformada por la subrasante de la trocha carrozable de Chupaca-Sicaya desde el Kilómetro 00 hasta el Kilómetro 05 donde une la provincia de Chupaca con el distrito de Sicaya, en el departamento de Junín, en donde se realizarán los ensayos físicos y mecánicos como el Límites de A, el ensayo de Proctor modificado y las pruebas de CBR aplicando los 3 porcentajes del Almidón de maíz.

**Muestra.** La muestra se va a dar de acuerdo a las normas que se establecen<sup>33</sup>.

Para saber la cantidad de muestras primero se debe de saber qué nivel de tráfico tiene la carretera del presente estudio<sup>34</sup>. En nuestro caso se tiene un índice medio diario anual a 200 veh/día y es de una calzada, según del Manual de Carreteras que indica en la tabla, donde se debe realizar 1 calicata por cada kilómetro a una profundidad no menor de 1.5 m.

Tabla 1: *Número de Calicatas Fuente: Manual de Carreteras*

**Cuadro 4.1**  
**Número de Calicatas para Exploración de Suelos**

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

Fuente: Elaboración Propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera establecido en la RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC

Fuente: Manual de Carreteras

Por otro lado, para saber la cantidad de CBR se necesita consultar al Cuadro siguiente donde indica el número de CBR que se va a realizar según el manual de carreteras, donde nos indica hacer por cada 3 km 1 Ensayo CBR.

Tabla 2: Número de Ensayos para el CBR

**Cuadro 4.2**  
**Número de Ensayos Mr y CBR**

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

Fuente: Elaboración Propia, teniendo en cuenta el Tipo de Carretera establecido en la RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC

Fuente: Manual de Carreteras

De acuerdo a la norma, al saber que en 3 Km se realiza 1CBR y por cada 1 Km una calicata, se tomó 3 Kilómetros para excavar y extraer los suelos del sondeo, por tal motivo, se hizo 3 calicatas en total, donde se llegó a extraer una muestra necesaria para empezar con los ensayos y determinar las propiedades físicas como también en las mecánicas como el Ensayos CBR, Próctor Modificado y L. Atterberg, según los porcentajes de diseño propuesto (N, 8%, 10%, 12%).

**Tabla 3. Muestra de la investigación - Subrasante**

DESCRIPCIÓN	LIMITES DE A.	PROCTO M.	CBR
Muestra sin adición de Aditivos	3	3	1
Muestra con adición Aditivo del Almidón de maíz en 8%	3	3	1
Muestra con adición Aditivo del Almidón de maíz en 10%	3	3	1
Muestra con adición Aditivo del Almidón de maíz en 12%	3	3	1
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>4</b>

Fuente: elaboración propia

**Muestreo.** Es saber la cantidad de pruebas o ensayos que se realizaran de acuerdo a la norma<sup>35</sup>.

El muestreo realizado en la investigación es no probabilístico, puesto que la extracción de la muestra se realizó, teniendo en cuenta las características que se apreciaron en cada capa o estrato del suelo, y por conveniencia de la investigación, como también la profundidad en la que se encontraron y todo ello conlleva a referencia de normativas.

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

**Técnica de recolección de datos.** Se define como técnica de recolección de datos (TRD) a la observación directa de los ensayos del laboratorio<sup>36</sup>.

Para la recolección de datos se emplea la observación directa ya que mediante la observación se recolecta datos y se da una solución a un problema que afronta la sociedad. Por otro lado, también tiene que ver las hipótesis que se plantearon ya que depende de ello se dará una solución propuesta. Al mismo tiempo utiliza las normativas del establecidas por las Normas Técnicas Peruanas: NTP 339.129 (Límite de Atterberg), NTP 339.141 (Ensayo Próctor) y la NTP 339.145 (Ensayo C.B.R.)

**Instrumentos de recolección de datos.** Todas las mediciones del instrumentos o recolección de datos deber de tener el requerimiento establecido de confiabilidad, validez y objetividad<sup>37</sup>.

De tal forma que se realizará para aquella investigación se realizarán ensayos para obtener los resultados, para ello se menciona lo siguiente:

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

**Tabla 4.** Ensayos de laboratorio

	Ensayos	Instrumentos
Ensayos	Ensayo de análisis granulométrico	Fichas Resultados de Laboratorio, según la NTP 400-012
	Clasificación de Suelos	Fichas de Resultados de Laboratorio según la NTP 339-138
	Ensayo Limites de Consistencia	Fichas de Resultados de Laboratorio según la NTP 339.129
	Ensayo Proctor Modificado	Fichas de Resultados de Laboratorio según la NTP 339.141
	Ensayo de CBR	Fichas de Resultados de Laboratorio según la NTP 339.145

**Fuente:** Elaboración propia

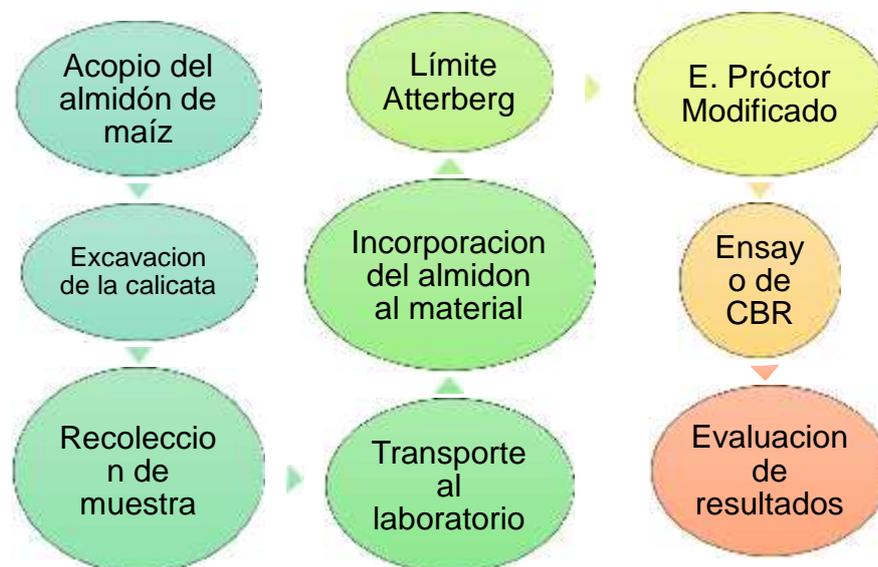
**Confiabilidad.** La confiabilidad es asegurarte de los resultados de alguien que hipotéticamente no te vaya a fallar<sup>38</sup>.

Para que la confiabilidad sea de garantía se evalúa que las maquinas que realizan ensayos mecánicos como el Proctor M. y también el CBR brinden resultados que se alejen a lo real de un resultado que se da comúnmente para tal caso existes calibraciones donde garantizad que los equipos están en buenas condiciones para dar resultados válidos.

**Validez.** Es la aprobación de los expertos en la materia de recolección que nos validan a seguir con la investigación<sup>39</sup>.

Por tal razón, la validez para que un proyecto de investigación siga su curso es aprobado por los especialistas y expertos en la en los proyectos similares a la investigación planteada, para este caso se envía tu título de investigación y antecedentes para luego ser aprobado o no con la ficha de recolección de datos. y basándose a informaciones antecedentes de datos que fueron mediante el análisis y sus indicadores (N, 8%, 10% y 12%), para tales experiencias que se emplearon en un laboratorio de suelos y mejorando sus propiedades físicas como también la mecánica.

**3.5. Procedimientos.** Para la extracción de muestra primero se hizo la excavación de la calicata no menor a 1.5 m, después se recolecto las muestras en donde se hizo la calicata, luego de ello fue llevado hacia el laboratorio, después se incorporó el almidón de maíz al material para empezar con los ensayos de Próctor, CBR y L. de Atterberg según la norma técnica peruana y finalmente se realizó la evaluación de resultados para la mejora de la subrasante.<sup>40</sup>



**Figura1** Procedimiento a seguir

**Fuente:** Elaboración propia

**3.6. Método de Análisis de datos.** En el proyecto de investigación se emplearon la observación directa y las plantillas Excel, para evaluar los datos o de qué manera resultan los ensayos que se hicieron como la granulometría, Limite de A., Ensayo de proctor modificado y CBR, según lo indicado en la Norma Técnica Peruana para determinar las propiedades de la subrasante.

**3.7. Aspectos éticos.** Siendo estudiante de la Universidad Cesar Vallejo y de la carrera más apreciada como la Ing. Civil, la siguiente investigación se redactó con la sabiduría, perseverancia, honestidad, confianza, respeto y honradez de no haber plagiado los argumentos o ideas de otro tesisistas, respetando también a los manuales, las normas y sitios de investigación relacionados a mi tema de investigación, en donde al finalizar el proyecto se comprobará con el software de similitud Turnitin.

## IV. RESULTADOS

### Nombre de la tesis:

Efecto del almidón de maíz en las propiedades de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya, Huancayo 2022

### Ubicación:

Departamento : JUNIN

Provincia : CHUPACA

Distrito : SICAYA

Ubicación : TROCHA CARROZABLE DE CHUPACA-SICAYA



**Figura N°02:** Mapa del Perú

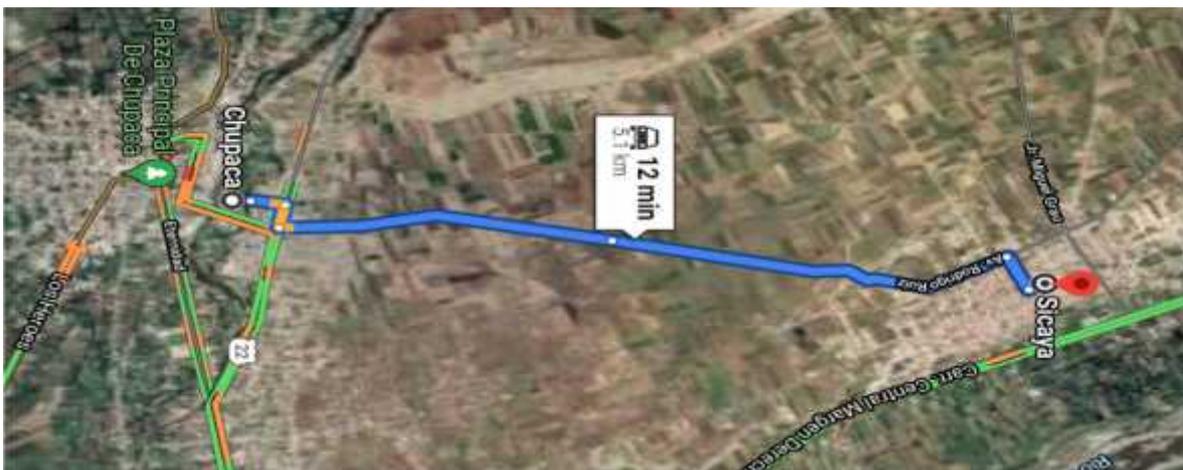
Fuente: Google Search.



**Figura N°03:** Mapa Regional de Junín

Fuente: Google Search

### Localización:



**Figura N° 04:** Localización de la carretera Chupaca-Sicaya.

Fuente: Google Maps.

Para el presente estudio de investigación se realizó la excavación de las 3 calicatas en la progresiva de 1 + 010 km, 2 + 010 km y 3 + 010 km en la trocha carrozable que une a la provincia de Chupaca y al distrito de Sicaya que está a 20 minutos de la ciudad de Huancayo.

**Tabla 5: Sondeo-1**

<b>Sondeo-1:</b>	
Kilometraje:	1 + 010 km
Hondura:	1.50 m
Dimensión:	1.00 x 1.20 m
Lateral:	Derecha



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6: Sondeo-2**

<b>Sondeo-2:</b>	
Kilometraje:	2 + 010 km
Hondura:	1.50 m
Dimensión:	1.00 x 1.20 m
Lateral:	Izquierda



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 7: Sondeo -3**

<b>Sondeo -3:</b>		
Kilometraje:	3 + 010 km	
Hondura:	1.50 m	
Dimensión:	1.00 x 1.20 m	
Lateral:	Derecha	

Fuente: Elaboración propio

### **Actividades en el Laboratorio**

En total se excavo 3 calicatas en las progresivas de 1 + 010km, 2 + 010km y 3 + 010 km de la carretera que une a Chupaca- Sicaya basándome a la norma de los Manuales donde nos menciona que para carreteras que tienen nivel de trafico bajo se deben hacer una calicata por cada kilómetro y un cbr por cada 3km, por este motivo se realizó las 3 calicatas en la trocha carrozable y luego se procedió a realizar los ensayos para poder saber cuál de las 3 calicatas es la más perjudicial y así poder evaluar sus propiedades con los diferentes ensayos añadiendo el aditivos del almidón de maíz.

**Tabla 8:** Coordenadas de las calicatas

CALICATAS COORDENADAS	ESTE	NORTE
CALICATA N° 1	469034	8668489
CALICATA N° 2	469217	8669462
CALICATA N° 3	469427	8670426

Fuente: Elaboración propia

**Ensayos previos:** Primeramente, se trasladó las muestras al laboratorio, después se procedió al cuarteo del material, lavado, el ensayo granulométrico para determinar su clasificación según SUCS y AASHTO.



**Figura N°5** Ensayo granulométrico  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura N°6** Ensayo granulométrico C1  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura N°7** Ensayo granulométrico C2  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura N°8** Ensayo granulométrico C3  
Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.** – Para obtener los tipos de suelos según SUCS y AASHTO, primeramente, se extrajo una muestra representativa de cada calicata, seguido ello empezó a cuartear la muestra que se trajo de las calicatas, después de ello se pasó a lavar por la malla número 200 seguido ello se realizó el tamizado por los diferentes mayas que indica la norma y finalmente se realizó el pesaje para determinar las diferentes partículas del material

**GRANULOMETRIA.** - Según la norma ASTM (D6913/D6913M-17) los juegos de tamices son mencionados en la figura siguiente con un fin de poder identificar cuál de las tres calicatas es la más desfavorables y mejorar con el aditivo del almidón de maíz a la subrasante.

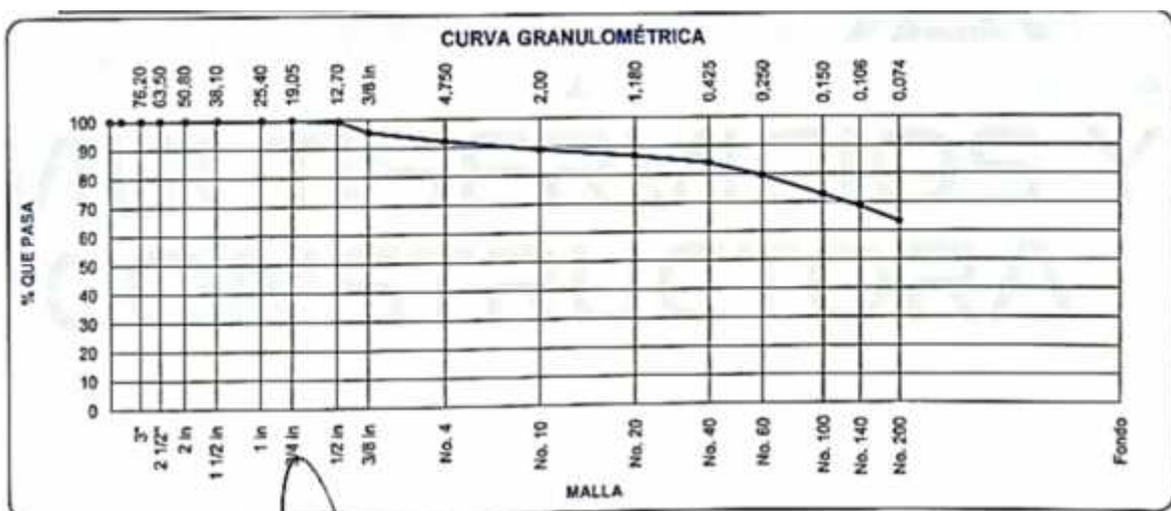
**CALICATA N°1 (Progresiva 1+010km)**

MATERIAL : (N° 01) / MUESTRA : N° 01

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	SIN GRADACION	
Nombre	mm					Minimo	Máximo
4 in'	100.00 mm				100.00	-	-
3 1/2 in	90.00 mm				100.00	-	-
3 in	75.00 mm				100.00	-	-
2 1/2 in	63.00 mm				100.00	-	-
2 in	50.00 mm				100.00	-	-
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	-	-
1 in	25.00 mm				100.00	-	-
3/4 in	19.00 mm				100.00	-	-
1/2 in	12.50 mm	3.0	0.60	0.60	99.40	-	-
3/8 in	9.50 mm	19.3	3.86	4.46	95.54	-	-
No. 4	4.75 mm	16.1	3.22	7.68	92.32	-	-
No. 10	2.00 mm	16.2	3.24	10.92	89.08	-	-
No. 20	850 µm	11.9	2.38	13.30	86.70	-	-
No. 40	425 µm	13.1	2.62	15.92	84.08	-	-
No. 60	250 µm	23.0	4.60	20.52	79.48	-	-
No. 100	150 µm	33.2	6.64	27.16	72.84	-	-
No. 140	106 µm	20.7	4.14	31.30	68.70	-	-
No. 200	75 µm	26.5	5.30	36.60	63.40	-	-
< No. 200	< No. 200	317.0	63.40	100.00			

**Figura N°9** Ensayo granulométrico de la C1

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c..



**Figura N°10** Curva granulométrica C1

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c..



**Figura N°11** Ensayo granulométrico

Fuente: Elaboración propia.



**Figura N°12** Ensayo granulométrico C1

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.** – Viendo los resultados de la granulometría que se hizo por tamizado se obtuvo que en la **CALICATA N° 01**, paso un porcentaje elevado de un 63.4 % en el tamiz N° 200 considerándose un suelo con poca porción de grava, y también se observó que paso un 92.32% de muestra por el tamiz N° 4 considerándose una muestra con arena.

De acuerdo al material que se extrajo en la progresiva 1 + 010 en la carretera Chupaca – Sicaya, se demostró según SUCS con el servicio del laboratorio (MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C) que el material es un LIMOSO ARENOSO DE PLASTICIDAD BAJA (ML) y según AASHTOO se clasifico como un A- 4 (4) (REG-MALO).

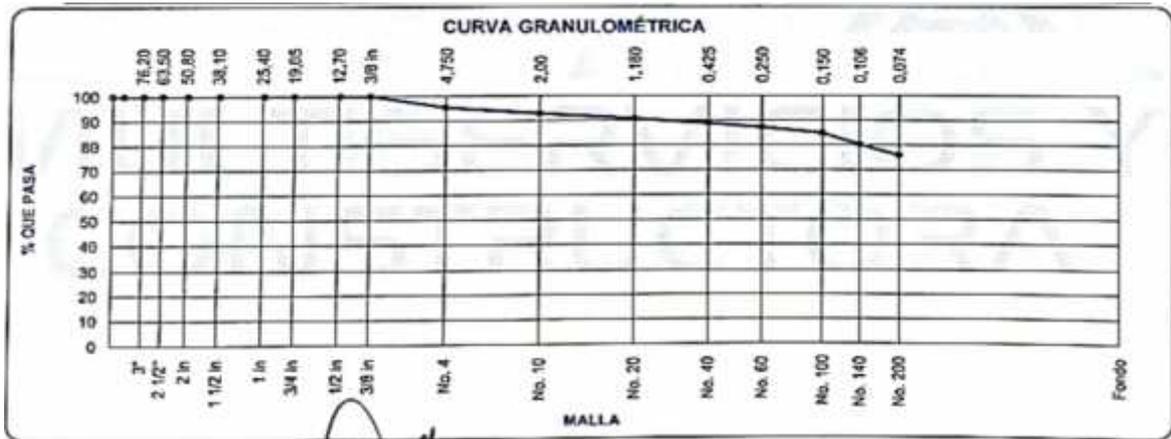
**CALICATA N°2 (Progresiva 2+010km)**

MATERIAL : (N° 02) / MUESTRA : N° 01

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	SIN GRADACION	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in"	100.00 mm				100.00	-	-
3 1/2 in	90.00 mm				100.00	-	-
3 in	75.00 mm				100.00	-	-
2 1/2 in	63.00 mm				100.00	-	-
2 in	50.00 mm				100.00	-	-
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	-	-
1 in	25.00 mm				100.00	-	-
3/4 in	19.00 mm				100.00	-	-
1/2 in	12.50 mm				100.00	-	-
3/8 in	9.50 mm				100.00	-	-
No. 4	4.75 mm	23.2	4.64	4.64	95.36	-	-
No. 10	2.00 mm	12.4	2.48	7.12	92.88	-	-
No. 20	850 µm	10.8	2.16	9.28	90.72	-	-
No. 40	425 µm	9.5	1.90	11.18	88.82	-	-
No. 60	250 µm	8.1	1.62	12.80	87.20	-	-
No. 100	150 µm	11.4	2.28	15.08	84.92	-	-
No. 140	106 µm	23.2	4.64	19.72	80.28	-	-
No. 200	75 µm	21.7	4.34	24.06	75.94	-	-
< No. 200	< No. 200	379.7	75.94	100.00			

**Figura N°13.** Ensayo granulométrico de la C2

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.



**Figura N°14** Curva granulométrica C2

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.



**Figura N°15** Ensayo granulométrico

Fuente: Elaboración propia.



**Figura N°16** Ensayo granulométrico C2

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.** – Viendo los resultados de la granulometría que se hizo por tamizado se obtuvo que en la **CALICATA N° 02**, paso un porcentaje elevado de un 75.94 % por el tamiz N° 200 considerándose un suelo con poca porción de grava, y también se observó que paso un 95.36% de muestra por el tamiz N° 4 considerándose una muestra con arena.

De acuerdo al material que se extrajo en la progresiva 2 + 010 en la carretera Chupaca – Sicaya, se demostró según SUCS con el servicio del laboratorio (MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C) que el material es un LIMOSO DE PLASTICIDAD BAJA (ML) y según AASHTOO se clasifico como un A- 4 (7) (REG-MALO).

### CALICATA N°3 (Progresiva 3+010km)

MATERIAL : (N° 03) / MUESTRA : N° 01

ABERTURA DE TAMICES Marco de 8" de diámetro		Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	SIN GRADACION	
Nombre	mm					Mínimo	Máximo
4 in'	100.00 mm				100.00	-	-
3 1/2 in	90.00 mm				100.00	-	-
3 in	75.00 mm				100.00	-	-
2 1/2 in	63.00 mm				100.00	-	-
2 in	50.00 mm				100.00	-	-
1 1/2 in	37.50 mm				100.00	-	-
1 in	25.00 mm				100.00	-	-
3/4 in	19.00 mm				100.00	-	-
1/2 in	12.50 mm				100.00	-	-
3/8 in	9.50 mm				100.00	-	-
No. 4	4.75 mm				100.00	-	-
No. 10	2.00 mm	12.0	2.40	2.40	97.60	-	-
No. 20	850 µm	10.0	2.00	4.40	95.60	-	-
No. 40	425 µm	10.0	2.00	6.40	93.60	-	-
No. 60	250 µm	9.0	1.80	8.20	91.80	-	-
No. 100	150 µm	8.2	1.64	9.84	90.16	-	-
No. 140	106 µm	7.4	1.48	11.32	88.68	-	-
No. 200	75 µm	15.2	3.04	14.36	85.64	-	-
< No. 200	< No. 200	428.2	85.64	100.00			

Tabla N°17 Ensayo granulométrico de la C3

Fuente: Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c..

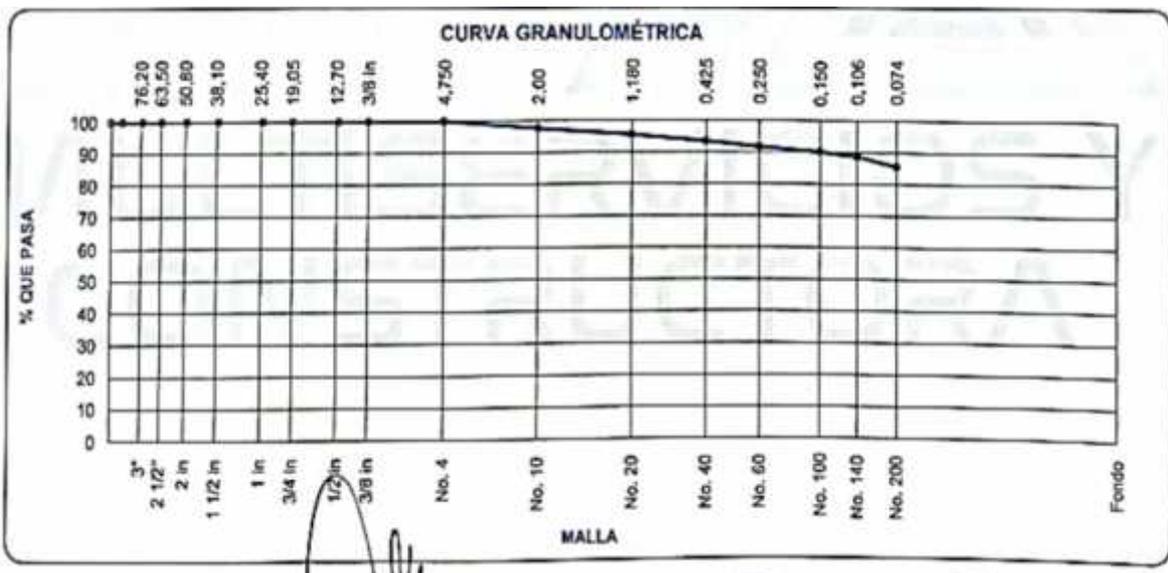


Figura N°18 Curva granulométrica C3

Fuente: Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.



**Figura N°19** Ensayo granulométrico  
Fuente: Elaboración propia.



**Figura N°20** Ensayo granulométrico C3  
Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.** – Viendo los resultados de la granulometría que se hizo por tamizado se obtuvo que en la **CALICATA N° 03**, paso un porcentaje elevado de un 85.64% por el tamiz N° 200 considerándose un suelo con poca porción de grava, y también se observó que paso un 100% de muestra por el tamiz N° 4 considerándose una muestra con arena.

De acuerdo al material que se extrajo en la progresiva 3 + 010 en la carretera Chupaca – Sicaya, se demostró según SUCS con el servicio del laboratorio (MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C) que el material es un ARCILLA DE PLASTICIDAD BAJA (CL) y según AASHTOO se clasifico como un A- 4- 6(17) (MALO).

**COMO CONCLUSIÓN**, Viendo los resultados de las 3 calicatas, podemos decir que la más perjudicial fue la N°3, por lo tanto, la investigación se centrara en esa calicata donde se realizara los ensayos con el objetivo de mejorar la subrasante añadiendo el almidón de maíz.



**Figura N°21** CALICATA N°3 (DESFAVORABLE)  
Fuente: Elaboración propia.

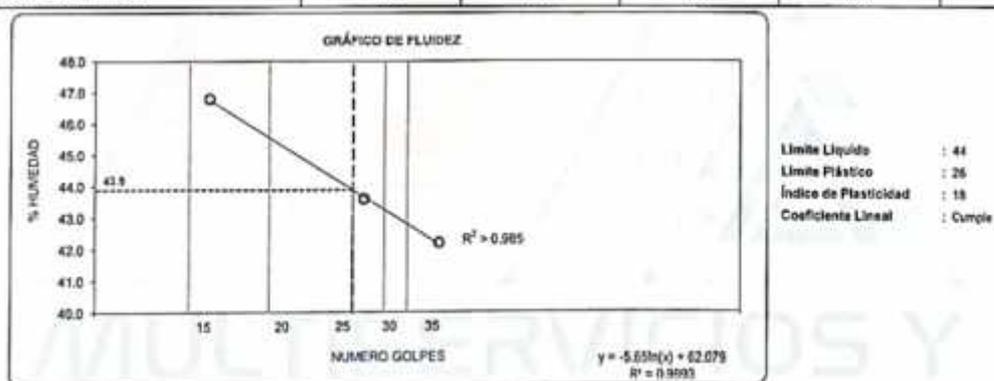
**Tabla 09:** Muestra patrón de la C3

ENSAYO:		CALICATA N°03
CONTENIDO DE HUMEDAD		11.15 %
LIMITES DE ATTERBERG	Limite L.	44.0%
	Limite P.	26.0%
	Índice de P.	18.0%
CLASIFICACIÓN DE SUELOS	SUCS	CL – ARCILLA DE BAJA PLASTICIDAD
	AASHTO	
PROCTOR MODIFICADO	Óptimo contenido de Humedad (OCH)	15.40%
	Máxima Densidad Seca (DMS)	1.683 g/cm3
(CBR)		7%

Fuente: Elaboración propia.

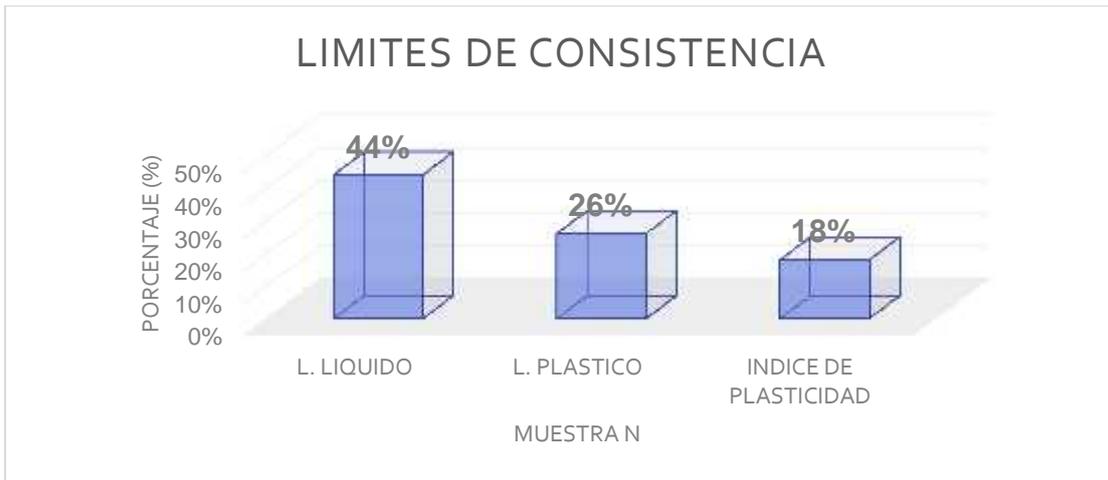
**LIMITES DE ATTERBERG (ASTM D4318-17).** - A continuación, se muestra el ensayo del Limite L. y el Limite P. de la C3.

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	T - 01	T - 02	T - 03	P - 01	P - 02
Masa de Recipiente	13.80	13.80	13.80	7.20	7.30
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	36.20	35.40	34.80	15.20	14.70
Masa Recipiente + Suelo Seco	29.60	28.80	28.10	13.50	13.20
N° De Golpes	34	26	15	—	—
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6 g	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	42.2	43.6	46.8	26.2	26.3



**Figura N° 22:** Límite de consistencia de la muestra PATRON C3.

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.



**Figura N° 23:** Límite de consistencia de la muestra PATRON.

Fuente: Elaboración propia.

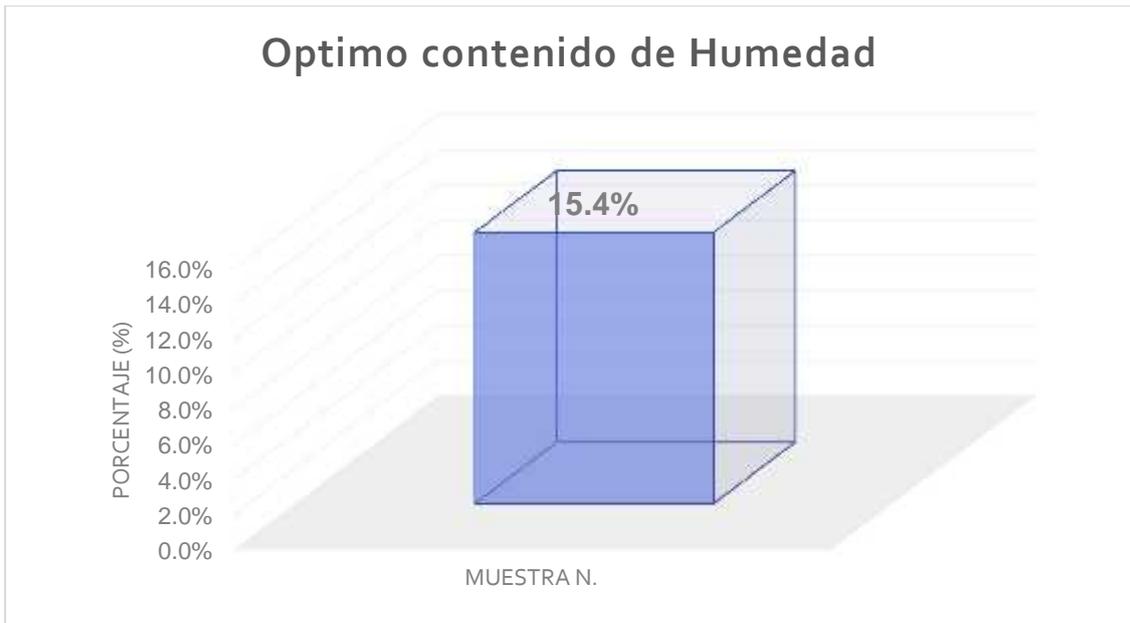
**Interpretación.** – El material de la C.3 nos dio un contenido de H. de un 11.15% y en el ensayo de atterberg nos dio el Limite L. de un 44%, Limite P. nos dio un 26% y la diferencia del líquido con el plástico nos dio un 18% de IP esto ocurre que hay presencia de suelos arcillosos y terreno inestable en el sitio de estudio, lo cual es la razón de mantenerse húmedo.

**PROCTOR MODIFICADO (ASTM D1863-16).** - A continuación, se muestra los resultados patrón que se hizo a la calicata 3.

Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils (Ensayo de Proctor Modificado)						
METODO DE ENSAYO		C				
Volumen Molde		2121 cm <sup>3</sup> .		cm <sup>3</sup>		
Peso Molde		6553 gr.		gr.		
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,055	10,492	10,663	10,532	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,502	3,939	4,110	3,979	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,651	1,857	1,938	1,876	
Recipiente Numero		B-01	B-02	B-03	B-04	
Peso de la Tara	gr.	45.3	33.7	33.8	42.1	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	463.3	394.3	366.8	467.2	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	421.2	351.1	322.9	421.2	
Peso del agua	gr.	42.1	43.2	43.9	66.0	
Peso del suelo seco	gr.	376	317	289	379	
Contenido de agua	%	11.2	13.6	15.2	17.4	
Densidad Seca	gr/cc	1.485	1.635	1.682	1.598	
<b>Densidad Máxima Seca:</b>		1.683 gr/cm <sup>3</sup> .		<b>Contenido Humedad Optima:</b>		15.40 %

**Figura N°24:** Ensayo del proctor modificado de la muestra PATRON C3.

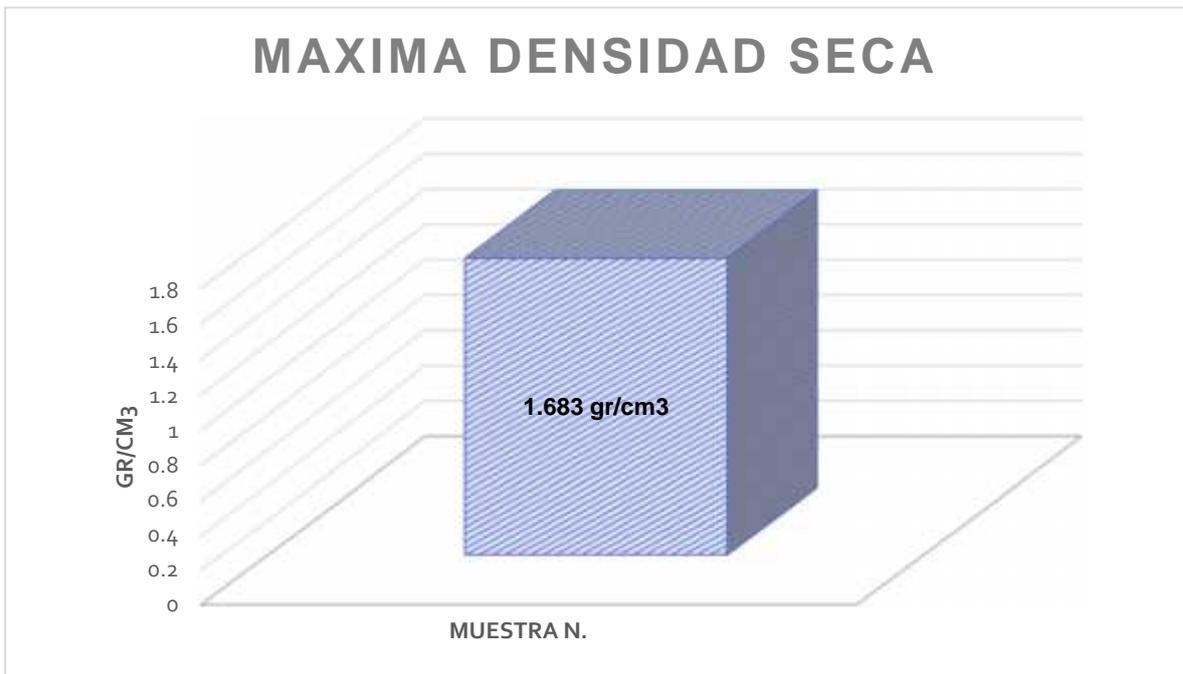
Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.



**Figura N° 25:** Grafico del Contenido de Humedad Optimo inicial.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.** – Se obtuvo un 15.4% de OCH como resultado del ensayo del Proctor M.

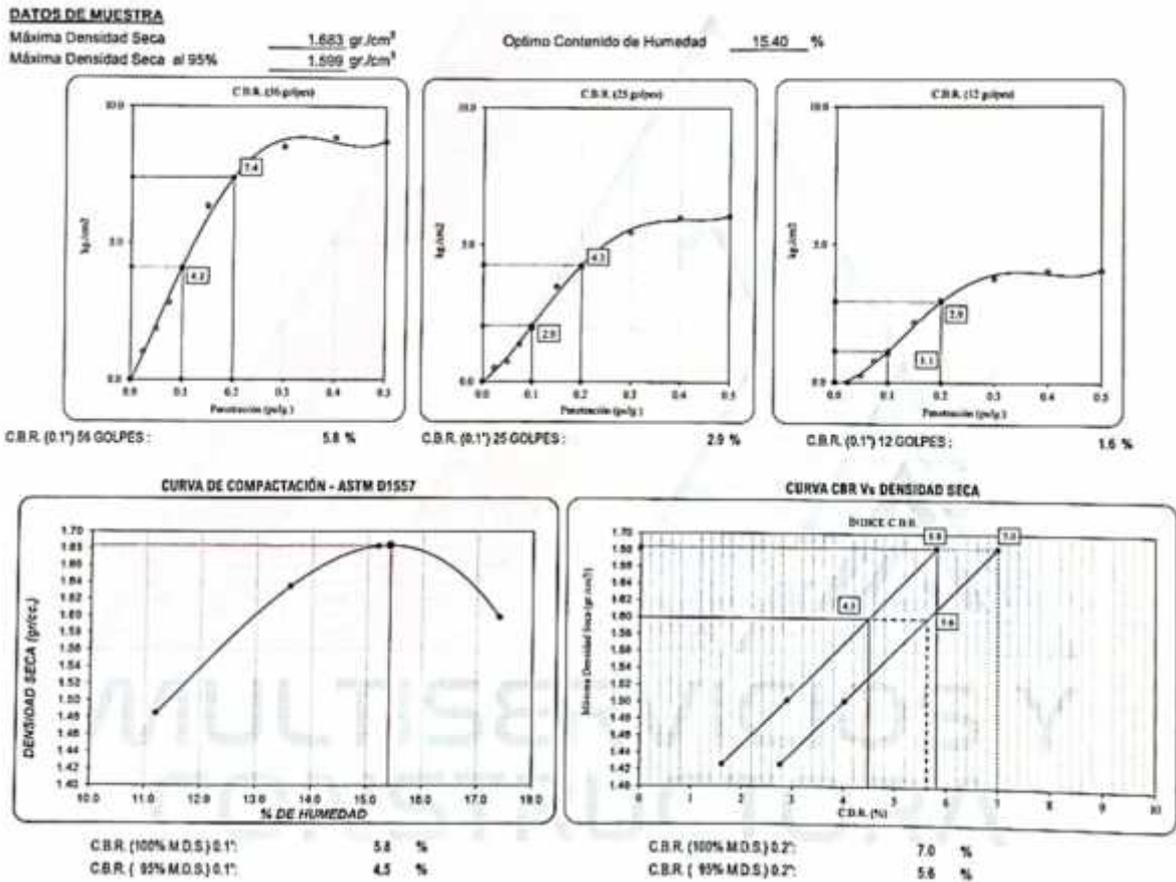


**Figura N° 26.** Gráfico de Densidad Seca Máxima.

Fuente: Elaboración propia.

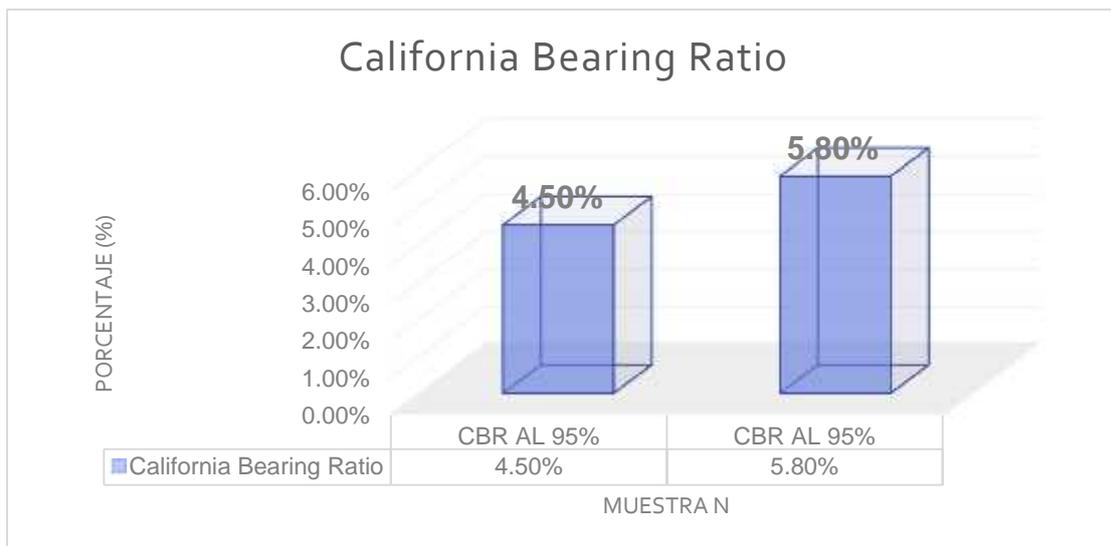
**Interpretación.** - Se obtuvo un 1.683 gr/cm³ de MDS como resultado del ensayo del Proctor M.

**VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (ASTM D1883-16).** - A continuación, se muestra el ensayo del valor de soporte californiano de la calicata 3.



**Figura N°27:** Ensayo del VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA C3.

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.



**Figura N° 28:** Grafico del California Bearing Ratio (CBR)

Fuente: Elaboración Propia.

**Interpretación.** – En el ensayo de **CBR** se referencio de los resultados de Proctor M. teniendo la mds de 1.683 g/cm<sup>3</sup> y un och de 15.4 %. Después de ello se saturo la muestra en un tanque para luego someterle a una penetración de 0.1”y como resultado nos dio de 4.5% al 95% y un 5.8% al 100%.

Entonces podemos decir que el suelo patrón es regularmente pobre.

**Demostración del Almidón de Maíz.** - Para incorporar el almidón de maíz primeramente se tuvo que moler en maíz de forma granular y luego pasar por la malla N° 4 y luego homogenizar el almidón con el material para realizar los ensayos.



**Figura N° 29:** Preparación del AM

Fuente: Elaboración propia.



**Figura N° 30:** Mescla del AM-material

Fuente: Elaboración propia.

FORMATO PARA EL MUESREO Y ANALISIS DE MAIZ, TRIGO Y ARROZ 20142-AB011			
Composición nutricional de los granos de maíz, trigo y arroz			
Contenido	Maíz, harina	Trigo	Arroz, grano
	(por 100 g)		
Agua %	12,00	12,00	13,00
Calorías	362	359	360
Proteínas gr	9,00	12,00	6,80
Grasas gr	3,40	1,30	0,70
Carbohidratos gr	74,50	74,10	78,90
Almidón, fibra gr	1,00	0,50	0,20
Cenizas gr	1,10	0,65	0,60
Calcio mg	6,00	24,00	6,00
Hierro mg	1,80	1,30	0,80
Fósforo mg	178	191	140
Tiamina mg	0,30	0,26	0,12
Riboflavina mg	0,08	0,07	0,03
Niacina mg	1,90	2,00	1,50

Fuente adaptado de Miracle, 1966.

COMPOSICION NUTRICIONAL DEL ALMIDON DE MAIZ DEL TESISISTA (100gr)	
Agua %	10,36
Calorías	375
Almidón, fibra gr	1,06
Cenizas gr	1,22
Calcio mg	5,14
Hierro mg	2,23
Fósforo mg	157

**Figura N° 31:** Certificado de demostración del almidón de maíz

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.

### Objetivo 1:

Evaluar de qué manera interviene el almidón de maíz en 8%, 10%, 12% en el índice de plasticidad de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022.

### Reseña Ensayo de Límite de Consistencia

Para evaluar en ensayo de Límite de A. según la norma ASTM D4318 añadiendo diferentes porcentajes del almidon de maíz como se muestra en la siguiente figura, SP, SP + 8%AM, SP + 10%AM y SP + 12%AM, para así lograr obtener el Límite L. y de igual manera el Límite P. y finalmente saber su Índice de Plasticidad la cual es nuestro objetivo.

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	T-01	T-02	T-03	P-01	P-02
Masa de Recipiente	13.80	13.80	13.80	7.20	7.30
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	36.20	35.40	34.80	15.20	14.70
Masa Recipiente + Suelo Seco	29.60	28.80	28.10	13.50	13.20
Nº De Golpes	34	26	15	—	—
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6 g	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	42.2	43.6	46.8	26.2	26.3

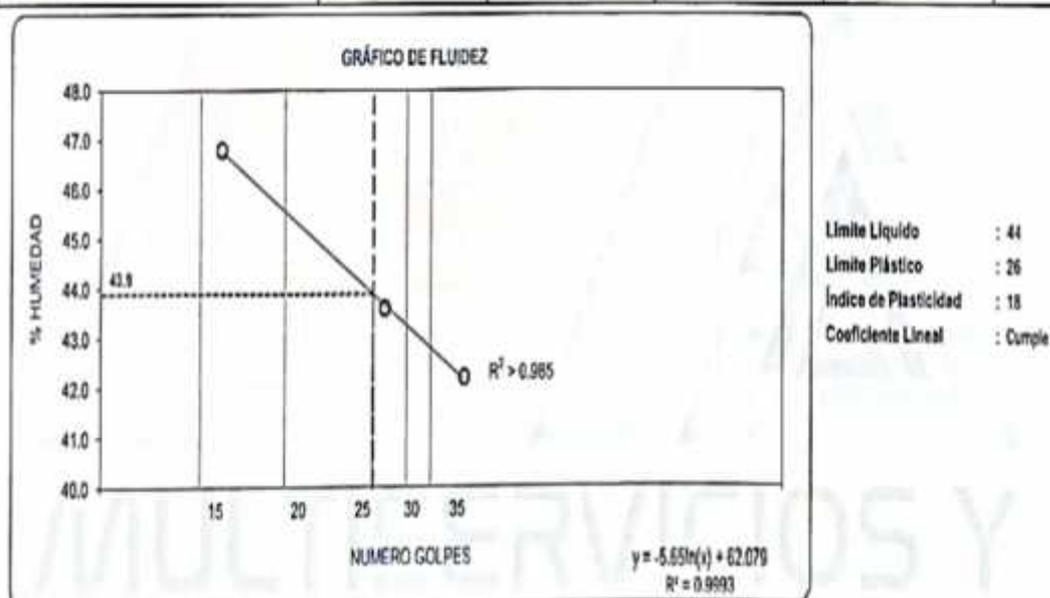


Figura N° 32: Gráfico del límite de consistencia C3 - SN

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	T - 01	T - 02	T - 03	P - 01	P - 02
Masa de Recipiente	13.70	13.80	13.70	7.30	7.30
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	35.10	35.20	34.20	15.20	15.40
Masa Recipiente + Suelo Seco	28.90	29.60	28.10	13.70	13.80
Nº De Golpes	35	25	16	—	—
Cantidad minima requerida LL: 20 g / LP: 6 g	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	41.2	42.0	42.8	24.1	24.3

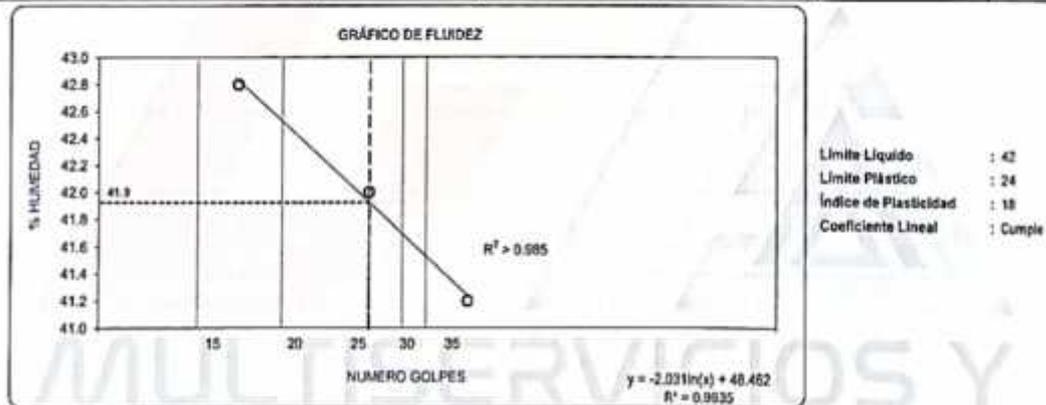


Figura N° 33: Gráfico del límite de consistencia C3 – SN +8%AM

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	T - 01	T - 02	T - 03	P - 01	P - 02
Masa de Recipiente	13.80	13.70	13.70	7.20	7.20
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	35.90	35.10	34.90	14.20	14.30
Masa Recipiente + Suelo Seco	29.40	28.80	28.50	12.70	12.80
Nº De Golpes	36	27	15	—	—
Cantidad minima requerida LL: 20 g / LP: 6 g	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	41.3	42.0	43.2	25.4	26.0

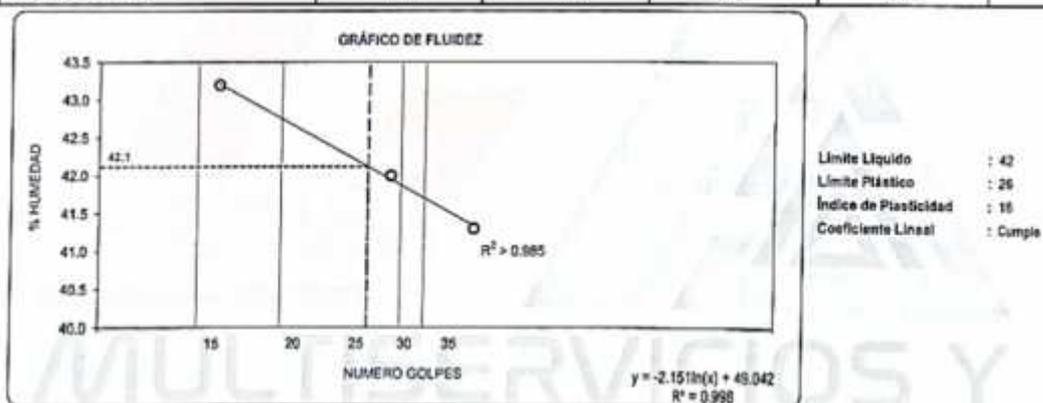
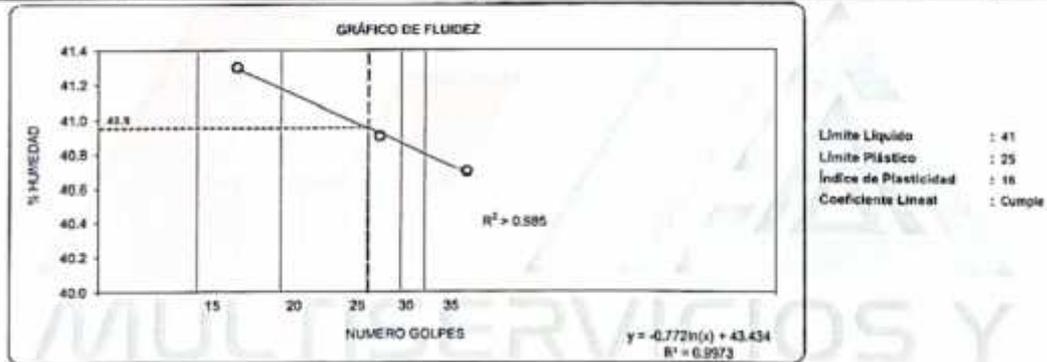


Figura N° 34: Gráfico del límite de consistencia C3 – SN +10%AM

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c..

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	T - 01	T - 02	T - 03	P - 01	P - 02
Masa de Recipiente	13.40	13.80	13.50	7.30	7.30
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	34.60	34.50	33.90	13.70	13.90
Masa Recipiente + Suelo Seco	28.50	28.50	27.90	12.40	12.60
N° De Golpes	35	26	16	—	—
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6 g	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!	¡Cumple!
Contenido de Humedad	40.7	40.9	41.3	25.4	25.1



**Figura N° 35:** Gráfico del límite de consistencia C3 – SN +12%AM

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.



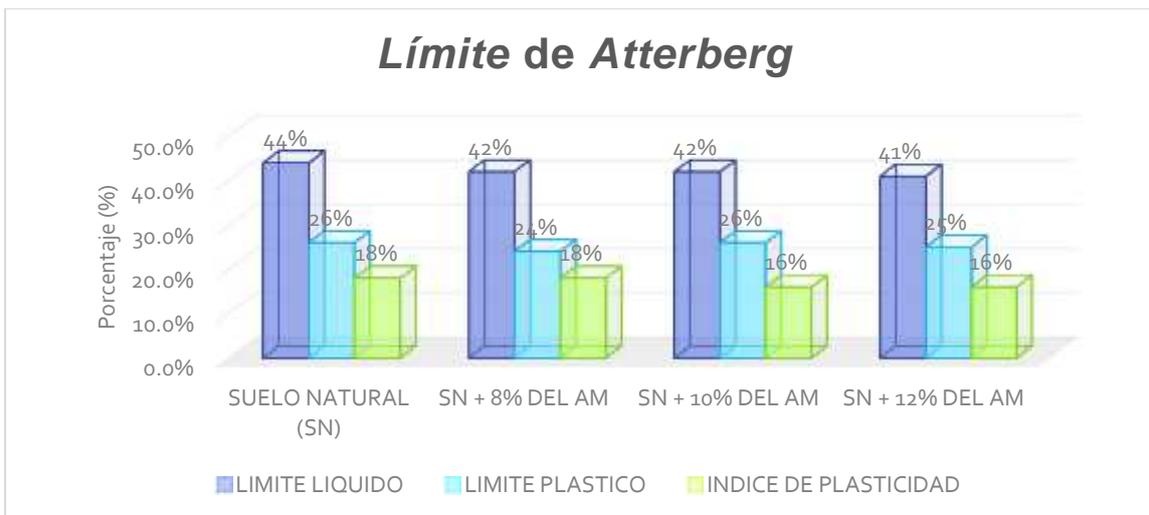
**Figura N°36:** Ensayo LL y LP  
Fuente: Elaboración propia

**Figura N°37:** Resultados del ensayo LL y LP  
Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 10:** Ensayo Límite de Atterberg con la incorporación de AM.

CALICATA N°03	Límite L.	Límite P.	Índice de P.
SUELO NATURAL (SN)	44%	26%	18%
SN+8% AM	42%	24%	18%
SN+10% AM	42%	26%	16%
SN+12% AM	41%	25%	16%

Fuente: Elaboración propia.



**Figura N°38:** Grafico del Ensayo de Atterberg con la incorporación de AM.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación:** Viendo los resultados en el ensayo de Límite de A. con la incorporación de 8%, 10% y 12% del almidón de maíz resultaron óptimos para el suelo arcilloso de plasticidad baja (CL) ya que se observó bajar el Índice de P. lo cual es nuestro objetivo, Al principio el Índice de Plasticidad patrón de la C3 fue de un 18 %, al añadir porcentajes de manera aumentativa el almidón de maíz se pudo observar la disminución del Índice de P. respecto a la muestra patrón y de igual manera que al incorporar un 8%, 10% y 12% del almidón de maíz mejoró el Índice de p. de un 18% a un 16%.

#### **Objetivo 2:**

**Evaluar de qué manera interviene el almidón de maíz en un 8%, 10%, y 12% en la máxima densidad seca de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022.**

#### **Reseña Ensayo de Proctor Modificado**

Para evaluar la intervención del almidón de maíz en el ensayo de Proctor Modificado, hay 3 métodos diferentes que dice la norma, en mi caso de investigación se hizo por el método "C" ya que ese suelo es fino, con el fin de obtener el contenido de humedad óptima y la densidad seca máxima de la C3-M1 para luego formar una curva de compactación. Se realizó los ensayos de Proctor Modificado (ASTM D1557-12e1/ ASTM D1883-16) a las muestras SN, SN + 8%AM, SN + 10%AM y SN + 12%AM.

Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils (Ensayo de Proctor Modificado)						
METODO DE ENSAYO		C				
Volumen Molde		2121 cm <sup>3</sup>				
Peso Molde		6553 gr.				
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,055	10,492	10,663	10,532	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,502	3,939	4,110	3,979	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,651	1,857	1,938	1,876	
Recipiente Numero		B-01	B-02	B-03	B-04	
Peso de la Tara	gr.	45.3	33.7	33.8	42.1	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	463.3	394.3	366.8	467.2	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	421.2	351.1	322.9	421.2	
Peso del agua	gr.	42.1	43.2	43.9	66.0	
Peso del suelo seco	gr.	376	317	289	376	
Contenido de agua	%	11.2	13.6	15.2	17.4	
Densidad Seca	gr/cc	1.485	1.635	1.682	1.598	
<b>Densidad Máxima Seca:</b>		1.683 gr/cm <sup>3</sup> .		<b>Contenido Humedad Optima:</b>		15.40 %

**Figura N°39:** Ensayo del Proctor Modificado C3 - SN.

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.

Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils (Ensayo de Proctor Modificado)						
METODO DE ENSAYO		C				
Volumen Molde		2121 cm <sup>3</sup>				
Peso Molde		6553 gr.				
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,549	10,773	11,130	10,959	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,996	4,220	4,577	4,406	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1,884	1,990	2,158	2,077	
Recipiente Numero		B-01	B-02	B-03	B-04	
Peso de la Tara	gr.	33.8	33.7	33.7	33.8	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	366.9	420.9	372.6	381.9	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	325.7	368.4	321.4	322.7	
Peso del agua	gr.	41.2	52.5	51.2	59.2	
Peso del suelo seco	gr.	292	335	268	269	
Contenido de agua	%	14.1	15.7	17.8	20.5	
Densidad Seca	gr/cc	1.651	1.720	1.832	1.724	
<b>Densidad Máxima Seca:</b>		1.845 gr/cm <sup>3</sup> .		<b>Contenido Humedad Optima:</b>		18.54 %

**Figura N°40:** Ensayo del Proctor Modificado C3 – SN+8%AM.

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.

Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils (Ensayo de Proctor Modificado)						
METODO DE ENSAYO		C				
Volumen Molde		2121 cm <sup>3</sup>				
Peso Molde		6553 gr.				
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	10,828	11,034	11,336	11,219	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,275	4,481	4,783	4,666	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2,016	2,113	2,255	2,200	
Recipiente Numero		B-01	B-02	B-03	B-04	
Peso de la Tara	gr.	33.7	33.8	33.8	33.8	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	365.0	485.9	397.0	254.4	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	321.5	421.5	338.5	215.5	
Peso del agua	gr.	43.5	64.4	58.5	38.9	
Peso del suelo seco	gr.	286	388	305	182	
Contenido de agua	%	15.1	16.6	19.2	21.4	
Densidad Seca	gr/cc	1.751	1.612	1.892	1.612	
<b>Densidad Máxima Seca:</b>		1.892 gr/cm <sup>3</sup> .		<b>Contenido Humedad Optima:</b>		19.37 %

**Figura N°41:** Ensayo del Proctor Modificado C3 – SN+10%AM.

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.

Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils (Ensayo de Proctor Modificado)						
METODO DE ENSAYO		C				
Volumen Molde		2121 cm <sup>3</sup>				
Peso Molde		6553 gr.				
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Molde	gr.	11,064	11,351	11,383	11,196	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,511	4,798	4,830	4,643	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2,127	2,262	2,277	2,189	
Recipiente Numero		B-01	B-02	B-03	B-04	
Peso de la Tara	gr.	53,7	33,8	33,8	33,8	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	363,5	485,4	395,2	252,2	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	321,5	421,5	338,5	215,5	
Peso del agua	gr.	42,0	63,9	56,7	36,7	
Peso del suelo seco	gr.	288	388	305	182	
Contenido de agua	%	14,6	16,5	18,6	20,2	
Densidad Seca	gr/cc	1,856	1,942	1,920	1,821	
Densidad Máxima Seca:		1,949 gr/cm <sup>3</sup> .		Contenido Humedad Optima:		17,17 %

**Figura N°42:** Ensayo del Proctor Modificado C3 – SN+12%AM.

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.



**Figura N°43:** Ensayo de Proctor M.

Fuente: Elaboración propia

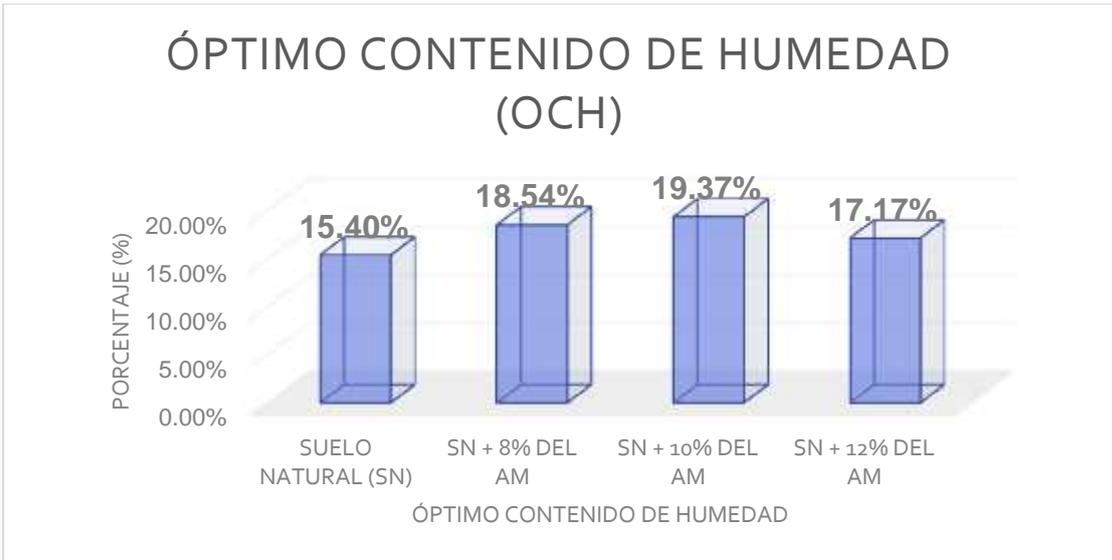
**Figura N°44:** Compactación de la Muestra

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11.** Óptimo Contenido de Humedad (OCH) y Máxima Densidad Seca (MDS) con la incorporación del almidón de maíz.

CALICATA N°03	Optimo Contenido de Humedad (OCH)	Máxima Densidad Seca (MDS)
SUELO NATURAL (SN)	15.40%	1.683 gr/cm <sup>3</sup>
SN+8% AM	18.54%	1.845 gr/cm <sup>3</sup>
SN+10% AM	19.37%	1.892 gr/cm <sup>3</sup>
SN+12% AM	17.17%	1.949 gr/cm <sup>3</sup>

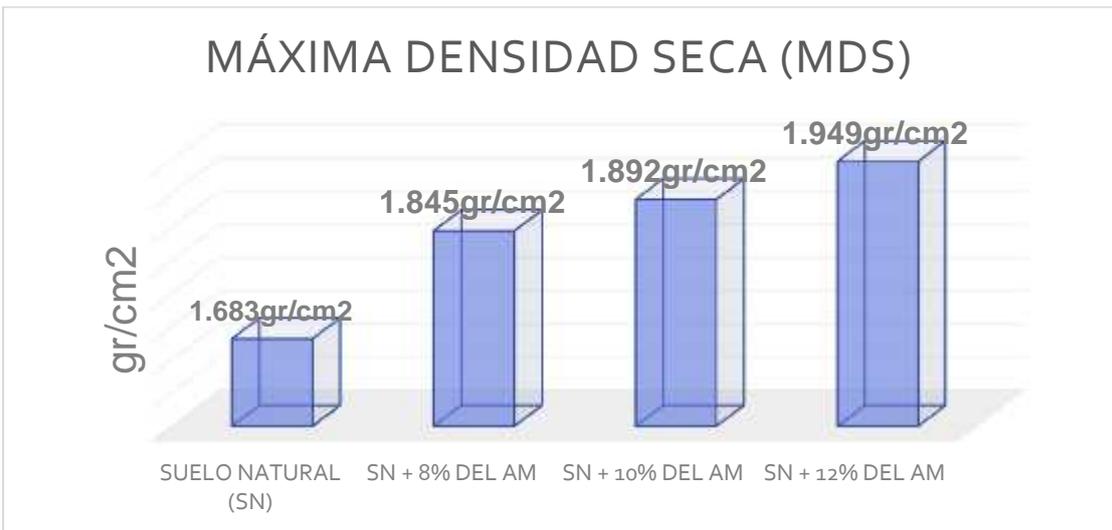
Fuente: Elaboración propia.



**Figura N°45:** Grafico del óptimo CH con la incorporación de AM.

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.** Viendo los resultados obtenidos en el Contenido de Humedad Óptimo (OCH) es favorable respecto a la adición del almidón de maíz, ya que cuando se añade en mayor porcentaje del almidón de maíz, favorecerá el contenido de humedad Óptimo, por ejemplo, al añadir un 10% de AM a la muestra patrón se aumentó el OCH de 15.40 % a un 19.37% que es desfavorable, pero al añadir el 12% del AM redujo un 17.17%, eso quiere decir que llego a un tope el contenido de humedad que son favorable para la subrasante.



**Figura N° 46:** Grafico de la MDS con la incorporación de AM.

Fuente: Elaboración propia.

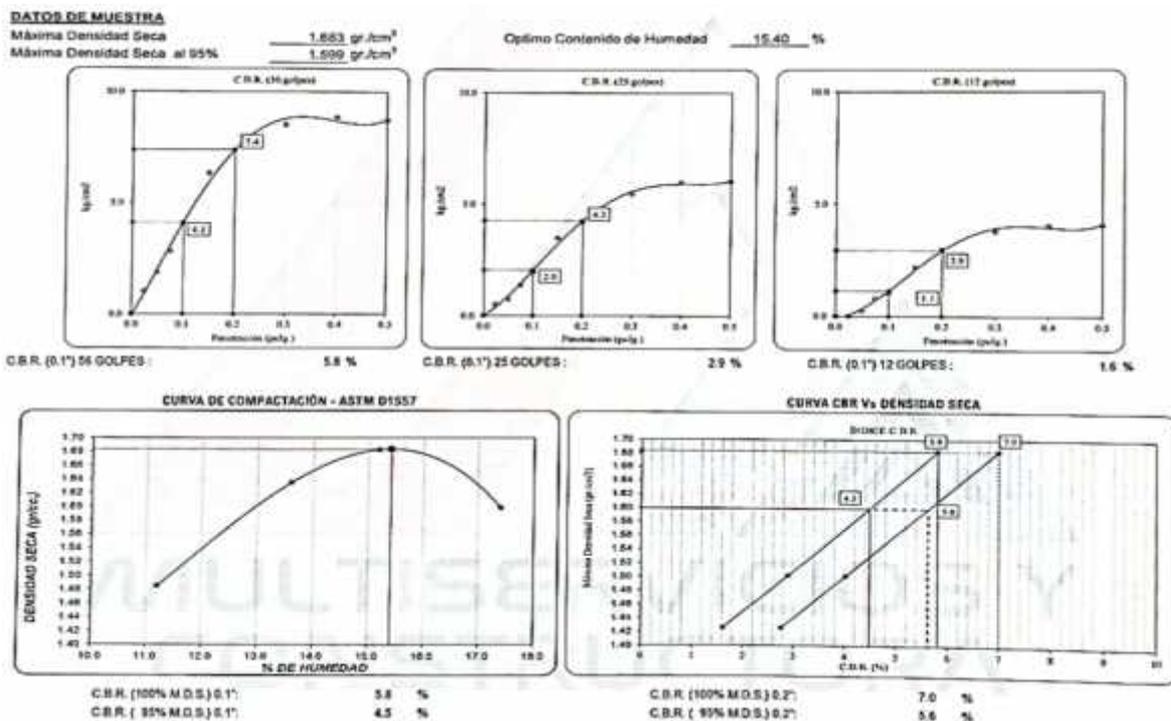
**Interpretación.** Viendo los resultados obtenidos en la Densidad Seca Máxima es favorable y beneficioso con la adición de almidón de maíz, porque según que se añade el almidón de maíz, aumenta de manera significativa la Densidad Seca Máxima, viendo el ejemplo siguiente, al añadir un 12% del almidón de maíz al suelo natural incrementa la MDS de 1.683 g/cm<sup>3</sup> a 1.949 g/cm<sup>3</sup>.

**Objetivo 3:**

**Evaluar de qué manera interviene el almidón de maíz en 8%, 10% y 12% sobre la capacidad portante de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022.**

**Reseña Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)**

Para evaluar la intervención del almidón de maíz en el ensayo de CBR de la C3-M1 se extrajo una muestra representativa para luego ser llevado al laboratorio y añadir los diferentes porcentajes del almidón de maíz con el fin de dar mejoras a la capacidad portante de la subrasante, la muestra se hizo con el OCH de los ensayos que se hizo en el Proctor Modificado. Donde después se procedió a la compactación en 3 moldes y cada una de ellas en 5 capas de la muestra extraída para luego someterlo a una carga de penetración.



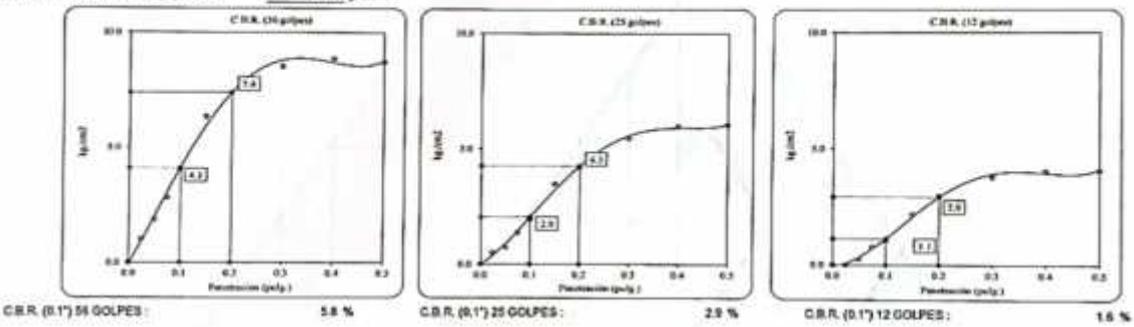
**Figura N°47:** Ensayo del Valor de Soporte California C3 – SN

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.

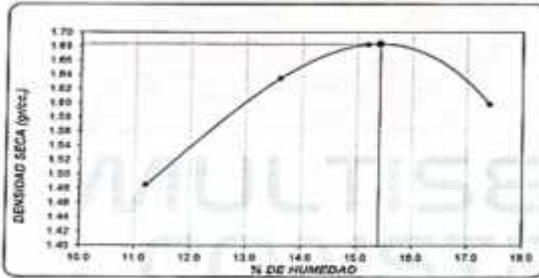
**DATOS DE MUESTRA**

Máxima Densidad Seca  $1.653 \text{ gr./cm}^3$   
 Máxima Densidad Seca al 95%  $1.599 \text{ gr./cm}^3$

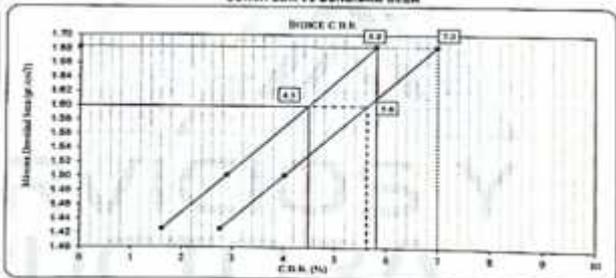
Óptimo Contenido de Humedad  $15.40 \%$



**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**



**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**



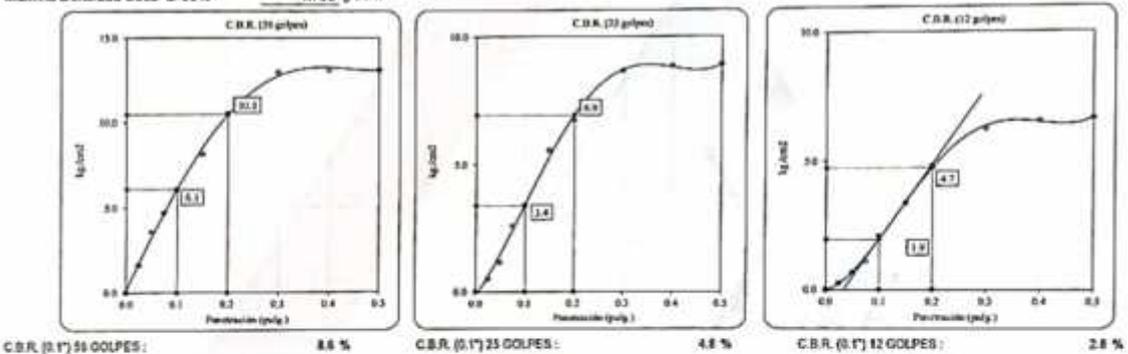
**Figura N°48:** Ensayo del Valor de Soporte California C3 – SN+8%AM

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.

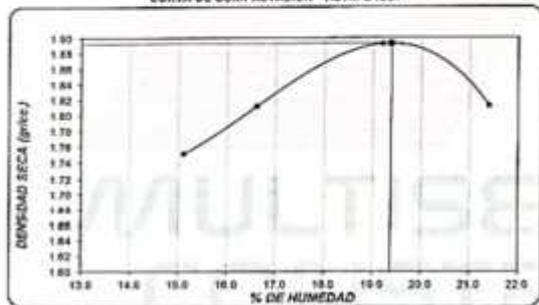
**DATOS DE MUESTRA**

Máxima Densidad Seca  $1.892 \text{ gr./cm}^3$   
 Máxima Densidad Seca al 95%  $1.798 \text{ gr./cm}^3$

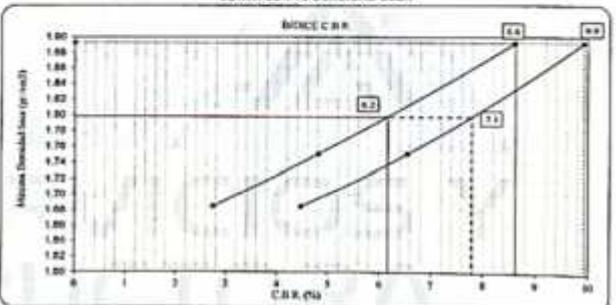
Óptimo Contenido de Humedad  $19.37 \%$



**CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557**

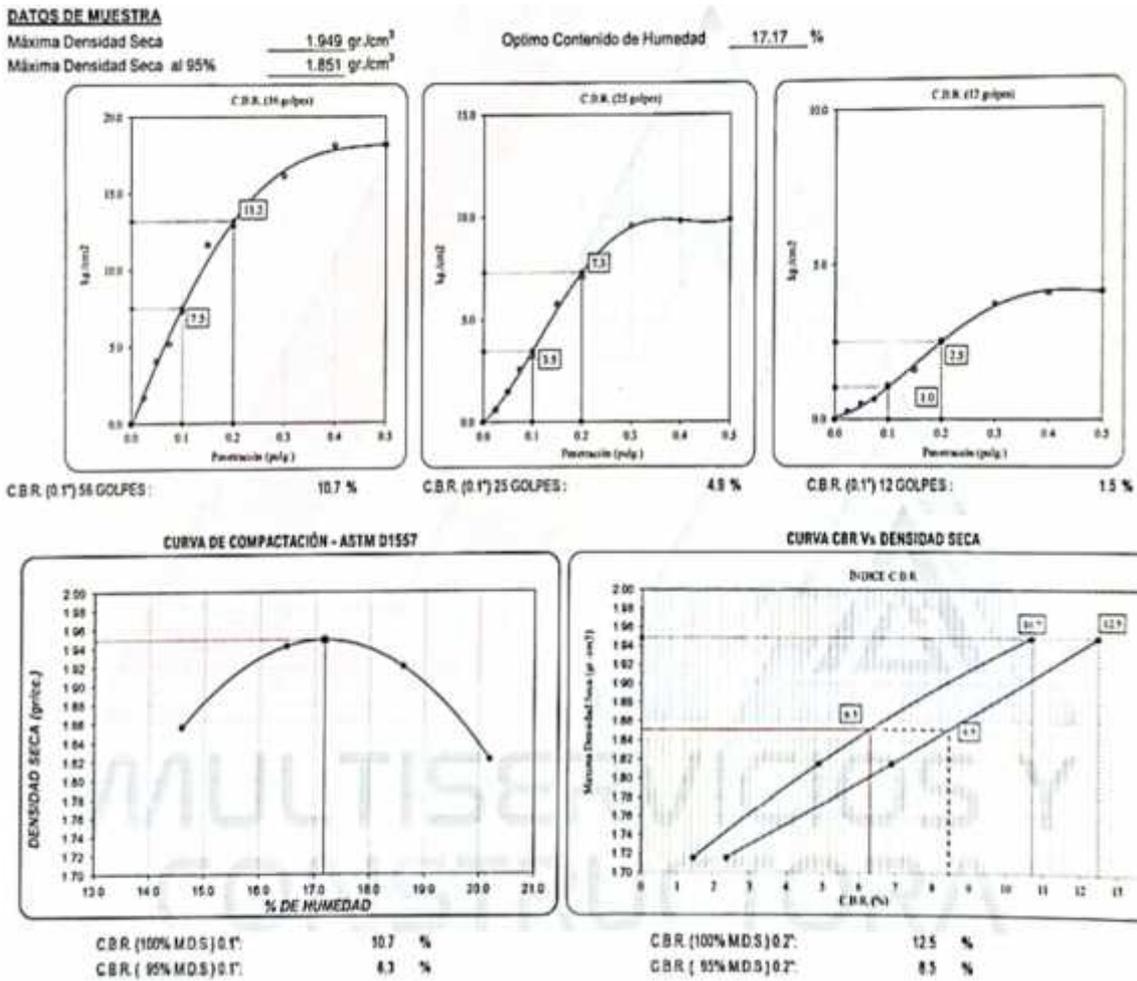


**CURVA CBR Vs DENSIDAD SECA**



**Figura N°49:** Ensayo del Valor de Soporte California C3 – SN+10%AM

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.



**Figura N°50:** Ensayo del Valor de Soporte California C3 – SN+12%AM  
Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.



**Figura N°51:** Compactación CBR  
Fuente: Elaboración propia

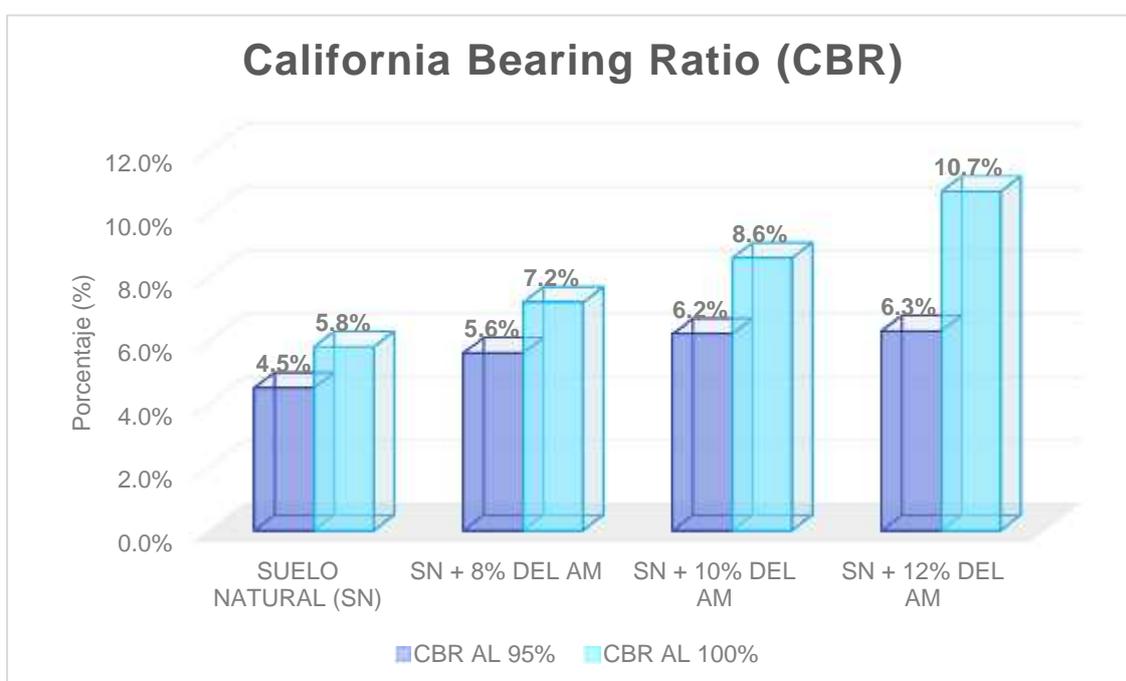


**Figura N°52:** Muestras Sumergidas por 4d.  
Fuente: Elaboración propia

**Tabla N° 12:** Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) con la incorporación del ALMIDON DE MAIZ (AM)

<b>CALICATA N°03</b>	California Bearing Ratio (CBR) al 95%	California Bearing Ratio (CBR) al 100%
SUELO NATURAL (SN)	4.5%	5.8%
SN+8% AM	5.6%	7.2%
SN+10% AM	6.2%	8.6%
SN+12% AM	6.3%	10.7%

Fuente: Elaboración propia.



**Figura N° 53:** Grafico del Ensayo de CBR con la incorporación del AM

Fuente: Elaboración propia.

**Interpretación.** Viendo los resultados que se hizo en el ensayo del CBR se pudo observar que hubo mejora de manera significativa para el suelo arcilloso, entonces podemos decir que es beneficioso respecto a la cantidad del almidón de maíz. Teniendo un inicial del 95% en un 4.50% y finaliza con un 6.30 %, asimismo al 100% se tiene un porcentaje inicial de 5.80% y al terminar se obtiene un 10.70%.

## V. DISCUSIÓN

**Objetivo 1:** Evaluar de qué manera interviene el almidón de maíz en el índice de plasticidad de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022.

Antecedente: Loyola G. y Rodríguez E. (2020) en su proyecto de investigación agregó tres, cinco y ocho por ciento del almidón de los desperdicios de la papa, con el objetivo de dar buenos resultados a la capacidad de soporte del afirmado y como resultado se consiguió mejorar sus propiedades físicas como: Límite L., Limite P. y de igual manera reducir el IP con la adición de 3% y 5% de ACP que favorece mejorando la subrasante a la muestra patrón, y con el 8% no mejora al contrario cae su IP.

Resultados: Al iniciar los ensayos del proyecto de investigación en base al manual de carreteras(suelos, geología geotecnia y pavimentos) y al manual de ensayos de materiales se hizo la clasificación de suelos mediante la granulometría y el límite de atterberg y como resultado de la clasificación fue de una suelo arcilloso de plasticidad baja con un IP inicial de 18% y a medida que se incorporaba en forma aumentativa el almidón de maíz desde un **8%** (18%), **10%** (16%) donde disminuyó el índice de plasticidad y con el 12% del almidón de maíz se mantuvo el índice de plasticidad con un 16%, entonces podemos decir que su porcentaje que tuvo mejora fue en un 10% del almidón de maíz.

Comparación: Según los antecedentes que se investigó para mejorar el índice de plasticidad, hubo un proyecto donde incorporo el almidón de la cascara de papa, añadiendo un 3%,5% y 7% con el objetivo de reducir su IP de un suelo arcilloso; esto se demuestra en nuestra investigación, al incrementarse las dosificaciones con el almidón de maíz en el terreno natural, ayuda también a disminuir el índice de plasticidad para suelos arcillosos de baja plasticidad, siendo similares al antecedente.

**Objetivo 2:** Evaluar de qué manera interviene el almidón de maíz en la máxima densidad seca de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022.

Antecedente: Loyola G. y Rodríguez E. (2020) en su proyecto de investigación agregó tres, cinco y ocho por ciento del almidón de los desperdicios de la papa, con el objetivo de dar buenos resultados a la subrasante, donde se consiguió mejoras

en sus propiedades mecánicas como el proctor modificado con porcentaje de 3%, 5% y 7% que van favorece mejorando en sus propiedades mecánicas del ensayo Proctor.

Resultados: Al iniciar los ensayos del proyecto de investigación en basándose a los manuales que exigen la norma para que los resultados sean garantizados, se hizo el ensayo mecánico del Proctor M. rigiéndose a la norma ASTM-D1557-12e1 método C por ser un material arcilloso de baja plasticidad, donde la máxima densidad seca patrón se obtuvo un 1.683 gr/cm<sup>3</sup> y en la medida que se incorporaba en forma aumentativa el almidón de maíz desde un 8% (MDS=1.845gr/cm<sup>3</sup>; OCH=18.54%), 10% (MDS=1.892gr/cm<sup>3</sup>; OCH=19.37%) y un 12%(MDS=1.949gr/cm<sup>3</sup>; OCH=17.17%) se tuvo buenos resultados, entonces podemos decir que su porcentaje que tuvo mejora fue en un 12% del almidón de maíz.

Comparación: Según los antecedentes que se investigó para mejorar el contenido de humedad óptimo y la densidad seca máxima, hubo un proyecto donde incorporo el almidón de la cascara de papa, añadiendo un 3%,5% y 7% donde reducen el sus propiedades mecánicas como el contenido de humedad optima y también la densidad seca máxima para suelo arcillosos; esto demuestra en nuestra investigación, al incrementarse las dosificaciones con el almidón de maíz en el terreno natural, ayuda también a disminuir la máxima densidad seca para suelos arcillosos de baja plasticidad, siendo similares al antecedente.

**Objetivo 3:** Evaluar de qué manera interviene el almidón de maíz en la capacidad portante de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022.

Antecedente: Loyola G. y Rodríguez E. (2020) en su proyecto de investigación agregó tres, cinco y ocho por ciento del almidón de los desperdicios de la papa, con el objetivo de dar buenos resultados al afirmado y mejorar su capacidad de soporte, por ello se realizó el ensayo mecánicas el California Bearing Ratio (CBR) con porcentaje de 3%, 5% y 7% que van favoreciendo y mejorando los porcentajes de CBR, el mejor resultado se obtuvo con el porcentaje de 7% de almidón de papa incremento de un 2.85% que es el patrón a 5.87%.

Resultados: Al iniciar los ensayos del proyecto de investigación en basándose a los manuales que exigen la norma para que los resultados sean garantizados, se hizo

el ensayo mecánico del California Bearing Ratio (CBR) (ASTM D883-16) cuatro moldes en total del suelo arcilloso de baja plasticidad, donde California Bearing Ratio (CBR) al 95% patrón se obtuvo un 4.50% y el California Bearing Ratio (CBR) al 100% patrón se obtuvo un 5.80% y en la medida que se incorporaba en forma aumentativa el almidón de maíz desde un **8%** (CBR AL 95%=5.6%; CBR AL 100%= 7.2%), **10%** (CBR AL 95%= 6.2%; CBR AL 100%= 8.6%) y un **12%**(CBR AL 95%= 6.3%; CBR AL 100%=10.7%) se tuvo buenos resultados, entonces podemos decir que su porcentaje que tuvo mejora fue en un 12% del almidón de maíz.

Comparación: Según los antecedentes que se investigó para mejorar el CBR al 95% y CBR al 100%, hubo un proyecto de investigación donde incorporo el almidón de la cascara de papa, añadiendo un 3%,5% y 7% Y reducen el CBR al 95% y el CBR al 100% de un suelos arcillosos; esto demuestra en nuestra investigación, al incrementarse las dosificaciones con el almidón de maíz en el terreno natural, ayuda también a disminuir esos mismo valores para suelos arcillosos de baja plasticidad, siendo similares al antecedente.

## **VI CONCLUSIONES**

**TESIS:** Efecto del almidón de maíz en las propiedades de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya, Huancayo 2022.

**Objetivo General:** Evaluar la intervención del almidón de maíz en las propiedades de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022.

Para la evaluación y la mejora de la subrasante se añadieron diferentes porcentajes del almidón de maíz con el fin de mejorar las características del afirmado, en la trocha carrozable que une a la provincia de Chupaca y el distrito de Sicaya, observando su evaluación en sus propiedades físicas como también en sus propiedades mecánicas: reducir su ensayo físico como el IP; incrementar su densidad seca máxima y reducir contenido de humedad óptimo y por último incrementar su resistencia que soportara el afirmado.

**Objetivo Específico 1.** Evaluar de qué manera interviene el almidón de maíz en el índice de plasticidad de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022

Respecto al ensayo del límite de atterberg, se estableció la dependencia del porcentaje del almidón de maíz, ya que tuvo una influencia de reducción del IP en un 2% al emplearse un 10% del almidón de maíz y con el 12% se mantuvo el resultado, entonces la influencia del almidón de maíz está directamente relacionada con los porcentajes propuestos, favoreciendo y mejorando sus propiedades físicas, lo cual está comprobado.

**Objetivo Específico 2.** Evaluar de qué manera interviene el almidón de maíz en la máxima densidad seca de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022.

Referente al ensayo mecánico del Proctor M. se vio que fue aumentando de manera significativa el och y también la mds a la medida que se añadía el porcentaje de almidón de maíz, su OCH del suelo patrón ha sido de un 15.40% y añadiéndole un 8% y 10% aumento un 3.97% y con un 12% de AM hubo caída lo cual favorece a la subrasante, mientras en la MDS aumento de manera significativa un 0.266 gr/cm con un 12% de AM, entonces podemos decir que el contenido de humedad llegó a su tope y reducirá y la densidad seca máxima seguirá aumentando a medida que se añada el almidón de maíz

**Objetivo Específico 3.** Evaluar de qué manera interviene el almidón de maíz en la capacidad portante de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022.

En la evaluación de la capacidad de soporte de la subrasante y con el ensayo mecánico de CBR. Los resultados fueron favorables y significativos donde al añadir un 12% del almidón de maíz a la muestra patrón, aumento su CBR al 95% de 4.5% hasta un 6.3%.

## VII. RECOMENDACIONES

**Objetivo específico 1:** En el proyecto de investigación se llegó a disminuir su IP para la muestra arcillosa añadiendo el almidón de maíz en porcentajes de 8%, 10% y 12%, por lo tanto, se incentiva a continúe con la investigación añadiendo mayores porcentajes al 12% no solo almidón de maíz sino otros aditivos que se asemejan a la investigación ya que desde muy antes los egipcios lo daban uso al almidón con la combinación de barro para las juntas de sus bloques.

**Objetivo específico 2:** En esta investigación al añadir un 8% y 10% del almidón de maíz, se tuvo mayores resultados del contenido de humedad óptima respecto al patrón pero cuando se añadió un 12% empezó a bajar que se entiende como beneficioso por que llegó a un tope el contenido de humedad, respecto a la densidad seca máxima se tuvo buenos resultados al añadir el 12% del almidón de maíz; es por ello, que se recomienda usar mayor al 12% para ver qué es lo que pasa con el contenido de humedad óptimo ya que con el 12% de almidón se observó que hubo una reducción al 17.17% y de igual manera ver la densidad seca máxima que dio buenos resultados con los tres porcentajes que se incorporó a la muestra patrón donde su mds fue de un 1.949 gr/cm<sup>3</sup> 1añadiendo el 12% del almidón de maíz.

**Objetivo específico 3:** En esta investigación se llegó a demostrar el incremento significativo de la capacidad de soporte de la subrasante añadiendo el almidón de maíz en de 8%, 10% y 12% para un suelo arcilloso como se vio en esta investigación. Por lo tanto, se sugiere que continúe con la indagación incorporando almidones mayores al 12%, no solo almidón de maíz sino otros aditivos que se asemejan a la investigación ya que desde muy antes los egipcios lo daban uso al almidón con la combinación de barro para las juntas de sus bloques.

## REFERENCIAS

1. Biblioteca Nacional del Perú N° 2015-02690. Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras, Ministerio de Economía y Finanzas, Dirección General de Inversión Pública-DGIP, Perú 2015 pag. 7 [consultado el 15 de Diciembre 2021].publicación ubicada en: [https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas\\_Pavimentos.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf).
2. Caamaño, Iván. *Mejoramiento de un suelo blando de subrasante mediante la adición de cascarilla de arroz y su efecto en el módulo resiliente*, Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada, 2016.
3. Gavilanes, Erick. *Estabilización y Mejoramiento de Sub-Rasante mediante Cal Y Cemento para una obra vial en el sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur*. Quito, Ecuador: Universidad Internacional del Ecuador, 2015
4. Carvajal, Nataly; Rincón, David; Zarate Jasbleydi. *Mejoramiento del material de afirmado de la cantera la esmeralda mediante la adición de ceniza de cascarilla de arroz y material reciclado de escombros*, Colombia: Universidad Cooperativa De Colombia, 2018.
5. Bruktawit Tolla. *Use of textile industry Factory waste ash on black cotton soil improvement used as subgrade material (case in bahir dar town)*, Etiopia: Bahir Dar University, 2019.
6. Wang, Shenglin. *Hydraulic Road Binder (HRB) and Its Use for Subgrade Stabilization in Ontario, Canada*. Waterloo, Ontario, Canadá: University of Waterloo, 2019.
7. Shubham, Moudgil. *Effect of the addition of marble dust to the subgrade floor on the fatigue and furrowing behavior of the flexible pavement*, India: Thapar University, 2017.
8. Rodríguez, J. y Loyola G. *Influencia del almidón de la cáscara de papa para mejorar sus propiedades de la subrasante en suelo arcillosos provincia de Jaén – Cajamarca, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2020.*

9. Guía, M. *Mejoramiento de Subrasante mediante la adición de ceniza de quinua en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2021. Pág. vii*
10. Guía, M. *Mejoramiento de Subrasante mediante la adición de ceniza de quinua en la carretera PE-38B, Provincia Chucuito, Puno, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2021. Pág. 66*
11. Hinojosa, M. *Mejoramiento de la subrasante utilizando cenizas de fibra de coco en la avenida 13 de julio de Manchay, Pachacamac, Lima-Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2019.*
12. Goñas, O. *Estabilización de suelos con cenizas de carbón para uso como subrasante mejorada en Chachapoyas, Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS, 2019.*
13. Landa, J. y Montesinos, S. *Mejoramiento de suelos arcillosos en subrasante mediante el uso de cenizas volantes de bagazo de caña de azúcar y cal. Bachelor Thesis, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), 2019. [consultado el 15 de Diciembre 2021]. publicación ubicada en: <http://hdl.handle.net/10757/626177>.*
14. Lopez, O. y Zapata, J. *Análisis de trabajos previos de la estabilización de un suelo usando cal a nivel de subrasante, Piura, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2020.*
15. Hugo. *Pavimentos. Perú: Libro de Pavimentos Subrasante, [en línea], 2012. pag 1, [consultado el 15 de diciembre 2021]. publicación ubicada en: <https://libropavimentos.blogspot.com/search/label/CARACTER%C3%8DSTICAS>.*
16. Flores, Emide y Serquén, José. *Evaluación de la correlación del índice de compresibilidad y las propiedades índices del suelo de la Urbanización el Golf, Trujillo 2017. Perú: Publicado en la Universidad Privada del Norte- Trujillo, 2017. pág 31- 222.*
17. Pizarro Jhon y Huallpa Hugo. *Mejoramiento de la capacidad de soporte (cbr) del terreno de fundación con la aplicación de pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo en el distrito de san sebastian-provincia, departamento del cusco. Pag. 15, [consultado el 15 de Diciembre 2021] publicación ubicada en: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5037>.*

18. Pizarro Jhon y Huallpa Hugo. *Mejoramiento de la capacidad de soporte (cbr) del terreno de fundación con la aplicación de pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo en el distrito de san sebastian-provincia, departamento del cusco. Pag. 26, [consultado el 15 de Diciembre 2021] publicación ubicada en: <http://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/5037>.*
19. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual de Ensayo de Materiales*, Lima, mayo de 2016. Pág. 268
20. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual de Ensayo de Materiales*, Lima, mayo de 2016. Pág. 105
21. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones. *Manual de Ensayo de Materiales*, Lima, mayo de 2016. Pág. 248
22. Izquierdo, Raúl. *Evaluación del cultivo de maíz (Zae mays), como complemento a la alimentación de bovinos de leche en épocas de escasez de alimento*, Cayambe, Ecuador: Universidad politécnica salesiana sede Quito, [en línea], 2012, pág. 22 [consultado el 15 de Diciembre 2021]. publicación ubicada en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1832/15/UPSYT00102.pdf>
23. GRUPO POCHTECA. *Almidón de maíz o fécula de maíz*, México: [consultado el 15 de diciembre 2021]. pág1, Disponible en: <https://mexico.pochteca.net/almidon-de-maiz-o-fecula-de-maiz/>
24. Enyisi SI, Umoh V, Whong C, Abdullahi I, Alabi O. *Chemical and nutritional value of maize and maize products obtained from selected markets in Kaduna State, Nigeria. African J Food Sci Technol. 2014;5(4):2141–5455.*
25. Luis Eduardo Fuentes Zavaleta. *Proceso de obtención industrial del almidón de maíz* Fecha en que fue cargado el febrero 18, 2013 pág. 1 [consultado el 15 de diciembre 2021]. publicación ubicada en: <https://vdocuments.mx/documents/obtencion-de-almidon-de-maiz.html>
26. Lozada, José. *Definición de Tipo de Investigación Aplicada*, Publicado en la *Revista Dialnet*, Ecuador: Universidad Tecnológica Indoamericana [en línea]. pág 47- 50, [consultado 9 de mayo 2021] Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>
27. Roser, Cabré. *Definición de Diseño cuasi-experimental*, *Revista de España: Universidad de Barcelona* [en línea]. pág 2-86, [consultado 15 de diciembre 2021]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/2445/30783>.

28. Rodríguez, J. y Loyola G. *Influencia del almidón de la cáscara de papa para mejorar sus propiedades de la subrasante en suelo arcillosos provincia de Jaén – Cajamarca, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2020 Pag. 42*, [consultado el 15 de diciembre 2021] publicación ubicada en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60780/Loyola\\_J\\_G-Rodr%c3%adquez\\_CEJA-SD.pdf](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60780/Loyola_J_G-Rodr%c3%adquez_CEJA-SD.pdf).
29. Gusman, S. y Rodrigues M. *Mejoramiento de la subrasante empleando la ceniza de cáscara de coco en el distrito de Perené, Junín 2021 Pag. 15*, [consultado el 15 de diciembre 2021] publicación ubicada en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/73296/Guzm%c3%a1n\\_RIS-Rodr%c3%adquez\\_CMA-SD.pdf?isAllowed=y&sequence=1](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/73296/Guzm%c3%a1n_RIS-Rodr%c3%adquez_CMA-SD.pdf?isAllowed=y&sequence=1).
30. Hugo. *Característica de la Subrasante. Perú: Libro de Pavimentos Subrasante, 2017 [en línea].pág 1*, [consultado 15 de diciembre 2021].publicación disponible en: <https://libro-pavimentos.blogspot.com/2011/03/caracteristicas-delasubrasante.html#:~:text=Subrasante%20se%20denomina%20al%20suelo,paquete>.
31. Gusman, S. y Rodrigues M. *Mejoramiento de la subrasante empleando la ceniza de cáscara de coco en el distrito de Perené, Junín 2021 Pag. 34*, [consultado el 15 de diciembre 2021] publicación ubicada en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/73296/Guzm%c3%a1n\\_RIS-Rodr%c3%adquez\\_CMA-SD.pdf?isAllowed=y&sequence=1](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/73296/Guzm%c3%a1n_RIS-Rodr%c3%adquez_CMA-SD.pdf?isAllowed=y&sequence=1).
32. Salinas, P. J. (2010). *Metodología de Investigacion Cientifica. Merida Venezuela.* Obtenido de: [http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/34398/metodologia\\_inve](http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/34398/metodologia_inve)
33. Lopez Parra, E., Martin Garcia, M. I., & Palomares, R. A. (2019). *Teacher empowerment in the field of high intellectual capacities myths and beliefs of primary education teachers.*
34. Sanchez, W. Y Zamora J. (2016). *Diseño de la carretera Mamaruribamba Bajo – Las Palmas de Tinyayoc - Rambrán, distrito y provincia de Cutervo, Cajamarca, 2016 Peru.* Obtenido de: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1652>

35. Salinas, P. J. (2010). *Metodología de Investigación Científica*. Merida Venezuela. Obtenido de: [http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/34398/metodologia\\_inve](http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/34398/metodologia_inve)
36. More Garcia, S. M., & Ydrogo Gonzales, E. (2019). *Estabilización de la subrasante en suelos adicionando la resina de plátano en el tramo Cacatachi – Chirapa*.
37. Hernandez, S. *Metodología de la Investigación*. Lima-Perú: Universidad de Lima. 2014, pág. 194-267.[en línea], [consultado el 20 de junio 2021] Disponible en:[http://saludpublica.cucs.udg.mx/cursos/medicion\\_exposicion/Hern%C3%A1ndez%20sampleri%20et%20al,%20Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3](http://saludpublica.cucs.udg.mx/cursos/medicion_exposicion/Hern%C3%A1ndez%20sampleri%20et%20al,%20Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3)
38. Manuel, M., & Trina, M. (2015). *CHARACTERIZATION OF THE VALIDITY AND RELIABILITY IN THE CONSTRUCTION*
39. Hernandez, S. *Metodología de la Investigación*. Lima-Perú: Universidad de Lima. 2014, pág 194-267.[en línea], [consultado el 20 de junio 2021] Disponible en:[http://saludpublica.cucs.udg.mx/cursos/medicion\\_exposicion/Hern%C3%A1ndez%20sampleri%20et%20al,%20Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3](http://saludpublica.cucs.udg.mx/cursos/medicion_exposicion/Hern%C3%A1ndez%20sampleri%20et%20al,%20Metodolog%C3%ADa%20de%20la%20investigaci%C3)
40. Guzmán, Iris. y Rodríguez, Manuel. *Mejoramiento de la subrasante empleando la ceniza de cáscara de coco en el distrito de Perené, Junín, Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2021*.

## **ANEXOS**

## Anexo 01: Matriz de Operacionalización.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN							
<b>TITULO:</b>	<b>Efecto del almidón de maíz en las propiedades de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya, Huancayo 2022</b>						
<b>AUTOR:</b>	<b>Yuslin Yuliño Saccaco Sauñe</b>						
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA	
INDEPENDIENTE							
ALMIDÓN DE MAÍZ	La fécula o almidón además del maíz se extrae del arroz, papa, trigo entre otros. El almidón se compone de dos polisacáridos la amilosa y la amilopectina. Son los carbohidratos de reserva contenidos en el endospermo de la especie vegetal	La dosificación que se añadió del Almidón de Maíz en porcentajes de un 8%, 10% y 12% para el mejoramiento de la subrasante, se emplearon para los 3 diseños de mezclas siguientes (N, N+8%AM, N+10%AM, N+12%AM), con la certeza de poder reducir el contenido de humedad, mejorar la resistencia de la subrasante y mejoramiento del CBR.		8%	RAZON	<b>Método:</b> Científico <b>Tipo de Investigación:</b> Tipo Aplicada <b>Nivel de Investigación:</b> EXPLICATIVA (Causa Efecto) <b>Diseño de Investigación:</b> Experimental (Cuasi) <b>Enfoque:</b> Cuantitativo <b>Población:</b> Todos las calicatas de la trocha carrozable Chupaca - Sicaya	
			DOSIFICACIÓN	10%			
			Por peso de Almidón	12%			
DEPENDIENTE							
PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE	Es el terreno de fundación para el el diseño estructural del pavimento se le conoce como subrasante, en los años cuarenta el diseño de pavimento tenía un concepto basado en las propiedades de la ingeniería en la subrasante, las cuales estaban seleccionadas en suelos, resistencia al corte, plasticidad, drenaje y susceptibilidad a las heladas	En este proyecto de investigación como paso número 1 se realizó el ensayo de CBR para los 4 diseños pre establecidos (N, 8%AM, 10%AM y 12%AM) y ver cómo es su trabajabilidad de la muestra, asimismo, como segundo paso se realizó el Proctor modificado con 4 diseños (N, 8%AM, 10%AM y 12%AM)			RAZON	<b>Muestra:</b> 4 Límites de Atterberg 4 Próctor Modificado 4 Ensayo de C.B.R. <b>Muestreo:</b> No Probabilístico <b>Técnica:</b> Observación Directa <b>Instrumentos de la investigación:</b> Ficha Recolección de Datos Ficha Resultados de Laboratorio Según NTP - ASTM	
			PROPIEDADES FISICAS	Límites de Atterberg			( % )
				Ensayo de Próctor Modificado			( % )
			PROPIEDADES MECANICAS	Ensayo de C.B.R.			( % )

## Anexo 02: Matriz de Consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
<b>TITULO:</b>	Efecto del almidón de maíz en las propiedades de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya, Huancayo 2022					
<b>AUTOR:</b>	Yuslin Yuliño Saccaco Sauñe					
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
<b>P. General</b>	<b>O. General</b>	<b>H. General</b>	<b>INDEPENDIENTE</b>			
¿De qué manera influye el almidón de maíz en porcentajes de 8%, 10% y 12% en las propiedades de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022?	Evaluar la intervención del almidón de maíz en las propiedades de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022	La aplicación del almidón de maíz en porcentajes de 8%, 10% y 12% mejora las propiedades de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022.	ALMIDON DE MAIZ	DOSIFICACIÓN	8%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A
				POR PESO DE LA MUESTRA	10%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A
					12%	Ficha Recolección de Datos Anexo 4-A
<b>P. Especifico</b>	<b>O. Especifico</b>	<b>H. Especifico</b>	<b>DEPENDIENTE</b>			
¿Cuánto influye el almidón de maíz en el índice de plasticidad de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022?	Especificar de qué manera interviene el almidón de maíz en el índice de plasticidad de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022	La aplicación del almidón de maíz disminuye el índice de plasticidad de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022		PROPIEDADES FISICAS	Límites de Atterberg(Índice de plasticidad) ( % )	Ficha Resultado de Laboratorio según NTP 339.129 Anexo 4-B
					Ensayo de Próctor Modificado(MDS Y OCH)	Ficha Resultado de Laboratorio Según NTP 339.141 Anexo 4-C
				PROPIEDADES MECANICAS	Ensayo de C.B.R.(Capacidad portante) ( % )	Ficha Resultado de Laboratorio Según NTP 339.145 Anexo 4-D
¿Cuánto influye el almidón de maíz en la máxima densidad seca de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022?	Especificar de qué manera interviene el almidón de maíz en la máxima densidad seca de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022.	La aplicación del almidón de maíz aumenta la máxima densidad seca de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022	PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
¿Cuánto influye el almidón de maíz en la capacidad portante de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022?	Especificar de qué manera interviene el almidón de maíz sobre la capacidad portante de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022.	La aplicación del almidón de maíz mejora la capacidad portante de la subrasante en la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya - Huancayo 2022				

### Anexo 03: FICHA DE RECOLECCION DE DATOS



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
Ficha de recolección de datos: Almidón del maíz

**TITULO:** "Efecto del almidón de maíz en las propiedades de la subrasante de la trocha carrozable de Chupaca, Sicaya, Huancayo 2022"

#### Parte A: Datos generales

Tesista 01: SACCACO SAUÑE YUSLIN YULIÑO  
Fecha: Lima, 15/11/2021

#### Parte B: Almidón del maíz

8%	OK
10%	OK
12%	OK

Tesis: Loyola, G. y Rodríguez E. (2020) Almidón de la papa: 3%, 5%, 8%

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO		
Apellidos: GARCIA CORZO Nombres: AUGUSTO ELIAS Título: Ingeniero Civil Grado: <b>Magister</b> N° Reg. CIP: 85267 Firma:	Apellidos: PARRA LAVADO Nombres: REGNER RAUL Título: Ingeniero Civil Grado: <b>Magister</b> N° Reg. CIP: 126776 Firma:	Apellidos: CURRI ROSALES Nombres: MIGUEL ANGEL Título: Ingeniero Civil Grado: <b>Magister</b> N° Reg. CIP: 133483 Firma:
 MSc. AUGUSTO GARCIA	 INGENIERO CIVIL CIP N° 126776	

Fuente: Elaboracion propia.

# Anexo 04: ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO DE LA C3-M1



## MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Teparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructorahlh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913 / D6913M - 17

<b>Proyecto</b>	EFCO DEL ALMIDÓN DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE CHEPACA, SICAYA, HUANCAYO 2022	<b>REGISTRO N°:</b>	LH22-CERT-044
<b>Solicitante</b>	BADU YUSUN YSLIRO SACCAO SÁUÑE	<b>Muestreado por :</b>	Solís Brito
<b>Código de proyecto</b>	---	<b>Ensayado por :</b>	W. Rodríguez
<b>Situación de proyecto</b>	TROCHA CARROZABLE - CHEPACA - SICAYA	<b>Fecha de Ensayo:</b>	01/02/2022
<b>Materia</b>		<b>Turno:</b>	Diurno
<b>Código de muestra</b>	PATRON + 01 (ALMIDÓN DE MAÍZ)	<b>Peso Inicial :</b>	500.00
<b>Procedencia</b>	SUBRASANTE	<b>Peso lavada :</b>	71.80
<b>Serie / Colado</b>	N° 03	<b>Pureza :</b>	1.50 Libras
<b>N° de muestra</b>	N° 01	<b>Nota :</b>	88.70/27 m
<b>Programa</b>	---	<b>Eta :</b>	409428 m

MATERIAL : (N° 03) / MUESTRA : N° 01

ABERTURA DE TAMICES Marco de 1" de diámetro	Peso Retenido g	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa	SIN GRADACION	
					Mínimo	Máximo
4 y/	100.00 mm			100.00	-	-
3 1/2 in	90.00 mm			100.00	-	-
3 in	75.00 mm			100.00	-	-
2 1/2 in	63.00 mm			100.00	-	-
2 in	50.00 mm			100.00	-	-
1 1/2 in	37.50 mm			100.00	-	-
1 in	25.00 mm			100.00	-	-
3/4 in	19.00 mm			100.00	-	-
1/2 in	12.50 mm			100.00	-	-
3/8 in	9.50 mm			100.00	-	-
1/4 in	4.75 mm			100.00	-	-
No. 10	2.00 mm	12.0	2.40	97.60	-	-
No. 20	850 µm	10.0	2.00	95.00	-	-
No. 40	425 µm	10.0	2.00	93.60	-	-
No. 60	250 µm	9.0	1.80	91.80	-	-
No. 100	150 µm	8.2	1.64	90.16	-	-
No. 140	106 µm	7.4	1.48	88.98	-	-
No. 200	75 µm	15.2	3.04	85.54	-	-
+ No. 200	< No. 200	408.2	80.64	100.00	-	-



W. Rodríguez  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS  
 C.O.C. 0210002



MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE VALIDEZ SIN EL SELLO Y FIRMA.

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.

# Anexo 05: LIMITES DE ATTERBERG DE LA C3-M1



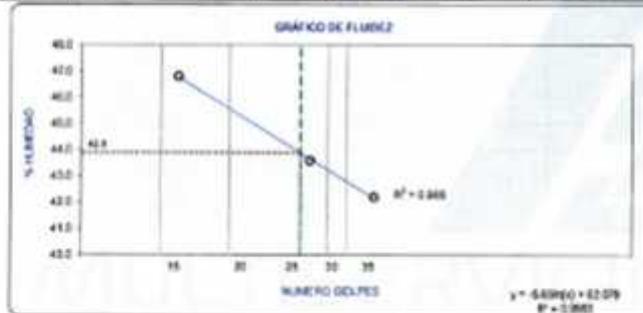
## MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

### MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

ASTM D4318 - 17		REGISTRO N°:	LN22-CERT-044
Proyecto	: EFECTO DEL ALMIDÓN DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARRIZABLE DE CHUPACA, SICAYA, HUACAYO 2022	Verificado por:	Sokolovito
Solicitante	: BADI YUSLIN YULIÑO SACCAO SAURE	Ensayado por:	W. Rodriguez
Código de proyecto	: ---	Fecha de ensayo:	01/02/2022
Utilización de proyecto	: TROCHA CARRIZABLE, CHUPACA - SICAYA	Tipo:	Domo
Método de ensayo utilizado II	: Método "A" - Multiguete	Grava:	0%
Tamaño de apertura E11	: No. 40	Armo:	54.4 %
Método de separación de arena II	: Tamizado	Fines:	85.8 %
Código de muestra	: PATRON + 0% (ALMIDÓN DE MAÍZ)	Profundidad:	1.50 Metros
Prevalencia	: SUBRASANTE	Norte:	8870427 m
Sendaje / Calote	: N° 03	Este:	408428 m
N° de muestra	: N° 01		
Progresos	: ---		

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Rizo de Recipiente	T-01	T-02	T-03	P-01	P-02
Masa de Recipiente	13.80	13.80	13.80	7.20	7.20
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	36.20	35.40	34.80	15.20	14.70
Masa Recipiente + Suelo Seco	29.00	28.80	29.10	13.50	13.20
N° De Golpes	24	26	15	---	---
Cantidad mínima requerida LL: 20 g / LP: 6 g	(Cumple)	(Cumple)	(Cumple)	(Cumple)	(Cumple)
Contenido de Humedad	42.7	43.6	45.8	25.2	25.3



Límite Líquido : 44  
 Límite Plástico : 16  
 Índice de Plasticidad : 18  
 Coeficiente Lineal : Cumple

*[Firma]*  
 Director General  
 MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.  
 RUC: 20602295533



*[Firma]*  
 Jefe de Laboratorio de Suelos y Geotécnica  
 MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C. - ASÍ MISMO CARECE DE VALORES SIN EL SELLO Y FIRMA.

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.

# Anexo 06: CLASIFICACION DE SUELOS SUCS DE LA C3-M1



## MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20802295533

### PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA FINES DE INGENIERÍA (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS)

ASTM D2487-17

PROYECTO : EFECTO DEL ALMIDÓN DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE CHUPACA, SICAYA, HUANCAYO 2022 REGISTRO N°: LM22-CERT-044

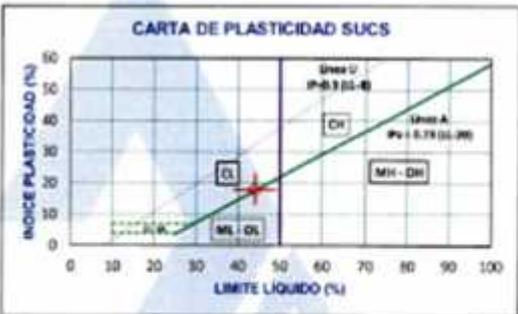
SOLICITANTE : BACH. YUSLEIN YUSLEIN SACCACO SAUÑE  
 CÓDIGO DE PROYEC : ---  
 UBICACIÓN DE PROY : TROCHA CARROZABLE, CHUPACA - SICAYA

MUESTREO POR : Solicitante  
 ENSAYADO POR : W. Rodríguez  
 FECHA DE ENSAYO : 01/02/2022  
 TURNO : Diurno

Código de Muestra : PATRON = 0% (ALMIDÓN DE MAÍZ)  
 Procedencia : SUBRASANTE  
 Sondaje / Calicata : N° 03 Profundidad: 1.50 Metros  
 N° de Muestra : N° 01 Norte: 8670427 m  
 Progreso : --- Este: 408428 m

**DATOS**

% PASA 200	=	85.84	[%]
% PASA Nº 4	=	120.00	[%]
LL	=	44.80	[%]
IP	=	18.80	[%]



IP <sub>u</sub>	=	0.73 (LL - 20)	[%]
IP <sub>s</sub>	=	17.52	[%]

1° MALLA Nº 200

(FINO)	Pas > 50%
(GRUERO)	Rat < 50%

2° MALLA Nº 4

(ARENA)	Pas > 50%
(GRAVA)	Rat < 50%

SÍMBOLOS SUELO

G	Grava
S	Arena
M	Limo
C	Arcilla

2.1° CONTENIDO DE FINOS F = % Pasa 200

LIMPIO	DUAL	SUELO CON FINO
F < 5%	5% ≤ F ≤ 12%	F > 12%

2.2° GRADACIÓN Cu = 4.54E+22 Cc = 134008.32

BIEN GRADUADO		MAL GRADUADO
GRAVA	ARENA	
Cu ≥ 4	Cc ≤ 6	Cuando no cumple estas condiciones
1 ≤ Cc ≤ 5		

3° SUELOS FINOS (LIMOS Y ARCILLAS): Considerar CARTA DE PLASTICIDAD.

CLASIFICACION DE SUELOS SUCS = CL

Handwritten signatures and official blue ink stamps of the laboratory and the client.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE VALORES SIN EL SELLO Y FIRMA.

# Anexo 07: CLASIFICACION DE SUELOS AASHTO DE LA C3-M1



## MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080609 | E-Mail: constructoralh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

### PRÁCTICA ESTÁNDAR PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS Y MEZCLAS DE SUELOS Y AGREGADOS PARA FINES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

ASTM D2922 - 15

<b>Proyecto</b>	ERCTO DEL ALMOÓN DE MAZ EN LAS PROPIEDADES DE LA SUERANANTE EN LA TROCHA CARRETERA DE CHUPACA, SICAYA, HUACUYO 2023	<b>REGISTRO N°:</b>	LH03-0287-044
<b>Substrato</b>	BACH. YUSUN YUSUN SACACCA SAURE	<b>Elaborado por:</b>	Soltero
<b>Código de proyecto</b>	---	<b>Revisado por:</b>	R. Rodríguez
<b>Ubicación de proyecto</b>	TROCHA CARRETERA DE CHUPACA - SICAYA	<b>Fecha de Emisión:</b>	01/03/2022
		<b>Título:</b>	Primo
<b>Código de Muestra</b>	PATRON - 01 (ALMOÓN DE MAZ)	<b>Profundidad:</b>	1.50 Metros
<b>Procedencia</b>	SUBRASANTE	<b>Superficie:</b>	807/407 m
<b>Sección / Estado</b>	N° 02	<b>Estado:</b>	48+428 m
<b>N° de Muestra</b>	N° 01		
<b>Proyecto</b>	---		

AASHTO	SUELOS GRANES (ARENAS Y ARENOSAS)							SUELOS FINOS (LIMOS Y ARCILLAS)				
	(+ 35 % para la MALLA N° 200)							(+ 30 % para la MALLA N° 200)				
GRUPOS	A-1		A-2					A-7				
SUB GRUPOS	A-1-a	A-1-b	A-2	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7-5	A-7-6
% QUE PASA												
Tamiz N° 10	100	100										
Tamiz N° 40	30	30	50									
Tamiz N° 200	15	15	10	25	35	25	35	30	30	30	35	35
LL				40	41	40	41	40	41	40	41	41
IP	5	5	10	10	11	11	10	10	11	10	11	11
IG				6	6	6	6	8	12	10	20	20
SUELO	Gravels y Arenas		Sands y Arenas finas				Sands limosos			Silty clays		
SUCS	GM, GP		SM, SP				ML, MH			CL, CH		

El sub grupo A-7-6 es menor que el (A-7-5)

#### DATOS

%Pasa Malla 10	=	37.88	Z
%Pasa Malla 40	=	33.88	Z
%Pasa Malla 200	=	15.54	Z
LL	=	44.28	Z
IP	=	18.28	Z

1° MALLA N° 200

FINO	Pas + 35 %
EXPRESO	Net + 35 %

2° ÍNDICE DE PLASTICIDAD IP = 18.28 %

IP	5	10	A-4, A-5
IP	7	11	A-6, A-7-5, A-7-6

3° LÍMITE LÍQUIDO LL = 44.28 %

LL	8	40	A-4, A-5
LL	2	41	A-6, A-7-5, A-7-6

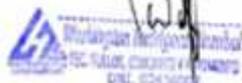
4° Índice de Grupo (IG)

$$IG = (F - 35)(0.2 + 0.005(LL - 40)) + 0.01(F - 10)(IP - 10)$$

$$IG = 16.70$$

$$IG = 17$$

**CLASIFICACION DE SUELOS AASHTO = A-7-6 (17)**



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C., ASÍ MISMO CARECE DE VALIDEZ SIN EL SELLO Y FIRMA.

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.

# Anexo 08: LIMITES DE ATTERBERG DE LA C3-M1 + 12% AM



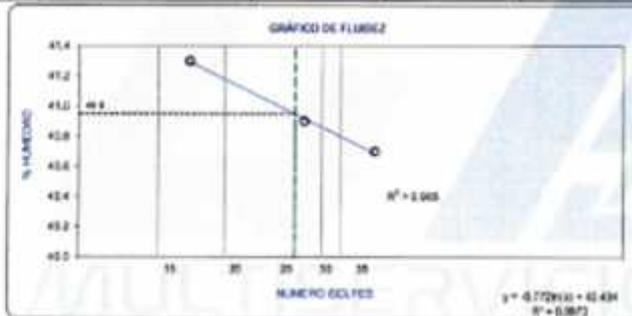
## MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 956 080809 | E-Mail: constructoralh\_sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

### MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS

ASTM D4318 - 17		REGISTRO N°:	LH22-CERT-044
Proyecto:	EFECTO DEL ALMOÓN DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE CHUPACA, SIDAYA, HUANCAYO 2022	Muestreado por:	SOLIBRETI
Solicitante:	BACH. YUSLEN YULIJO SACCACO SAURE	Elaborado por:	W. RODRIGUEZ
Código de proyecto:	---	Fecha de ensayo:	01/02/2022
Ubicación de proyecto:	TROCHA CARROZABLE - CHUPACA - SIDAYA	Tiene:	Clasificación
Método de ensayo utilizado:	Método "A" - Multijetes	Grava:	0%
Tamaño de apertura #10:	75, 40	Área:	14.4 %
Método de separación de arena #10:	Tamizado	Fines:	85.6 %
Código de muestra:	PATRON = 12% (ALMOÓN DE MAÍZ)	Procedimiento de obtención de muestra:	Secado al horno
Procedencia:	SUBRASANTE	Clasificación Visual - Manual (USCS):	CL - Arcilla de baja plasticidad
Sondaje / Calicata:	N° 03	Clasificación Visual - Manual (AASHTO):	A-7-6 - MALO
N° de muestra:	N° 01	Profundidad:	1.50 Metros
Proyecto:	---	Nota:	0003463 m
		Elev:	469216 m

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Nro. de Recipiente	T-01	T-02	T-03	P-01	P-02
Masa de Recipiente	13.40	13.60	13.50	7.30	7.30
Masa de Recipiente + Suelo Humedo	34.60	34.50	32.80	13.70	13.90
Masa Recipiente + Suelo Seco	28.50	28.50	27.80	12.40	12.60
N° De Golpes	25	26	16	---	---
Cantidad en masa requerida (L: 20 g / LP: 6 g)	✓Cumple	✓Cumple	✓Cumple	✓Cumple	✓Cumple
Contenido de Humedad	40.7	40.9	41.3	25.4	25.1



*[Handwritten Signature]*  
 W. RODRIGUEZ  
 INGENIERO DE LABORATORIO DE SUELOS Y FUNDACIONES



*[Handwritten Signature]*  
 YUSLEN YULIJO SACCACO SAURE  
 INGENIERO DE LABORATORIO DE SUELOS Y FUNDACIONES

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C. ASÍ MISMO CARECE DE VALIDEZ SIN EL SELLO Y FIRMA

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.

# Anexo 09: PROCTOR MODIFICADO DE LA C3-M1 + 12% AM



## MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cede Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructorahlh.sac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

### ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO PARA CBR

ASTM D1557 - 12a1 / ASTM D1583 - 18

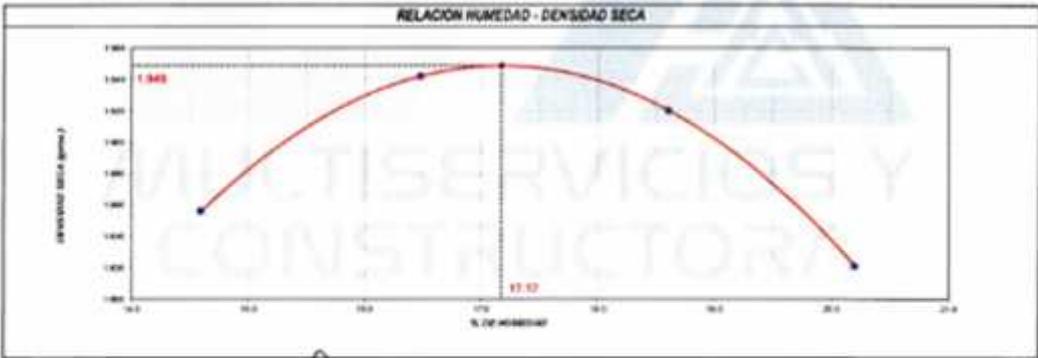
<b>Proyecto</b>	: EFECTO DEL ALMOÓN DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CARROZABLE DE CHUPACA, SICAYA, HUANCAYO 2022	<b>REGISTRO N°:</b>	LH22-CERT-044
<b>Solicitante</b>	: BACH. YUSLIN YULIÑO SACCACO SAUÑE	<b>Muestreado por:</b>	Solicitante
<b>Código de proyecto</b>	: ---	<b>Ensayado por:</b>	W. Roquiar
<b>Ubicación de proyecto</b>	: TROCHA CARROZABLE: CHUPACA - SICAYA	<b>Fecha de ensayo:</b>	03/03/2022
		<b>Tiempo:</b>	Diario
<b>Código de muestra</b>	: PATRON + 12% (ALMOÓN DE MAÍZ)	<b>Profundidad:</b>	1.50 M/100
<b>Procedencia</b>	: SUBRASANTE	<b>Nota:</b>	88/10477 m
<b>Sondaje / Calicata</b>	: N° 03	<b>Este:</b>	409428 m
<b>N° de muestra</b>	: N° 01		
<b>Progresiva</b>	: ---		

Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils  
 (Ensayo de Proctor Modificado)

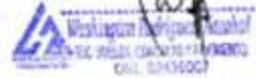
<b>METODO DE ENSAYO</b>	C
Volumen Mole	2171 cm <sup>3</sup>
Peso Mole	6553 gr.

NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	5
Peso Suelo + Mole	gr.	11,264	11,351	11,383	11,196	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,511	4,790	4,830	4,643	
Peso Volumétrico Humedo	gr.	2,127	2,362	2,277	2,189	
Recipiente Numero		8-01	8-02	8-03	8-04	
Peso de la Tara	gr.	33.7	33.8	33.8	33.8	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	363.5	485.4	395.2	252.2	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	321.5	421.5	334.5	215.5	
Peso del agua	gr.	42.0	63.9	60.7	36.7	
Peso del suelo seco	gr.	280	358	305	182	
Contenido de agua	%	14.6	18.5	18.8	20.2	
Densidad Seca	gr/cc	1.896	1.942	1.820	1.821	

<b>Densidad Máxima Seca:</b>	1.849 gr/cm <sup>3</sup>	<b>Contenido Humedad Optimo:</b>	17.17 %
------------------------------	--------------------------	----------------------------------	---------



**OBSERVACIONES:**  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante.  
 -  
 -

  
  
  
  
 Víctor Manuel J. Cordero Aguirre  
 Ing. Civil  
 JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PROHIBIDA LA REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACION ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C. ASI MISMO CARECE DE VALORES SIN EL SELLO Y FIRMA.

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.

# Anexo 10: VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA DE LA C3-M1 + 12% AM



## MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C.

Laboratorio: Jr. Honduras Urb. Taparachi 1 Sector Mza. B26 Lt. 7B - Juliaca - Puno  
 Oficinas Principales: Jr. Honduras Mza. B26 Lt. 7B - Cede Juliaca | Jr. Puno N° 633 - Cece Puno  
 Celular: +51 956 020220 | +51 988 080809 | E-Mail: constructoralhsac@gmail.com  
 RUC: 20602295533

### VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA - CBR

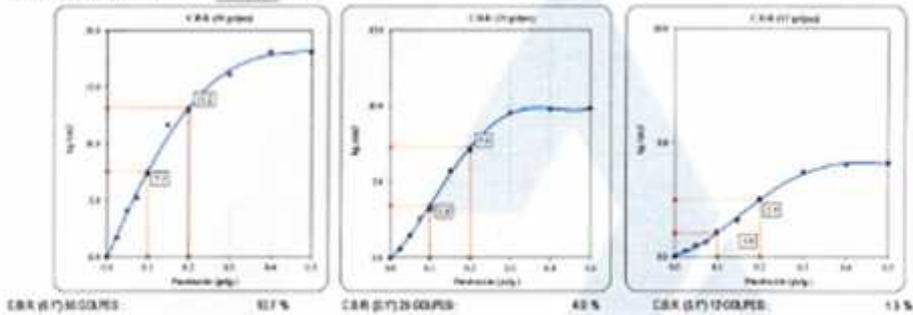
ASTM D1553 - 10

<b>Proyecto</b>	EFFECTO DEL ALMOÓN DE MAÍZ EN LAS PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE EN LA TROCHA CIRCUNDABLE DE OMPACA, SICRYA, HUANCAYO 2022	<b>REGISTRO N°:</b>	LH32-CERT-044
<b>Solicitante</b>	BPOH YUSUN YUSUN SACCAO S.A.S	<b>Muestreado por:</b>	Solicitante
<b>Código de proyecto</b>	---	<b>Ensayado por:</b>	W Rosalguiz
<b>Utilización de proyecto</b>	TROCHA CIRCUNDABLE OMPACA - SICRYA	<b>Fecha de ensayo:</b>	07/02/2022
		<b>Turno:</b>	Día
<b>Código de muestra</b>	PATRON + 12% (ALMOÓN DE MAÍZ)	<b>Profundidad:</b>	1.30 Metros
<b>Procedencia</b>	SUBRASANTE	<b>Norte:</b>	8670427 m
<b>Servicio / Calzeta</b>	3° C3	<b>Este:</b>	483428 m s. n. m
<b>N° de muestra</b>	3° D1		
<b>Proyecto</b>	---		

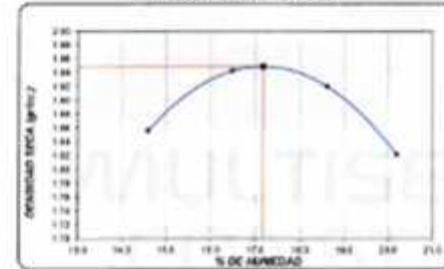
### ENSAYO DE VALOR DE SOPORTE DE CALIFORNIA ASTM D1553

#### DATOS DE MUESTRA

Máxima Densidad Seca  $1.940 \text{ gr/cm}^3$   
 Mínima Densidad Seca al 10%  $1.861 \text{ gr/cm}^3$   
 Óptimo Contenido de Humedad  $11.17 \%$

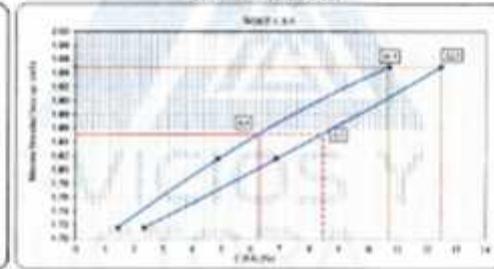


#### CURVA DE COMPACTACIÓN - ASTM D1557



CBR (10% MOJUEZ) 107 %  
 CBR (20% MOJUEZ) 43 %

#### CURVA CBR vs. DENSIDAD SECA



CBR (10% MOJUEZ) 103 %  
 CBR (20% MOJUEZ) 85 %

OBSERVACIONES:  
 \* Muestra provista e identificada por el solicitante

*[Handwritten Signature]*  
 Wladimir Rosalguiz  
 INGENIERO EN CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
 DNI: 62130003



*[Handwritten Signature]*  
 Wladimir Rosalguiz  
 INGENIERO EN CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS  
 DNI: 62130003

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C. ASÍ MISMO CARECE DE VALORES SIN EL SELLO Y FIRMA.

Fuente: Multiservicios y constructora lh s.a.c.

## Anexo 11: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

**METROTEC****METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.**

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LM - 300 - 2021***Área de Metrología  
Laboratorio de Mana*

Página 1 de 4

1. Expediente	210373	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C	
3. Dirección	Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.  METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.  Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.  El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	6 200 g	
División de escala (d)	0,1 g	
Div. de verificación (e)	0,1 g	
Clase de exactitud	II	
Marca	OHAUS	
Modelo	SJX6201/E	
Número de Serie	B835336209	
Capacidad mínima	5 g	
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH	
5. Fecha de Calibración	2021-07-09	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-10

Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez  
Raraz  
Fecha: 2021.07.11  
23:31:33 -05'00'

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 300 - 2021***Área de Metrología*  
*Laboratorio de Masa*

Página 2 de 4

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-001 2da Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II" del INACAL-DM.

**7. Lugar de calibración**

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	18,0	19,5
Humedad Relativa (%)	59	63

**9. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM - INACAL LM-075-2020	Pesa (exactitud E2)	LM-C-257-2020
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL IP-214-2020	Pesas (exactitud M1)	SGM-A-2194-2020
PESAS (Clase de exactitud M1) DM - INACAL: SGM-A-1974-2020	Pesas (exactitud M2)	SGM-A-2362-2020
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1972-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2143-2020
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1973-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2144-2020

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 300 - 2021**

Página 3 de 4

**11. Resultados de Medición****INSPECCIÓN VISUAL**

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Temperatura Inicial Final  
18,0 °C 19,5 °C

Medición nN°	Carga L1 = 3 000,0 g			Carga L2 = 6 000,0 g			
	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	3 000	50	0	6 000	50	0	
2	3 000	50	0	6 000	50	0	
3	3 001	60	90	6 001	60	90	
4	3 000	50	0	6 000	50	0	
5	3 000	50	0	6 000	50	0	
6	3 000	50	0	6 001	60	90	
7	3 001	60	90	6 000	50	0	
8	3 000	50	0	6 000	50	0	
9	3 000	50	0	6 000	50	0	
10	3 000	50	0	6 001	60	90	
Diferencia Máxima			90	Diferencia Máxima			90
Error Máximo Permisible			± 300	Error Máximo Permisible			± 300

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**

2	5
1	
3	4

Posición de  
las cargas

Temperatura Inicial Final  
16 °C 16,5 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	l (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga (L)	l (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1		1,0	50	0		2 000	50	0	0
2		1,0	50	0		2 000	50	0	0
3	1,0 g	1,0	50	0	2 000,0 g	2 000	50	0	0
4		1,0	50	0		2 000	50	0	0
5		1,0	50	0		2 000	50	0	0
Error máximo permisible									± 200

\* Valor entre 0 y 10g

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LM - 299 - 2021***Área de Metrología*  
*Laboratorio de Masa*

Página 1 de 4

1. Expediente	210373	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C	
3. Dirección	Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO	
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
Capacidad Máxima	30 000 g	
División de escala (d)	1 g	
Div. de verificación (e)	10 g	
Clase de exactitud	III	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Marca	OHAUS	
Modelo	R31P30	
Número de Serie	8339530197	
Capacidad mínima	20 g	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Procedencia	U.S.A.	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2021-07-09	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-10

Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2021.07.10 11:37:57  
-05'00'

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LM - 299 - 2021***Área de Metrología  
Laboratorio de Masa*

Página 2 de 4

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

**7. Lugar de calibración**

**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**  
Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	16,0	16,5
Humedad Relativa (%)	58	60

**9. Patrones de referencia**

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM - INACAL LM-075-2020	Pesa (exactitud E2)	LM-C-257-2020
PESAS (Clase de exactitud F1) DM - INACAL IP-214-2020	Pesas (exactitud M1)	SGM-A-2194-2020
PESAS (Clase de exactitud M1) DM - INACAL: SGM-A-1974-2020	Pesas (exactitud M2)	SGM-A-2362-2020
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1972-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2143-2020
PESA (Clase de exactitud M1) SG NORTEC: SGM-A-1973-2020	Pesa (exactitud M2)	SGM-A-2144-2020

**10. Observaciones**

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MT - LM - 299 - 2021

Área de Metrología  
Laboratorio de Masa

Página 3 de 4

### 11. Resultados de Medición

#### INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

#### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	16 °C	16,3 °C

Medición N°	Carga L1 = 15 000,0 g			Carga L2 = 30 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,8	-0,3
2	15 000	0,4	0,1	30 000	0,6	-0,1
3	15 000	0,2	0,3	30 000	0,7	-0,2
4	15 000	0,3	0,2	30 000	0,7	-0,2
5	15 000	0,3	0,2	30 000	0,6	-0,1
6	15 000	0,4	0,1	30 000	0,6	-0,1
7	15 000	0,4	0,1	30 000	0,7	-0,2
8	15 000	0,5	0,0	30 000	0,8	-0,3
9	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-0,1
10	15 000	0,4	0,1	30 000	0,7	-0,2
	Diferencia Máxima		0,4	Diferencia Máxima		0,2
	Error Máximo Permisible		± 20,0	Error Máximo Permisible		± 30,0

#### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición de  
las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	16 °C	16,5 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (L)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10,0 g	10	0,6	-0,1	10 000,0 g	10 000	0,6	-0,1	0,0
2		10	0,6	-0,1		10 001	0,8	0,7	0,8
3		10	0,6	-0,1		9 999	0,3	-0,8	-0,7
4		10	0,6	-0,1		10 000	0,5	0,0	0,1
5		10	0,6	-0,1		10 000	0,4	0,1	0,2
		Error máximo permisible							± 20,0

\* Valor entre 0 y 10g

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LF - 141 - 2021**Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente	210373	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH S.A.C	
3. Dirección	Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.
4. Equipo	<b>PRENSA CBR - EQUIPO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA</b>	
Capacidad	5000 kgf	
Marca	TÉCNICAS	
Modelo	TCP051	
Número de Serie	0168	METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.
Procedencia	PERÚ	
Identificación	NO INDICA	
Indicación	DIGITAL	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.
Marca	HIWEIGH	
Modelo	X8	
Número de Serie	NO INDICA	
Resolución	0,1 kgf	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH	El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
5. Fecha de Calibración	2021-07-09	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2021-07-10

Firmado digitalmente por  
Eleazar Cesar Chavez Raraz  
Fecha: 2021.07.10 11:48:44  
-05'00'

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**MT - LF - 141 - 2021***Área de Metrología**Laboratorio de Fuerza*

Página 2 de 3

**6. Método de Calibración**

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticas. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

**7. Lugar de calibración****LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO MULTISERVICIOS Y CONSTRUCTORA LH**

Jr. Honduras Mz. B26 Lote 7B Urb. Taparachi 1 Sector, San Ramon - Juliaca - PUNO

**8. Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	15,3 °C	15,5 °C
Humedad Relativa	58 % HR	57 % HR

**9. Patrones de referencia**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-1 95857 / 2020-1 6727	Celda de carga calibrado a 20 tnf con incertidumbre del orden de 0,5 %	LEDI-PUCP INF-LE 024-21B

**10. Observaciones**

- (\*) Código de identificación indicado en una etiqueta adherido en el equipo.
- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- El equipo trabaja con una celda de carga, Marca: ZEMIC, Modelo: H3-C3-5. 0t-6B y Serie: UC095095

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
MT - LF - 141 - 2021**

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

**11. Resultados de Medición**

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	$F_i$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	500,0	498,0	498,0	498,5	498,2
20	1000,0	998,0	997,5	998,0	997,8
30	1500,0	1499,0	1498,5	1498,5	1498,7
40	2000,0	2000,2	1999,5	2000,0	1999,9
50	2500,0	2504,2	2503,5	2503,7	2503,8
60	3000,0	3005,0	3005,5	3005,5	3005,3
70	3500,0	3507,5	3508,5	3508,0	3508,0
80	4000,0	4011,0	4010,5	4010,5	4010,7
90	4500,0	4515,3	4515,0	4514,5	4514,9
100	5000,0	5019,2	5019,5	5018,5	5019,1
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud $a$ (%)	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $e$ (%)	
500,0	0,37	0,10	---	0,02	0,21
1000,0	0,22	0,05	---	0,01	0,21
1500,0	0,09	0,03	---	0,01	0,21
2000,0	0,01	0,04	---	0,01	0,21
2500,0	-0,15	0,03	---	0,00	0,21
3000,0	-0,18	0,02	---	0,00	0,21
3500,0	-0,23	0,03	---	0,00	0,21
4000,0	-0,27	0,01	---	0,00	0,21
4500,0	-0,33	0,02	---	0,00	0,21
5000,0	-0,38	0,02	---	0,00	0,21

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ )	0,00 %
---	--------

**12. Incertidumbre**

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

## Anexo 12: FOTOGRAFÍAS



Calicata-3 Desfavorable



Granulometría por tamizado



Clasificación de Suelos



Limites de Atterberg



Proctor Modificado



Ensayo de C.B.R.